

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS LETRAS E ARTES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA**

**TESE DE DOUTORADO**

**PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO CONTEXTO DO LICENCIAMENTO DE  
PARQUES EÓLICOS NO LITORAL SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO  
NORTE**

**Autora:**

**MARIANA TORRES CORREIA DE MELLO NOBRE**

**Orientador:**

**Prof. Dr. VENERANDO EUSTÁQUIO AMARO**

**Natal/RN, setembro de 2019**

TESE DE DOUTORADO

**PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO CONTEXTO DO LICENCIAMENTO DE  
PARQUES EÓLICOS NO LITORAL SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO  
NORTE**

Autora:

**MARIANA TORRES CORREIA DE MELLO NOBRE**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Comissão Examinadora:

**Prof. Dr. VENERANDO EUSTÁQUIO AMARO (Orientador)**

**Prof. Dr. LUIZ ANTONIO CESTARO (Examinador Interno - UFRN)**

**Prof. Dra. JULIANA FELIPE FARIAS (Examinadora Interno - UFRN)**

**Prof. Dra. CYNTHIA ROMARIZ DUARTE (Examinadora Externa - UFC)**

**Dr. LEONLENE DE SOUSA AGUIAR (Examinador Externo – Diretor IDEMA)**

**Natal/RN, setembro de 2019**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas, Letras e  
Artes – CCHLA

Mello, Mariana Torres Correia de.

Planejamento ambiental no contexto do licenciamento de parques eólicos no litoral setentrional do Rio Grande do Norte / Mariana Torres Correia de Mello. - Natal, 2019.

283f.: il. color.

Tese (doutorado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro.

1. Avaliação de Impactos Ambientais - Tese. 2. EIA/RIMA - Tese. 3. Análise Multitemporal - Tese. I. Amaro, Venerando Eustáquio. II. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 621.48:502

À **Deus**, que me deu a vida e me dá forças para viver!

À **Nossa Senhora**, por sempre passar na frente!

Ao meu bem, **Márcio**, pelo amor e paciência.

Às mulheres da minha vida, **Mãe, Lu e Andressa**, por todo carinho e dedicação!

A meu querido **Hadrien**, para se inspirar!

À **toda a minha família linda**, dedico mais essa conquista, fruto de muito esforço e luta!

## **AGRADECIMENTOS**

Toda a minha trajetória acadêmica foi construída com muito esforço e dedicação. Nunca imaginei que fosse fácil, mas também não pensei que seria tão difícil! Primeiro a graduação (2008-2011), em seguida assumiria meu emprego, do qual estou até hoje como geógrafa, emendado a graduação fiz meu mestrado (2012-2014) e conciliado a ele minha especialização (2012-2013), logo após, quase que sem folga, iniciei meu doutorado (2015) e todo esse longo caminho foi trilhado concomitantemente ao exercício profissional. Foi árduo, foi cansativo, foi deveras desesperador, até que fim, estou fechando esse ciclo de 11 anos longos de renúncias e angústias e, ao mesmo tempo, de satisfação, crescimento pessoal e profissional.

Eu só tenho a agradecer a Deus por aquilo que ele me permitiu passar e pelas bênçãos que recebi. Agradecer pelas dores que já senti e pelos desafios que já enfrentei. Agradecer a Deus pela minha sobrevivência, minha experiência e força que descubro ter a cada dia. Sou grata pela vida que tenho, pelos momentos tristes e pelas alegrias. Grata por superar tantos obstáculos e por enfrentar cada um deles com perseverança. Aprendi que estou mais forte, que Deus está comigo e hoje posso dizer que tudo que passei valeu a pena, que tudo tem seu propósito e que nada é por acaso. Agradeço pelo ontem, pelo hoje e pelo amanhã que virá!

Agradeço a **Deus** por ter pessoas tão especiais na minha vida que fizeram desse objetivo realidade, que me acompanharam, me deram forças, se desesperaram comigo e quase enlouqueceram ao longo dessa longa e interminável jornada.

Agradeço a meu querido e amado esposo **Márcio** –11 anos de paciência, companheirismo e muito, mais muito amor! Ele é um dos maiores incentivadores na luta diária. As palavras dele expulsam qualquer desânimo e desencorajamento. Ele entusiasma, acalma, ajuda e incentiva. Obrigada, meu amor!

À minha Mãe – **Carmen Lúcia**, que mulher ma-ra-vi-lho-sa! Que garra, que força, que coragem, que bondade. Um exemplo de sofrimento e de superação. Ela ensina e demonstra como podemos ser fortes a cada dia.

Às minhas Irmãs – **Luciana e Andressa** - só quem tem irmã, sabe o que é ter alguém a quem podemos confiar. Elas são para mim um reduto, um sossego, um porto seguro que sabemos que estão ali e sempre estarão para me apoiar. Nós três somos o exemplo de que quanto mais difícil é a vida, mas o retorno é satisfatório.

Ao meu querido orientador **Venerando Amaro** – que honra, que satisfação, que presente tê-lo como meu orientador. Fazer esse doutorado valeu a pena não pelo título, mas pelos ensinamentos que pude receber a cada orientação e conversa e que me transformou em uma profissional muito mais madura e competente. Ao amigo, que tenho certeza que fiz, obrigada pela dedicação, pelos conselhos e pelas risadas.

Agradeço a minha querida amiga-irmã da qual pude escolher – **Fabíola Correia**, sempre disposta a escutar minhas angustias e aflições.

Agradeço a **Maria de Fátima** pelo apoio ao longo de toda a jornada e a **Matheus Dias** pela essencial ajuda no momento certo.

Agradeço a toda a equipe do antigo Laboratório de Mapas e Dados de Recursos Energéticos, atual **Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER)** do qual faço parte a 09 anos.

E, por fim, agradeço a todas as pessoas que mesmo não mencionadas, colaboraram com esse trabalho e com a minha trajetória.

A todos, meus sinceros agradecimentos!

**"Sua vida pode ser uma comédia, uma aventura, uma história de superação.  
Mas pode ser também um drama, uma tragédia ou a monotonia da não-mudança.  
Porque todos nós temos tudo isso em nossas vidas.  
O que muda é como editamos, em quais experiências mantemos o foco e sobre o que  
falamos.  
Fale do drama, e sua vida será um drama.  
Fale da aventura e a mesma vida será deliciosa.  
*Aldo Novak***

Tudo depende da importância que você dá!  
Se a vida não ficar mais fácil, trate de ficar mais forte!  
Superar não é escolha, é necessidade!

## RESUMO

A energia eólica é apregoada como de futuro promissor quando se remete à matriz energética brasileira, caracterizada como renovável, limpa e, por isso, com maior sustentabilidade ambiental se comparada às demais fontes não renováveis ou, até mesmo, outras renováveis como hidrelétricas. Mesmo diante da promulgada visão sustentável, seus aspectos de instalação e operação demonstram uma atividade antrópica que acarreta impactos ambientais negativos como qualquer outra atividade e impulsionam conflitos socioambientais principalmente em áreas litorâneas. O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo regulamentador dessas ocupações, sendo balizado por estudos ambientais que aliam investigação científica com técnicas de avaliação e predição, cujo objetivo é apresentar a viabilidade socioambiental de um empreendimento. O licenciamento ambiental da indústria eólica vem se construindo no decorrer dos anos, à medida que grandes parques eólicos se instalam nos setores de maior potencial energético, como as zonas costeiras, que mesmo sendo Áreas de Preservação Permanente (APP) são passíveis de uso para fins de utilidade pública. Diante do caráter não impeditivo, no aspecto legal, para a ocupação dos parques eólicos, mesmo em APP, do grau de importância do estudo ambiental na definição dos impactos socioambientais, da tomada de decisão para implantação do empreendimento e da problemática que se envolve os ambientes naturais de alta fragilidade ambiental, sob a atuação de processos de ocupação de diferentes setores econômicos, e tendo em vista as mudanças ocasionadas na paisagem, cresce a preocupação com o planejamento da ocupação territorial, a regulação das ocupações na orla marítima e a preservação da integridade dos ambientes naturais. Para isso, são fundamentais estudos que vão além do contexto atual e que focalizem a dinâmica da área como análises multitemporais enquanto instrumentos favoráveis ao planejamento ambiental e direcionamento de ações, buscando maior equidade entre a sociedade e a natureza. Diante desse contexto, esta pesquisa objetivou analisar o panorama do licenciamento ambiental para parques eólicos no contexto do planejamento ambiental e direcionamento das tomadas de decisão sobre as novas ocupações. A pesquisa demonstrou que a análise multitemporal da paisagem é um instrumento metodológico eficiente para tomadas de decisões das novas ocupações. Os resultados mostram que os estudos ambientais por vezes não contemplam com clareza os reais impactos ambientais ocasionados com a implantação dos empreendimentos em áreas com ecossistemas frágeis. Mesmo diante da atualização da legislação em 2014, exigindo estudos mais complexos como EIA/RIMA, recomenda-se uma melhoria na qualidade desses, adoção de procedimentos metodológicos, envolvimento da comunidade, padronização dos atributos e a consideração de novos atributos pelo órgão ambiental. A pesquisa apresentou uma proposta metodológica para Avaliação de Impactos Ambientais e trouxe diretrizes e sugestões que o órgão ambiental, empreendedor e outros atores envolvidos no processo podem levar em consideração no pré-licenciamento, licenciamento e pós-licenciamento dos empreendimentos eólicos.

**Palavras-chave:** Avaliação de Impactos Ambientais, EIA/RIMA, Análise Multitemporal

## **ABSTRACT**

Wind energy is touted as of promising future when it refers to the Brazilian energy matrix, which is characterized as renewable, clean and, therefore, with greater environmental sustainability compared to other non-renewable sources or even other renewable as hydroelectric. Even in the face of the promulgated sustainable vision, its installation and operation aspects demonstrate an anthropic activity that causes negative environmental impacts like any other activity and drives social and environmental conflicts mainly in coastal areas. Environmental licensing is an administrative procedure that regulates these occupations, and is based on environmental studies that combine scientific research with evaluation and prediction techniques, whose objective is to present the social and environmental viability of an enterprise. The environmental licensing of the wind industry has been built over the years, as large wind farms settle in sectors with the highest energy potential, such as coastal zones, which even being Permanent Preservation Areas (PPA) are still usable for public utility. Given the non-impeditive character, in the legal aspect, to the occupation of wind farms, even in PPA, the degree of importance of environmental study in the definition of social and environmental impacts, the decision-making to the implementation of the enterprise and the problem surrounding the environments of high environmental fragility, under the occupation processes of different economic sectors, and in view of the changes caused in the landscape, the concern with the planning of the territorial occupation, the regulation of the occupations on the seafront and the preservation of the integrity of the natural environments grows. For this, studies that go beyond the current context and focus on the dynamics of the area, such as multitemporal analysis, as favorable instruments for environmental planning and actions targeting, seeking greater equity between society and nature, are fundamental. Given this context, this research aimed to analyze the scenario of environmental licensing for wind farms in the context of environmental planning and directing of the decision making about new occupations. The research has shown that multitemporal landscape analysis is an efficient methodological tool for the decision-making in new occupations. The results show that environmental studies sometimes do not clearly contemplate the real environmental impacts caused by the implementation of enterprises in areas with fragile ecosystems. Even with the 2014 legislation update, that now requires more complex studies such as EIA/RIMA, it is recommended an improvement in their quality, adoption of methodological procedures, community involvement, standardization of attributes and consideration of new attributes by the environmental agency. The research presented a methodological proposal for Environmental Impact Assessment and brought guidelines and suggestions that the environmental agency, entrepreneur and other actors involved in the process can take into consideration in the pre-licensing, licensing and post-licensing of wind projects.

**Keyword:** Environmental Impact Assessment, EIA/RIMA, Multitemporal Analysis

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 (a) Mapa do potencial eólico do Estado do Rio Grande do Norte (RN) e indicativo dos parques eólicos nos estágios: operação, construção não iniciada, cadastrado para leilão (possível local de instalação de eólica, ou seja, local prospectado) e parques com Despacho de Requerimento de Outorga (DRO), ou seja, que estão solicitando habilitação técnica pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE); (b) Parques eólicos presentes nos municípios de Macau e Guamaré; (c) Parque eólico instalado no Município de Rio do Fogo..... | 24 |
| Figura 1.2- Localização da área de estudo que engloba os municípios de Macau, Guamaré e Porto do Mangue no litoral setentrional do RN com parques eólicos, indicados pelo posicionamento de aerogeradores, presentes nos municípios de Macau e Guamaré. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 29 |
| Figura 1.3- Precipitação pluviométrica média mensal para o período 1961 a 2013 em Macau/RN (Fonte: INMET 1961 a 2013) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 30 |
| Figura 1.4- Temperaturas médias mensais para o período entre os anos de 1961 a 2013 para a estação no Município de Macau/RN (Fonte: INMET 1961 a 2013). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 30 |
| Figura 1.5- Distribuição percentual da população residente na zona urbana e rural (IBGE, 2010).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 35 |
| Figura 1.6- Distribuição percentual da população por grupos de idade (IBGE, 2010). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 35 |
| Figura 1.7- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por município (IBGE/PNUD, 2010).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 36 |
| Figura 1.8- - PIB por município (IBGE, 2012). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 37 |
| Figura 1.9- Valor do PIBper capita por município (IBGE, 2012). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 38 |
| Figura 1.10- Valor percentual do PIBpor setor/atividade nos municípios de Macau, Guamaré e Porto do Mangue por setores (IBGE, 2012).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 38 |
| Figura 1.11- (a)Intensa movimentação de sedimentos entre a face de praia e pós-praia, onde foram locadas instalações da indústria petrolífera, devido à ação dos ventos alísios. (b)Vista sul dos aerogeradores, mostrando fragmento de mangue e planície flúvio-marinha alagada. ....                                                                                                                                                                                                                                                           | 40 |
| Figura 1.12 – Parque eólico Miassaba II e Alegria I e II, localizados respectivamente em faixa de praia e em campo de dunas móveis. Ambos parques seguem próximos no qual observa-se no retângulo vermelho os aerogeradores do Parque Eólico de Miassaba II e no retângulo amarelo o Parque Eólico Alegria I e II. ....                                                                                                                                                                                                                          | 41 |
| Figura 1.13 - - Parque eólico Miassaba II localizado em faixa de praia. Devido ao intenso fluxo de ventos, observa-se acentuada movimentação de sedimentos o que acaba por recobrir parte do acesso aos aerogeradores. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 43 |
| Figura 1.14 – Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão em parte dos municípios de Macau e Guamaré. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 43 |
| Figura 1.15 – Parque eólico Aratuá I. com visão para os aerogerados localizados em planície arenosa no qual segue arreada de canais de maré, manguezal e campo de dunas. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 44 |
| Figura 1.16 - - Megawatts (MW) contratados de fonte eólica por tipo de leilão e número de parques. Fonte: Dados Setembro 2017 – ABEEólica .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 50 |
| Figura 1.17- Número de parques eólicos instalados por ano e total acumulado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 51 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1.18- Número de parques eólicos instalados por Estado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL. ....                                                                                                                                                                                                           | 51  |
| Figura 1.19- Número de parques eólicos em construção ou a iniciar a construção por Estado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL. ....                                                                                                                                                                              | 51  |
| Figura 1.20- Potência Instalada por Estado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL. ....                                                                                                                                                                                                                             | 52  |
| Figura 1.21- - Potência em Construção por Estado.. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL..                                                                                                                                                                                                                          | 52  |
| Figura 1.22- Potência Contratada por Estado.. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL. ....                                                                                                                                                                                                                           | 53  |
| Figura 1.23 - - Estrutura funcional dos geossistemas (Bertand,1971).....                                                                                                                                                                                                                                    | 55  |
| Figura 2.1 - Fluxograma de etapas e atividades importantes para se atingir o objetivo geral e específicos da tese.....                                                                                                                                                                                      | 62  |
| Figura 3.1 - Quantificação das áreas antropizadas e naturais nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018 para as classes de uso (AGLO_URB - Aglomerado Urbano, CULT_PAST - Área de Cultura ou Pastagem, CARCI - Carcinicultura; EXP_PGAS - Exploração de Petróleo e Gás, SALI - Salina e SOLO - Solo Exposto) ..... | 97  |
| Figura 3.2–Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do Parque Eólico de Macau, com os acessos e bases dos aerogeradores, nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura. ....                                       | 98  |
| Figura 3.3– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do Parque Eólico de Alegria I com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura. ....                                       | 99  |
| Figura 3.4– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Alegria II com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura. ....                                      | 100 |
| Figura 3.5– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Miassaba II com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura....                                       | 100 |
| Figura 3.6– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de AratuáI com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura. ....                                         | 101 |
| Figura 3.7– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Miassaba III com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura....                                      | 101 |
| Figura 3.8– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Mangue Seco II com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura....                                    | 102 |
| Figura 3.9– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Mangue Seco III com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura. ....                                 | 102 |
| Figura 3.10– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Mangue Seco V com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura. ....                                  | 103 |
| Figura 4.1- Esquema apresentando os marcos regulatórios da legislação ambiental brasileira por década até o ano atual.....                                                                                                                                                                                  | 105 |
| Figura 4.2-Determinação do potencial poluidor/degradador geral utilizado no RN. (Fonte: Resolução CONEMA nº 04/2006) .....                                                                                                                                                                                  | 117 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 4.3- Determinação de classes de acordo com o porte e o potencial poluidor/degradador utilizado na BA. (Fonte: Decreto nº 15682 DE 19/11/2014).....                                                                                                                                                                                                                            | 118 |
| Figura 4.4-Classificação do porte do empreendimento para fins de licenciamento ambiental na Paraíba. (Fonte: Deliberação COPAM nº 3.267 de 15/05/2004).....                                                                                                                                                                                                                          | 120 |
| Figura 4.5-Critérios para classificação do impacto ambiental de acordo com o porte e o potencial poluidor/degradador. (Fonte: Decreto Rio nº 40.722 de 8 de outubro de 2015).<br>.....                                                                                                                                                                                               | 120 |
| Figura 5.1- Principais etapas que deverão ser contempladas na elaboração de um estudo ambiental para fins de licenciamento ambiental segundo a legislação. ....                                                                                                                                                                                                                      | 124 |
| Figura 5.2-Quantitativo total de impactos por parque eólico, por meio (antrópico, biológico e físico) e por fase (planejamento, implantação e operação).....                                                                                                                                                                                                                         | 139 |
| Figura 5.3-Quantitativo total de impactos por fase (a) (planejamento, implantação e operação) e por meio (b) (antrópico, biológico e físico). ....                                                                                                                                                                                                                                   | 140 |
| Figura 5.4- Impactos citados por parque eólico separados por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) e meios (físico, biológico e antrópico). Chama-se a atenção para Mangue Seco que apresentou o maior número de impactos em todas as fases e para o Parque Eólico de Alegria que não contemplou nenhum impacto para o meio biológico em ambas as fases..... | 141 |
| Figura 5.5-Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo geral. ....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 143 |
| Figura 5.6-Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo por meio (antrópico, biológico e físico). ....                                                                                                                                                                                                                                   | 143 |
| Figura 5.7-Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação). ....                                                                                                                                                                                                          | 143 |
| Figura 5.8 – Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo por parque eólico. ....                                                                                                                                                                                                                                                        | 144 |
| Figura 5.9-Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais no quantitativo geral.....                                                                                                                                                                                                                                                        | 144 |
| Figura 5.10-Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais no quantitativo por meio (antrópico, biológico e físico). ....                                                                                                                                                                                                                   | 145 |
| Figura 5.11- Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais no quantitativo por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação). ....                                                                                                                                                                                         | 145 |
| Figura 5.12— Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais por parque eólico. ....                                                                                                                                                                                                                                                         | 146 |
| Figura 5.13— Resultados quanto a origem (direta e indireta) dos impactos ambientais no geral. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 146 |
| Figura 5.14— Resultados quanto a temporalidade (temporários e permanentes) dos impactos ambientais no geral. ....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 147 |
| Figura 5.15— Resultados quanto a duração (imediato, curto prazo, médio prazo, longo prazo) dos impactos ambientais no geral.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 147 |
| Figura 5.16— Resultados quanto a abrangência espacial (local, regional e local/regional) dos impactos ambientais no geral. ....                                                                                                                                                                                                                                                      | 148 |
| Figura 5.17— Resultados quanto a criticidade (sem criticidade, baixa criticidade, média criticidade, alta criticidade) dos impactos ambientais. ....                                                                                                                                                                                                                                 | 148 |
| Figura 5.18— Impactos mais citados nos estudos ambientais, sendo o mais citado a poluição sonora e em segundo lugar o crescimento da economia. ....                                                                                                                                                                                                                                  | 149 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 5.19— Impactos ambientais mais citados nos estudos ambientais.....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 149 |
| Figura 6.1 - Modelos de turbinas com eixo horizontal e eixo vertical. Fonte:<br><a href="http://www.politecnica.pucrs.br/">http://www.politecnica.pucrs.br/</a> .....                                                                                                                                                                               | 189 |
| Figura 6.2 - Diferentes variações em relação ao número de pás dos aerogeradores. Fonte:<br><a href="https://www.portal-energia.com/">https://www.portal-energia.com/</a> <a href="https://www.engquimicasantosp.com.br/">https://www.engquimicasantosp.com.br/</a> /<br><a href="http://www.cresesb.cepel.br">http://www.cresesb.cepel.br</a> ..... | 190 |
| Figura 6.3 - O impacto visual de uma turbina eólica versus a distância de sua instalação local (Fonte KATSAPRAKAKIS, 2012). .....                                                                                                                                                                                                                   | 190 |
| Figura 6.4 - Áreas importantes para aves migratórias no estado do Rio Grande do Norte (Fonte ICMBio, 2016). .....                                                                                                                                                                                                                                   | 193 |
| Figura 6.5— Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Escala temporal” .....                                                                                                                                                       | 205 |
| Figura 6.6 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Escala espacial” .....                                                                                                                                                      | 206 |
| Figura 6.7 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Reversibilidade” .....                                                                                                                                                      | 207 |
| Figura 6.8 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Temporalidade” .....                                                                                                                                                        | 209 |
| Figura 6.9 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Origem” .....                                                                                                                                                               | 210 |
| Figura 6.10 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Cumulatividade e Sinergia” .....                                                                                                                                           | 212 |
| Figura 6.11 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Caráter” .....                                                                                                                                                             | 213 |
| Figura 6.12 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Controle de Impacto” .....                                                                                                                                                 | 215 |
| Figura 6.13 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Possibilidade de Ocorrência” .....                                                                                                                                         | 216 |
| Figura 6.14— Ilustração figurativa da estrutura da Matriz de Impactos proposta. ....                                                                                                                                                                                                                                                                | 219 |
| Figura 7.1 – Etapas de desenvolvimento de um projeto de geração de energia eólica. (Fonte: Adaptado de MELLO, 2014). * Etapa de Ocorrência do Pré-Licenciamento; ** Etapa de Obtenção da Licença Prévia; *** Etapa de Obtenção da Licença de Instalação e Operação; **** Etapa de Ocorrência do Pós-Licenciamento. ....                             | 226 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1.1– Salário médio mensal dos trabalhadores formais e percentual de população ocupada (IBGE/Cadastro Central de Empresas, 2015). ....                                                                                                                                                                               | 36  |
| Tabela 1.2 – Ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (IBGE/PNUD, 2010). ....                                                                                                                                                                                                                                           | 36  |
| Tabela 1.3-Informações dos parques eólicos localizados na área de estudo. ....                                                                                                                                                                                                                                             | 39  |
| Tabela 2.1 - Caracterização das imagens utilizadas para o mapeamento de cobertura do solo .....                                                                                                                                                                                                                            | 64  |
| Tabela 2.2 - Nomenclatura utilizada nas classes de uso e cobertura da terra utilizada, conforme adaptação do IBGE (2013). ....                                                                                                                                                                                             | 65  |
| Tabela 2.3–Modelo da intersecção espaço-temporal, conforme interpretação do resultado gerado da análise dos mapas de uso e cobertura para a área de estudo. ....                                                                                                                                                           | 65  |
| Tabela 3.1 - Quantificação da diferença de áreas totais categorizadas em áreas antrópicas e áreas naturais.....                                                                                                                                                                                                            | 97  |
| Tabela 3.2 - Quantificação da diferença de áreas totais categorizadas em áreas antrópicas e áreas naturais.....                                                                                                                                                                                                            | 103 |
| Tabela 4.1 – Mudanças significativas na legislação ambiental como uma forma de apresentar a mutabilidade dos principais normativos ambientais. ....                                                                                                                                                                        | 111 |
| Tabela 4.2–Órgão licenciador de cada estado e o normativo que baliza o enquadramento quanto ao porte e o potencial poluidor/degradador. ....                                                                                                                                                                               | 116 |
| Tabela 4.3–Parâmetro para definição do porte do empreendimento e classes. ....                                                                                                                                                                                                                                             | 122 |
| Tabela 4.4: Valores de potência (MW) das classes quanto ao porte das usinas eólicas..                                                                                                                                                                                                                                      | 123 |
| Tabela 4.5-Classificação geral quanto ao potencial poluidor/degradador das eólicas em alguns estados do Brasil. ....                                                                                                                                                                                                       | 123 |
| Tabela 5.1-Ações e atividades para implantação e operação de um parque eólico baseado em estudos ambientais de usinas eólicas. ....                                                                                                                                                                                        | 130 |
| Tabela 5.2- Descrição sucinta das técnicas para Avaliação de Impactos Ambientais mais utilizadas com as principais vantagens e desvantagens de cada uma. Adaptado de Cremonez et al. (2014)). ....                                                                                                                         | 133 |
| Tabela 5.3 - Diferentes atributos (ou características ou parâmetros ou critérios) de classificações dos impactos ambientais com suas diferentes terminologias encontradas na literatura incluindo os estudos ambientais (Banco Mundial, 1991; IAP (SUREHMA) e GTZ, 1992; SEMA/IAP, 2007; SÁNCHEZ, 2015; COPEL, 2009). .... | 134 |
| Tabela 5.4 - Atributos considerados pelo IDEMA e contemplados pelas consultorias nos estudos ambientais RAS. ....                                                                                                                                                                                                          | 142 |
| Tabela 6.1–Principais impactos ambientais extraídos da literatura.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 194 |
| Tabela 6.2- Ações e/ou atividades (Fonte: GARCIA et al. 2017).....                                                                                                                                                                                                                                                         | 199 |
| Tabela 6.3– Lista de atributos usados na análise do processo de avaliação dos impactos ambientais.....                                                                                                                                                                                                                     | 201 |
| Tabela 6.4 - Valores (Pesos) dos Atributos de escala temporal, abrangência espacial, reversibilidade e magnitude.....                                                                                                                                                                                                      | 221 |
| Tabela 6.5 - Valores (Pesos) dos Atributos de temporalidade, origem, cumulatividade e sinergia e controle.....                                                                                                                                                                                                             | 223 |
| Tabela 6.6 - Índice de avaliação final do impacto .....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 224 |

|                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 7.1–Informações que podem e/ou devem ser levadas em consideração na prospecção de áreas para a energia eólica a fim de se evitar problemas socioambientais futuros..... | 229 |
| Tabela 7.2–Tipos de licença e quantitativos dos parques eólicos. ....                                                                                                          | 230 |
| Tabela 7.3– Planos e programas ambientais recomendados pelo RAS.....                                                                                                           | 231 |
| Tabela 7.4– Planos e programas ambientais recomendados pelo IDEMA na licença de instalação. ....                                                                               | 232 |
| Tabela 7.5– Planos e programas ambientais recomendados pelo IDEMA na licença de operação.....                                                                                  | 233 |
| Tabela 7.6– Estimativa do valor resultante da compensação ambiental - 0,5% do valor global do empreendimento. ....                                                             | 236 |
| Tabela 7.7–Principais impactos ambientais extraídos da literatura.....                                                                                                         | 238 |

## SIGLAS

|           |                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| AAE       | Avaliação Ambiental Estratégica                                          |
| AAI       | Avaliação Ambiental Integrada                                            |
| ABEEÓLICA | Associação Brasileira de Energia Eólica                                  |
| ABRADEE   | Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica              |
| ACL       | Ambiente de Contratação Livre                                            |
| ACR       | Ambiente de Contratação Regulada                                         |
| ADA       | Área Diretamente Afetada                                                 |
| ADEMA     | Administração Estadual do Meio Ambiente                                  |
| AIA       | Avaliação de Impacto Ambiental                                           |
| AID       | Área de Influência Direta                                                |
| AII       | Área de Influência Indireta                                              |
| ANEEL     | Agência Nacional de Energia Elétrica                                     |
| APP       | Áreas de Preservação Permanente                                          |
| BIG       | Banco de Informações de Geração,                                         |
| CBEE      | Centro Brasileiro de Energia Eólica                                      |
| CCEE      | Câmara de Comercialização de Energia Elétrica                            |
| CELPE)    | Companhia Energética de Pernambuco                                       |
| CIRM      | Comissão Interministerial para os Recursos do Mar                        |
| CMMAD     | Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento                      |
| CONAMA    | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                       |
| CONEMA    | Conselho Estadual de Meio Ambiente                                       |
| CONSEMA   | Conselho Estadual de Meio Ambiente                                       |
| COP 20    | <i>United Nations Climate Change Conference</i>                          |
| COPAM     | Conselho Estadual de Política Ambiental                                  |
| CPRH      | Agência Estadual de Meio Ambiente                                        |
| CSMA      | Conselho Superior do Meio Ambiente                                       |
| DRO       | Despacho de Requerimento de Outorga                                      |
| EIA/RIMA  | Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto do Meio Ambiente        |
| EMBRAPA   | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária                              |
| EPE       | Empresa de Pesquisa Energética                                           |
| FATMA     | Fundação de Meio Ambiente                                                |
| FEPAM     | Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler           |
| GEE       | Gases de Efeito Estufa                                                   |
| GEOPRO    | Laboratório de Geoprocessamento                                          |
| GNOMO     | Laboratório de Geotecnologias e Modelagens Costeira e Oceânica           |
| GTZ       | <i>Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit</i>               |
| GWEC      | <i>Global Wind Energy Council</i>                                        |
| IAP       | Instituto Ambiental do Paraná                                            |
| IBAMA     | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBGE      |                                                                          |
| ICMBio    | Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade                  |
| IDEMA     | Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente                 |
| IDH       | Índice de Desenvolvimento Humano                                         |
| IEA       | <i>The International Energy Agency</i>                                   |
| IESA/UFG  | Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de          |

|           |                                                                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------|
|           | Goiás                                                            |
| INEA      | Instituto Estadual do Meio Ambiente                              |
| INEMA     | Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos                   |
| INMET     | Instituto Nacional de Meteorologia                               |
| IPCC      | <i>Intergovernmental Painel on Climate Change</i>                |
| IPHAN     | Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional           |
| LER       | Leilões de Energia de Reserva                                    |
| LFA       | Leilões de Fontes Alternativas                                   |
| LI        | Licença de Instalação                                            |
| LO        | Licença de Operação                                              |
| LP        | Licença Prévia                                                   |
| MMA       | Ministério do Meio Ambiente                                      |
| MOECC     | <i>Ministry of the Environment and Climate Change Resources</i>  |
| MP        | Ministério Público                                               |
| MZEE      | Macrozoneamento Ecológico-Econômico                              |
| NEPA      | <i>National Environmental Policy Act</i>                         |
| OLI       | <i>Operational Land Imager</i>                                   |
| OMM       | Organização Meteorológica Mundial                                |
| ONU       | Organização das Nações Unidas                                    |
| PBA       | Plano Básico Ambiental                                           |
| PCA       | Plano de Controle Ambiental                                      |
| PCH       | Pequenas Centrais Hidrelétricas                                  |
| PETROBRAS | Empresa Petróleo Brasileiro S.A.                                 |
| PGRS      | Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos                       |
| PIB       | Produto Interno Bruto                                            |
| PNGC      | Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro                         |
| PNMA      | Política Nacional de Meio Ambiente                               |
| PNMC      | Política Nacional sobre Mudança do Clima                         |
| PNUMA     | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente                  |
| PPP)      | Políticas, Planos e/ou Programas                                 |
| PROEÓLICA | Programa Emergencial de Energia Eólica                           |
| PROINFA   | Programa de Incentivos às Fontes Alternativas                    |
| RAS       | Relatórios Ambientais Simplificados                              |
| RDSEPT    | Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão |
| RJ        | Rio de Janeiro                                                   |
| RN        | Rio Grande do Norte                                              |
| SEMA      | Secretaria Especial de Meio Ambiente                             |
| SEMACE    | Superintendência Estadual do Meio Ambiente                       |
| SEMAR     | Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos         |
| SIG       | Sistemas de Informações Geográficas                              |
| SIRGAS    | <i>Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas</i>       |
| SISNAMA   | Sistema Nacional do Meio Ambiente                                |
| SPHAN     | Serviço de Proteção ao Patrimônio Histórico Artístico e Natural  |
| SUDEMA    | Superintendência de Administração do Meio Ambiente               |
| TCU       | Tribunal de Contas da União                                      |
| TGS       | Teoria Geral dos Sistemas                                        |
| TM        | <i>Thematic Mapper</i>                                           |
| TR        | Termo de Referência                                              |
| UC        | Unidade de Conservação                                           |

|       |                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------|
| UFC   | Universidade Federal do Ceará                                        |
| UFRN  | Universidade Federal do Rio Grande do Norte                          |
| UNCED | Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| USGS  | <i>United States Geological Survey</i>                               |
| UTM   | <i>Universal Transversa de Mercator</i>                              |
| VA    | Vulnerabilidade Ambiental                                            |
| VN    | Vulnerabilidade Natural                                              |
| VNMM  | Vulnerabilidade Ambiental ao Aumento Relativo do Nível Médio do Mar  |
| WCED  | <i>World Commission on Environment and Development</i>               |
| ZCIT  | Zona de Convergência Intertropical                                   |
| ZEE   | Zoneamento Ecológico Econômico                                       |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                                            |            |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                                                    | <b>21</b>  |
| 1.1      | Justificativa e Problemática .....                                                                                                                         | 21         |
| 1.2      | Objetivos Geral e Específicos .....                                                                                                                        | 28         |
| 1.3      | Caracterização da Área de Estudo .....                                                                                                                     | 28         |
| 1.3.1    | Aspectos Fisiográficos .....                                                                                                                               | 29         |
| 1.3.2    | Aspectos Socioeconômicos .....                                                                                                                             | 34         |
| 1.3.3    | Parques Eólicos Instalados na Área de Estudo .....                                                                                                         | 39         |
| 1.4      | Panorama do Crescimento da Energia Eólica no Brasil e Rio Grande do Norte .....                                                                            | 44         |
| 1.5      | Abordagem Geossistêmica na Integração de Dados do Meio Físico, Biológico e Antrópico .....                                                                 | 53         |
| 1.6      | Importância do Planejamento Ambiental para o Ordenamento Territorial .....                                                                                 | 56         |
| <b>2</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>                                                                                                                                   | <b>61</b>  |
| 2.1      | Análise do Uso e Cobertura do Solo .....                                                                                                                   | 63         |
| 2.2      | Análise Normativa do Licenciamento de Parques Eólicos a Nível Federal, Estadual e Avaliação de Impactos Ambientais .....                                   | 66         |
| 2.3      | Análise do Processo de Pré-Licenciamento, Licenciamento e Pós-Licenciamento Ambiental para as usinas eólicas .....                                         | 67         |
| <b>3</b> | <b>ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS DA INDÚSTRIA EÓLICA .....</b>                                                            | <b>70</b>  |
| 3.1      | Apresentação do Artigo .....                                                                                                                               | 70         |
| 3.2      | ARTIGO 1: " DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO E OS CONFLITOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA EÓLICA NO LITORAL TROPICAL SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE " ..... | 71         |
| 3.3      | Considerações .....                                                                                                                                        | 96         |
| <b>4</b> | <b>ASPECTOS LEGAIS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS .....</b>                                                                                 | <b>104</b> |
| 4.1      | Inserção das Questões Ambientais nos Aspectos Normativos Brasileiro: Panorama da Evolução da Legislação Ambiental Brasileira .....                         | 104        |
| 4.2      | Marcos Regulatórios do Licenciamento Ambiental de Parques Eólicos a Nível Federal .....                                                                    | 112        |
| 4.3      | Marcos Regulatórios do Licenciamento Ambiental de Parques Eólicos nos Principais Estados Produtores do Brasil .....                                        | 115        |

|                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5 ESTUDOS AMBIENTAIS PARA FINS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL: ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS.....</b>                                                | <b>124</b> |
| 5.1 Os Estudos Ambientais para fins de Licenciamento Ambiental .....                                                                               | 124        |
| 5.2 Matriz de Impactos Ambientais: Conceitos, Identificação, Ferramentas de Avaliação e Indicadores Ambientais .....                               | 129        |
| 5.3 Análise da Matriz de Impactos Ambientais dos Parques Eólicos .....                                                                             | 137        |
| 5.4 ARTIGO 2: AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL: SUBSÍDIO EFICIENTE PARA TOMADA DE DECISÃO? ..... | 151        |
| <b>6 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS .....</b>                                                                         | <b>187</b> |
| 6.1 Impactos Socioambientais decorrentes da Ocupação dos Parques Eólicos .....                                                                     | 187        |
| 6.2 Metodologia de Avaliação do Nível de Importância dos Impactos Ambientais .....                                                                 | 200        |
| 6.3 Proposta Metodológica de Avaliação de Impactos Ambientais.....                                                                                 | 217        |
| <b>7 ANÁLISE DO PROCESSO DE PRÉ-LICENCIAMENTO, LICENCIAMENTO E PÓS-LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....</b>                                                | <b>226</b> |
| 7.1 Pré-Licenciamento .....                                                                                                                        | 227        |
| 7.2 Licenciamento e Condicionantes Ambientais.....                                                                                                 | 230        |
| 7.3 Pós-Licenciamento e Descomissionamento .....                                                                                                   | 243        |
| <b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                                                | <b>246</b> |
| <b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                                                          | <b>252</b> |
| <b>APÊNDICE I.....</b>                                                                                                                             | <b>269</b> |
| <b>APÊNDICE II .....</b>                                                                                                                           | <b>274</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Justificativa e Problemática

A energia é um dos setores mais demandados atualmente (DREW, 2002), sendo necessária uma produção acentuada a fim de garantir a segurança energética da população e o crescimento econômico. Até 1970, as fontes energéticas eram exclusivamente não renováveis e o petróleo era considerado o principal recurso natural da era industrial. Contudo, em meio à crise do petróleo nos anos 70, houve a necessidade de concentração de esforços na redução da dependência mundial de petróleo, ocorrendo a abertura de novos mercados para as fontes energéticas, aliado à difusão de novos hábitos de consumo e à procura pelo desenvolvimento de novas tecnologias para a obtenção de energias renováveis e que reduzissem a dependência dos combustíveis fósseis (GOLDEMBERG; LUCON, 2007; HAGE, 2008; BRADSHAW, 2013)

Aliado aos fatores de segurança energética, outra variável foi incorporada ao setor: os impactos ambientais advindos do uso de determinadas fontes energéticas (SILVA, 2006), incentivada também nos anos 70 e culminada pela Conferência de Estocolmo (Declaração das Nações Unidas sobre Meio Ambiente), tornando-se um marco jurídico mundial (GURSKI; GONZAGA; TENDOLINI, 2012).

Outras conferências foram desenvolvidas a fim de incorporar mais a cultura do estabelecimento de um cenário de esgotamento dos recursos naturais e a necessidade de mudança na utilização desses recursos, como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, realizada em 1992. Nessa conferência, o mundo começou, de fato, a reconhecer a importância do desenvolvimento sustentável, ou seja, o desenvolvimento *“que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”* (CMMAD, 1987, p.46). Observou-se, desde a realização dessa conferência, a mudança e expansão gradativa da consolidação do desenvolvimento sustentável, vista a cada dia mais no cotidiano e empregado de diversas formas e com diferentes interpretações (FONSECA, 2015; HOFSTAETTER, 2016).

Em meio a esse contexto, a década de 90 foi marcada por elevado crescimento econômico, na tentativa de inserir o Brasil no mercado cada vez mais mundializado através da crescente abertura comercial, privatização de setores considerados estratégicos para desenvolvimento do país, procura por estabilidade

monetária e controle inflacionário, visando, sobretudo a atração de investidores estrangeiros para o Brasil. Esse momento foi marcado pela instalação de um novo padrão de organização do território (FONSECA, 2015).

Diante das situações expostas, o Brasil necessitava e almejava esse crescimento econômico, precisava diversificar sua matriz energética e aumentar sua oferta de energia (TOLMASQUIN, 2012), conciliando esse crescimento com as questões ambientais, agora levadas em consideração (FONSECA, 2015).

No Brasil, a abundância de recursos hídricos fez com que a tendência mundial de adoção da tecnologia termoelétrica não encontrasse eco no modelo de expansão do setor elétrico brasileiro, surgindo o interesse pelas energias renováveis, devido à necessidade de assegurar a diversidade e segurança no fornecimento de energia para o país (SILVA, 2006; TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007). Nesse sentido, o Brasil saiu a frente nas energias renováveis e já diminua sua dependência pelo petróleo com a construção de usinas hidrelétricas, desde os anos 70.

Atualmente, no Brasil, a geração de energia elétrica é dominada pela hidroeletricidade que representa 60,39% da produção nacional (ANEEL, 2019). Comparada a outras fontes não renováveis que contribuem com a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), as energias renováveis acabam sendo “mais limpas” e, por ser renováveis, ocasionam menor impacto ambiental negativo (CASTRO, 2007).

Na década de 90 foi quando se intensificou a discussão sobre a inserção de outras fontes energéticas renováveis, como a energia eólica. Contudo, apenas nos anos 2000 é que a energia eólica começa a se instalar em território brasileiro e inicia o processo de crescimento progressivo. Em 2006, o Brasil possuía 12 parques eólicos instalados, já em 2010 eram 48, ou seja, um número 4 vezes maior. Em 2014, esse valor foi quadruplicado e atingiu a marca total de 207 parques eólicos. Atualmente já se dispõe de 614 usinas eólicas em operação e mais de 7.000 aerogeradores em funcionamento (ABEEÓLICA, 2019).

Em 2018, o Brasil ocupava o quinto lugar entre os dez países com maior capacidade instalada total de energia eólica (GWEC, 2019) com 15,06Gigawatt (GW) de capacidade instalada, representando 9,1% da matriz elétrica brasileira. Em construção, ou já contratados, há 206 parques eólicos, o que acrescentará 6,05 GW até 2024, elevando o setor para próximo da marca de 21 GW de capacidade instalada total (ABEEÓLICA, 2019).

O Estado do Rio Grande do Norte (RN) é hoje o maior produtor de energia eólica do país, com um total de 151 parques eólicos em operação (ABEEÓLICA, 2019). Tais parques eólicos seguem instalados em regiões geográficas com ventos médios anuais de maior intensidade (AMARANTE; SILVA; RIOS FILHO, 2003), sobretudo distribuídos ao longo dos litorais setentrional e oriental, nas áreas topograficamente altas a nordeste do RN e nos elevados das Serras Centrais (Figura 1.1a). Os primeiros parques do RN foram instalados nas regiões litorâneas, com destaque para os municípios de Macau e Guamaré, no litoral setentrional (Figura 1.1b), e para o Município de Rio do Fogo, no litoral oriental (Figura 1.1c).

O litoral setentrional do RN é marcado por uma variabilidade de unidades geomorfológicas como campos de dunas fixas e móveis, faixas de praias arenosas, planície estuarina, planície flúvio-marinha ladeadas por bosques de manguezais e tabuleiro costeiro, frequentemente recoberto pelo bioma caatinga. Essas unidades encontram-se cercadas por diversas atividades socioeconômicas de grande importância para o RN, tais como a indústria do petróleo e gás natural, carcinicultura, salinicultura, fruticultura, às quais se integra, mais recentemente, a produção de energia eólica. Portanto, a relevância ambiental e socioeconômica desses municípios para o RN é demonstrada pela presença da exploração econômica em ambiente litorâneo de alta diversidade e dinâmica ambiental, em sua maioria marcada por fragilidades e sensibilidades ambientais significativas e sujeitos a impactos socioambientais.

Busman, Amaro e Souza-Filho (2016) realizaram estudos que demonstraram a Vulnerabilidade Natural (VN), Vulnerabilidade Ambiental (VA) e a Vulnerabilidade Ambiental ao Aumento Relativo do Nível Médio do Mar (VNMM) nos municípios de Macau e Guamaré e os resultados mostraram que ambos são altamente vulneráveis e sujeitos a impactos relacionados à inundação e erosão por elevação do nível médio do mar, o que sugere perdas ambientais e socioeconômicas expressivas nas próximas décadas.

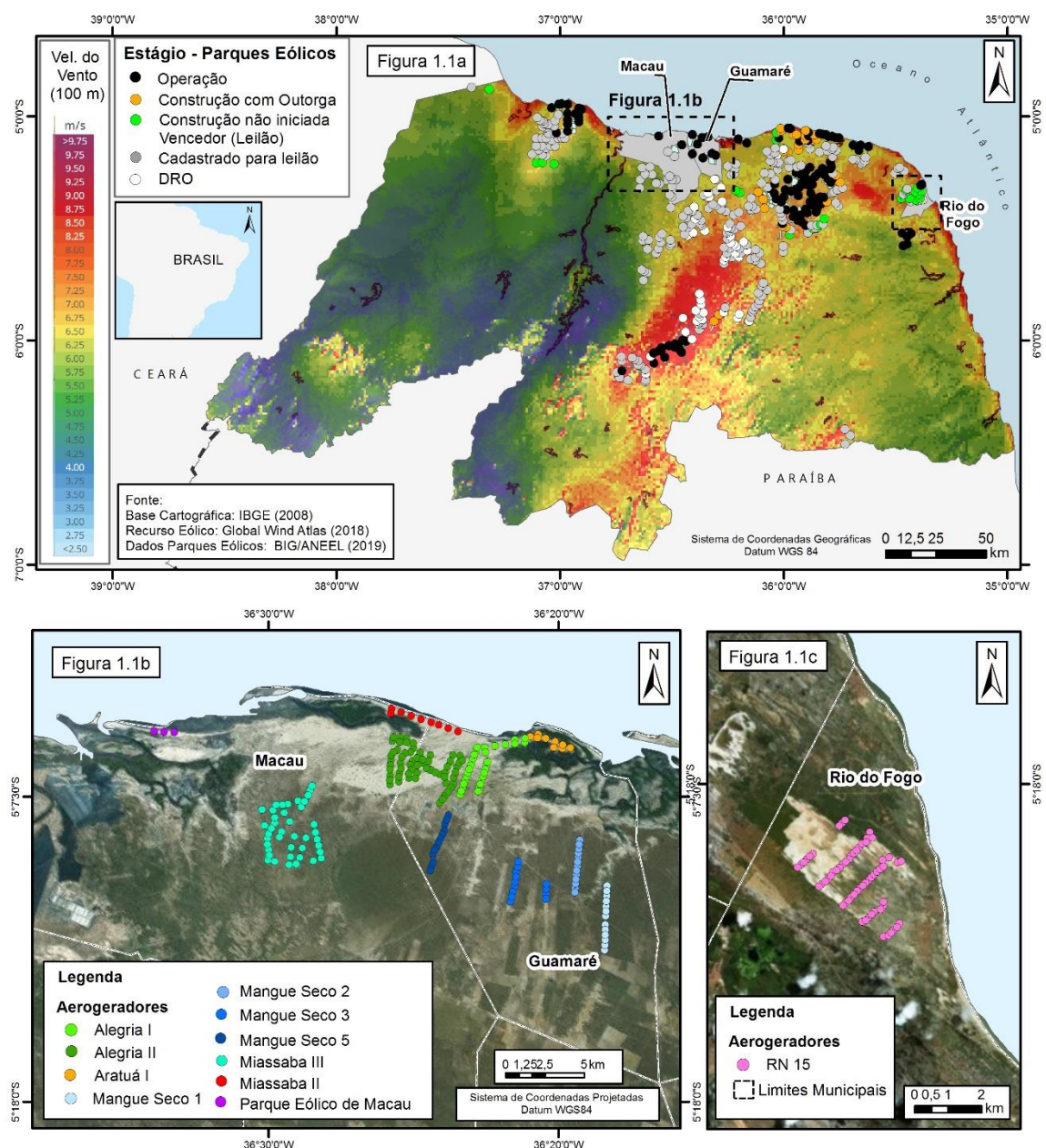


Figura 1.1 (a) Mapa do potencial eólico do Estado do Rio Grande do Norte (RN) e indicativo dos parques eólicos nos estágios: operação, construção não iniciada, cadastrado para leilão (possível local de instalação de eólica, ou seja, local prospectado) e parques com Despacho de Requerimento de Outorga (DRO), ou seja, que estão solicitando habilitação técnica pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE); (b) Parques eólicos presentes nos municípios de Macau e Guararé; (c) Parque eólico instalado no Município de Rio do Fogo.

Embora as atividades destinadas a alterar o meio ambiente, na sua maioria, tenham a intenção de ser benéficas do ponto de vista humano, o grau de inter-relação dos fenômenos naturais a que se referem explica que mudanças inesperadas, ou até reações em cadeia, venham a resultar daquilo que pretendia ser uma “benfeitoria” isolada, podendo resultar em possíveis conflitos e problemas ambientais (DREW, 2002).

Segundo Ross (2009), a ação humana, ao apropriar-se do território e de seus recursos naturais, promove grandes alterações na paisagem natural a um ritmo muito mais

intenso do que aquele normalmente produzido pela natureza. Tais intervenções alteram a dinâmica natural dos ecossistemas locais, impactando positiva e/ou negativamente a área de entorno, cuja magnitude variará de acordo com a localização e o tipo de atividade econômica instalada.

O arcabouço jurídico ambiental brasileiro de acompanhamento e regulamentação das intervenções humanas ao meio ambiente vem se formando ao longo dos anos, desenvolvendo uma estrutura jurídica complexa, fundamentada em vários tipos de normativos, tais como: leis, estatutos, medidas provisórias, decretos, resoluções, entre outros. A legislação ambiental brasileira pode vir a receber aprimoramentos, mas contém instrumentos satisfatórios para uma boa gestão dos recursos naturais e seus processos a fim de garantir uma qualidade ambiental exigida e disposta na Constituição Federal de 1988 (ARAÚJO, 2015).

No Brasil, o licenciamento ambiental se iniciou em 1975 no Estado do Rio de Janeiro (RJ), quando se tornou obrigatória a prévia autorização pelo Governo Estadual para instalação e operação de empreendimentos potencialmente poluidores (SÁNCHEZ, 2015). Na esfera Federal (BRASIL, 1981), o licenciamento ambiental foi oficialmente incorporado pela Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) que o inclui como competência estabelecida nas normas e critérios para o licenciamento ambiental do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

A Constituição Brasileira de 1988 reafirmou o disposto na PNMA quando incumbe ao poder público exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, o estudo prévio de impacto ambiental. Desta forma, o licenciamento ambiental é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia empreendimentos e atividades potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente (BRASIL, 1997), ou seja, que tendem a alterar a qualidade ambiental através das modificações de processos naturais ou sociais provocados por ação humana (SÁNCHEZ, 2015). Tal procedimento deve ser balizado por um estudo ambiental, que se refira aos aspectos socioambientais relacionados à atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida.

O tipo do estudo ambiental varia conforme o empreendimento e sua localização e cabe a cada órgão ambiental sua definição. Em determinados casos, a

legislação menciona qual o tipo de estudo a considerar dependendo da complexidade do empreendimento, entre os quais: Relatórios Ambientais Simplificados (RAS) solicitados para empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental simplificado com baixo potencial poluidor/degradador; para empreendimentos mais complexos e com alto potencial poluidor é exigido o Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto do Meio Ambiente (EIA/RIMA).

Os estudos ambientais aliam investigação científica multi e interdisciplinar com técnicas de avaliação e predição. Trata-se da realização de diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento a ser licenciado, numa perspectiva histórica, que sirva de base à previsão e avaliação dos impactos e à proposição, no mesmo documento, de medidas de mitigação e compensação cabíveis (MP, 2004).

Devido ao caráter decisório do estudo ambiental no processo de licenciamento, o mesmo deve ser elaborado pela consultoria ambiental com o maior grau de imparcialidade, responsabilidade e competência já que o propósito geral do mesmo é apresentar a viabilidade socioambiental de um empreendimento, balizando quais benefícios e/ou malefícios para a população e o meio ambiente.

A legislação federal anterior a 2014 considerava usinas eólicas como de impacto ambiental de pequeno porte e exigia apenas o RAS, independentemente da localização do empreendimento. Após a criação da Resolução CONAMA nº 462/2014 (BRASIL, 2014), específica para esse tipo de empreendimento, passou-se a exigir o EIA, mais complexo quanto ao conteúdo, para os parques eólicos que seriam instalados em setores como as Áreas de Preservação Permanente (APP), que são áreas passíveis de uso para fins de utilidade pública, conforme assinalava a Resolução CONAMA nº 369/2006 (BRASIL, 2006).

Diante do caráter não impeditivo, no aspecto legal, para a ocupação dos parques eólicos na ausência de alternativas locais, mesmo em APP, do grau de importância do estudo ambiental na definição dos impactos socioambientais, da tomada de decisão para implantação do empreendimento e da problemática que se envolve os ambientes naturais de alta fragilidade ambiental, sob a atuação de processos de ocupação de diferentes setores econômicos, e tendo em vista as mudanças ocasionadas na paisagem, cresce a preocupação com o planejamento da ocupação territorial, a regulação das ocupações na orla marítima e a preservação da integridade dos ambientes naturais. Para isso, são fundamentais estudos que vão além do contexto atual e que focalizem a proposição de prognóstico e análises multitemporais como instrumentos favoráveis ao

planejamento ambiental e direcionamento de ações, buscando maior equidade entre a sociedade e a natureza.

Assim, os instrumentos do planejamento ambiental devem considerar ações preventivas e normativas que permitam controlar os impactos territoriais negativos dos investimentos público-privados sobre os recursos naturais componentes das cidades. Com isso, almeja-se evitar a subutilização dos espaços com infraestrutura instalada e a degradação dos espaços urbanos, além de imprimir uma maior eficiência das dinâmicas socioambientais de conservação do patrimônio ambiental urbano (MMA, 2018).

O prognóstico ambiental é uma forma plausível de se pensar o futuro, fundamental para antecipar as soluções ou até mesmo evitar problemas futuros, com relevância para o planejamento ambiental, como forma de integrar de maneira efetiva, ordenada e sustentável a sociedade e a natureza. Wright e Spers (2006) expuseram que elaborar cenários não é um exercício de predição, mas sim um esforço de fazer descrições admissíveis e consistentes de situações futuras possíveis, apresentando as condicionantes do caminho entre a situação atual e cada cenário futuro, destacando os fatores relevantes às decisões que precisam ser tomadas. Mesmo sendo uma representação parcial e imperfeita do futuro, o cenário pode ser entendido como instrumento de apoio à decisão, abrangendo as principais dimensões relevantes do problema dentro dos limites do conhecimento científico e propor transformações viáveis da paisagem de tempo considerado.

Já a análise multitemporal da paisagem permite compreender a dinâmica da área e os problemas ambientais também como uma ferramenta de predição de cenários prospectivos e no desenvolvimento de soluções para superá-los. A análise multitemporal da evolução da paisagem mostra relevância quando permite a interpretação das correlações entre os fatores do meio físico, biótico e socioeconômico, de forma a compreender o estado natural do meio, as pressões humanas e as modelagens de prospecções e usos futuros, visando responder *o que, onde, quando, quanto e porquê* das mudanças ocorrentes, tanto para o meio natural quanto para aquele espaço geográfico já antropizado (SANTOS, 2004).

Dessa forma, atividades econômicas localizadas em áreas litorâneas, incluindo a implantação e operação de parques eólicos localizados nos litorais do RN, vêm exercendo pressão e gerando modificações na paisagem dinamicamente sensível, mesmo sendo considerada uma energia “limpa”.

Diante desse contexto essa tese de doutorado apresenta como hipótese que a legislação federal permite a implantação de parques eólicos por se caracterizar como utilidade pública mesmo em áreas de alta fragilidade e vulnerabilidade ambientais, como a zona costeira, e o Estado vem conduzindo essas ocupações por meio de ferramentas adequadas de planejamento ambiental na promoção do desenvolvimento sustentável.

## **1.2 Objetivos Geral e Específicos**

Esta Tese de Doutorado objetivou analisar o panorama do licenciamento ambiental para parques eólicos no contexto do planejamento ambiental e direcionamento das tomadas de decisão sobre as novas ocupações.

Podem-se destacar os seguintes objetivos específicos:

1. Compreender a dinâmica do uso e cobertura do solo por meio da análise multitemporal de imagens de Sensoriamento Remoto para os anos de 1988, 1998, 2008 e 2018;
2. Analisar os aspectos normativos e seus marcos regulamentadores do licenciamento das usinas eólicas na esfera federal e nos principais estados produtores;
3. Analisar o processo de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) e o licenciamento ambiental das usinas eólicas no litoral setentrional do Rio Grande do Norte (municípios de Macau e Guamaré);
4. Propor uma metodologia de avaliação de impactos ambientais para parques eólicos;
5. Analisar o licenciamento e propor sugestões a serem consideradas nopré-licenciamento, licenciamento e pós-licenciamento, incluindo o descomissionamento ambiental das usinas eólicas.

## **1.3 Caracterização da Área de Estudo**

A área de estudo está inserida na zona costeira setentrional do RN, abrangendo a porção da orla marítima dos municípios de Guamaré, Macau e Porto do Mangue limitada pelas coordenadas 739.238 – 797.404 mE e 9.448.304 – 9.423.539 mN (Universal Transversa de Mercator - UTM - Zona 24S), com dimensão aproximada de 1.450 km<sup>2</sup> (Figura 1.2). O acesso principal à área de estudo pode ser realizado pela rodovia federal BR-406. A sede municipal de Guamaré dista cerca de 175 km da cidade

de Natal, capital do RN, e a cidade de Macau está a cerca de 190 km, sendo a mais distante a cidade de Porto do Mangue que está a 237 km da capital.

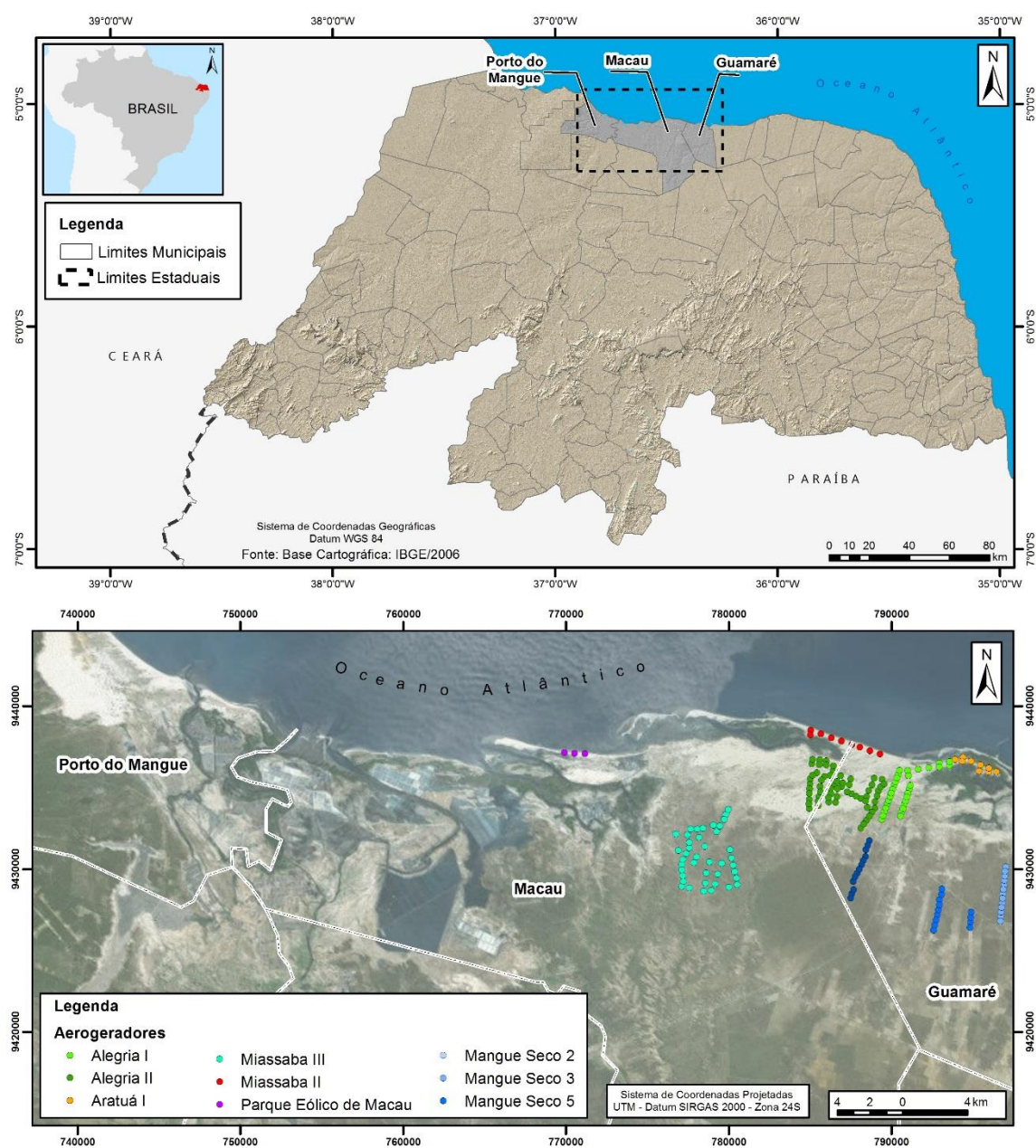


Figura 1.2- Localização da área de estudo que engloba os municípios de Macau, Guamaré e Porto do Mangue no litoral setentrional do RN com parques eólicos, indicados pelo posicionamento de aerogeradores, presentes nos municípios de Macau e Guamaré.

### 1.3.1 Aspectos Fisiográficos

Na área de estudo, predomina o clima Semiárido Tropical Quente (Classificação de Köppen-Geiger, revisada por ALVARES *et al.* 2013; DINIZ;

PEREIRA, 2015) com substanciais variações espaço-temporal pluviométricas e elevadas temperaturas ao longo do ano.

A estação seca segue de junho a janeiro e a estação chuvosa de fevereiro a maio (período úmido), sendo o período de maior precipitação de março a meados de maio, como mostra a Figura 1.3, que trata da precipitação média mensal para o período entre os anos de 1961 a 2013 referente a estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no Município de Macau/RN.

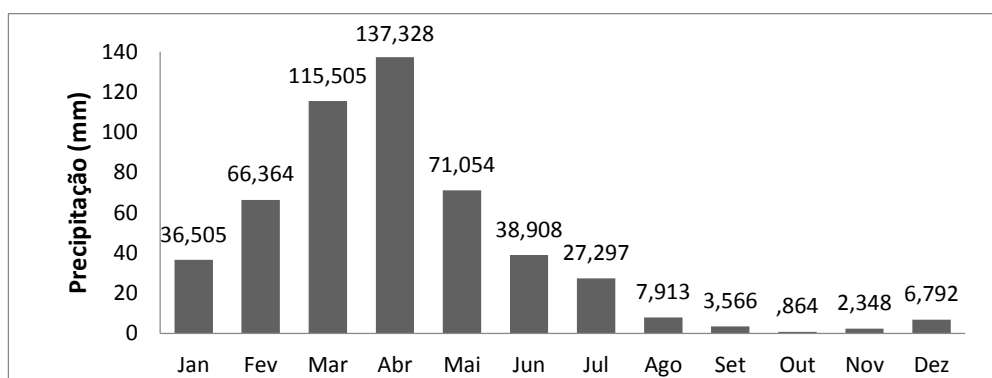


Figura 1.3- Precipitação pluviométrica média mensal para o período 1961 a 2013 em Macau/RN (Fonte: INMET 1961 a 2013)

Com relação às variações de temperatura do ar sobre a área de estudo, os meses mais frios, com temperatura média de cerca de 26,5°C, ocorrem entre junho e agosto e os meses mais quentes, com temperatura média de 27,8°C, vão de dezembro a março, como mostra a Figura 1.4, que trata das temperaturas médias mensais para o período entre os anos de 1961 a 2013 referente a estação do INMET no Município de Macau/RN.

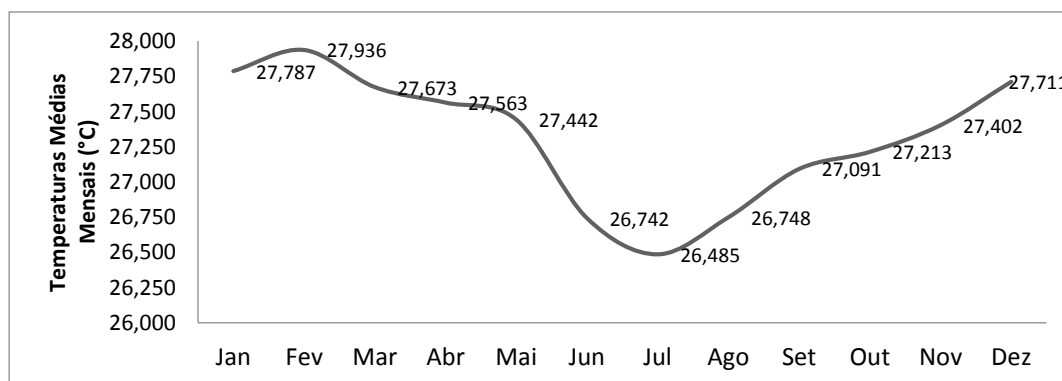


Figura 1.4- Temperaturas médias mensais para o período entre os anos de 1961 a 2013 para a estação no Município de Macau/RN (Fonte: INMET 1961 a 2013).

O regime de ventos sobre o RN é dominado pelos alísios e apresenta sazonalidade, em geral, marcada pela ocorrência de ventos mais intensos nos meses de final de inverno e primavera (agosto a novembro), e mais brandos nos meses de final de verão e outono (fevereiro a maio) com velocidade de vento mínima de aproximadamente 7,0 m/s até 9,5 m/s em ocorrência de ventos mais intensos e direção predominante do vento Leste/Sudeste, setores onde ocorrem as maiores velocidades (ALVES, 2001; AMARANTE; SILVA; RIOS FILHO, 2003; GRIGIO, 2008; INMET, 2019).

Os ventos na região são condicionados, principalmente, por dois mecanismos eólicos: as flutuações dos ventos alísios, em escala global, e as brisas marítimas, em escala regional. O primeiro, com periodicidade anual, é regulado pela movimentação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), enquanto o segundo pela periodicidade diária, conforme as alterações do gradiente térmico entre terra-mar (SILVA, 2003; CARVALHO; OYAMA, 2013).

No contexto geológico, a área de estudo encontra-se inserida na Província Borborema, sobre os terrenos da Bacia Potiguar, constituído pelos sedimentos da Formação Jandaíra, Formação Tibau, Formação Barreiras, depósitos litorâneos, aluvionares e flúvio-lagunares (ALMEIDA *et al.* 1977; ARARIPE; FEIJÓ, 1994; SOARES; ROSSETTI; CASSAB, 2003; CPRM, 2009). A área de estudo consiste de rochas sedimentares e ígneas cenozóicas, sendo aflorantes as rochas sedimentares do Grupo Agulha, composto pelas formações Tibau, Barreiras e Potengi, representando a sedimentação flúvio-marinha regressiva da margem passiva que deu origem à Bacia Potiguar e, localmente, os basaltos da Formação Macau, representando o magmatismo da região (ARARIPE; FEIJÓ, 1994; NASCIMENTO, 2009; GRIGIO, 2005; 2008). Como cobertura predominam as sequências geológicas compostas por sedimentos eólicos, aluvionares, *beachrocks* (arenitos de praia), sistema de ilhas barreiras, entre outros ambientes sedimentares costeiros (ANGELIM *et al.* 2006; NASCIMENTO, 2009; LIMA, 2016).

No contexto geomorfológico regional observam-se três grandes compartimentos: a depressão sertaneja, o tabuleiro costeiro e a planície costeira. Como setor de transição entre o oceano e o continente, a região costeira é produto da sua evolução geomorfológica (erosão, dissecação e deposição) formando tais compartimentos de relevo (GRIGIO, 2008; MAIA; BEZERRA; SALES, 2010). As unidades geomorfológicas presentes são o tabuleiro costeiro, por vezes recoberto por campos de

dunas móveis ou fixados por vegetação, planície marinhas e flúvio-marinha e a faixa de praia, geralmente arenosa ou arenolamosa.

Os tabuleiros costeiros são constituídos geologicamente por rochas da Formação Barreiras que é representada por materiais areno-argilosos, afossilíferos, que ocorrem formando tabuleiros ao longo de todo o litoral. A superfície, de acordo com Barreto *et al.* (2004) é mais ou menos plana, dissecada pela drenagem natural e suavemente inclinada para o oceano, o que os localiza próximo ao litoral constituindo falésias ativas. A deposição da Formação Barreiras se deu através de diversos processos fluviais, flúvio-estuarinos e lagunares, apresentando camadas de deposição com diferentes tipos de fluxo.

As planícies flúvio-marinhas estão presentes nas embocaduras dos rios principais. Geralmente são colmatadas por um material argiloso, onde há uma proliferação generalizada de bosques de manguezais (RADAMBRASIL, 1981). Por se tratar de ambiente de transição, caracteriza-se pela interação dos fatores físicos, químicos e biológicos que influem na salinidade da água, na movimentação hidrodinâmica, no oxigênio dissolvido, na deposição de sedimentos e na disponibilidade de nutrientes. Tais fatores remetem em elevada produtividade biológica e de nutrientes nesses ambientes, que condicionam o ciclo de vida da flora e da fauna local, potencializando a formação de ecossistemas como o manguezal.

Os campos de dunas ocorrem interligados às faixas de praias arenosas e, igualmente, sobre os tabuleiros costeiros e se estendem na direção preferencial dos ventos predominantes (NE para SW), por quase toda a orla marítima. Marcantes na geomorfologia são os campos de dunas parabólicas (mais antigas) e barcanóides (mais recentes) que apresentam as alterações e as mobilizações dos sedimentos arenosos (SOUTO, 2009). No litoral norte a constante mobilização das dunas dificulta o escoamento de águas superficiais, provocando o assoreamento das embocaduras fluviais, ocasionando o aparecimento de inúmeras lagoas interdunares durante a estação chuvosa (RADAMBRASIL, 1981).

A praia é uma acumulação de sedimentos arenosos inconsolidados de tamanhos diferentes, como areias, cascalhos e seixos, que se estende em direção à costa, do nível médio de maré baixa até alguma alteração fisiográfica como uma borda de falésia, campos de dunas ou simplesmente até o ponto de fixação permanente da vegetação (KOMAR, 1976). É considerada como uma unidade geomorfológica instável, com importante papel na contribuição para a formação das dunas através da erosão e

deposição de material arenoso. A dinâmica praias ocorre intensamente sob a atuação dos agentes meteoceanográficos como ondas, correntes, marés, ventos e chuvas que mudam constantemente o ambiente, tornando esses compartimentos geomorfológicos frágeis (GRIGIO, 2008; NASCIMENTO, 2009; SOUTO, 2009), e gera processos costeiros, que marcam o dinamismo ambiental da área (SANTOS; AMARO, 2011; BUSMAN; AMARO; FILHO, 2016).

Os solos da área de estudo, segundo a nomenclatura da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (EMBRAPA, 2013), são os Gleissolos Sálco, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, os Latossolos (Amarelo Distrófico e o Vermelho-Amarelo Podzólico Eutrófico) e os Solos Indiscriminados de Mangues.

O Gleissolo Sálco ocorre na zona do litoral, em relevo plano, nas várzeas próximas às desembocaduras de rios. São solos halomórficos com elevados teores de sódio trocável. As camadas que constituem os solos desta classe têm grande variação em suas características morfológicas. As más condições de drenagem ocasionam o aparecimento de mosqueados e/ou cores de redução provenientes da gleização. Quando originados de deposições fluviais recentes, os solos aqui caracterizados assemelham-se aos Solos Aluviais, tendo nas características químicas – alta salinidade – a principal diferenciação (RADAMBRASIL, 1981).

Os Neossolos Quartzarênicos Distróficos são solos profundos a muito profundos, não hidromórficos, excessivamente drenados, ácidos e baixa fertilidade natural o que constituem fortes limitações para o desenvolvimento da maioria das culturas nestes solos. São solos de areia com origem marinha depositadas pela ação dos ventos. Relacionam-se às classes de relevo plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado (RADAMBRASIL, 1981).

O Latossolo (Amarelo Distrófico e o Vermelho-Amarelo Podzólico Eutrófico) são caracterizados por serem solos minerais, não hidromórficos com alto grau de intemperismo. A baixa quantidade de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo faz com que estes solos sejam pobres em sua composição mineralógica. Tratam-se de solos profundos, bem a fortemente drenados, bastante porosos e com características físicas que são favoráveis ao desenvolvimento das raízes das plantas (RADAMBRASIL, 1981).

Quanto à cobertura vegetal predominam as formações pioneiras marinhas (vegetação de restinga), formações pioneiras flúvio-marinhas (bosques de manguezal e campos salinos) e vegetação de caatinga nas porções interiores (IBGE, 2012).

As unidades ambientais presentes na área são consideradas, em sua maioria, como áreas de preservação (CONAMA, 2002) de elevada riqueza e dinâmica ambiental e, ao mesmo tempo, alta vulnerabilidade, fragilidade e sensibilidade ambientais (BUSMAN; AMARO; FILHO, 2016) significativos sujeitos a impactos socioambientais de maior magnitude.

A presença das diferentes atividades econômicas atuando sobre ecossistemas tão dinâmicos e frágeis interferem consideravelmente nos aspectos fisiográficos da área de estudo, desde a formação e alteração dos compartimentos geomorfológicos existentes, até assoreamento dos rios e canais de maré, interrupção do aporte arenoso entre as praias e os campos de dunas, supressão vegetacional e alteração da estrutura dos solos devido ao aporte de material alóctone para construção das infraestruturas industriais.

### **1.3.2 Aspectos Socioeconômicos**

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017), o município mais populoso da área de estudo é o de Macau com uma população estimada de 31.859 habitantes em 2017, seguido de Guamaré com 15.309 habitantes e Porto do Mangue com 6.789 habitantes.

Nos municípios de Macau e Porto do Mangue a maior parcela da população encontra-se na zona urbana, diferentemente de Guamaré no qual a maior parcela da população segue inserida na zona rural (IBGE, 2010) (Figura 1.5). Com relação à distribuição da população residente por grupos de idade, predominam as pessoas com idade entre 25 a 39 anos (Figura 1.5). Para a densidade demográfica do último Censo Demográfico de 2010, Guamaré apresentou o maior valor com 47,9 hab/km<sup>2</sup>, seguido de Macau com 36,74 hab/km<sup>2</sup> e Porto do Mangue com 16,36 hab/km<sup>2</sup>. A maior taxa de urbanização segundo o Censo Demográfico de 2010 é Macau com 75,87%, em seguida Porto do Mangue com 58,02% e Guamaré com 35,53% (IBGE, 2011).

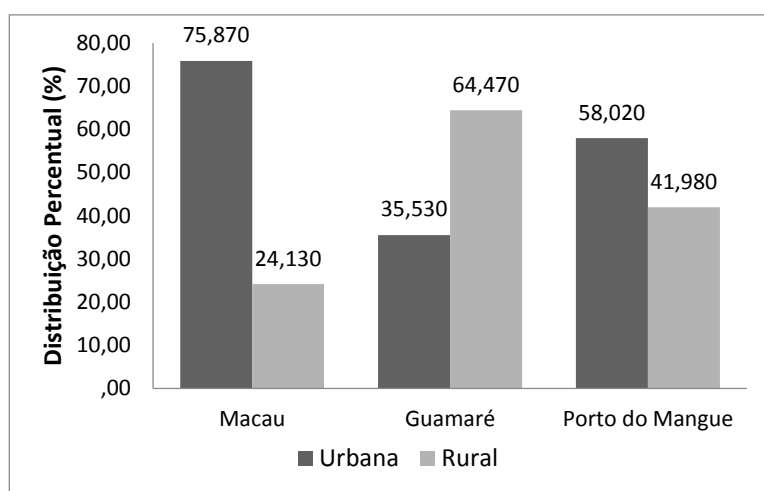


Figura 1.5- Distribuição percentual da população residente na zona urbana e rural (IBGE, 2010).

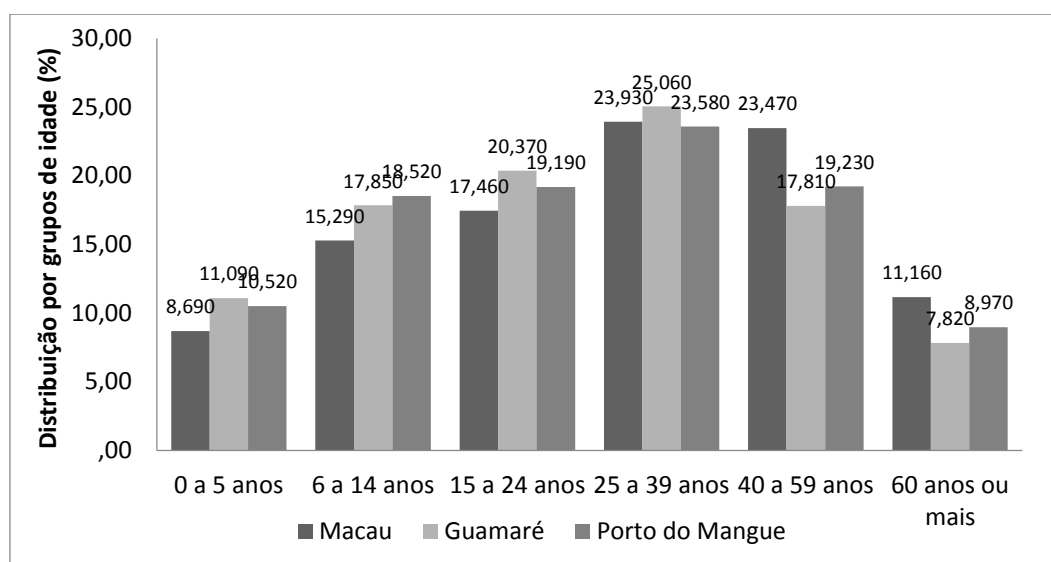


Figura 1.6- Distribuição percentual da população por grupos de idade (IBGE, 2010).

O Município de Guamaré apresenta a maior proporção de pessoas ocupadas em relação à população total, sendo 28,6%. Em Macau, a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total é de 15,4%. Já Porto do Mangue, apresenta a menor quantidade com um total de 9,7% em relação à população total. Os trabalhadores formais de Guamaré recebem uma média de salário de 4,8 salários mínimos, maior inclusive do que os trabalhadores de Natal, que recebem em média 3,1 salários mínimos. Já os trabalhadores formais de Macau e Porto do Mangue recebem em média 1,9 e 1,7 salários mínimos respectivamente, como mostra a Tabela 1.1 (IBGE/Cadastro Central de Empresas, 2015).

Tabela 1.1– Salário médio mensal dos trabalhadores formais e percentual de população ocupada (IBGE/Cadastro Central de Empresas, 2015).

| Municípios      | Salário médio mensal dos trabalhadores formais [2015] salários mínimos | População ocupada [2015] |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Macau           | 1,9                                                                    | 15,4 %                   |
| Guamaré         | 4,8                                                                    | 28,60%                   |
| Porto do Mangue | 1,7                                                                    | 9,70%                    |
| Natal           | 3,1                                                                    | 38,80%                   |

Com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), apresentado na Figura 1.7, Macau apresenta o maior índice (0,665 - MÉDIO), similar ao de Guamaré (0,626 - MÉDIO) e Porto do Mangue com índice de 0,59 (BAIXO). Para fins de comparação, Natal apresenta um índice de 0,763 (ALTO). Ao fazer uma análise do Ranking de IDH no RN nos municípios da área de estudo (Tabela 1.2), Macau apresenta as melhores posições desde 1991 até 2010 quando comparado a Guamaré e Porto do Mangue, sendo este último em pior colocação (119° em 2010). Salienta-se que mesmo apresentando uma pior colocação, Porto do Mangue evoluiu desde 1991 em que ocupava a 160° posição.

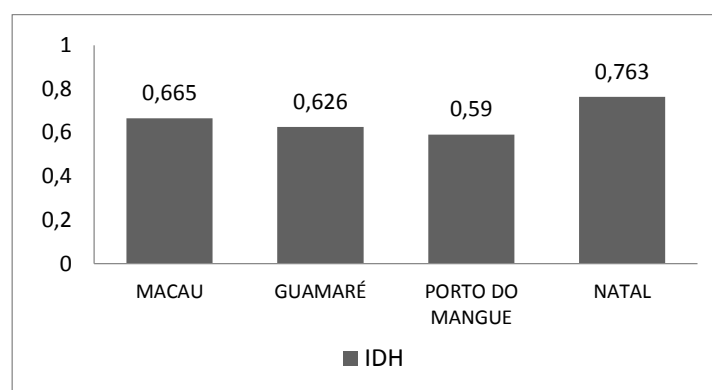


Figura 1.7- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por município (IBGE/PNUD, 2010).

Tabela 1.2 – Ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (IBGE/PNUD, 2010).

| Município       | IDH RANKING RN 1991 | IDH RANKING RN 2000 | IDH RANKING RN 2010 |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Macau           | 19°                 | 12°                 | 13°                 |
| Guamaré         | 65°                 | 106°                | 39°                 |
| Porto do Mangue | 160°                | 155°                | 119°                |

Macau dispõe de 70% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 73,6% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 4,8% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, com presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio. Guamaré apresenta 37,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 78,3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0,3% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada. Porto do Mangue dispõe de somente 0,2% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 81,7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 11% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada.

No que se referem às atividades econômicas, os municípios apresentam vocações similares voltados prioritariamente para salinicultura, carcinicultura, exploração de gás e petróleo, energia eólica, pesca e agricultura. Quando comparado o Produto Interno Bruto (PIB) de 2012 dos três municípios da área de estudo, Guamaré apresenta o maior, estando na 6ª posição no Ranking do RN, perdendo apenas para as grandes cidades e região metropolitana (1ª Natal, 2ª Mossoró, 3ª Parnamirim, 4ª São Gonçalo do Amarante e 5ª Macaíba). Macau segue em 9º lugar no Ranking estadual e Porto do Mangue em 47ª posição.

Com relação ao Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, Guamaré ocupa o primeiro lugar no Ranking estadual, seguido do município de Parazinho (2º lugar), Pedra Grande (3º lugar), Macau segue em 7º lugar e Porto do Mangue em 15º lugar. Nos três municípios da área de estudo (Figura 1.9), Guamaré se destaca, Macau apresenta valores similares ao PIB per capita da capital e Porto do Mangue segue abaixo dos outros municípios.

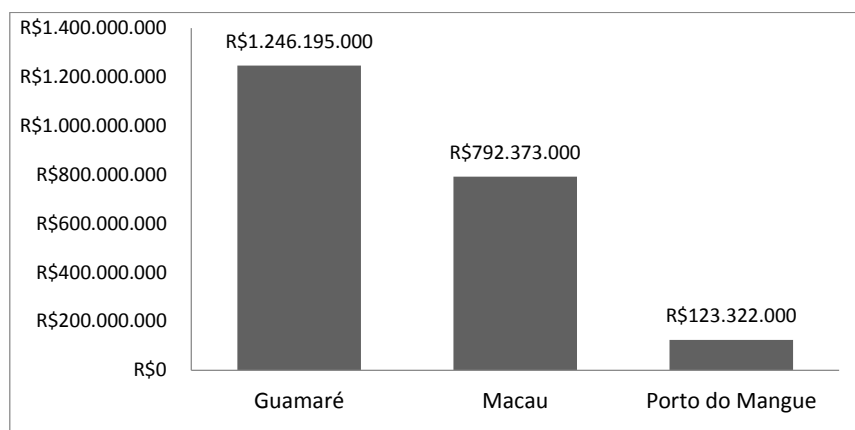


Figura 1.8- - PIB por município (IBGE, 2012).

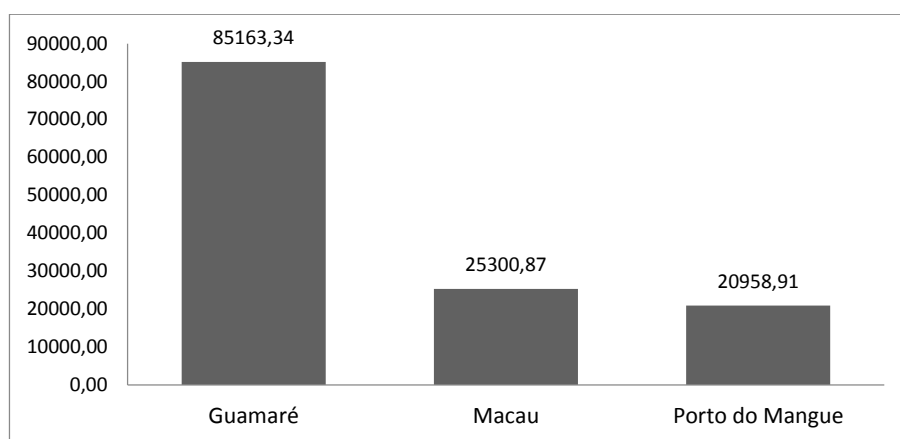


Figura 1.9- Valor do PIB *per capita* por município (IBGE, 2012).

Ao analisar o PIB (IBGE, 2012) separadamente proveniente do setor da arrecadação de impostos, administração pública, setor agropecuário, setor industrial e serviços (Figura 1.10), o PIB do setor industrial predomina nos três municípios com maior percentual, seguido do setor de serviços com exceção de Porto do Mangue que apresenta em segundo lugar a administração pública. O setor agropecuário é o setor que menos arrecadou nos municípios de Guamaré e Macau. Já Porto do Mangue, o setor que arrecadou menos foi o de impostos. Esse resultado, mostra a importância do setor da indústria nos três municípios da área de estudo, caracterizada pela salinicultura, carcinicultura, petróleo e gás e a indústria eólica.

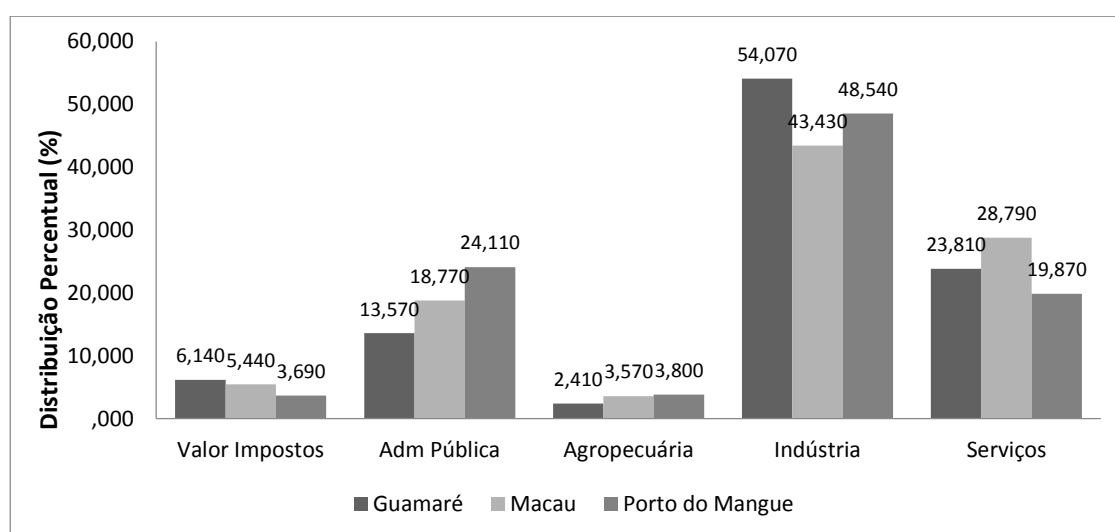


Figura 1.10- Valor percentual do PIB por setor/atividade nos municípios de Macau, Guamaré e Porto do Mangue por setores (IBGE, 2012).

### 1.3.3 Parques Eólicos Instalados na Área de Estudo

Na área de estudo existem atualmente 09 parques eólicos em funcionamento (Tabela 1.3), dos quais 07 estão instalados no Município de Guamaré e 02 alojados no Município de Macau, sendo eles: Parque Eólico Piloto de Macau, Alegria (Alegria I e II), Miassaba II, Miassaba III, Mangue Seco (II, IV e V) e Aratuá I. O Município de Porto do Mangue não apresenta nenhum parque eólico ainda instalado, mas trata-se de zona territorial com elevado potencial eólico e já dispõe de áreas sendo prospectadas, com torres de medições anemométricas instaladas por toda a área de abrangência do município.

Tabela 1.3-Informações dos parques eólicos localizados na área de estudo.

| Parque Eólico                 | Município | Data de Operação (Mês/Ano) | Potência (MW) | Número de Aerogeradores | Investimento Aproximado (milhões de R\$) |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|---------------|-------------------------|------------------------------------------|
| Parque Eólico Piloto de Macau | Macau     | Jan/2004                   | 1,8           | 03                      | 6,8                                      |
| Alegria I                     | Guamaré   | Dez/2010                   | 51,15         | 31                      | 330                                      |
| Alegria II                    | Guamaré   | Dez/2011                   | 100,65        | 61                      | 490                                      |
| Miassaba II                   | Guamaré   | Dez/2011                   | 14,4          | 09                      | 67                                       |
| Miassaba III                  | Macau     | Fev/2014                   | 68,47         | 41                      | 242                                      |
| Aratuá I.                     | Guamaré   | Jan/2012                   | 14,4          | 09                      | 60                                       |
| Mangue Seco 3                 | Guamaré   | Ago/2011                   | 104           | 52                      | 424                                      |
| Mangue Seco 2                 | Guamaré   | Set/2011                   |               |                         |                                          |
| Mangue Seco 5                 | Guamaré   | Nov/2011                   |               |                         |                                          |

O Parque Eólico Piloto de Macau, a primeira usina eólica implantada pela Empresa Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS) no RN, foi estabelecido no ano de 2004 no Município de Macau com investimento da ordem de R\$ 6,8 milhões, sendo composta por 03 aerogeradores com altura média de 60 m, potência de 600 quilowatt (kW) cada aerogerador, totalizando 1,8 Megawatts (MW) de potência, suficiente para abastecer uma cidade com 10 mil habitantes. A energia produzida é transferida através de um cabo elétrico submarino para ser utilizada em duas plataformas *offshore* da PETROBRAS. Por ser um dos pioneiros no RN, este parque eólico teve um importante destaque na incorporação dessa atividade no estado. Os aerogeradores foram instalados em setor costeiro já utilizado pela PETROBRAS para exploração de petróleo e gás natural, o Campo de Exploração de Macau e Serra, que ocupa a zona de pós-praia da Praia de Soledade.

Diversos estudos apontaram para a problemática dessa área de localização onde esses campos petrolíferos estão, devido à atuação de complexos processos

hidrodinâmicos que ocasionam a constante mudança morfológica da zona de praia, como por exemplo, as alterações nas ilhas barreiras da Ponta do Tubarão e da Barra do Corta Cachorro. Os processos de erosão/deposição, condicionados às alterações nas direções dos ventos, ondas, correntes e marés, promoveram aumento da ação erosiva a partir do ano de 1996, quando foram construídos muros de contenção como solução para a erosão marinha (SOUTO, 2004; SOUTO *et al.*, 2006; AMARO; LIMA; SANTOS, 2013; SANTOS; AMARO; SANTOS, 2015; DINIZ *et al.*, 2017). A Figura 1.11 (a e b) mostram parte da área de influência do empreendimento e adjacências, com indicativos superficiais dos processos sedimentares de movimentação e erosão/deposição e destaque aos compartimentos geomorfológicos, respectivamente.



Figura 1.11- (a) Intensa movimentação de sedimentos entre a face de praia e pós-praia, onde foram locadas instalações da indústria petrolífera, devido à ação dos ventos alísios. (b) Vista sul dos aerogeradores, mostrando fragmento de mangue e planície flúvio-marinha alagada.

O Complexo Eólico Alegria localiza-se na Praia do Minhoto, Município de Guamaré, composto pelos parques eólicos de Alegria I e Alegria II. A Unidade Alegria I é composta por 31 aerogeradores com potência total de 51,15 MW e a unidade Alegria II é composta por 61 aerogeradores com potência total de 100,65 MW. Todos os aerogeradores do complexo foram fabricados pela empresa dinamarquesa *Vestas* e contaram com investimento da ordem de R\$ 820 milhões. A maioria dos aerogeradores foi instalada em campo de dunas móveis (Figura 1.12), com exceção de alguns aerogeradores, no setor leste, implantados em planície de deflação e planície marinha.

Destaca-se que os campos dunares representam captores e reservas estratégicas de sedimentos arenosos e água, sendo ecossistemas que desempenham ações socioeconômicas vinculadas à sustentabilidade das comunidades litorâneas e étnicas,

além de suas paisagens representarem interesse direto na atividade turística. Desse modo, a utilização industrial dos campos dunares pode promover a degradação dos aquíferos costeiros, dos manguezais, interferir nos processos de erosão/deposição de praias arenosas e no fluxo sedimentar nos estuários e canais de marés (MEIRELES, 2011; SOUTO *et al.* 2006; AMARO; LIMA; SANTOS, 2013).



Figura 1.12 – Parque eólico Miassaba II e Alegria I e II, localizados respectivamente em faixa de praia e em campo de dunas móveis. Ambos parques seguem próximos no qual observa-se no retângulo vermelho os aerogeradores do Parque Eólico de Miassaba II e no retângulo amarelo o Parque Eólico Alegria I e II.

Portanto, a ocupação dos campos dunares pela indústria eólica promove grave degradação do equilíbrio ecossistêmico da orla litorânea, em função das obras de engenharia básicas para instalação dos aerogeradores e demais atividades de engenharia, como a terraplanagem para abertura de vias de acesso e bases de fixação de aerogeradores e outras construções. O uso e ocupação do solo em campos dunares, quando desprovido de políticas públicas baseadas em gestão ambiental, podem acarretar danos quanto aos benefícios ecossistêmicos que oferecem às comunidades costeiras (COSTANZA *et al.* 1997; HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2012), sobretudo decorrentes da fragmentação/alteração morfológica dos ecossistemas, desmatamento da vegetação de cobertura, movimentação e compactação do solo, aporte de material alóctone como, por exemplo, o aporte de piçarras para revestimento de aterros e vias de acesso para os aerogeradores, entre outras ações de engenharia.

Tais ações se configuram como artifícios causadores de impactos ambientais, cujas ações podem ser continuadas quando se estabelece as necessidades de manutenção das instalações e vias de acesso, dos aerogeradores e do resguardo de suas bases contra os processos de erosão/deposição eólica e marinha. Silva, Amaro e Matos (2015) apontaram que em decorrência da instalação do Complexo Eólico de Alegria, a dinâmica natural dos campos dunares e praias arenosas locais e adjacentes já se encontravam comprometidos.

O Parque Eólico Miassaba II, localizado no Município de Guamaré (Figura 1.13), iniciou operação no ano de 2010 com nove aerogeradores, potência total de 14,4 MW e investimentos de acerca de R\$ 67 milhões. Os aerogeradores foram locados em zona de pós-praia na Praia do Minhoto, com distância aproximada de 82 m da zona de espraiamento das ondas e a cerca de 45 m de distância para o nível d'água dos canais de maré de Diogo Lopes.

A Praia do Minhoto tem importância histórica por ser local de ocupação industrial, inicialmente por bases de apoio à pista de dutos e emissários para o Polo Industrial de Guamaré de apoio aos campos petrolíferos *offshore* da PETROBRAS, que enfrenta intensos processos de dinâmica costeira (erosão/deposição de sedimentos) que causam mudanças significativas na posição da linha de costa (SOUTO, 2004; AMARO; LIMA; SANTOS, 2013; SANTOS; AMARO; SANTOS, 2015; DINIZ *et al.*, 2017).

Estudos sobre o prognóstico da evolução da linha de costa na Praia do Minhoto, em cenários futuros de aumento do nível médio do mar, apontam uma retração de até 307 metros para o ano 2040 (FRANCO; AMARO; SOUTO, 2012), ou seja, erosão costeira que atingiria os aerogeradores do Parque Eólico Miassaba II instalados na zona de pós-praia, alcançando os canais de maré a sul. Tal estreitamento costeiro seria acompanhado da abertura de canais de maré, favorecendo a influência das forçantes marinhas diretamente sobre os bosques de manguezais de Diogo Lopes, o que alteraria o equilíbrio ecossistêmico local.

Caso tais cenários futuros se concretizem, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT) estaria comprometida, bem como a continuidade da exploração da energia eólica no Parque Eólico Miassaba II, por mais um contrato de venda de energia com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) de duração de 20 anos, o que causará perdas ao empreendedor, além de danos ambientais e interferências irreversíveis na dinâmica natural costeira, fato que já vem sendo descrito por especialistas.

A RDSEPT localizada em parte dos municípios de Macau e Guamaré com quase 13 mil hectares de extensão foi criada através da Lei Estadual nº 8.349 de 18 de julho de 2003, com objetivos de resguardar o modo de vida tradicional, assegurar atividades baseadas em sistema sustentável de exploração de recursos naturais desenvolvidas tradicionalmente ao longo de gerações e adaptadas às condições ecológicas locais e que desempenham papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica (<http://www.idema.rn.gov.br>) (Figura 1.14).



Figura 1.13 - - Parque eólico Miassaba II localizado em faixa de praia. Devido ao intenso fluxo de ventos, observa-se acentuada movimentação de sedimentos o que acaba por recobrir parte do acesso aos aerogeradores.

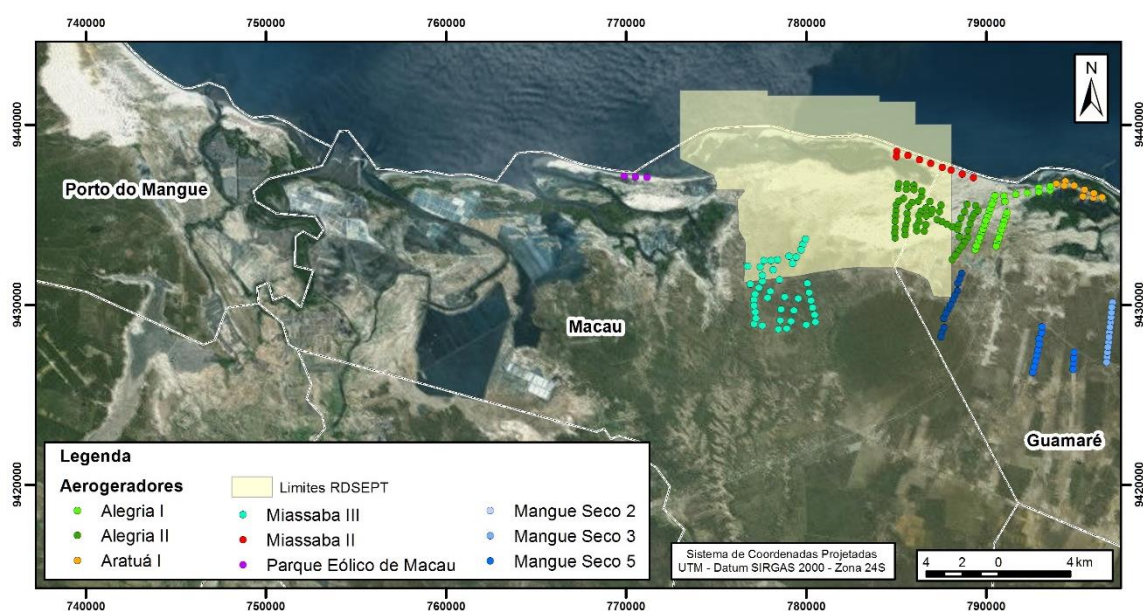


Figura 1.14 – Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão em parte dos municípios de Macau e Guamaré.

O Parque Eólico Aratuá I, também instalado em Guamaré (Figura 1.15), conta com nove aerogeradores da *General Eletric*, os primeiros a serem instalados no país, com geração estimada de 14,4 MW e investimentos de R\$ 60 milhões. Esse parque está localizado na Praia do Minhoto com distância mínima de 20 metros dos canais de maré que compõem o Estuário de Diogo Lopes, ou seja, em zona de risco como é o caso do Parque Eólico de Miassaba II.



Figura 1.15 – Parque eólico Aratuá I. com visão para os aerogerados localizados em planície arenosa no qual segue ardeada de canais de maré, manguezal e campo de dunas.

Em Guamaré no ano de 2011 ocorreu a instalação do Complexo Eólico de Mangue Seco (Mangue Seco 1, 2, 3 e 5) com 52 aerogeradores, produzindo potência total de 26.000 kW, estando na área de estudo o Parque de Mangue Seco 2, 3 e 5. Ainda na área costeira do Município de Macau teve-se no ano de 2012 a instalação do Parque Eólico Miassaba III com 41 aerogeradores, com rotor a 80 metros de altura, potência unitária de 1,67 MW, potência total de 68,47 MW e investimentos da ordem de R\$ 242 milhões. Ambos os parques eólicos foram locados em setores de tabuleiro costeiro, distantes cerca de 5,5 km da faixa de praia.

#### **1.4 Panorama do Crescimento da Energia Eólica no Brasil e Rio Grande do Norte**

O surgimento e posterior crescimento das energias renováveis no mundo ocorreu em meio a duas situações: ao cenário internacional da crise do petróleo instalada nos anos 1970 e a preocupação que se instaurava relacionada as questões ambientais culminada em 1972 com a Conferência das Nações Unidas em Estocolmo.

Até 1970, as fontes de energia eram exclusivamente não renováveis, nesse período houve uma necessidade da redução da dependência mundial de petróleo, em virtude do futuro esgotamento desse recurso fazendo com que ocorresse uma oscilação no preço do produto que, por fim, geraram reflexos na economia mundial.

Nesse período são identificados cinco momentos na história mundial de crise do petróleo:

1956: no Egito, o governo nacionalizou o Canal de Suez de propriedade de uma empresa Anglo-Francesa. Tal medida fez com que o abastecimento de produtos nos países ocidentais fosse interrompido, o que causou aumento no preço do recurso natural;

1973: como via de protesto ao apoio que os Estados Unidos concederam a Israel durante a Guerra do *YonKipur*, fazendo com que países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) supervalorizassem o preço do petróleo.

1979: Durante a Revolução do Irã, no qual se travou uma guerra entre o Irã e Iraque que reduziram a produção de petróleo e causaram o aumento do preço do produto no mundo, já que os dois eram os maiores produtores e a oferta do petróleo ficou reduzida no mercado mundial;

1991: Durante a Guerra do Golfo, oriunda da invasão do Iraque ao Kuwait, com a expulsão dos iraquianos do Kuwait por intermédio dos Estados Unidos, os iraquianos em retaliação incendiaram vários poços de petróleo, causando grave crise econômica e ecológica.

2008: Movimentos especulativos de escala global fizeram com que o preço do produto subisse 100% entre os seis primeiros meses do ano.

As oscilações de preço do petróleo fizeram com que o governo brasileiro tomasse as seguintes medidas: (i) atuasse na prospecção e extração de petróleo em águas profundas; (ii) intensificasse a construção de hidrelétricas para reduzir a dependência do petróleo na indústria; (iii) se associasse à Alemanha para repasse de tecnologia nuclear, tendo como desdobramento a construção de Angra 1 e Angra 2 e o Proálcool, este último o maior programa mundial de sucesso em renováveis (HAGE, 2008).

Devido a esses diversos fatores houve uma necessidade na redução da dependência do petróleo e diversificação da matriz energética mundial com a inserção de outras fontes energéticas renováveis. Goldemberg; Lucon (2007) apontam que a manutenção de uma matriz energética não renovável não é possível por uma série de razões, dentre as quais: i) os limites nas reservas disponíveis; ii) os impactos ambientais, principalmente os das mudanças climáticas; iii) os conflitos regionais, como disputas pelo petróleo e uso da tecnologia nuclear para fins não-pacíficos; e, iv) as pressões na dívida externa dos países em desenvolvimento, que precisam importar derivados de petróleo.

Ainda na década de 70, no ano de 1972, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo, na Suécia. Essa conferência representa um marco nas questões ambientais por trazer uma discussão mundial sobre a degradação do meio ambiente e a exploração dos recursos naturais.

A Conferência de Estocolmo trouxe o reconhecimento do problema ambiental e a necessidade de agir através da Declaração de Estocolmo (Declaração das Nações

Unidas sobre Meio Ambiente) que objetivou a descrição das responsabilidades e direcionamento sobre as políticas futuras relativas ao meio ambiente, tornando-se um marco jurídico mundial (GURSKI; GONZAGA; TENDOLINI, 2012). A partir daí, discutia-se os limites dos recursos naturais, a crescente perda de diversidade biológica, a emissão dos GEE e a necessidade de mudança no estilo de desenvolvimento dos países que deveriam priorizar modelos de caráter sustentável (HOFSTAETTER, 2016).

Outras ações ocorreram após a Conferência de Estocolmo como em 1987 como a publicação do documento "Nosso Futuro Comum", visando propor recomendações para que fosse montada uma agenda de conciliação entre desenvolvimento e meio ambiente, sendo uma delas a diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis.

Em 1988 foi criada uma entidade pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) denominado Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima (em inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC) fruto das preocupações relacionadas com o aquecimento global. O IPCC está organizado em três grupos de trabalho: i) estuda o tema clima; ii) trata dos impactos das mudanças de clima e possíveis soluções; e, iii) estuda as dimensões econômica e social dos efeitos da mudança climática. Desde a sua criação, o IPCC já divulgou quatro grandes relatórios: um em 1990, outro em 1995, que deu origem ao Protocolo de Kyoto, que prevê limites para a emissão de gases de efeito estufa, o terceiro em 2001 e o último em 2007 (<http://www.ipea.gov.br>).

Em 1992, 20 anos após a Conferência de Estocolmo, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, mais conhecida como Rio-92 ou Cúpula da Terra. Nessa conferência, os países reconheceram o conceito de desenvolvimento sustentável e começaram a moldar ações com o objetivo de proteger o meio ambiente e agregar os componentes econômicos, ambientais e sociais, garantindo a sustentabilidade do desenvolvimento. Ficou acordado que os países em desenvolvimento deveriam receber apoio financeiro e tecnológico para alcançarem outro modelo de desenvolvimento que seja sustentável, inclusive com a redução dos padrões de consumo, especialmente de combustíveis fósseis (petróleo e carvão mineral). Com essa decisão, a união possível entre meio ambiente e desenvolvimento avançou, superando os conflitos registrados nas reuniões anteriores patrocinadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), como na Conferência de Estocolmo, em 1972 (<https://www.senado.gov.br>).

O Protocolo de *Quioto* surge no ano de 1997 como um resultado das ações anteriores e corresponde a um tratado que entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, no qual define metas de redução de emissões para os países desenvolvidos e os que, à época, apresentavam economia em transição para o capitalismo, considerados os responsáveis históricos pela mudança atual do clima (<http://www.mma.gov.br>).

Durante o primeiro período de compromisso, entre 2008-2012, 37 países industrializados e a Comunidade Europeia comprometeram-se a reduzir as emissões de GEE para uma média de 5% em relação aos níveis de 1990. No segundo período de compromisso, as Partes se comprometeram a reduzir as emissões de GEE em pelo menos 18% abaixo dos níveis de 1990 no período de oito anos, entre 2013-2020. O Brasil ratificou o documento em 23 de agosto de 2002, tendo sua aprovação interna se dado por meio do Decreto Legislativo nº 144 de 2002. Entre os principais emissores de gases de efeito estufa, somente os Estados Unidos não ratificaram o Protocolo. No entanto, continuaram com responsabilidades e obrigações definidas pela Convenção (<http://www.mma.gov.br>).

Após 20 anos de realização do Rio-92, realizou-se a Rio+20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, cujo objetivo foi a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes (<http://www.rio20.gov.br>).

Entre o dia 1 de dezembro e a madrugada do dia 14 de dezembro de 2014, ocorreu a 20ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro da ONU sobre Mudanças do Clima (em inglês *United Nations Climate Change Conference - COP 20*) em Lima, no Peru. O objetivo da conferência foi de análise e proposição de diversas ações para conter o aumento da temperatura global e, consequentemente mitigar os impactos da mudança global do clima (<https://cetesb.sp.gov.br>).

Essas ações que ocorreram ao longo dos anos influenciaram a inserção das energias renováveis na matriz energética mundial aliada a necessidade da redução da dependência mundial de petróleo, ocorrendo a abertura de novos mercados, bem como a difusão de novos hábitos de consumo e a procura pelo desenvolvimento de novas tecnologias. Apesar de ter havido um incentivo relacionado a essa mudança desde os anos 70, segundo a Agência Internacional de Energia (em inglês *The International Energy Agency - IEA*), em 2016, a matriz energética mundial é predominantemente não

renovável onde as fontes fósseis de energia predominam, sendo 31,9% de petróleo e derivados, 27,1% de carvão e 22,1% de gás natural. Ainda como não renovável, a nuclear representa 4,9%. A biomassa ocupa 9,8%, hidráulica 2,5% e Eólica, Solar e Geotérmica representam apenas 1,6%.

A matriz de energia elétrica brasileira (ANEEL, 2019) é predominantemente renovável no qual a fonte hidráulica representa 60,97%, em segundo lugar a fóssil com 14,74%, a eólica segue com 8,67%, biomassa com 8,55% e outras com 7,05%. A abundância dos recursos hídricos no Brasil fez com que a tendência mundial de adoção da tecnologia termoelétrica não encontrasse eco em seu modelo de expansão do setor elétrico, surgindo um interesse pelas energias renováveis devido à necessidade de assegurar a diversidade e segurança no fornecimento de energia para o país (SILVA, 2006). Em 1970, apenas duas fontes de energia, petróleo e lenha, respondiam por 78% do consumo (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007). Diante desses fatos, a década de 1970 marcou a fase de maior investimento na construção de usinas hidroelétricas e, por conseguinte, diversificação da matriz energética brasileira.

A energia eólica, também na década de 70, foi foco de interesse, onde em 1979 foi concebido o primeiro atlas (ELETROBRÁS CONSULPUC, 1979), sendo revisto posteriormente em 1988 (ELETROBRÁS, 1988), no qual indicava as os locais de maiores velocidades de vento no litoral brasileiro e também em áreas do interior favorecidas pelo relevo e baixa rugosidade. Contudo, as conclusões de viabilidade foram questionadas por se considerar somente registros anemométricos obtidos a alturas máximas de 10 m. Em 2001, o atlas do Potencial Eólico Brasileiro (AMARANTE, 2001) foi elaborado para atualizar o atlas anterior. Este teve acesso às torres de medição de 50 m, medições feitas em relação à altura dos aerogeradores da época, e também com acesso a recursos computacionais que possibilitaram simulações baseadas nas leis físicas de interação entre as diversas variáveis meteorológicas (EPE, 2018).

A primeira turbina eólica da América do Sul foi instalada em 1992 no Arquipélago de Fernando de Noronha/PE que foi resultado de uma parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), através de financiamento do instituto de pesquisas dinamarquês *Folkecenter*. Nos anos seguintes, pouco se avançou na consolidação da energia eólica como alternativa de geração de energia elétrica no país, em parte pela falta de políticas, mas principalmente pelo alto custo da tecnologia (ABEEÓLICA, 2019). Apenas em 1998, o primeiro parque produtor independente do país (fora da rede interligada de distribuição

de energia) começou a operar, localizado no Ceará, composto por 10 turbinas de 500 kW denominada Central Eólica de Taíba (ANEEL, 2005).

Em 2001, algumas iniciativas pioneiras marcaram o início efetivo da história da energia eólica no Brasil, após a crise de energia elétrica, surgiu a primeira lei de incentivo à tecnologia eólica que foi o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA). Esta lei previa incentivos crescentes para as centrais instaladas em períodos mais curtos e despertou o interesse de vários investidores privados que deram início ao desenvolvimento de projetos de energia eólica no Brasil (LE MOS, 2011). Entretanto, o PROEÓLICA nunca foi regulamentado pela ANEEL e nenhuma usina eólica incentivada por esse programa entrou em operação (FERREIRA, 2008).

Importante mencionar que em 2001 ocorreu a crise do apagão que impulsionou mais ainda o crescimento da energia eólica do que propriamente o estímulo ao desenvolvimento sustentável, sendo mais uma consequência, ou seja, ela aparece como uma alternativa de complementação ao sistema elétrico nacional devido ao seu grande potencial natural, inserindo-se dentro do contexto mundial de incentivo às tecnologias de geração elétrica não dependente dos combustíveis fósseis (HOFSTAETTER, 2016).

Em abril de 2002, foi realizada uma nova tentativa com a criação do Programa de Incentivos às Fontes Alternativas (PROINFA) (Lei 10.438 de 26 de abril de 2002) que além de incentivar o desenvolvimento das fontes renováveis na matriz energética, abriu caminho para a fixação da indústria de componentes e turbinas eólicas no país. Este programa previa, em sua primeira fase, a compra da energia elétrica por 20 anos, a partir de 3.300 MW de energias renováveis divididos igualmente entre Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), Biomassa e Eólica por valores que viabilizassem a implantação dos projetos. Das três fontes contempladas pelo PROINFA, a energia eólica destacou-se com a contratação de 1.423 MW.

A partir de 2004, já sob o Novo Modelo do Setor Elétrico, o PROINFA ganhou força e foi relançado pelo Decreto 5.025/2004. O governo começou a contratar energia renovável por meio de leilões a fim de aumentar a concorrência entre os participantes do setor elétrico para a redução da tarifa aos consumidores. Paralelamente, o governo forneceu um pacote de estímulos ao setor, incluindo redução de tributos e financiamentos de longo prazo (GOUVÊA; SILVA, 2018).

Os leilões de compra e venda de energia elétrica são realizados no âmbito do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) através da Câmara de Comercialização de

Energia Elétrica (CCEE). Os leilões podem ser de energia existente - destinados a atender às distribuidoras no ano subsequente ao da contratação (denominado A-1) ou leilões de energia nova com a contratação de energia que ainda serão construídas dependendo do tipo do leilão, como por exemplo, A-3 ou A-5, ou seja, deverão fornecer energia em 3 ou 5 anos dependendo do ano de realização do leilão (ano-base) (ABRADEE, 2019). Existem também os Leilões de Energia de Reserva (LER) para garantir uma reserva no fornecimento de energia e os Leilões de Fontes Alternativas (LFA) para contratação exclusiva de usinas novas ou existentes exclusivas para as fontes alternativas de energia (biomassa, eólica e PCH).

Desde o PROINFA já ocorreram 17 leilões dos quais a energia eólica contratou diversos projetos. A Figura 1.16 apresenta a energia contratada ao longo dos diversos leilões e o número de parques contratados. O maior número de parques contratados se deu em Ambiente de Contratação Livre (ACL) onde os geradores, consumidores livres, autoprodutores, comercializadores, importadores e exportadores de energia estabelecem entre si contratos bilaterais de compra e venda de energia com preços e quantidades livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

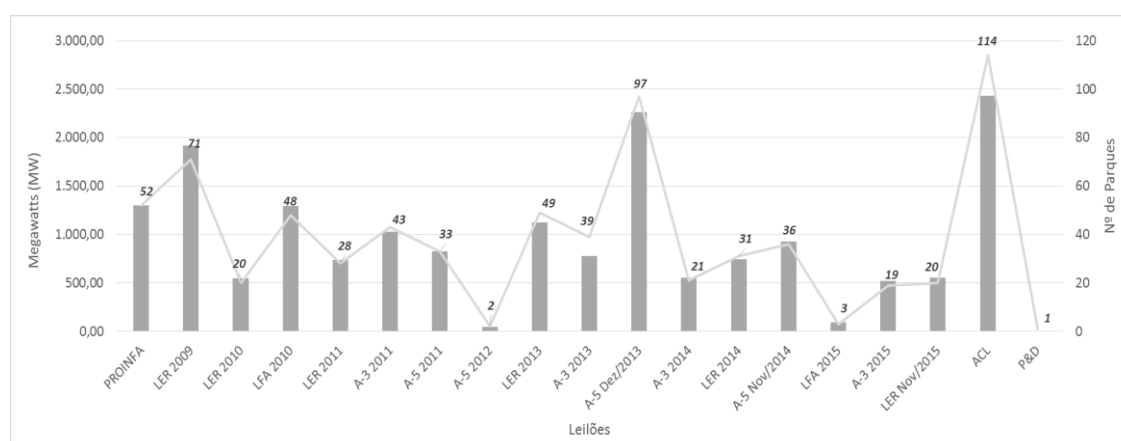


Figura 1.16 - - Megawatts (MW) contratados de fonte eólica por tipo de leilão e número de parques. Fonte: Dados Setembro 2017 – ABEEólica

A capacidade instalada de energia eólica no início julho de 2019 foi de 15,06 GW e até 2024, com a operação dos parques em construção e a construir, alcançará aproximadamente 21 GW de capacidade instalada em todo o território nacional (ABEEÓLICA, 2019). Essa capacidade instalada segue distribuída em 614 parques eólicos operando em todo o Brasil (Figura 1.17), sendo a Bahia com o maior número de

parques (156), o RN em segundo lugar com 151 usinas eólicas, em seguida empatados está o Ceará e o Rio Grande do Sul com 81 parques (Figura 1.18). Ainda existem no Brasil 213 parques eólicos em construção e a iniciar a construção (Figura 1.19), conforme o Banco de Informações de Geração, o BIG (ANEEL, 2019).

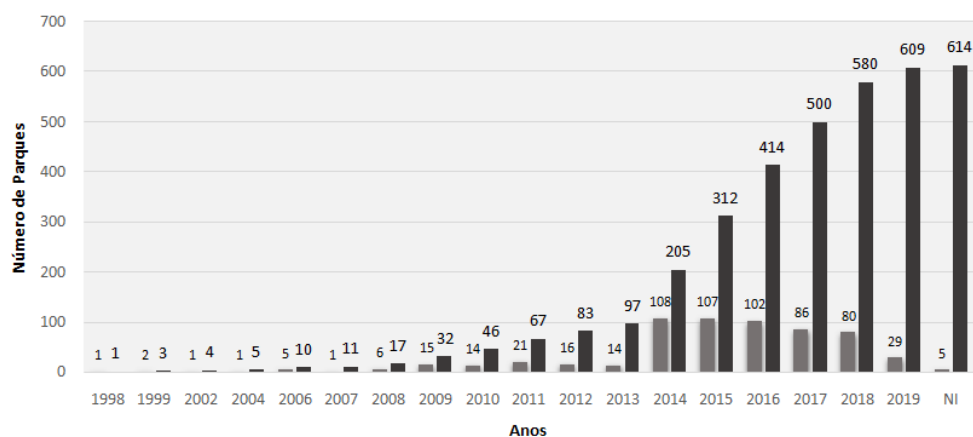


Figura 1.17- Número de parques eólicos instalados por ano e total acumulado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL.

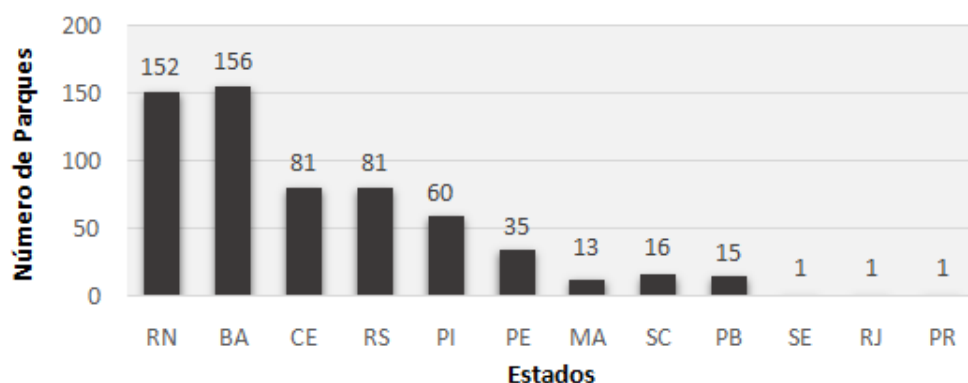


Figura 1.18- Número de parques eólicos instalados por Estado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL.

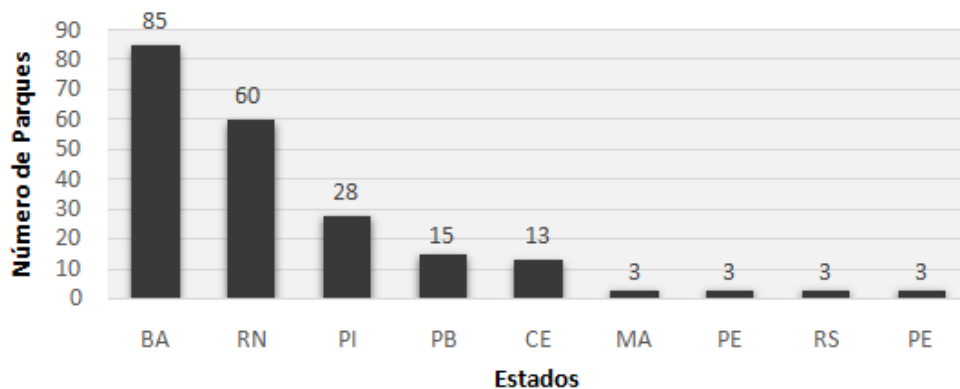


Figura 1.19- Número de parques eólicos em construção ou a iniciar a construção por Estado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL.

Segunda a ABEEÓLICA, a CCEE e a ANEEL, os dados de geração apontam que o RN permanece como maior produtor de energia eólica do país com 4.053,6 MW de potência instalada em 2019, em seguida está a Bahia com 3.927,5 MW e em terceiro o Ceará com 1.828,0 MW (Figura 1.20). Em relação a potência em construção (Figura 1.21), a Bahia está com 561,5 MW e o Piauí com 207,9 MW. O RN está com apenas 48,3 MW. Em relação a potência contratada (Figura 1.22), o RN segue na frente com 1.796,96 MW, seguido da Bahia com 962,15 MW e em terceiro o Piauí com 714,45 MW. Segundo o Boletim Anual da ABEEÓLICA de 2018, em dias de geração recorde, a eólica já chega a abastecer quase 14% do País e mais de 70% do Nordeste.

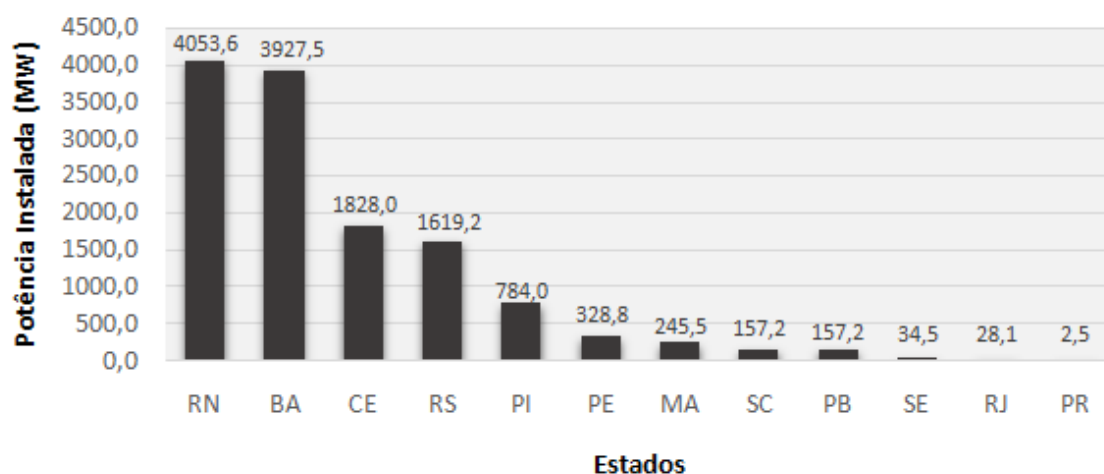


Figura 1.20- Potência Instalada por Estado. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL.

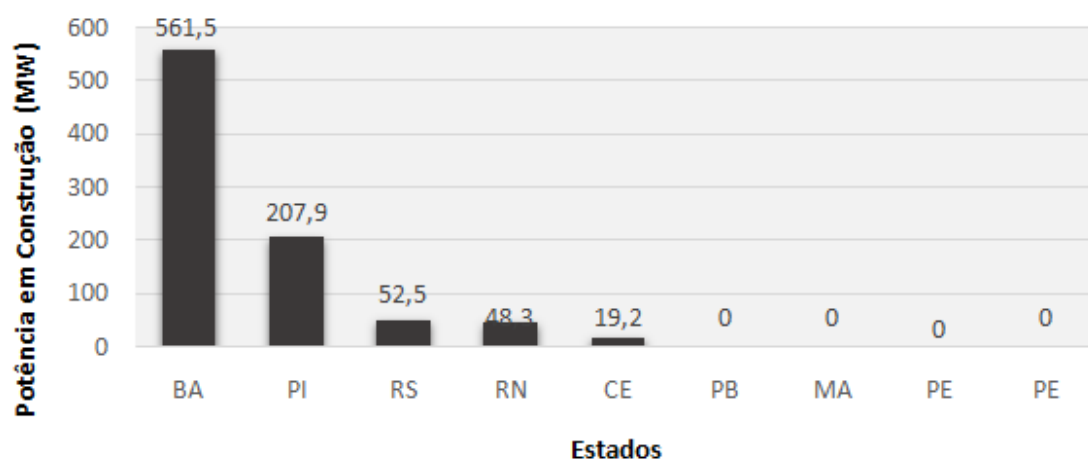


Figura 1.21- - Potência em Construção por Estado.. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL.

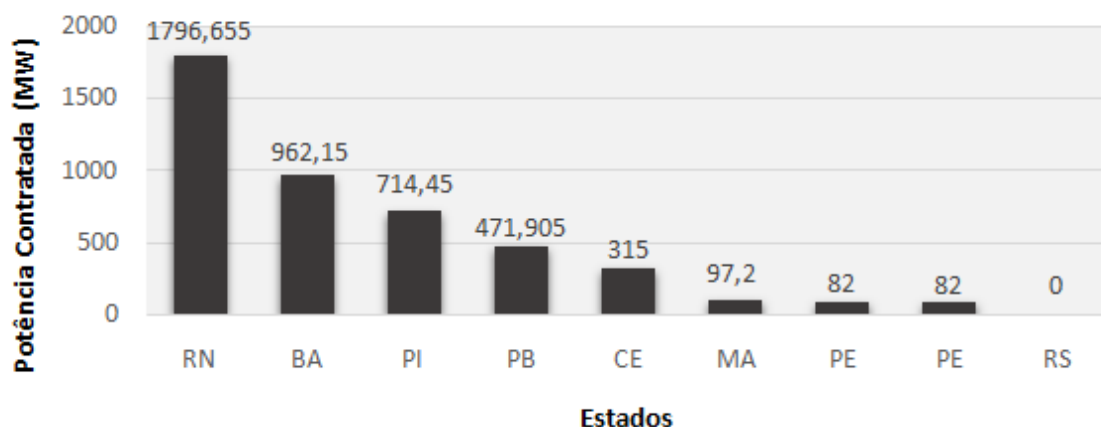


Figura 1.22- Potência Contratada por Estado.. Fonte: Julho 2019 – BIG/ANEEL.

### 1.5 Abordagem Geossistêmica na Integração de Dados do Meio Físico, Biológico e Antrópico

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) foi proposta por Ludwig von Bertalanffy<sup>1</sup> com o intuito de mudar a visão meramente mecanicista (a física do pensamento mecânico de Newton) dos fenômenos biológicos para uma visão ampliada que considerasse o todo e as inter-relações com o ambiente, por isso a TGS era definida como “uma ciência geral da totalidade” e que “um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos em inter-relação entre si e com o ambiente” (UHLMANN, 2002).

Bolós (1992) apresenta como princípios básicos da TGS: um caráter multivariável, ou seja, às variáveis do sistema se relacionam de forma integrada; caráter global ou de totalidade (holístico); sistema estruturado por níveis de organização mais ou menos complexos e sistemas dinâmicos, abertos que se relacionam entre si.

Os pressupostos apontados por Bertalanffy foram aplicados em várias ciências, inclusive na geografia, com ênfase na geografia física. Surgiu a partir de tentativas e formulações teórico-metodológicas e da necessidade de se trabalhar com os princípios da interdisciplinaridade, síntese, abordagem multiescalar e a dinâmica (RODRIGUES, 2001).

Sotchava disseminou a ideia de geossistema na escola russa em um estudo publicado em 1960, enquanto que, no mundo ocidental, essa teoria foi difundida pela

<sup>1</sup>Biólogo que iniciou a sua carreira em Viena na década de 20 do século XX, onde integrou o chamado círculo de Viena (UHLMANN, 2002).

escola francesa através da iniciativa de Georges Bertrand em 1968. No Brasil, os periódicos do extinto Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo difundiram a proposta, publicando os textos de Bertrand (2004) e Sotchava (1977, 1978), porém a proposta só é aplicada no Brasil pelo Prof. Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, no qual utilizou a teoria como referencial teórico; testando, incrementando e adaptando a algumas situações particulares do nosso território (RODRIGUES, 2001).

Sotchava definiu geossistema como ‘formações naturais’ que obedecem à dinâmica de fluxos de matéria e energia, que, juntamente com a influência humana, formam um complexo individualizado discernível na paisagem” e, para Bertrand, “o Geossistema seria uma categoria concreta do espaço, composto pela ação antrópica, exploração biológica e potencial ecológico” (GOMES, 2009, p. 118).

Bolós (1992) complementa ainda que o geossistema corresponde à aplicação do conceito de sistema em uma concepção sistêmica da paisagem, assim como o ecossistema, é uma abstração, um conceito, um modelo teórico de paisagem.

Como características do geossistema Rodrigues (2001) considera: a) a natureza como “sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados, passíveis de delimitação”, ou seja, o geossistema não se subdivide infinitamente pois depende de uma organização geográfica; b) adota o princípio bilateral dos geossistemas onde se analisa a estrutura homogênea e as qualidades integrativas; c) o geossistema é dinâmico e é possível classificá-los de acordo com seus estados e propor hipóteses sobre sua dinâmica futura, nesse caso Sotchava (1978) expõe que qualquer geossistema em cada parcela de tempo, encontra-se em determinado estado de dinâmica, compreendê-lo e ordená-lo por um enfoque unilateral é difícil, sendo somente possível comparar os geossistemas um com o outro e classificá-los com um inventário próprio de suas transformações dinâmicas e, por último, d) se propõe a modelagem como mensuração direta das trocas, circuitos, balanços de matéria e energia nos sistemas e subsistemas.

Geossistemas, embora sejam considerados “fenômenos naturais”, devem ser estudados à luz dos fatores econômicos e sociais que influenciam sua estrutura. Assim, a ação antrópica atua intensificando o processo de construção e reconstrução da paisagem pela forma como homem e o meio natural interagem. Em outras palavras uma paisagem é construída em cima de uma antiga ao longo dos anos, deixando o reflexo das modificações na superfície com o decorrer do tempo (FIDELLIS; FERREIRAS, 2009).

Pesquisadores como Bertrand (2004), Sotchava (1977) e Bolós (1992) apoiaram-se na teoria geossistêmica para definir a paisagem enquanto categoria

geográfica e não como objeto geográfico. Por isso, o conceito de paisagem em uma abordagem sistêmica, procura relacionar os fatores bióticos e abióticos num processo dinâmico interativo a partir da participação humana na modelagem da paisagem (FIDELLIS; FERREIRAS, 2009).

Bertrand (2004) considera a paisagem como:

uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. É preciso frisar que não se trata somente da paisagem “natural”, mas da paisagem total integrando todas as implicações da ação antrópica (BERTRAND, 2004, p. 141).

Desta forma, toda ação que o homem produz provoca alteração no sistema de equilíbrio da paisagem que tende a um efeito compensatório de reequilíbrio, tornando a paisagem um conjunto que agrega muitas variáveis, dentre elas relevo, solos, clima, vegetação, que são interdependentes e ao mesmo tempo, confere unidade a categoria geográfica da paisagem (FIDELLIS; FERREIRAS, 2009).

Já o geossistema é resultado da combinação dos fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, gerando o potencial ecológico do geossistema e dos fatores biogeográficos, pedológicos e da fauna, resultando na exploração biológica do espaço, aliado às interferências antrópicas (BERTRAND, 2004). A Figura 1.23 representa a estrutura funcional dos geossistemas.

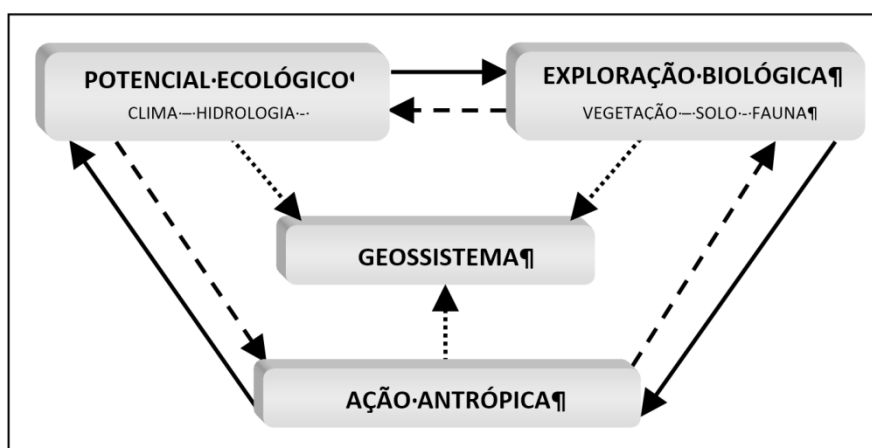


Figura 1.23 - - Estrutura funcional dos geossistemas (Bertrand, 1971)

O geossistema apresenta-se essencialmente dinâmico mesmo em um espaço-tempo muito breve. O potencial ecológico e a ocupação biológica são dados instáveis que

variam tanto no tempo como no espaço. A mobilidade biológica é bem conhecida através da dinâmica natural da vegetação e dos solos, além das intervenções antrópicas. Na maior parte do tempo, ele é formado de paisagens diferentes que representam os diversos estágios de evolução (BERTRAND, 2004).

Monteiro (2001), expõe que:

(...) o referencial teórico do “geossistema”, aliado àquele econômico dos “nossos recursos” está associado ao referencial técnico da avaliação ambiental. Isto quer esclarecer que o tratamento geossistêmico visa a integração das variáveis “naturais” e “antrópicas”, fundindo “recursos”, “usos” e “problemas” configurados em “unidades homogêneas” assumindo papel primordial na estrutura espacial que conduz ao esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente na aplicação do “diagnóstico” (MONTEIRO, 2001, p. 81).

Observa-se uma semelhança de propostas intimamente ligadas entre paisagem e geossistema, o que nos confere o discernimento da importância de se estudar as unidades da paisagem sob a perspectiva de uma abordagem geossistêmica onde todos os elementos (físicos, biológicos e antrópicos) encontram-se atrelados e participam de uma dinâmica comum que não corresponde obrigatoriamente à evolução de cada um separadamente.

O estudo realizado nessa tese pauta-se na abordagem geossistêmica por realizar uma integração de dados do meio físico, biológico e socioeconômico. A concepção da análise do licenciamento, a utilização das ferramentas multitemporais de uso e cobertura do solo e toda a análise proposta nessa tese deve ser vista integradamente, o que vai de acordo com a proposta dessa abordagem.

## **1.6 Importância do Planejamento Ambiental para o Ordenamento Territorial**

O planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis (SANTOS, 2004), ou seja, o planejamento ambiental é uma das estratégias mais importantes que devem ser utilizadas para a ocupação e ordenamento do espaço. Como ocupar sem planejar? Trata-se de uma abordagem geossistêmica no entendimento das relações ecológicas e dos processos da sociedade para a tomada de decisões atuais e futuras.

O objetivo do planejamento ambiental é organizar, ordenar e articular o uso da terra, compatibilizar esse uso com a proteção dos ecossistemas e melhorar a qualidade de vida das populações, buscando o equilíbrio ambiental e promovendo o desenvolvimento sustentável.

O tempo é uma escala objetiva de análise que deve situar o presente, o passado e o futuro do espaço diagnosticado fundamental para o planejamento ambiental. Santos (2004) expõe que a interpretação dos fenômenos do meio visa a responder sobre as questões que envolvem as mudanças que ocorrem, tanto para o meio natural como antropizado, ou seja, não se pode realizar uma leitura estática do ambiente, deve-se compreender os processos continuados que resultaram na apropriação dos recursos naturais, na perspectiva de desenvolvimento humano e na história natural regional (SANTOS, 2004).

No Brasil, o planejamento ambiental surge explicitamente na PNMA através do incentivo e da importância do ordenamento territorial. Apenas em 1990, foi incorporado o planejamento ambiental aos Planos Diretores Municipais.

Sugerem-se como alguns instrumentos do planejamento ambiental: os Estudos de Impacto Ambiental (regulamentados e exigidos a partir da Resolução CONAMA Nº 001/1986), os Planos Diretores (Estatuto da Cidade - Lei nº 10.257/2001), o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) (Decreto Nº 4.297, de 10 de julho de 2002), o Macrozoneamento, Plano de Gestão Integrada da Orla, Planos de Manejo, Análise do Uso e Ocupação através da Análise Multitemporal, Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), dentre outros.

O fundamental é que esses instrumentos sejam compostos por ações preventivas e normativas que permitam controlar os impactos territoriais negativos dos investimentos público-privados sobre os recursos naturais. Com isso, almeja-se evitar a subutilização dos espaços já infraestruturados e a degradação urbana e imprimir uma maior eficiência das dinâmicas socioambientais de conservação do patrimônio ambiental urbano (MMA, 2018).

O planejamento ambiental é o processo de interação e integração das relações entre os sistemas ecológicos, os processos da sociedade, as necessidades socioculturais e os interesses econômicos (SANTOS, 2004), levando em consideração sempre o melhor aproveitamento do espaço físico em um equilíbrio com a natureza e o homem.

O ZEE é um dos instrumentos mais completos de organização do território na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas com medidas e padrões de

proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população (BRASIL, 2002).

O objetivo geral do ZEE, conforme o documento é organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas (MMA, 2006).

Segue alguns objetivos específicos do ZEE:

- Subsidiar a elaboração de planos, programas e projetos e propor alternativas para tomada de decisão, segundo o enfoque da compatibilização das atividades econômicas com o ambiente natural;
- Conjuguar os elementos de diagnóstico físico-biótico e socioeconômico, para estabelecer macrocenários exploratórios com vistas a apresentar alternativas ao desenvolvimento social, ambientalmente sustentável;
- Identificar as políticas públicas nacionais de desenvolvimento e de meio ambiente, comparando suas afinidades e incongruências;
- Identificar oportunidades de uso dos recursos naturais, estabelecendo os parâmetros necessários para sua exploração;
- Identificar e analisar problemas ambientais, tais como áreas degradadas, usos inadequados dos solos, das águas superficiais e subterrâneas, exploração irregular de recursos ambientais e desenvolvimento urbano descontrolado;
- Identificar conflitos de interesses entre os usos dos recursos naturais e as políticas ambientais, bem como a concorrência desses usos;
- Identificar e analisar problemas socioeconômicos da população brasileira, em suas diferentes regiões, correlacionando-os a processos de dinâmica territorial;
- Propor as diretrizes legais e programáticas de caráter preservacionista e de desenvolvimento econômico e social para cada sistema ambiental identificado e, quando for o caso, de ações voltadas à mitigação ou correção de impactos ambientais danosos, porventura ocorridos;
- Propor a elaboração de instrumentos legais visando o desenvolvimento sustentável nas diferentes regiões do país;
- Estimular mecanismos que favoreçam a criação e implementação de instrumentos e técnicas voltadas para a análise ambiental.

O ZEE segue pautado na compreensão dos aspectos do território; da sustentabilidade ecológica e econômica; na participação social; na articulação entre instituições; em uma abordagem geossistêmica (ampla e integrada); na multidisciplinaridade e na tecnologia por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

No ZEE, a compreensão do território vai além do que apenas relacioná-lo a critérios políticos, acrescenta as limitações ambientais na utilização do território remetendo-se a questão das vulnerabilidades, fragilidades ambientais, potencialidades de uso e os conflitos socioambientais existentes.

O Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MZEE) é similar ao ZEE e se concretiza como um instrumento de arranjo institucional que traz como horizonte a redução da desigualdade social e o respeito ao pluralismo, cooperando para a prática de uma cidadania ativa e participativa a medida que pressupõe a abertura de canais institucionais com a sociedade para fins de consulta pública, informação e cogestão articulando diversas escalas de abordagem, cada qual portadora de atores e temas específicos.

A Análise do Uso e Ocupação funciona como um mecanismo que contribui com parte dos objetivos específicos, tanto do ZEE, como do MZEE quando permite o entendimento da dinâmica, evolução, tendências e distribuição espacial do uso e ocupação e alterações na cobertura do solo, sempre com uma visão integrada pautada na observação conjunta dos meios físico, biológico e antrópico passada, atual e futura (prognóstico socioambiental). Essa análise contribui para o mapeamento e entendimento dos conflitos socioambientais, direcionamento de áreas que requerem maior atenção do poder público e auxílio para diversos mapeamentos como de impactos, vulnerabilidade, fragilidades e potencialidades socioambientais.

Os Estudos de Impacto Ambiental também podem ser importantes e contribuir significativamente para o ordenamento territorial e planejamento ambiental, pois a sua composição dispõe de um diagnóstico físico, biológico e socioeconômico de locais e fazem importantes contribuições dos impactos ambientais advindos pela implantação de empreendimentos. Essas informações podem subsidiar a própria Avaliação Ambiental Estratégica enquanto instrumento de política ambiental que objetiva auxiliar no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos, que uma dada decisão estratégica a respeito da implementação de uma política, um plano ou um programa poderia desencadear no meio ambiente e na sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Independente dos objetivos dos instrumentos de planejamento ambiental disponível, é importante considerar que a finalidade é a mesma, ou seja, de contribuir para o planejamento e ordenamento territorial adequadamente. A utilização combinada desses instrumentos pode surtir positivamente e intensificar seus resultados.

Infelizmente, esses instrumentos, como o zoneamento, têm sido consolidados em “leis mortas”, tornando-os trabalhos inacabados e não implantados efetivamente na melhoria do sistema geral, ou seja, teoricamente eficazes e, na prática, ineficientes. Santos (2004) corrobora ao expor que os planejamentos ambientais no Brasil, não representam de forma eficiente a realidade, nem atingem o ideário a que se propõem, restringem-se ao discurso teórico tornando a sua implantação, o grande entrave e os maiores desafios no planejamento ambiental.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia de trabalho segue pautada em cinco etapas principais que correspondem aos objetivos específicos desta Tese de Doutorado, visando ao final, analisar o panorama do licenciamento ambiental para parques eólicos no contexto do planejamento ambiental e direcionamento das tomadas de decisão sobre as novas ocupações. As atividades de cada uma dessas etapas podem ser melhor compreendidas através do fluxograma da Figura 2.1.

Antes de iniciar com os procedimentos descritos na referida figura foi desenvolvido um levantamento bibliográfico e documental dos temas da pesquisa e da área de estudo. Foram realizadas pesquisas acerca do crescimento e o panorama atual da energia eólica no Brasil e Estados, seu contexto junto a matriz energética brasileira e quantitativo das usinas instaladas com valores da capacidade instalada.

O trabalho segue estruturado a partir de uma abordagem geossistêmica pautado na compreensão dos elementos naturais da paisagem em conjunto com as interferências e relações antrópicas do homem com o meio. As principais referências das bases e pressupostos teóricos que nortearão esta pesquisa são: Sotchava (1977, 1978), Bertrand (2004), Monteiro (1982, 2001), Bolós (1992) e Santos (2004).

A metodologia geossistêmica não apenas serve para a delimitação e representação cartográfica das áreas, mas também para detectar os problemas existentes e o grau de responsabilidade da ação antrópica sobre os mesmos, para assim, planejar estratégias para conter, reverter ou amenizar os impactos existentes (ROSOLÉM; ARCHELA, 2010).

A abordagem geossistêmica permite uma compreensão da dinâmica da paisagem e precisa ser concebida como um mosaico constituído de elementos concretos e abstratos, visíveis e invisíveis, que materializam as relações estabelecidas entre o homem e o meio, e que é a expressão da organização de todos os elementos no espaço geográfico (LOPES; SILVA; GOURLART, 2014).

Foi realizada também uma pesquisa sobre planejamento ambiental e alguns de seus importantes instrumentos para as tomadas de decisões principalmente em relação a ocupação dos espaços. Dessa forma, a análise integrada da paisagem, a partir de uma abordagem geossistêmica, leva ao entendimento das relações homem e meio, conduzindo, então, ao planejamento da ocupação do espaço, evitando diversos conflitos socioambientais que venham a se desencadear no espaço.

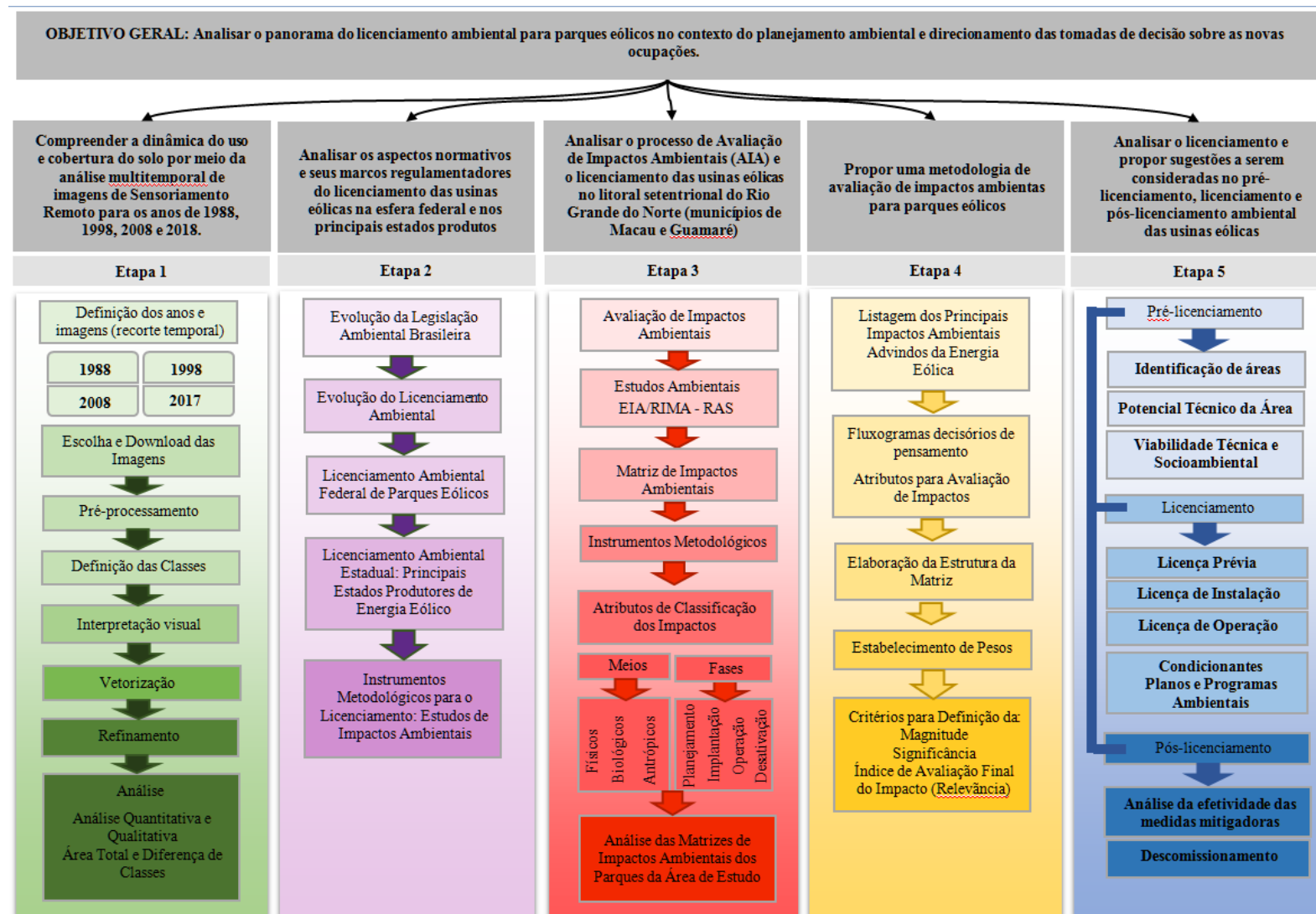


Figura 2.1 - Fluxograma de etapas e atividades importantes para se atingir o objetivo geral e específicos da tese.

Salienta-se que a Etapa 1 segue descrita no subitem 2.1 “Análise do Uso e Cobertura do Solo”. A Etapa 2 e 3 segue descrita no item 2.2 “Análise Normativa do Licenciamento de Parques Eólicos a Nível Federal, Estadual e Avaliação de Impactos Ambientais”. A Etapa 4 não segue descrita nesse capítulo, contudo segue detalhada no capítulo 6 “Proposta Metodológica para Avaliação de Impactos Ambientais”. E, por fim, a Etapa 5 segue descrita no item 2.3 “Análise do Processo de Pré-Licenciamento, Licenciamento e Pós-Licenciamento Ambiental para as usinas eólicas”.

## **2.1 Análise do Uso e Cobertura do Solo**

A primeira etapa consistiu no mapeamento dos usos e cobertura do solo, considerando uma faixa temporal de 30 anos, distribuídos nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018. Salienta-se que o mapeamento do último ano foi realizado em 2017; contudo, a validação da disposição das unidades ambientais realizada por meio de levantamentos em campo ocorreu em 2018 e não revelou modificações substanciais no terreno. Por isso, adotou-se nesse artigo a utilização dos 30 anos como recorte temporal.

Os produtos que deram suporte ao mapeamento foram as imagens do satélite LANDSAT5 sensor *Thematic Mapper* (TM) (datas dos imageamentos: 30/07/1988, 28/09/1998, 23/09/2008) e LANDSAT 8 sensor *Operational Land Imager*(OLI) (data do imageamento: 19/01/2017)têm as características apresentadas na Tabela 2.1. Tais imagens estão disponíveis no sítio *Earth Explorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (sigla em inglês *United States Geological Survey*- USGS) no formato "L1T" já ortorretificadas com base em pontos de controle no terreno e modelos digitais de elevação (ROY *et al.* 2014). Igualmente foram submetidas à correção geométrica por meio de georreferenciamento na base cartográfica do Sistema UTM na Zona 24S com o Datum SIRGAS 2000, elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980.

Para esse estudo, agregou-se à correção geométrica e ao registro das imagens multitemporais as informações de geolocalização da Rede Geodésica do Litoral Setentrional (SANTOS; AMARO, 2011), mantidas pelo Laboratório de Geoprocessamento (GEOPRO) e do Laboratório de Geotecnologias e Modelagens Costeira e Oceânica (GNOMO), ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), reduzindo os erros a dimensões inferiores a 0,5 pixel e aumentando a acurácia na correlação entre as imagens multitemporais.

Tabela 2.1 - Caracterização das imagens utilizadas para o mapeamento de cobertura do solo

| SATÉLITE-SENSOR | DATA DE IMAGEAMENTO | HORA DA AQUISIÇÃO | RESOLUÇÃO ESPACIAL |
|-----------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| LANDSAT 5-TM*   | 30/07/1988          | 12h05min          | 30m                |
| LANDSAT 5-TM*   | 28/09/1998          | 12h13min          | 30m                |
| LANDSAT 5-TM*   | 23/09/2008          | 12h19min          | 30m                |
| LANDSAT 8-OLI#  | 19/01/2017          | 12h34min          | 30m                |

\*TM = *Thematic Mapper*; #OLI = *Operational Land Imager*

A base de dados vetoriais e matriciais foram processados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando plataforma ArcGISv.10. As imagens foram vetorizadas a partir da interpretação visual e categorizadas em classes adaptadas (Tabela 2.2) conforme o Sistema de Classificação de Uso da Terra disponibilizado no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Este manual reorganizou a nomenclatura de levantamento da cobertura da terra em três níveis hierárquicos, níveis I a III, sendo o nível III aquele de maior detalhe. Um quarto nível de informação pode ser criado para detalhar os tipos de produção da mineração/exploração, dos cultivos, do extrativismo, da pecuária, dentre outros. O nível I (classes) indica as principais categorias da cobertura terrestre no planeta. O nível II (subclasses) traduz a cobertura e o uso em uma escala mais regional. O nível III (unidades) explicita o uso da terra propriamente dito.

Após a geração dos dados, foi realizada a análise do uso e cobertura do solo para a área de estudo total e a área de ocupação dos parques eólicos, onde se instalam as bases dos aerogeradores e acessos entre as turbinas eólicas.

A análise da área de estudo total foi realizada com base no cálculo da área total de cada classe, da diferença de áreas das classes de um ano para o outro e as mudanças da área em termos qualitativos e quantitativos, com base em metodologia adaptada de Grigio *et al.* (2005); Grigio (2008), no qual se analisou qual classe de uso e cobertura do solo modificou para dar lugar a nova alteração.

Essa última análise foi realizada no software ArcGIS 10 na extensão *Spatial Analyst Tools* com base no cruzamento dos mapas para os anos de 1988, 1998, 2008 e 2018 que resultou em três tabelas, contendo uma o resultado da intersecção entre os anos de 1998 e 1988, outra entre os anos de 2008 e 1998 e outra entre 2018 e 2008, onde as colunas representam os valores das classes no ano posterior e as linhas os valores do ano anterior.

Tabela 2.2 - Nomenclatura utilizada nas classes de uso e cobertura da terra utilizada, conforme adaptação do IBGE (2013).

| IBGE NÍVEL I                   | IBGE NÍVEL II        | IBGE NÍVEL III                                               | NOMENCLATURA ADOTADA                |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| CLASSE                         | SUBCLASSE            | UNIDADES                                                     |                                     |
| Áreas Antrópicas Não Agrícolas | Áreas Urbanizadas    | Cidades                                                      | <b>Aglomerado Urbano</b>            |
| Áreas Antrópicas Não Agrícolas | Áreas Urbanizadas    | Vilas                                                        | <b>Aglomerado Urbano</b>            |
| Áreas Antrópicas Não Agrícolas | Áreas Urbanizadas    | Outras áreas urbanizadas                                     | <b>Aglomerado Urbano</b>            |
| Áreas Antrópicas Não Agrícolas | Áreas de Mineração   | Minerais não metálicos                                       | <b>Exploração de Petróleo e Gás</b> |
| Áreas Antrópicas Não Agrícolas | Áreas de Mineração   | Minerais não metálicos                                       | <b>Salina</b>                       |
| Áreas Antrópicas Agrícolas     | Uso não identificado | Uso não identificado                                         | <b>Área de Cultura ou Pastagem</b>  |
| Não se aplica                  | Não se aplica        | Não se aplica                                                | <b>Solo Exposto</b>                 |
| Áreas de Vegetação Natural     | Área campestre       | Não se enquadra                                              | <b>Caatinga</b>                     |
| Áreas de Vegetação Natural     | Área campestre       | Não se enquadra                                              | <b>Dunas Fixas</b>                  |
| Água                           | Não se aplica        | Não se aplica                                                | <b>Carcinicultura</b>               |
| Água                           | Águas Costeiras      | Uso diversificado em corpo d'água costeiro                   | <b>Corpo Hídrico</b>                |
| Outras áreas                   | Áreas descobertas    | Unidade de conservação de uso sustentável em área descoberta | <b>RDSEPT*</b>                      |
| Outras áreas                   | Áreas descobertas    | Uso diversificado em área descoberta                         | <b>Parque Eólico</b>                |
| Outras áreas                   | Áreas descobertas    | Uso diversificado em área descoberta                         | <b>Duna Móvel</b>                   |
| Outras áreas                   | Áreas descobertas    | Uso diversificado em área descoberta                         | <b>Praia</b>                        |
| Não se aplica                  | Não se aplica        | Não se aplica                                                | <b>Planície flúvio-estuarina</b>    |
| Não se aplica                  | Não se aplica        | Não se aplica                                                | <b>Paleo Ilhas Barreiras</b>        |
| Não se aplica                  | Não se aplica        | Não se aplica                                                | <b>Bancos Arenosos</b>              |

\*RDSEPT: Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual da Ponta do Tubarão

Na Tabela 2.3 a primeira coluna refere-se a Classe 1 do Ano Posterior (em vermelho), a célula que está em cinza escuro representa o valor que permaneceu, conforme intersecção espacial, enquanto que as outras células denominadas de A, B, C e X representam as Classes com valores de área que foram alteradas para dar lugar a Classe 1 em termos de ganho ou perda de área, conforme diferença de áreas das classes de um ano para o outro. As perdas são registradas nas linhas e os ganhos nas colunas.

Tabela 2.3–Modelo da intersecção espaço-temporal, conforme interpretação do resultado gerado da análise dos mapas de uso e cobertura para a área de estudo.

| CLASSES      |          | ANO POSTERIOR |          |          |          |          |
|--------------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|
| ANO ANTERIOR |          | Classe 1      | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe X |
|              | Classe 1 |               |          |          |          |          |
|              | Classe 2 | A             |          |          |          |          |
|              | Classe 3 | B             |          |          |          |          |
|              | Classe 4 | C             |          |          |          |          |
|              | Classe X | X             |          |          |          |          |

Tal análise permitiu verificar se houve alteração apenas entre áreas antropizadas ou se o que ocorreu foi apenas a dinâmica natural do ambiente, ou então, se áreas naturais deram lugares para novas áreas antrópicas ou vice-versa. Como áreas antrópicas, considerou-se o aglomerado urbano, área de cultura ou pastagem, carcinicultura, exploração de petróleo e gás, parques eólicos, salina e solo exposto. Para as áreas naturais, considerou-se planície flúvio-estuarina, bancos arenosos, caatinga, corpo hídrico, duna fixa, duna móvel, faixa de praia, manguezal e paleo-ilha barreira.

Tal padrão de análise igualmente foi realizada para a área de ocupação dos parques eólicos, considerando a extensão da base dos aerogeradores e os acessos entre as turbinas eólicas, verificando quais classes de uso e cobertura do solo deram lugar para a instalação dos parques eólicos e suas infraestruturas.

## **2.2 Análise Normativa do Licenciamento de Parques Eólicos a Nível Federal, Estadual e Avaliação de Impactos Ambientais**

A segunda etapa consistiu na análise dos aspectos normativos e seus marcos regulamentadores. Foram analisadas a inserção das questões ambientais na legislação brasileira, a fim de se compreender como ocorreu esse processo e a incorporação dos aspectos relacionados ao licenciamento ambiental no Brasil, em seguida foram relacionados os aspectos do licenciamento exclusivos para parques eólicos a nível federal e nos principais estados produtores de energia eólica do Brasil.

Para análise do licenciamento, foram estudados também seus aspectos técnicos, sendo o mais importante os Estudos de Impacto Ambiental. Relatou-se seu conteúdo e os aspectos metodológicos para a Avaliação de Impactos Ambientais através de uma análise crítica e interpretativa de bibliografias sobre o impacto ambiental e a matriz de análise dos impactos, abordando assuntos como o conceito de impacto ambiental, a definição e identificação de aspectos e impactos ambientais, as variadas ferramentas para elaboração e definição dos atributos e critérios utilizados para avaliação dos impactos ambientais.

A terceira etapa consistiu na avaliação dos RAS elaborados por consultorias ambientais e entregues ao órgão ambiental estadual, como documento exigido para emissão da licença ambiental prévia, para os 09 parques eólicos (07 parques instalados no município de Guamaré/RN e 02 instalados no município de Macau/RN) na área de

estudo. Esses RAS foram solicitados para o órgão ambiental e recebidos em arquivo digital no ato do protocolo do documento.

Foram analisadas matrizes de impactos ambientais dos seguintes RAS:

- 01 RAS para o complexo eólico Alegria (Alegria I e II);
- 01 RAS para o parque eólico de Miassaba II;
- 01 RAS para o Parque Eólico de Macau;
- 01 RAS para Miassaba III;
- 01 RAS para Aratuá I e;
- 01RAS de Mangue Seco 5.

As informações extraídas das matrizes de impactos ambientais foram detalhadas em uma planilha e após, realizada uma estatística descritiva a fim de se entender, descrever e sumarizar os dados e a variabilidade das variáveis em diferentes cruzamentos.

Para os dados dos impactos listados nas matrizes de impactos ambientais foi realizado um agrupamento dos que apresentavam similaridades, pois se observou que os mesmos impactos se repetiam apenas utilizando expressões diferentes ou quando o estudo se confundia e citava o aspecto ao invés do impacto ambiental.

### **2.3 Análise do Processo de Pré-Licenciamento, Licenciamento e Pós-Licenciamento Ambiental para as usinas eólicas**

A quarta etapa referiu-se a análise e interpretação dos dados extraídos das etapas anteriores, o que permitiu uma visão ampliada dos aspectos relacionados as mudanças futuras de ocupação da paisagem frente a instalação das usinas eólicas, levando-se em consideração os aspectos regulamentadores para essas ocupações.

Ao final, foram propostas sugestões e recomendações importantes a serem levadas em consideração nas etapas que antecedem o licenciamento ambiental, denominada de pré-licenciamento, como a identificação de áreas do ponto de vista técnico (potencial eólico da região), socioambientais e de infraestrutura para instalação do empreendimento.

Entende-se que a análise da escolha da área, já inserindo uma visão socioambiental, tende a prever e remediar impactos socioambientais mais severos, essa etapa é o estudo de viabilidade ambiental do empreendimento, que deverá ser realizado

na fase inicial do processo de implantação das usinas eólicas, ou seja, antes mesmo de se iniciar as medições de vento na área.

Também foram analisadas as etapas do licenciamento (licença de instalação e operação) direcionado para o estudo de impacto ambiental/avaliação de impactos ambientais e planos e programas ambientais determinados nas condicionantes das licenças ambientais e posterior sugestões.

Para essa etapa, foram solicitados ao órgão ambiental vista aos processos dos parques eólicos localizados na área de estudo. Os processos solicitados foram resultado de uma busca no sistema CERBERUS (<http://sistemas.idema.rn.gov.br/>) com palavras-chaves de cada parque eólico como "Alegria", "Miassaba", "Mangue Seco", "Aratuá" e "Parque Macau". Ao total, foram solicitados vista aos 25 processos, resultado da busca, excluindo processos envolvendo as linhas de transmissão e autorização de supressão de vegetação. Desses 25 processos, 12 referem-se ao Parque Alegria I e II, 03 ao Aratuá I, 04 ao Mangue Seco 3, 4 e 5, 02 refere-se a Miassaba II e 04 a Miassaba III. Ao final, resultou-se na análise de 35.417 páginas das quais foram extraídas as licenças ambientais. As condicionantes ambientais foram computadas e organizadas por tipo de licença (instalação e operação) e parque.

Essa etapa do licenciamento engloba desde a primeira solicitação do licenciamento pelo empreendedor (Licença Prévia), cujo documento é necessário para habilitação do projeto junto a EPE, até a instalação/construção do empreendimento (Licença de Instalação) e posterior operação (Licença de Operação). Os tipos de licenças emitidas podem variar conforme entendimento do órgão, podendo ser uma única para instalação e operação ou separadas.

As diretrizes do pós-licenciamento serão direcionadores da avaliação dos reais impactos ocasionados pelo empreendimento após o término de sua operação, no caso, para parques eólicos, ao finalizar o tempo de vida útil das turbinas. Nesse caso, ou o parque poderá ser desativado completamente ou novas turbinas poderão ser instaladas a partir de uma nova solicitação de licença ambiental. É importante também realizar uma avaliação quanto a efetividade dos planos e programas ambientais realizados na fase das licenças.

Além de tudo o que foi exposto, vale salientar que todo o processo é ligado em todas as fases, ou seja, o resultado de uma fase desencadeia questões nos outros. Como por exemplo, a área selecionada para prospecção e instalação de um empreendimento afetará todo o processo de licenciamento e as medidas mitigadoras

implantadas através dos planos e programas ambientais influenciará a recomposição do ambiente após a operação do empreendimento, ou seja, a etapa de descomissionamento das turbinas e pós-licenciamento.

### **3 ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS DA INDÚSTRIA EÓLICA**

#### **3.1 Apresentação do Artigo**

A utilização da análise multitemporal para o mapeamento da evolução do uso e cobertura do solo é um instrumento eficiente para o planejamento ambiental se for relacionado a aspectos quantitativos e qualitativos dessa análise. Tal análise permite contrabalancear se as mudanças estão avançando sobre áreas naturais ou sobre áreas antrópicas já modificadas e, assim, poder equilibrar as ocupações diante a compatibilização do uso antrópico e o meio ambiente.

Esse capítulo procurou fazer essa análise para a área de estudo quando objetivou entender os aspectos da evolução qualitativa e quantitativa do uso e cobertura do solo e conflitos socioambientais por meio do levantamento multitemporal de imagens de Sensoriamento Remoto e aplicação de técnicas de Geoprocessamento na caracterização de mudanças ocorrentes no período referente aos últimos 30 anos (entre os anos de 1988 a 2018) para a zona costeira dos municípios de Guamaré, Macau e Porto do Mangue, com ênfase na ocupação do território com usinas eólicas.

A relevância dessa discussão, além da análise pontual direcionada para a área de estudo, é a de trazer uma metodologia que pode ser facilmente replicada em outras áreas, das quais utiliza dados gratuitos e permite uma análise mais completa da evolução da paisagem, o entendimento da dinâmica e a possível detecção de zonas que merecem atenção para as atuais ocupações frente às pressões humanas e as modelagens de prospecções de usos futuros.

Dessa forma, esse capítulo segue apresentado em formato de artigo no qual se intitulou “DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO E OS CONFLITOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA EÓLICA NO LITORAL TROPICAL SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE”.

### **3.2 ARTIGO 1: " DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO E OS CONFLITOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA EÓLICA NO LITORAL TROPICAL SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE "**

#### **DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO E OS CONFLITOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA EÓLICA NO LITORAL TROPICAL SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE**

#### **DYNAMICS OF LAND USE AND COVER AND THE ENVIRONMENTAL CONFLICTS OF THE WIND POWER INDUSTRY ON THE TROPICAL SEMIARID COAST OF RIO GRANDE DO NORTE**

#### **DINÁMICA DE LA UTILIZACIÓN Y COBERTURA DEL SUELO Y LOS CONFLICTOS AMBIENTALES DE LA INDÚSTRIA EÓLICA EN EL LITORAL TROPICAL SEMIÁRIDO DEL ESTADO DE RIO GRANDE DO NORTE**

Mariana Torres Correia de Mello – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Geografia – Natal, Rio Grande do Norte, Brasil; Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER) – Natal, Rio Grande do Norte, Brasil  
[marianatcm@yahoo.com.br](mailto:marianatcm@yahoo.com.br); [mariana@isi-er.com.br](mailto:mariana@isi-er.com.br)–<https://orcid.org/0000-0002-5260-4135>

Venerando Eustáquio Amaro - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia Civil – Natal, Rio Grande do Norte, Brasil  
[venerando.amaro@gmail.com](mailto:venerando.amaro@gmail.com)–<https://orcid.org/0000-0001-7357-2200>

#### **RESUMO**

O Rio Grande do Norte é atualmente o maior produtor de energia eólica do Brasil com parques instalados nos litorais setentrional, oriental e interior. Essas áreas incluem o litoral dos municípios de Guamaré, Macau e Porto do Mangue, marcados por elevada fragilidade e vulnerabilidade ambiental no qual deve ser conciliado com a interligação dos diversos setores econômicos. Sendo assim, este artigo objetivou realizar um levantamento multitemporal, aplicando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na caracterização das mudanças quali-quantitativas no uso e cobertura do solo no período de 1988 a 2018 para o litoral desses municípios com ênfase na ocupação por eólicas. Na dinâmica de mudanças no uso e cobertura do solo nessas décadas, comprovou-se que áreas antrópicas foram alteradas, ocupadas e exploradas essencialmente sobre as áreas naturais, e as áreas naturais modificaram-se apenas em outras áreas naturais, em resposta à intensa dinâmica natural desse ambiente. Também se observou que as áreas ocupadas pelos parques eólicos foram em áreas naturais antes não exploradas. Recomenda-se que novas decisões sobre a ocupação do solo nessa zona costeira sejam avaliadas com base em ferramentas de planejamento ambiental como a utilizada nesse estudo.

**Palavras-chave:** Parques eólicos, dinâmica costeira, Geoprocessamento, Nordeste do Brasil.

#### **ABSTRACT**

The Rio Grande do Norte state is currently the largest producer of wind energy in Brazil with wind farms installed in the northern and eastern coasts and inland areas. These areas include the coastline of the municipalities of Guamaré, Macau and Porto do Mangue, marked by high fragility and environmental vulnerability in which it must be reconciled with the interconnection of the various economic sectors. Thus, this article aimed to conduct a multitemporal survey, applying techniques of Remote Sensing and Geoprocessing in the characterization of qualitative and quantitative changes in land use and coverage from 1988 to 2018 relative to the coast of these municipalities with emphasis on wind occupation. In the dynamics of changes in land use and land cover over these decades, it has been shown that anthropogenic

areas have been altered, occupied and explored essentially over natural areas, and natural areas have changed only in other natural areas in response to intense natural dynamics. of this environment. It was also observed that the areas occupied by wind farms were in previously unexplored natural areas. It is recommended that new land use decisions in this coastal zone be evaluated based on environmental planning tools such as that used in this study.

**Keywords:** Wind farms, coastal dynamics, Geoprocessing, Northeast Brazil.

## RESUMEM

Actualmente el estado brasileño del Río Grande del Norte es el mayor productor de energía eólica en el Brasil con parques eólicos instalados en las costas del norte, este e interior. Estas áreas incluyen las costas de los municipios de Guamaré, Macau e Porto do Mangue, marcados por alta fragilidad y vulnerabilidad ambiental en el que debería conciliar una interconexión de los varios sectores económicos. Así siendo, este artículo tiene como objetivo realizar una investigación multitemporal aplicando técnicas de detección remota y geoprosamiento en la caracterización de los cambios cualitativos y cuantitativos en el uso y cobertura del suelo en el período de 1988 hasta 2018 para la costa de estos municipios destacando la ocupación de las eólicas. En la dinámica del cambio del uso y cobertura del suelo en estas décadas, fue comprobado que áreas antrópicas fueron alteradas, ocupadas y explotadas esencialmente sobre las áreas naturales y las áreas naturales han sido modificadas solamente en otras áreas naturales en respuesta a la intensa dinámica natural de estos ambientes. También fue observado que las áreas ocupadas por los parques eólicos fueron áreas naturales antes no explotadas. Se recomienda que nuevas decisiones acerca de la ocupación del suelo en la zona de la costa se evalúen basadas en herramientas de planeamiento ambiental como la que fue utilizada en este estudio.

**Palabras clave:** Parques eólicos, dinámica costera, geoprosamiento, nordeste de Brasil.

## INTRODUÇÃO

O planejamento e o ordenamento territorial, nos moldes preconizados na legislação brasileira, devem ser tratados como um processo contínuo de gestão pública, que envolve a coleta, organização e análises sistematizadas das informações sobre os aspectos físico-territoriais e da capacidade de integração sustentável com os aspectos socioeconômicos e socioambientais dos espaços geográficos (SANTOS, 2004; AMENDOLA; 2011; GELPI; KALIL, 2015). Geralmente, esse planejamento e ordenamento territorial são conduzidos por intermédio de normas e procedimentos que embasam as decisões e/ou escolhas dos gestores federais, estaduais e municipais sobre os melhores locais e alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis no território (SANTOS, 2004). Contudo, destaca-se que tais decisões estão sempre atreladas aos interesses do modelo econômico vigente, mas nem sempre direcionada à preservação da qualidade de vida dos ecossistemas e do bem-estar das populações locais, apesar do que recomendam as normativas (LUCION, 2006).

No âmbito federal, a promoção dessa gestão, planejamento e ordenamento territorial integrado é regulada por meio do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (Decreto nº 4.297 de 10 de julho de 2002) enquanto instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). No contexto de recorte geográfico da Zona Costeira, há a articulação entre órgãos colegiados nas esferas federal, estadual e municipal, expressa por meio do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil (PNGC).

Importante inserir no planejamento ambiental a variável tempo, pois o estado atual de um ecossistema não é produto de impactos individuais independentes, desconectados do passado ou do futuro; ao contrário, é consequência das ações e efeitos combinados entre si, decorrentes de um quadro de conservação ou degradação (SANTOS, 2004).

O processo de apropriação do território está relacionado com o contínuo desenvolvimento da sociedade. Esse desenvolvimento é ocasionado pela demanda por terras produtivas, matéria-prima e energia, embora existam projeções reais da utilização de alternativas mais sustentáveis, conforme aponta as atuais estatísticas sobre a utilização de energias renováveis no mundo (IRENA, 2019). Deste modo, a análise multitemporal da paisagem permite compreender a dinâmica de alterações do território, visando responder *o que, onde, quando, quanto e porquê* das mudanças ocorrentes, tanto para o meio natural quanto para aquele espaço geográfico já antropizado (SANTOS, 2004). O reconhecimento desse comportamento do processo ocupacional do terreno é condicionante fundamental para o planejamento de futuros projetos industriais que intencionam a instalação em setores previamente já antropizados e de alta sensibilidade ambiental (FREITA, 2014).

Quanto à matriz energética brasileira, o setor já busca alternativas menos impactantes negativamente ao ambiente como energias limpa e renovável (GOLDEMBERG; LUCON, 2007; EPE, 2016; LOSEKANN; HALLACK, 2017). As discussões sobre a inserção de outras fontes energéticas renováveis se iniciaram na década de 90 voltada para a energia eólica, sendo apenas nos anos 2000 o início da instalação das usinas em território brasileiro, no qual evoluiu progressivamente até o presente momento.

Atualmente, o Brasil dispõe de 614 usinas eólicas instaladas e mais de 7.000 aerogeradores em funcionamento, representando 9,1% da matriz elétrica brasileira. Em construção, ou já contratados, há 193 parques eólicos, o que acrescentará 5,62 GW, elevando o setor para próximo da marca de 20 GW de capacidade instalada total (ANEEL, 2019). O Estado do Rio Grande do Norte (RN) é hoje o maior produtor de energia eólica do Brasil, com um total 151 parques eólicos em operação (ANEEL, 2019). Esses parques eólicos seguem instalados nas regiões com ventos médios anuais intensos sobretudo distribuídos ao longo dos litorais setentrional e oriental, nas áreas elevadas a nordeste do RN e nos elevados das Serras Centrais (AMARANTE; SILVA; RIOS FILHO, 2003). Os primeiros parques eólicos do RN foram instalados na orla marítima dos municípios de Macau e Guamaré. A orla marítima dos municípios de Macau e

Guamaré se destaca igualmente pela sua relevância ecossistêmica e aptidão socioeconômica, marcada por campos de dunas fixas e móveis, faixas de praias arenosas, planícies estuarinas e planícies flúvio-marinhas ladeadas por franjas e bosques de manguezais e tabuleiro costeiro. Nesse litoral setentrional do RN, essas unidades geomorfológicas são utilizadas por atividades socioeconômicas como as indústrias de exploração do óleo e gás natural, da carcinicultura, da salicultura, da fruticultura e, mais recentemente, da produção de energia eólica (SOUTO; AMARO, 2003; GRIGIO *et al.*, 2005; SOUTO, 2006; GRIGIO *et al.* 2011; RIOS; AMARO, 2012; SANTOS; AMARO, 2013).

Quanto à exploração energética por fonte eólica, estão presentes na área de estudo 09 usinas eólicas em funcionamento, sendo elas: Parque Eólico Piloto de Macau, Alegria (I e II), Miassaba (II e III), Aratuá I, e Mangue Seco (V, III e II). Além dessas, existem setores na área de estudo que se encontram em prospecção, com torres de medições anemométricas instaladas, que podem vir a ser no futuro sítios de instalação de novos parques eólicos. Portanto, a interação dos diversos setores econômicos existentes, a exploração de novas atividades, a alta fragilidade, a vulnerabilidade ambiental da área e a intensa dinâmica ambiental, com processos contínuos de erosão/deposição de sedimentos na zona costeira, faz com que estudos multitemporais de uso e cobertura do solo sejam de extrema relevância como subsídio às tomadas de decisões sobre instalações industriais futuras e enquanto ferramenta norteadora na definição dos limites da exploração socioeconômica da área de estudo.

O monitoramento do uso e cobertura do solo por meio da análise de imagens multitemporais georreferenciadas de sensores remotos permitem a comparação entre períodos anteriores ao processo de ocupação industrial do território, determinando áreas que se apresentam mais susceptíveis e/ou danificadas quanto à ação provocada por atividades antrópicas atuantes, além das modificações impulsionadas por processo dinâmicos naturais, como a movimentação e a erosão/deposição de sedimentos em setores costeiros, como faixas de praias e campos de dunas (SOUTO; AMARO, 2003; GRIGIO *et al.*, 2005; SOUTO, 2006; DINIZ *et al.*, 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar os aspectos da evolução e avaliação qualitativa e quantitativa do uso e cobertura do solo e conflitos socioambientais por meio do levantamento multitemporal de imagens de Sensoriamento Remoto e aplicação de técnicas de Geoprocessamento na caracterização de mudanças ocorrentes no período referente aos últimos 30 anos (entre os anos de 1988 a 2018) para a

zona costeira dos municípios de Guamaré, Macau e Porto do Mangue, com ênfase na ocupação do território com usinas eólicas.

Esse trabalho se apresenta de relevância nacional e internacional por abordar uma metodologia que permite o entendimento não somente quantitativo do total das mudanças de uso e cobertura do solo, mas sim, acerca da distribuição espacial dessa mudança, ou seja, *quanto* e para *onde* alterou, podendo detectar as perdas e ganhos de usos econômicos em áreas naturais. Tal estudo permite um gerenciamento mais qualificado da ocupação de áreas naturais e compatibilização com o crescimento socioeconômico, demonstrando-se como uma ferramenta eficiente para o planejamento ambiental.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida na zona costeira setentrional do RN (Figura 01a), abrangendo porções dos municípios de Guamaré, Macau e Porto do Mangue, perfazendo aproximadamente 1.450 km<sup>2</sup>(Figura 01b). O acesso principal à área de estudo pode ser realizado pela rodovia federal BR-406.

No contexto geológico, a área de estudo encontra-se inserida na Província Borborema, sobre os terrenos da Bacia Potiguar, constituído por rochas sedimentares da Formação Jandaíra, Formação Tibau, Formação Barreiras e depósitos litorâneos, aluvionares e flúvio-lagunares do Quaternário (ALMEIDA *et al.* 1977; ARARIPE; FEIJÓ, 1994; SOARES; ROSSETTI; CASSAB, 2003; CPRM, 2009).

As unidades geomorfológicas presentes são o tabuleiro costeiro, por vezes recoberto, nas proximidades da linha de costa, por campos de dunas móveis ou campos de dunas fixados por vegetação, planícies marinha e flúvio-marinha, frequentemente recobertas por manguezais, e a faixa de praia oceânica, geralmente arenosa ou areno-lamosa. Tais compartimentos geomorfológicos presentes na área são considerados, em sua maioria, como áreas ambientais de preservação (CONAMA, 2002), por disporem de elevada riqueza ecossistêmica, alta vulnerabilidade do meio físico e socioambiental, alta fragilidade e sensibilidade ambientais (BUSMAN; AMARO; SOUZA-FILHO, 2016), enquanto submetidos à intensa dinâmica ambiental e, desse modo, significativamente sujeitos a impactos socioambientais de maior magnitude.

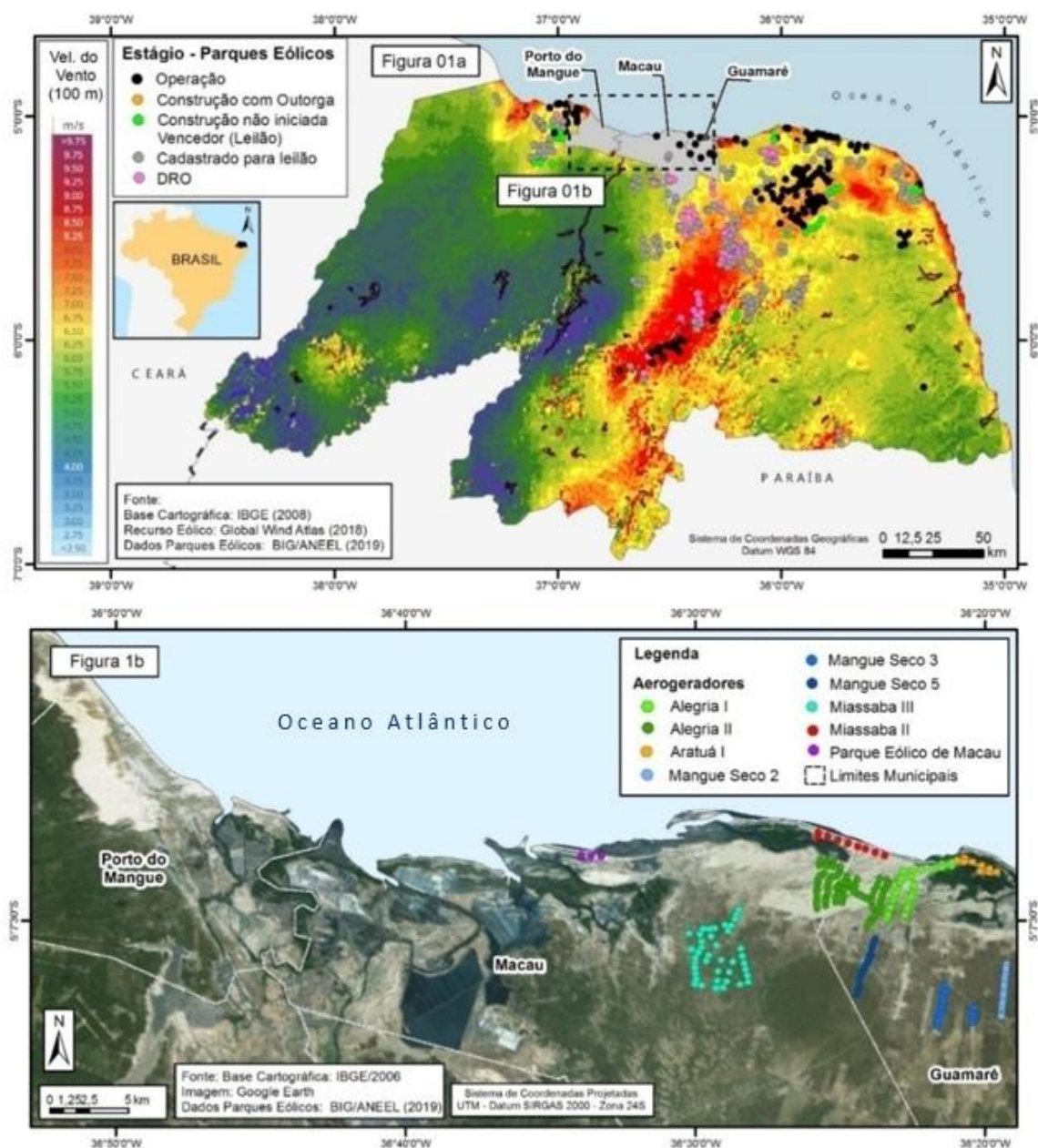


Figura 1- (a) Mapa indicativo do potencial eólico e parques eólicos em vários estágios no Estado do Rio Grande do Norte (RN); (b) Detalhe da área de estudo, no litoral setentrional do RN, abrangendo a orla marítima dos municípios de Guararé, Macau e Porto do Mangue.

Quanto à cobertura vegetal, predominam as formações pioneiras marinhas (vegetação de restinga), formações pioneiras flúvio-marinhas (bosques e franjas de manguezal e campos salinos) e vegetação de caatinga nas porções interiores (IBGE, 2012). Os solos presentes na área de estudo, segundo classificação da EMBRAPA (2013), são os Gleissolos Sálco, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, os Latossolos (Amarelo Distrófico e o Vermelho-Amarelo Podzólico Eutrófico) e os Solos Indiscriminados de Mangues.

O clima da região é classificado como Semiárido Tropical Quente (Classificação de Köppen-Geiger, revisada por ALVARES *et al.* 2013; DINIZ; PEREIRA, 2015). O regime de ventos sobre o RN é dominado pelos alísios com velocidade de vento mínima de aproximadamente 7 m/s até 9,5 m/s em ocorrência de ventos mais intensos e direção predominante do vento Leste/Sudeste, setor onde ocorrem as maiores velocidades (ALVES, 2001; AMARANTE; SILVA; RIOS FILHO, 2003; GRIGIO, 2008; INMET, 2019). A estação seca segue de junho a janeiro e a estação chuvosa de fevereiro a maio (período úmido) e os meses mais frios, com temperatura média de cerca de 26,5°C, ocorrem entre junho e agosto e os meses mais quentes, com temperatura média de 27,8°C, vão de dezembro a março,

No que se referem às atividades econômicas, os municípios costeiros englobados na área de estudo apresentam vocações similares voltados para a carcinicultura, salicultura, indústria do óleo e gás natural, atividade pesqueira e, no presente, a indústria de energia eólica. A presença das diferentes atividades econômicas conflitantes, atuando sobre ecossistemas tão dinâmicos e frágeis, interferem consideravelmente nos aspectos fisiográficos da área de estudo, desde a formação e alteração dos compartimentos geomorfológicos existentes, até os problemas de assoreamento dos rios e canais de maré, de interrupção do aporte arenoso entre as praias e os campos de dunas, de supressão vegetacional de manguezais e caatinga e de alteração da compleição físico-química dos solos, devido ao aporte de material alóctone para construção das infraestruturas industriais.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia consistiu no mapeamento do uso e cobertura do solo, considerando a faixa temporal de 30 anos, distribuídos nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018. Os produtos que deram suporte ao mapeamento foram as imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM) instalado no satélite LANDSAT-5 (datas dos imageamentos: 30/07/1988, 28/09/1998, 23/09/2008) e do sensor *Operational Land Imager* (OLI) do satélite LANDSAT-8 (data do imageamento: 19/01/2017).

Tais imagens estão disponíveis no sítio *Earth Explorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (sigla em inglês USGS, *United States Geological Survey*) no formato "L1T" já ortorretificadas com base em pontos de controle no terreno e modelos digitais de elevação (ROY *et al.* 2014). Igualmente foram submetidas à correção geométrica por meio de georreferenciamento na base cartográfica do Sistema de Coordenadas Universal

Transversa de Mercator (UTM) na Zona 24S com o Datum SIRGAS 2000, elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980. Para esse estudo, agregou-se à correção geométrica e ao registro das imagens multitemporais as informações de geolocalização da Rede Geodésica do Litoral Setentrional (SANTOS; AMARO, 2011), mantidas pelo Laboratório de Geoprocessamento (GEOPRO) e do Laboratório de Geotecnologias e Modelagens Costeira e Oceânica (GNOMO), ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, reduzindo os erros a dimensões inferiores a 0,5 pixel e aumentando a acurácia na correlação entre as imagens multitemporais.

A base de dados vetoriais e matriciais foram processados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando plataforma ArcGISv.10. As imagens foram vetorizadas a partir da interpretação visual, respeitando a escala de 1:60.000 e categorizadas em classes adaptadas à área de estudo conforme o Sistema de Classificação de Uso da Terra, disponibilizado no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

A análise para o conjunto da área de estudo foi realizada com base no cálculo da área total de cada classe, da diferença de áreas das classes de um ano para o outro, definindo as mudanças ocorridas em termos qualitativos e quantitativos, com base na metodologia adaptada de Grigio *et al.* (2005) e Grigio (2008), no qual se analisou qual classe de uso e cobertura do solo modificou para dar lugar à outra classe. Os distintos mapas de classes de uso e cobertura do solo foram elaborados na escala 1:60.000, condizente com a resolução espacial de 30 m das imagens multiespectrais dos satélites Landsat 5-TM e Landsat 8-OLI.

Tal análise foi realizada no *software* ArcGISv.10 na extensão *Spatial Analyst Tools* com base no cruzamento dos mapas de uso e cobertura para cada um dos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018 que resultou em três tabelas, contendo uma o resultado da intersecção entre os anos de 1998 e 1988, outra entre os anos de 2008 e 1998 e outra entre os anos de 2018 e 2008, onde as colunas representam os valores das classes no ano posterior e as linhas os valores do ano anterior.

Na Tabela 01 a primeira coluna refere-se a Classe 1 do Ano Posterior (em vermelho), a célula que está em cinza escuro representa o valor que permaneceu, conforme intersecção espacial, enquanto que as outras células denominadas de A, B, C e X representam as Classes com valores de área que foram alteradas para dar lugar a Classe 1 em termos de ganho ou perda de área, conforme diferença de áreas das classes de um ano para o outro. As perdas são registradas nas linhas e os ganhos nas colunas.

Tal análise permitiu verificar se houve alteração apenas entre áreas antropizadas ou se esteve relacionada à dinâmica natural do ambiente, ou então, se áreas naturais deram lugares para novas áreas antrópicas ou vice-versa. Como áreas antrópicas, considerou-se o aglomerado urbano, a área de cultura ou pastagem, a carcinicultura, a indústria de exploração de óleo e gás, os parques eólicos, os tanques de salinas e o solo exposto, genericamente sem cobertura vegetal. Para as áreas naturais, considerou-se a planície flúvio-estuarina, os bancos arenosos, a caatinga, o corpo hídrico, a duna fixada por vegetação, a duna móvel, a faixa de praia, o manguezal e a paleoilha barreira.

Tabela 01–Modelo da intersecção espaço-temporal, conforme interpretação do resultado gerado da análise dos mapas de uso e cobertura para a área de estudo.

| CLASSES      |          | ANO POSTERIOR |          |          |          |          |
|--------------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|
|              |          | Classe 1      | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe X |
| ANO ANTERIOR | Classe 1 |               |          |          |          |          |
|              | Classe 2 | A             |          |          |          |          |
|              | Classe 3 | B             |          |          |          |          |
|              | Classe X | C             |          |          |          |          |

Tal padrão de análise igualmente foi realizada, em escala maior, para a área de ocupação dos parques eólicos, considerando a extensão da base dos aerogeradores e os acessos entre as turbinas eólicas e averiguando quais classes de uso e cobertura do solo deram lugar às instalações dos parques eólicos e suas infraestruturas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Análise das Alterações no Uso e Cobertura do Solo da Área de Estudo Total

A avaliação das alterações no uso e cobertura do solo foi realizada por meio da análise multitemporal da paisagem no intervalo temporal de 30 anos (de 1988 a 2018) interpretada em imagens multiespectrais e multitemporais do programa de satélites *Landsat* de resolução espacial moderada (30 m). A Tabela 02 sumariza os valores em área superficial (em km<sup>2</sup>) e com os percentuais para cada uma das classes de uso e cobertura do solo entre as décadas analisadas. Os mapas com a representação espacial dessa tabela são apresentados na Figura 02.

No ano de 1988 a maior cobertura do solo correspondeu a classe de caatinga (34,84%), seguido da planície flúvio-estuarina (19,44%) e, em seguida as salinas com predominância de 8,61% da área total. Esse mesmo comportamento foi observado nos

anos de 1998, 2008 e 2018. Entretanto, quando se analisa o balanço de área (ganho e perda) de um ano a outro dessas classes (1998 e 1988, 2008 e 1998, 2018 e 2008), a classe caatinga na primeira década perdeu 27,57 km<sup>2</sup> de área, na década seguinte essa mesma classe teve acréscimo de área de 40,18 km<sup>2</sup>. Já na transição dos anos 2008 a 2018 ocorreu perda de área de 2,54 km<sup>2</sup>.

Tabela 02-Valores em área superficial(km<sup>2</sup>) e percentuais das classes de uso e cobertura do solo com o balanço da diferença da década posterior em relação à anterior.

| ANOS<br>CLASSES              | 1988                       |        | Balanço<br>km <sup>2</sup> | 1998                       |        | Balanço<br>km <sup>2</sup> | 2008                       |        | Balanço<br>km <sup>2</sup> | 2018                       |        |
|------------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|----------------------------|--------|
|                              | Área<br>(km <sup>2</sup> ) | %      | 1998-<br>1988              | Área<br>(km <sup>2</sup> ) | %      | 2008-<br>1998              | Área<br>(km <sup>2</sup> ) | %      | 2018-<br>2008              | Área<br>(km <sup>2</sup> ) | %      |
| Agglomerado Urbano           | 6,94                       | 0,77%  | 1,40                       | 8,34                       | 0,92%  | -0,02                      | 8,32                       | 0,92%  | 1,10                       | 9,42                       | 1,04%  |
| Carcinicultura               | 29,02                      | 3,23%  | -0,87                      | 28,15                      | 3,11%  | 25,00                      | 53,15                      | 5,85%  | -1,49                      | 51,66                      | 5,71%  |
| Salicultura                  | 77,40                      | 8,61%  | 21,30                      | 98,70                      | 10,91% | 9,11                       | 107,82                     | 11,88% | -2,21                      | 105,61                     | 11,67% |
| Exploração de Petróleo e Gás | 0,96                       | 0,11%  | -0,05                      | 0,90                       | 0,10%  | 0,00                       | 0,90                       | 0,10%  | 0,95                       | 1,85                       | 0,20%  |
| Área de Cultura ou Pastagem  | 59,85                      | 6,65%  | 19,42                      | 79,27                      | 8,76%  | -37,08                     | 42,19                      | 4,65%  | 1,25                       | 43,45                      | 4,80%  |
| Solo Exposto                 | 17,69                      | 1,97%  | 1,97                       | 19,66                      | 2,17%  | -0,87                      | 18,79                      | 2,07%  | -1,98                      | 16,81                      | 1,86%  |
| Parques Eólicos              | 0,00                       | 0,00%  | 0,00                       | 0,00                       | 0,00%  | 0,06                       | 0,06                       | 0,01%  | 1,54                       | 1,60                       | 0,18%  |
| Caatinga                     | 304,41                     | 33,84% | -27,57                     | 276,83                     | 30,59% | 40,18                      | 317,02                     | 34,92% | -2,54                      | 314,48                     | 34,75% |
| Manguezal                    | 48,99                      | 5,45%  | 2,95                       | 51,94                      | 5,74%  | -1,64                      | 50,30                      | 5,54%  | -4,00                      | 46,30                      | 5,12%  |
| Duna Fixa                    | 61,21                      | 6,81%  | -6,60                      | 54,61                      | 6,03%  | -0,18                      | 54,43                      | 6,00%  | -2,55                      | 51,88                      | 5,73%  |
| Duna móvel                   | 44,18                      | 4,91%  | 10,10                      | 54,28                      | 6,00%  | -5,63                      | 48,65                      | 5,36%  | 0,43                       | 49,08                      | 5,42%  |
| Faixa de Praia               | 4,89                       | 0,54%  | 0,23                       | 5,12                       | 0,57%  | -0,90                      | 4,22                       | 0,46%  | -0,26                      | 3,95                       | 0,44%  |
| Paleo-ilha Barreira          | 2,96                       | 0,33%  | -0,12                      | 2,85                       | 0,31%  | 0,20                       | 3,04                       | 0,34%  | -0,11                      | 2,94                       | 0,32%  |
| Bancos Arenosos              | 7,79                       | 0,87%  | 1,57                       | 9,37                       | 1,04%  | 2,46                       | 11,83                      | 1,30%  | -0,39                      | 11,44                      | 1,26%  |
| Planície flúvio-estuarina    | 174,82                     | 19,44% | -17,49                     | 157,33                     | 17,39% | -30,35                     | 126,98                     | 13,99% | 1,96                       | 128,94                     | 14,25% |
| Corpo Hídrico                | 58,35                      | 6,49%  | -0,74                      | 57,61                      | 6,37%  | 2,49                       | 60,10                      | 6,62%  | 5,60                       | 65,70                      | 7,26%  |

Em relação a classe planície flúvio-estuarina, quando se analisa o balanço de área (ganho e perda) observa-se comportamento de perda de área entre as décadas de 1988 a 1998 e 1998 a 2008 de, respectivamente, 17,49 km<sup>2</sup> e 30,35 km<sup>2</sup>. Entre os anos 2008 a 2018 ocorreu ganho de 1,96 km<sup>2</sup> em área. O comportamento oposto a esse foi observado para as áreas com tanques de salinas, que nas duas primeiras décadas teve um aumento de 21,30 km<sup>2</sup> e 9,11 km<sup>2</sup>, respectivamente, mas entre 2008 a 2018 sofreu decréscimo de 2,21 km<sup>2</sup>.

Na década de 1988 a 1998, outras classes que perderam área foram as dunas fixas (6,60 km<sup>2</sup>), as áreas de exploração de petróleo com menos de 1,0 km<sup>2</sup> de perda e, em valores menores, observaram-se alterações nos limites dos corpos hídricos (drenagens e reservatórios), provavelmente decorrente da dinâmica natural da movimentação do

sistema de ilhas barreiras, da erosão/deposição de sedimentos na linha de costa e dos ventos promovendo o carreamento de sedimentos para as drenagens.

Para a década de 1998 a 2008, as seguintes classes perderam área: campo de dunas fixas, área de cultura ou pastagem, manguezal, campo de dunas móveis, solo exposto, aglomerado urbano e faixa de praia, sendo a área de cultura e pastagem a que mais perdeu área no valor de 37,08 km<sup>2</sup>. A classe que apresentou maior crescimento em área nessa década foram os tanques de carcinicultura com 25,00 km<sup>2</sup>.

Entre 2008 e 2018 não foram registradas alterações significativas entre as classes avaliadas. Um valor de destaque registrado foi o acréscimo na área dos rios e reservatórios da ordem de 5,60 km<sup>2</sup>, seguido de alterações na área de manguezal que apresentou uma perda de 4,00 km<sup>2</sup>. Essa década foi a que apresentou menos modificações no uso do solo quando comparado com os períodos analisados.

Os resultados das intersecções entre os anos 1998x1988, 2008x1998 e 2018x2008 estão simulados nas Tabelas 03, 04 e 05, respectivamente, onde as colunas representam os valores das classes no ano posterior e as linhas do ano anterior. As intersecções entre as linhas e as colunas correspondem aos valores de áreas que alteraram para estabelecer o novo uso marcado no ano posterior, sendo as linhas os valores de perdas e as colunas os valores de ganho. Tal análise permite verificar as mudanças entre áreas antropizadas e a dinâmica natural dos ambientes, ou seja, se as áreas naturais deram lugar às novas áreas antrópicas e vice-versa.

Na dinâmica de mudanças no uso e cobertura do solo entre a década de 1988 a 1998 foram registradas alterações em relação a área de salicultura, marcando que tal exploração expandiu 21,3 km<sup>2</sup>, sendo 18,90 km<sup>2</sup> sobre a área de planície flúvio-estuarina. Outra mudança foi em relação a área de caatinga que ampliou sua ocupação sobre a área de cultura e/ou pastagem. As outras alterações ocorreram devido à intensa dinâmica natural do ambiente, com expansões da área de manguezal nas margens dos corpos hídricos e da área de duna móvel sobre a duna fixa, que indica a movimentação das dunas conforme a ação dos ventos alísios.

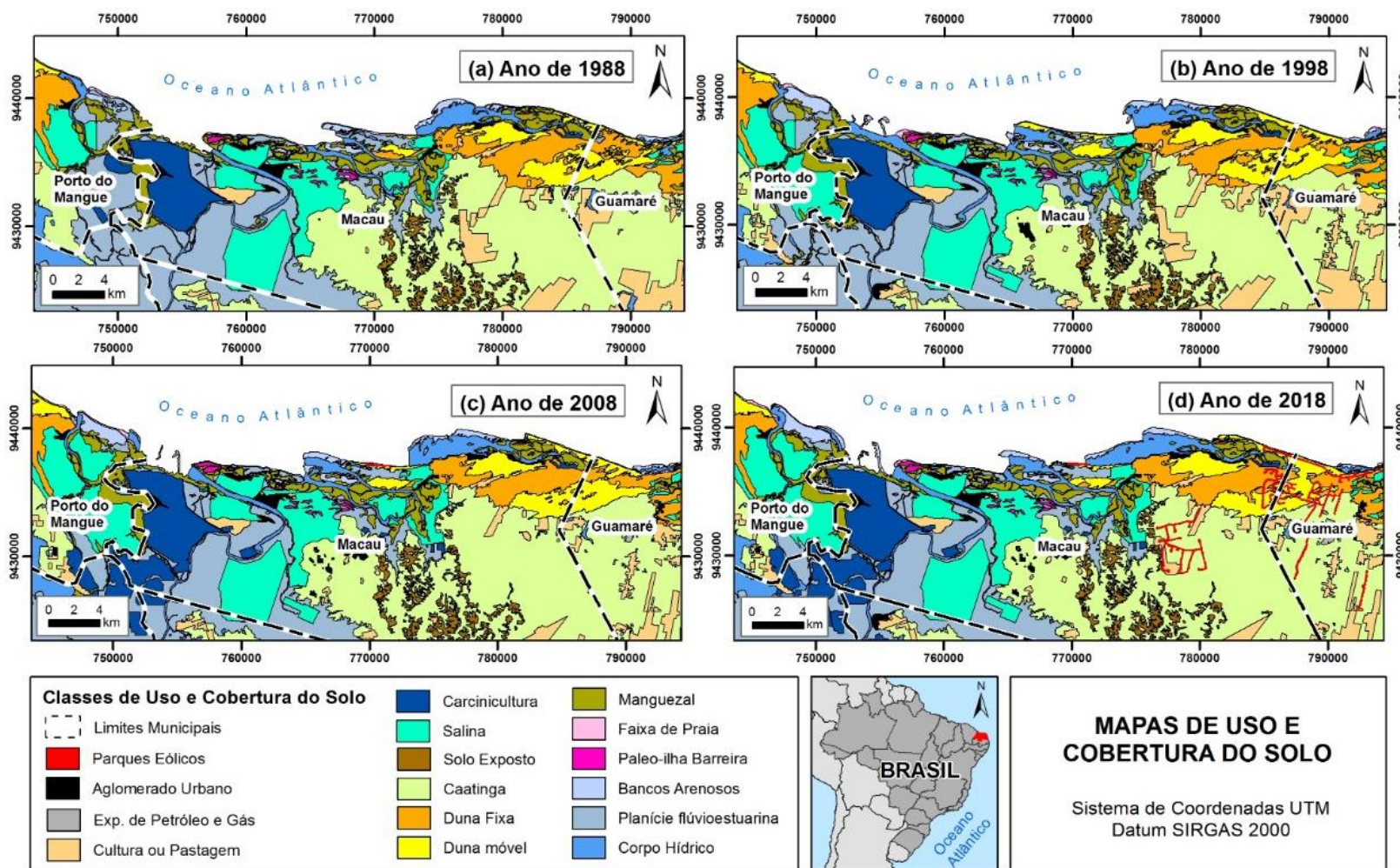


Figura 2 – Mapas de uso e cobertura do solo para porção do litoral setentrional do RN nos anos de: (a) 1988; (b) 1998; (c) 2008; e, (d) 2018.

Tabela 03 - Intersecção espaço-temporal do uso e cobertura do solo entre os anos 1998x1988 com valores em km². Aglomerado Urbano (AGLO\_URB), Duna móvel (D\_MOV), Planície flúvio-estuarina (PLAN\_FLU), Exploração de Petróleo e Gás (EXP\_PGAS), Área de Cultura ou Pastagem (CULT\_PAST), Faixa de Praia (FAX\_PRA), Bancos Arenosos (B\_AREN), Manguezal, (MANG), Caatinga (CAAT), Ilha Barreira, (P\_ILHA), Carcinicultura (CARCI), Salina (SALI), Corpo Hídrico, (C\_HIDRI), Solo Exposto, (SOLO), Duna Fixa (D\_FIXA), Parques Eólicos (EOL).

| CLASSES |           | 1998     |        |        |          |           |        |       |         |        |        |        |         |        |        |          |         |
|---------|-----------|----------|--------|--------|----------|-----------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|---------|
|         |           | AGLO_URB | CARCI  | SALI   | EXP_PGAS | CULT_PAST | SOLO   | EOL   | CAAT    | MANG   | D_FIXA | D_MOV  | FAX_PRA | P_ILHA | B_AREN | PLAN_FLU | C_HIDRI |
| 1988    | AGLO_URB  | 6,244    | 0,004  | 0,078  |          | 0,039     |        |       | 0,516   | 0,002  | 0,002  | 0,009  |         |        |        | 0,047    | 6,941   |
|         | CARCI     | 0,010    | 25,700 | 1,049  |          |           |        |       |         | 2,150  | 0,048  |        |         |        |        | 0,035    | 29,018  |
|         | SALI      | 0,018    |        | 75,710 |          |           |        |       | 0,373   | 0,066  | 0,475  | 0,006  |         | 0,016  |        | 0,713    | 77,403  |
|         | EXP_PGAS  |          |        |        | 0,777    | 0,014     |        |       | 0,156   |        |        |        |         |        |        | 0,010    | 0,957   |
|         | CULT_PAST | 0,002    |        |        |          | 51,691    | 0,045  |       | 7,565   |        | 0,162  | 0,326  |         |        |        | 0,060    | 59,852  |
|         | SOLO      |          |        |        |          | 0,385     | 17,032 |       | 0,276   |        |        |        |         |        |        | 0,001    | 17,694  |
|         | EOL       |          |        |        |          |           |        |       |         |        |        |        |         |        |        |          | 0,000   |
|         | CAAT      | 2,451    | 0,526  | 0,259  | 0,086    | 24,801    | 2,585  |       | 267,085 |        | 0,461  | 0,956  |         |        |        | 5,358    | 304,642 |
|         | MANG      |          | 0,269  | 1,380  |          |           |        |       | 0,120   | 45,221 | 0,136  | 0,258  | 0,039   |        | 0,246  | 0,550    | 49,225  |
|         | D_FIXA    | 0,151    | 0,258  | 0,480  |          | 0,955     |        |       | 0,286   | 0,091  | 48,222 | 10,771 | 0,010   |        |        | 0,028    | 61,287  |
|         | D_MOV     | 0,357    |        | 0,236  |          | 0,047     |        |       | 0,094   | 0,011  | 4,362  | 38,235 | 0,549   |        | 0,000  | 0,211    | 44,145  |
|         | FAX_PRA   |          |        | 0,009  |          | 0,015     |        |       |         | 0,010  | 0,048  | 0,592  | 2,290   | 0,062  | 0,289  | 0,088    | 3,524   |
|         | P_ILHA    |          |        | 0,134  |          |           |        |       |         |        |        | 0,001  | 0,020   | 2,765  |        | 0,043    | 2,964   |
|         | B_AREN    |          |        | 0,009  |          |           |        |       |         | 0,091  |        | 0,764  | 0,200   |        | 4,467  | 0,274    | 6,429   |
|         | PLAN_FLU  |          | 1,389  | 18,905 |          | 0,131     |        |       | 0,206   | 1,910  | 0,423  | 1,580  | 0,253   |        | 1,943  | 148,087  | 198,490 |
|         | C_HIDRI   | 0,016    | 0,004  | 0,455  | 0,040    | 1,234     |        |       | 0,673   | 2,084  | 0,085  | 0,625  | 0,412   |        | 0,541  | 1,948    | 56,816  |
|         | TOTAL     | 9,248    | 28,149 | 98,705 | 0,903    | 79,312    | 19,663 | 0,000 | 277,351 | 51,635 | 54,425 | 54,124 | 3,772   | 2,843  | 7,486  | 157,337  | 919,385 |

Tabela 04 - Intersecção espaço-temporal do uso e cobertura do solo entre os anos 2008x1998 com valores em km². Aglomerado Urbano (AGLO\_URB), Duna móvel (D\_MOV), Planície flúvio-estuarina (PLAN\_FLU), Exploração de Petróleo e Gás (EXP\_PGAS), Área de Cultura ou Pastagem (CULT\_PAST), Faixa de Praia (FAX\_PRA), Bancos Arenosos (B\_AREN), Manguezal, (MANG), Caatinga (CAAT), Ilha Barreira, (P\_ILHA), Carcinicultura (CARCI), Salina (SALI), Corpo Hídrico, (C\_HIDRI), Solo Exposto, (SOLO), Duna Fixa (D\_FIXA), Parques Eólicos (EOL).

| CLASSES |           | 2008     |          |         |          |           |        |       |         |        |         |         |         |        |        |           |         |         |
|---------|-----------|----------|----------|---------|----------|-----------|--------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|---------|---------|
|         |           | AGLO_URB | CARCI    | SALI    | EXP_PGAS | CULT_PAST | SOLO   | EOL   | CAAT    | MANG   | D_FIXA  | D_MOV   | FAX_PRA | P_ILHA | B_AREN | PLAN._FLU | C_HIDRI | TOTAL   |
| 1998    | AGLO_URB  | 6,692    | 0,010    | 0,018   |          |           |        |       | 0,573   |        | 0,001   |         |         |        |        | 0,965     | 0,080   | 8,340   |
|         | CARCI     | 0,019    | 27,445   |         |          |           |        |       |         | 0,110  |         |         |         |        | 0,030  | 0,576     | 0,054   | 50,741  |
|         | SALI      | 0,110    |          | 97,203  |          |           |        |       | 0,256   | 0,265  | 0,793   | 0,009   |         |        |        | 0,026     | 0,042   | 98,705  |
|         | EXP_PGAS  |          |          |         | 0,782    |           |        |       | 0,114   |        |         |         |         |        |        |           | 0,007   | 0,903   |
|         | CULT_PAST | 0,223    | 0,317    | 0,070   | 0,059    | 40,395    | 1,198  |       | 36,222  | 0,057  | 0,500   | 0,104   | 0,000   |        |        | 0,017     | 0,373   | 79,534  |
|         | SOLO      |          |          |         |          |           | 17,073 |       | 2,951   |        |         |         |         |        |        | 0,004     |         | 20,029  |
|         | EOL       |          |          |         |          |           |        |       |         |        |         |         |         |        |        |           |         | 0,000   |
|         | CAAT      | 0,923    | 0,175    | 0,495   | 0,061    | 1,763     | 0,517  |       | 272,320 | 0,016  | 0,080   | 0,138   |         |        |        | 0,326     | 0,557   | 277,371 |
|         | MANG      | 0,002    | 0,353    | 0,090   |          |           |        |       |         | 48,623 | 0,255   | 0,065   | 0,022   | 0,027  | 0,132  | 1,598     | 0,752   | 51,919  |
|         | D_FIXA    | 0,285    | 0,109    | 1,265   |          |           |        |       | 2,950   | 0,153  | 44,716  | 5,020   | 0,050   |        |        |           | 0,060   | 54,608  |
|         | D_MOV     | 0,049    |          | 0,027   |          | 0,013     |        | 0,058 | 0,679   | 0,025  | 7,857   | 42,825  | 0,664   |        | 0,896  | 0,782     | 0,093   | 53,970  |
|         | FAX_PRA   |          |          |         |          | 0,020     |        | 0,005 |         | 0,027  | 0,009   | 0,184   | 2,266   | 0,271  | 0,461  | 0,097     | 0,256   | 3,595   |
|         | P_ILHA    |          |          |         |          |           |        |       |         | 0,055  |         |         | 0,010   | 2,736  | 0,045  |           |         | 2,846   |
|         | B_AREN    |          |          |         |          |           |        |       |         | 0,116  |         |         | 0,223   |        | 7,230  | 0,030     | 0,552   | 8,151   |
|         | PLAN._FLU | 0,018    | 24,427   | 8,644   |          |           | 0,001  | 0,000 | 0,048   | 0,286  | 0,035   | 0,086   | 0,140   |        | 0,152  | 122,127   | 1,351   | 157,315 |
|         | C_HIDRI   | 0,004    | 0,310    | 0,005   | 0,002    |           |        |       | 0,901   | 0,652  | 0,070   | 0,080   | 0,179   | 0,000  | 0,651  | 1,005     | 52,196  | 56,057  |
|         | TOTAL     | 8,325979 | 53,14582 | 107,819 | 0,9042   | 42,191    | 18,79  | 0,063 | 317,02  | 50,275 | 54,4265 | 48,5114 | 3,553   | 3,034  | 9,5978 | 127,55    | 56,371  | 924,083 |

Tabela 05 - Intersecção espaço-temporal do uso e cobertura do solo entre os anos 2018x2008 com valores em km². Aglomerado Urbano (AGLO\_URB), Duna móvel (D\_MOV), Planície flúvio-estuarina (PLAN\_FLU), Exploração de Petróleo e Gás (EXP\_PGAS), Área de Cultura ou Pastagem (CULT\_PAST), Faixa de Praia (FAX\_PRA), Bancos Arenosos (B\_AREN), Manguezal, (MANG), Caatinga (CAAT), Ilha Barreira, (P\_ILHA), Carcinicultura (CARCI), Salina (SALI), Corpo Hídrico, (C\_HIDRI), Solo Exposto, (SOLO), Duna Fixa (D\_FIXA), Parques Eólicos (EOL).

| CLASSES |           | 2018     |        |         |          |           |        |       |         |        |        |        |         |        |        |          |         |         |
|---------|-----------|----------|--------|---------|----------|-----------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|---------|---------|
|         |           | AGLO_URB | CARCI  | SALI    | EXP_PGAS | CULT_PAST | SOLO   | EOL   | CAAT    | MANG   | D_FIXA | D_MOV  | FAX_PRA | P_ILHA | B_AREN | PLAN_FLU | C_HIDRI | TOTAL   |
| 2008    | AGLO_URB  | 8,063    | 0,003  | 0,032   |          | 0,115     |        |       | 0,019   | 0,003  |        |        |         |        |        | 0,040    | 0,048   | 8,323   |
|         | CARCI     |          | 50,820 |         |          | 0,029     |        |       |         |        | 0,075  |        |         |        |        | 0,768    | 0,133   | 51,825  |
|         | SALI      | 0,001    |        | 105,308 |          | 0,070     |        |       | 0,014   | 0,220  | 0,105  |        |         |        |        | 1,999    | 0,102   | 107,819 |
|         | EXP_PGAS  |          |        |         | 0,871    |           |        |       | 0,033   |        |        |        |         |        |        |          |         | 0,904   |
|         | CULT_PAST |          |        |         | 0,032    | 38,296    | 0,004  | 0,045 | 3,710   |        | 0,025  | 0,059  |         |        |        |          | 0,020   | 42,191  |
|         | SOLO      |          |        |         |          | 0,098     | 15,992 |       | 2,699   |        |        |        |         |        |        |          |         | 18,788  |
|         | EOL       |          |        |         |          |           |        |       |         |        |        |        |         |        |        |          |         | 0,000   |
|         | CAAT      | 0,380    |        | 0,051   | 0,908    | 4,734     | 1,215  | 0,595 | 307,382 | 0,000  | 0,033  | 0,192  |         | 0,001  |        | 0,006    | 2,133   | 317,631 |
|         | MANG      | 0,001    | 0,154  | 0,122   |          | 0,057     |        | 0,001 |         | 44,894 | 0,000  | 0,010  | 0,059   | 0,029  | 0,378  | 1,184    | 3,263   | 50,151  |
|         | D_FIXA    |          |        | 0,040   |          | 0,008     |        | 0,389 |         | 0,018  | 48,708 | 4,854  | 0,000   |        |        | 0,398    | 0,012   | 54,428  |
|         | D_MOV     | 0,031    |        | 0,000   |          |           |        | 0,566 | 0,038   | 0,011  | 3,003  | 43,504 | 0,948   |        | 0,000  | 0,199    | 0,060   | 48,360  |
|         | FAX_PRA   |          |        |         |          | 0,000     |        | 0,003 |         | 0,055  | 0,000  | 0,051  | 1,927   | 0,002  | 0,360  | 0,112    | 0,435   | 2,945   |
|         | P_ILHA    |          |        |         |          |           |        |       |         | 0,024  |        |        | 0,079   | 2,904  |        | 0,036    |         | 3,043   |
|         | B_AREN    |          | 0,030  |         |          |           |        |       |         | 0,214  |        | 0,023  | 0,189   |        | 7,539  | 0,269    | 1,155   | 9,420   |
|         | PLAN_FLU  | 0,942    | 0,594  | 0,051   |          | 0,014     | 0,000  |       |         | 0,373  |        | 0,140  | 0,227   |        | 0,101  | 123,340  | 1,173   | 126,955 |
|         | C_HIDRI   | 0,006    | 0,053  | 0,001   | 0,041    | 0,023     |        |       | 2,110   | 0,358  | 0,000  | 0,069  | 0,119   |        | 0,792  | 0,591    | 56,409  | 60,573  |
|         | TOTAL     | 9,423    | 51,656 | 105,605 | 1,852    | 43,445    | 17,211 | 1,598 | 316,004 | 46,170 | 51,949 | 48,902 | 3,547   | 2,937  | 9,169  | 128,942  | 64,945  | 903,356 |

Em relação a década de 1998 a 2008, tanto a área de carcinicultura como de salicultura cresceram ocupando ambos, predominantemente, a planície flúvio-estuarina que por isso perdeu 30,35 km<sup>2</sup> nessa década, dos quais 25 km<sup>2</sup> utilizados apenas para instalação de tanques de carcinicultura. Já a classe de caatinga regenerou 40,18 km<sup>2</sup> em cima de área de culturas e/ou pastagens. Também se observou nessa década o aparecimento da primeira atividade eólica, que iniciou sua operação em 2004 e foi instalada em área de duna móvel, incluindo ainda infraestruturas na faixa de praia e parcialmente sobre trecho de planície flúvio-estuarina.

Na década de 2008 a 2018 não foi registrada uma alteração significativa em relação ao crescimento do uso antrópico, houve um retrocesso de 2,21 km<sup>2</sup> de área de tanques salicultura, que retornou como área alagada e parte da planície flúvio-estuarina. Nessa transição, houve um aumento na área de ocupação dos parques eólicos, que foram instalados em área de caatinga, manguezal, duna fixa, duna móvel e faixa de praia. Outras mudanças foram registradas, decorrentes da intensa dinâmica natural desse ambiente costeiro, como a perda de cobertura de manguezal que passa a planície flúvio-marinha.

Quando se agrupa as classes em apenas áreas naturais e áreas antrópicas, nota-se claramente as alterações ocorridas na área de estudo, que na primeira década (1988 a 1998) indica que houve aumento de 43,16 km<sup>2</sup> de áreas antropizadas e diminuição de 37,66 km<sup>2</sup> de áreas naturais. Já na década de 1998 a 2008 houve aumento das áreas naturais, mesmo ocorrendo ocupação de carcinicultura em 25 km<sup>2</sup>, acomodada em alguns setores sobre os tanques de carcinicultura previamente instalados, balanço esse fornecido pelo aumento de mais de 40 km<sup>2</sup> de área de caatinga.

No balanço geral, houve uma diminuição de 32,89 km<sup>2</sup> de áreas naturais e aumento de 38,54 km<sup>2</sup> em áreas antropizadas. Importante se destacar nessa análise das categorias por classes, que as áreas antrópicas foram alteradas, ocupadas e exploradas essencialmente sobre as áreas naturais, enquanto as áreas naturais foram modificadas, especificamente, para outras áreas naturais, em resposta à intensa dinâmica natural desse ambiente costeiro.

### **Análise do Uso e Cobertura do Solo nas Áreas de Abrangência dos Parques Eólicos**

Na área de estudo existem, atualmente, 09 parques eólicos em funcionamento (Tabela 06), dos quais 07 instalados no Município de Guamaré e 02 alojados no Município de

Macau, sendo eles: Parque Eólico Piloto de Macau, Alegria (Alegria I e II), Miassaba II, Miassaba III, Mangue Seco (II, IV e V) e Aratuá I.

Tabela 06 - Informações dos parques eólicos (localização, data de operação, potência, número de aerogeradores e valor de investimento).

| Parque Eólico                 | Município | Data de Operação (Mês/Ano) | Potência (MW) | Número de Aerogeradores | Investimento (milhões de R\$) |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------------|
| Parque Eólico Piloto de Macau | Macau     | Jan/2004                   | 1,8           | 03                      | 6,8                           |
| Alegria I                     | Guamaré   | Dez/2010                   | 51,15         | 31                      | 330                           |
| Alegria II                    | Guamaré   | Dez/2011                   | 100,65        | 61                      | 490                           |
| Miassaba II                   | Guamaré   | Dez/2011                   | 14,4          | 09                      | 67                            |
| Miassaba III                  | Macau     | Fev/2014                   | 68,47         | 41                      | 242                           |
| Aratuá I.                     | Guamaré   | Jan/2012                   | 14,4          | 09                      | 60                            |
| Mangue Seco 3                 | Guamaré   | Ago/2011                   | 104           | 52                      | 424                           |
| Mangue Seco 2                 | Guamaré   | Set/2011                   |               |                         |                               |
| Mangue Seco 5                 | Guamaré   | Nov/2011                   |               |                         |                               |

O Parque Eólico Piloto de Macau, a primeira usina eólica implantada pela PETROBRAS no RN no ano de 2004, teve sua energia produzida e transferida através de um cabo elétrico submarino para ser utilizada em duas plataformas de exploração *offshore*. Os aerogeradores foram instalados em área já utilizada previamente pela PETROBRAS para exploração de óleo e gás, e edificada sobre a zona de intermaré na Praia de Soledade, Município de Macau.

Na análise do recorte espacial da área desse parque em anos anteriores a sua instalação, registraram-se três classes de uso e cobertura do solo: faixa de praia, planície flúvio-estuarina e duna móvel. Essas três classes sofreram modificações ao longo dos anos de 1988 para 1998: a faixa de praia perdeu área, pois onde antes dispunha de 48% de cobertura, em 1998 passou a representar apenas 7% de área, e a planície flúvio-estuarina tornou-se nula em 1998, dando lugar para a duna móvel.

Essas modificações justificam-se devido à atuação de complexos processos hidrodinâmicos (ondas, correntes, marés e ventos) que interagiram e conduziram modificações, frequentemente erosivas, com o baixo aporte sedimentar, ocasionando a constante mudança morfológica (erosão/deposição) nessa faixa de praia. Além disso, este setor é influenciado pelas alterações ocorrentes nas ilhas barreiras locados defronte à Praia de Soledade, que servem como obstáculos para a ação direta das forçantes marinhas sobre a faixa de praia e campos de dunas (SOUTO e AMARO, 2003; SANTOS; AMARO, 2013; FRANCO; AMARO; SOUTO, 2012). A Figura 03 mostra parte da área de influência do

empreendimento e adjacências, com destaque aos compartimentos geomorfológicos e indicativos superficiais dos processos sedimentares de movimentação, erosão e/ou deposição.



Figura 03–Intensa movimentação de sedimentos arenosos entre a face de praia e pós-praia, onde foram locadas instalações da indústria petrolífera, devido à ação dos ventos alísios, e vista sul dos aerogeradores, mostrando trechos de manguezal fragmentado e planície flúvio-marinha alagada.

O Complexo Eólico Alegria, composto pelos parques eólicos de Alegria I e Alegria II, localizados na Praia do Minhoto, Município de Guamaré, conta com total de 92 aerogeradores, sendo a maioria instalado sobre unidades de campo de dunas móveis, com exceção do setor leste, onde alguns foram implantados em áreas de planície de deflação e planície marinha.

Na interpretação dos mapas de uso e cobertura do solo, nos anos de 1988, 1998 e 2008, a área onde o Parque Eólico Alegria I foi instalado era originalmente recoberto, predominantemente, por dunas fixadas por vegetação, ocupando para esses períodos os valores de 44,84%, 53,61% e 53,61%, respectivamente. O restante da área era recoberto por dunas móveis e vegetação de caatinga e outras classes com percentuais reduzidos.

O percentual da cobertura da área do Parque Alegria II para as três décadas mostrou comportamento similar quanto ao percentual das classes de cobertura do solo do Alegria I: caatinga, área de cultura ou pastagem, duna fixa e móvel. A classe predominante em área nas três décadas foram as dunas móveis com ocupação de 60,21% no ano de 1988, 61,51% no ano de 1998 e 55,42% no ano de 2008. Mesmo contando com maior percentual de ocupação, nos últimos 20 anos as dunas móveis perderam 2,67 km<sup>2</sup>, o que significa uma perda de importantes captosres e reservas estratégicas de sedimentos arenosos, ocasionando degradação dos aquíferos costeiros e dos manguezais, intensificando a ingerência negativa nas funções socioambientais para as comunidades litorâneas locais.

O Parque Eólico Miassaba II iniciou a operação em 2011 e localiza-se no Município de Guamaré, com nove aerogeradores locados em zona de pós-praia na Praia do Minhoto, com uma distância aproximada de 82 m da zona de espraiamento das ondas e a

cerca de 45 m de distância para o nível d'água dos canais de maré de Diogo Lopes. Nos anos anteriores, a área onde o parque foi instalado era predominantemente composta por dunas móveis com área de 66,51% em 1988 e, aproximadamente, 100% nas décadas seguintes. Trata-se de faixa de praia arenosa que tem sofrido processos erosivos, com retração da linha de praia, o que aumenta o risco de prejuízo ao parque eólico caso a linha d'água e as ações da energia de ondas alcance os acessos, o cabeamento elétrico subterrâneo ou as bases dos aerogeradores, podendo diminuir inclusive o tempo de vida útil desse parque com alteração no seu contrato de venda de energia com a ANEEL.

O Parque Eólico Aratuá I, também instalado em Guamaré, iniciou as operações em 2012 e conta com 09 aerogeradores (Figura 04). Este parque foi instalado na Praia do Minhoto, com base dos aerogeradores fundeada em planícies arenosas e setores de pós-praia, com distância mínima de 20m dos canais de maré que compõem o Estuário de Diogo Lopes, o que representa um risco de alcance no nível da água às infraestruturas do parque eólico, com perdas econômicas e redução ou interrupção da operacionalidade. Em relação à análise da ocupação da sua área antes da instalação, nas três décadas predominaram as dunas fixas com predominância de 96,51% em 1988, 99,36% em 1998 e 95,89% em 2008.



Figura 04 – Vista geral de sul (continente) para norte (Oceano Atlântico) do Parque Eólico Aratuá I com os aerogeradores localizados sobre a planície arenosa e setores de pós-praia e circundada por canais de maré, manguezais e campo de dunas móveis.

O Parque Eólico Miassaba III entrou em operação em 2014 e conta com 41 aerogeradores localizados em área de tabuleiro costeiro, mais distante da faixa de praia cerca de 5,5 km, onde anteriormente à sua instalação este setor era ocupado por caatinga, solo exposto e área de cultura ou pastagem. A área de caatinga ao longo desses 20 anos aumentou 23,26 km<sup>2</sup> e a área de cultura ou pastagem perdeu 23,30 km<sup>2</sup> de área.

O Complexo Eólico de Mangue Seco, com 52 aerogeradores, é formado por Mangue Seco I, II, IV e V mas, contudo, apenas estão localizados na área de estudo o II, III e V. Para as áreas onde os três parques foram instalados, observou-se a ocorrência de duas

classes: caatinga e área de cultura ou pastagem, sendo a classe de caatinga em maior ocorrência em todas as situações.

A análise demonstra que as áreas sobre as quais os parques eólicos foram implantados correspondem às áreas naturais como planície flúvio-marinha, dunas fixas, dunas móveis, faixa de praia, manguezal, planície flúvio-estuarina e área de caatinga. Onde, no ano de 2008, registra-se que 97,97% da área total ocupada pelos parques eólicos eram áreas naturais intocadas, nos anos anteriores (1988 e 1998), o percentual foi de 86%, ou seja, mesmo em menor proporção de área, antes não exploradas, essas áreas apresentam-se de elevada relevância ecossistêmica.

Importante considerar que a faixa costeira do RN dispõe de elevado potencial eólico e que já existe um grande número de parques instalados nesses locais, ou seja, esse aglomerado de aerogeradores instalados nessas áreas naturais com comprovada fragilidade ambiental pode a longo prazo prejudicar um ambiente com funções ecossistêmicas importantes para seu entorno, prejudicando as relações de dependência sociedade-natureza atualmente existentes.

Mesmo diante da promulgada visão sustentável, seus aspectos de instalação e manutenção demonstram que a energia eólica é uma atividade antrópica que acarreta impactos ambientais negativos como qualquer outra atividade e impulsionam conflitos socioambientais principalmente nessas áreas litorâneas, como essas abordadas nesse artigo, no qual estão submetidas a intervenções que oferecem sérios impactos ambientais negativos e riscos à sociedade ali abrigada.

Outro ponto é que a área está sujeita a novas prospecções e futuras instalações de novos parques eólicos e não existe um impeditivo legal que impeça a instalação desses parques eólicos, mesmo se tratando de Áreas de Preservação Permanente (APP) (CONAMA, 2002) por se caracterizar como áreas de utilidade pública (CONAMA, 2006). Tal fato corrobora com a aplicação dessa metodologia para entendimento das intervenções com uma visão integrada da mutabilidade do ambiente e compatibilização com os usos existentes, oferecendo subsídio para as recomendações dos órgãos ambientais dessas instalações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise multitemporal do uso e cobertura do solo mostra-se uma ferramenta relevante para subsidiar o planejamento ambiental, pois permite compreender as correlações

dinâmicas entre os fatores do meio físico, biótico e antrópico, a fim de abranger tendências das pressões antrópicas, as alterações naturais devido à intensa dinâmica do ambiente costeiro, com vistas às novas prospecções de uso do solo e na perspectiva que se garantam explorações socioeconômicas sustentáveis.

A energia eólica, mesmo sendo uma energia advinda de recursos naturais renováveis, permanece uma categoria de atividade antrópica que acarreta impactos ambientais negativos ao local de instalação de sua infraestrutura operacional. Tal como qualquer outra atividade industrial, a indústria eólica impulsiona conflitos socioambientais, principalmente em setores da orla marítima com reconhecida fragilidade natural. Os setores de locação são submetidos às intervenções nos estágios de implantação das infraestruturas dos parques eólicos (acessos, fundações, cabeamentos subterrâneos, entre outros), que acarretam sérios impactos ambientais negativos e riscos às comunidades ali abrigadas, permanecendo o risco enquanto a atividade estiver em operação e, na maioria dos casos quando forem desativadas.

O estudo demonstrou que as primeiras duas décadas (1988 a 2008) foram aquelas que apresentaram maiores alterações, sendo que a década de 2008 a 2018 foi a mais estável, em relação a mutabilidade e balanço geral de perdas e ganhos entre as classes de uso e cobertura. A década de 1988 a 1998 foi destaque em relação ao crescimento das atividades de salicultura e a década de 1998 a 2008 destacou-se em relação ao crescimento de tanques de carcinicultura sobre as áreas de planície flúvio-estuarina.

Igualmente se observou que 97,97% das áreas ocupadas pelos parques eólicos, antes de sua implantação, eram áreas naturais formadas por dunas fixas, dunas móveis, faixa de praia, manguezal, planície flúvio-estuarina e caatinga, ou seja, mesmo em menor proporção de área comparada a outras explorações econômicas, a indústria eólica nesses municípios foram inseridas em áreas naturais antes não exploradas e de elevada relevância ecossistêmica.

Os parques eólicos de Alegria I e II foram instalados em grande parte em cima de dunas fixas e móveis com quase 60% de sua área originalmente coberta por dunas fixas e móveis, chegando a mais 90%. O Parque Eólico de Miassaba II e Aratuá I também foram instalados sobre áreas de dunas. Essa ocupação sob dunas favorece a degradação dos aquíferos costeiros, dos manguezais e promovem a interferência nas questões de subsistência e no contexto socioeconômico ambiental das comunidades litorâneas locais.

No caso do Parque Eólico de Miassaba II, este teve seus aerogeradores localizados a distância aproximada de 82 m da zona de espraiamento das ondas na Praia do Minhoto e a cerca de 45 m de distância do nível d'água médio dos canais de maré do Estuário de Diogo Lopes. O Parque Eólico de Aratuá I dista somente 20m da linha de praia média da Praia do Minhoto e dos canais de maré que compõem o Estuário de Diogo Lopes o que acarreta riscos futuros às estruturas dos parques.

Os parques eólicos de Miassaba III e Mangue Seco foram instalados em área de tabuleiro costeiro, frequentemente mais estáveis quanto aos aspectos da dinâmica ambiental e estão mais distantes da costa.

Assim, este estudo demonstra que as modificações nos usos e cobertura do solo são perceptíveis no decorrer de décadas e devem ser consideradas nas tomadas de decisões sobre as explorações futuras em quaisquer ambientes, sobretudo na orla marítima. Esses resultados devem ser incorporados pelos gestores, no aspecto qualitativo e quantitativo, como instrumentos por serem relevantes na estimativa de ações preventivas e, até mesmo, pautar normativas que permitam controlar os impactos socioambientais sobre o território.

Recomenda-se, portanto, que decisões sobre novas ocupações em áreas com relevante valor ecossistêmico, como a demonstrada nessa pesquisa, sejam analisadas à luz das mudanças temporais dos usos e cobertura do solo, considerando a dinâmica do ambiente, seu grau de vulnerabilidade e fragilidades ambientais e possíveis/futuros conflitos socioambientais, com base em ferramentas de planejamento ambiental que permitem prevenir e mitigar impactos socioambientais negativos e uma melhor utilização do território costeiro.

## **REFERÊNCIAS**

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Informações de Geração, BIG - Banco de Informações. (2019).
- ALMEIDA F. F. F.; HASSUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 2, 1977, Campina Grande, PB. Anais... Campina Grande, PB, 1977, p. 242-258.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. In: Meteorologische Zeitschrift, 2013, 22(6): 711- 728.
- ALVES, A. L. Cartografia Temporal e Análise Geoambiental da Dinâmica da Foz do Rio Piranhas-Açu, Região de Macau-RN, com base em Imagens Landsat 5-TM. 2001. 0 f.

Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

AMARANTE, O. A. C.; SILVA, F. J. L.; RIOS FILHO, L. G. Atlas do potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte. Camargo Schubert Engenharia Eólica, COSERN/Iberdrola Empreendimentos do Brasil, 2003, v. 47.

AMENDOLA, M. Uma avaliação do ordenamento territorial no processo de planejamento governamental: estudo do Rio de Janeiro. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ANGELIM, L.A.A., MEDEIROS, V.C., NESI, J.R. Projeto Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. Programa Geologia do Brasil - PGB. Recife: CPRM/FAPERN, 2006.

ARARIPE, P.T.; FEIJÓ, F.J. Bacia Potiguar. Boletim de Geociências, RJ, 1994, v.8, n° 1.

BRASIL, Resolução CONAMA N° 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Publicado no D.O.U.

BRASIL. (Decreto). Decreto n° 4.297 de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9°, inciso II, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. (Lei). Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, Brasília, DF, 1981.

BRASIL. (Lei). Lei n° 7.661, de 16 de maio de 1988. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. (Resolução). Resolução CONAMA n° 302, de 20 de março de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2002.

BUSMAN, D. V.; AMARO, V. E. SOUZA E FILHO, P. W. M. Análise estatística multivariada de métodos de Vulnerabilidade Física em Zonas Costeiras Tropicais. Revista Brasileira de Geomorfologia, 2016, v. 17, p. 499.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Carta geológica: Folhas Macau SB.24-X-D-II e SB.24-X-D-V. Carta, color. 93 cm x 90 cm. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil – PGB. Projeto Carta Geológica Escala 1:100.000. 2009.

DINIZ, C. H. G.; AMARO, V. E.; PRUDÊNCIO, M. C.; FARIAS, R. Representação Tridimensional de Processos de Erosão Costeira em Ilhas Barreiras Utilizando Tecnologia de Jogos. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, Rio de Janeiro, 2017, v. 40, n.3, p. 147-158.

DINIZ, M.T.M.; PEREIRA, V.H.C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. Boletim Goiano de Geografia, 35(3): 488-506, 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: produção e uso de energia. Brasília: EPE, jun. 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf>

FRANCO, C. G. M.; AMARO, V. E; SOUTO, M. V. S. Prognóstico da erosão costeira no litoral setentrional no Rio Grande do Norte para os anos de 2020, 2030 e 2040. Revista de Geologia (Fortaleza), v. 25, p. 37-37, 2012.

FREITAS, C. F. S. Ilegalidade e degradação em Fortaleza: os riscos do conflito entre a agenda urbana e ambiental brasileira. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 6 (1), p. 109-125, 2014.

GELPI, A.; KALIL, R. M. L. Planejamento e Gestão do Território: Escalas, Conflitos e Incertezas. Cidades, v. 12, p. 74-103, 2015.

GOLDEBERG, J.; LUCON, OSWALDO. Energias renováveis: um futuro sustentável. REVISTA USP, São Paulo, n.72, p. 6-15, dezembro/fevereiro 2006-2007.

GRIGIO, A. M. Aplicação do sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): Simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. 2003. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Agência Nacional do Petróleo, Natal, 2008.

GRIGIO, A. M. Evolução da paisagem do baixo curso do Rio Piranhas - ASSU (1988-2024): uso de autômatos celulares em modelo dinâmico espacial para simulações de cenários futuros. 2008. Tese de Doutorado (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

GRIGIO, A. M.; AMARO, V. E.; DIODATO, M. A.; CASTRO, A. F. Determination of indices of multiple and Multiple Weighted Geodiversity of landscape of the Piranhas-Assu river, Rio Grande do Norte- Brazil.. Journal of Coastal Research, 2011, v. 64, p. 1668-1671.

GRIGIO, A.M.; AMARO, V. E.; DIODATO, M. A.; VITAL, H. Análise Multitemporal do uso e ocupação do solo, em áreas de atuação da indústria petrolífera, com base em produtos de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica: Município de Guamaré (RN). Revista de Geografia (São Paulo), Rio Claro- São Paulo, v. 30, 2005, n.1, p. 177-197.

GWEC. Global Wind Report: Annual Market Update. 72 p., Belgium, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - Manual Técnico de Uso da Terra, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - Manual Técnico de Uso da Terra, 2013 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/24072-municipios-defrontantes-com-o-mar.html?=&t=downloads>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil/Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 176 p.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades, 2017.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas 1961 a 2013. Brasília, 2012.

IRENA (2019), Renewable Energy Statistics 2019, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

LOSEKANN, L. D. HALLACK, M. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. BOLETIM INFOPETRO, v. 17, p. 21, 2017.

LUCION, A. P. S. O Processo de urbanização do Brasil e as políticas urbanas: O Estatuto da Cidade Como instrumento de desenvolvimento sustentável do local. 2006. Dissertação (Mestrado) — Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2006.

RIOS, V. P. L.; AMARO, V. E.; VIEIRA, M. M.; MATOS, M. F. A.; PRUDÊNCIO, M. C.; CAMARA, M. R. Influência Neotectônica na Morfologia do Sistema de Ilhas Barreiras, Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, 2016, p. 400-416.

ROY, D.P.; WULDER, M.A.; LOVELAND, T.R.; WOODCOCK, C.E.; ALLEN, R.G.; ANDERSON, M.C.; HELDER, D.; IRONS, J.R.; JOHNSON, M.D.; KENNEDY, R.; SCAMBOS, T.A.; SCHAAL, C.B.; SCHOTT, J.R.; SHENG, Y.; VERMOTE, E.F.; BELWARD, A.S.; BINDSCHADLER, R.; COHEN, W.B.; GAO, F.; HIPPLE, J.D.; HOSTERT, P.; HUNTINGTON, J.; JUSTICE, C.O.; KILIC, A.; KOVALSKYY, V.; LEE, Z.P.; LYMBURNER, L.; MASEK, J.G.; MCCORKEL, J.; SHUAI, Y.; TREZZA, R.; VOGELMANN, J.; WYNNE, R.H.; ZHU, Z. 2014. Landsat-8: Science and Product Vision for Terrestrial Global Change Research. Remote Sensing Environment, 145, p. 154–172.

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E. Dinâmica sazonal de processos costeiros e estuarinos em sistema de praias arenosas e ilhas barreira no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, 2013, p. 151-162.

SANTOS, M.S.T.; AMARO, V.E. 2011. Rede geodésica para o monitoramento costeiro do Litoral Setentrional do Estado do Rio Grande do Norte. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 17, n. 4, p.571-585.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SOARES, U.M.; ROSSETTI, E.L.; CASSAB, R.C.T. 2003. Bacias sedimentares brasileiras. Bacia Potiguar. Fundação Paleontológica Phoenix, ano 5, n. 56, ago. 2003. Disponível em: [http://www.phoenix.org.br/Phoenix56\\_Ago03.htm](http://www.phoenix.org.br/Phoenix56_Ago03.htm)

SOUTO, M. V. S. *et al.* Multitemporal analysis of geoenvironmental elements of the coastal dynamics of the region of the Ponta do Tubarão, City of Macau/RN, on the basis of remote sensing products and integration in GIS. *Journal of Coastal Research*, v. 39, p.1618-1621, 2006.

SOUTO, M. V. S. S. Análise da evolução costeira do litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, região sob influência da indústria petrolífera. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Agência Nacional do Petróleo. 2009.

SOUTO, M. V. S.; AMARO, V. E. Análise multitemporal quanto ao uso e ocupação do solo da região da Ponta do Tubarão, município de Macau/RN, utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1649-1655.

### 3.3 Considerações

O artigo demonstrou que a metodologia apresentada pode ser eficiente para a análise multitemporal de uso e cobertura do solo e é relevante para o planejamento ambiental se utilizada nas tomadas de decisão. Independentemente dos aspectos jurídicos sobre a possibilidade de ocupação ou não, esse instrumento de planejamento justificariam possibilidades de alternativas locacionais, definição de áreas que requerem maior atenção quanto aos conflitos socioambientais, indicação de áreas que merecem mais atenção da gestão para implantação de políticas públicas e até a verificação de áreas que estariam mais susceptíveis a interferência de impactos ambientais cumulativos e sinérgicos, conforme o uso antrópico do solo, bem como as coberturas naturais do solo ainda intocadas.

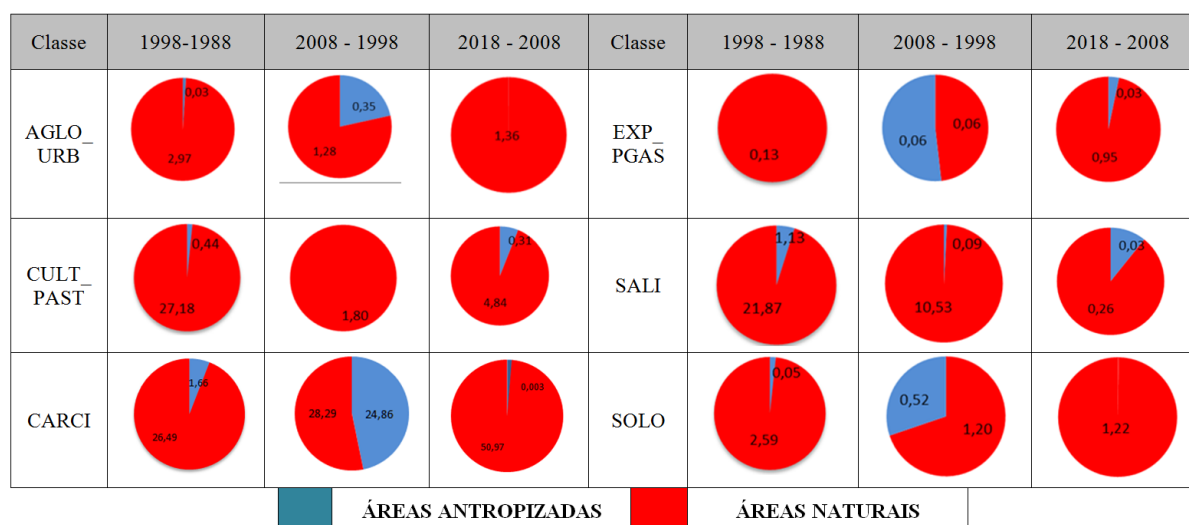
Do ponto de vista da área de estudo, a mesma é marcada por elevada potencialidade econômica com o uso de atividades de natureza distintas, como exploração do óleo e gás natural, carcinicultura, salicultura, fruticultura e a produção de energia eólica em

meio a um ambiente com unidades geomorfológicas de alta relevância ecossistêmica, dinâmica ambiental atuante e reconhecida fragilidade e vulnerabilidade ambientais.

O artigo comprova que as áreas antrópicas foram essencialmente ocupadas em áreas naturais, com diminuição de 32,89 km<sup>2</sup> de áreas naturais e aumento de 38,54 km<sup>2</sup> em áreas antropizadas. Este resultado pode ser observado na Tabela 3.1 e na Figura 3.1 que dispõe da representação da alteração ocorrida em área antropizada (em azul) ou área natural (em vermelho). Pode-se observar que a sua maioria predomina a alteração sobre as áreas naturais.

Tabela 3.1 - Quantificação da diferença de áreas totais categorizadas em áreas antrópicas e áreas naturais.

| CATEGORIAS         | 1998-1988 | 2008-1998 | 2018-2008 | 2018-1988 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ÁREAS ANTROPIZADAS | 43,16     | -3,79     | -0,83     | 38,54     |
| ÁREAS NATURAIS     | -37,66    | 6,63      | -1,86     | -32,89    |



Esse mesmo resultado foi observado para os parques eólicos, onde nos anos de 1988 e 1998, 86% das áreas ocupadas atualmente pelos parques eólicos, antes eram áreas naturais e em 2008 esse valor era ainda maior (97,97%), ou seja, os parques eólicos foram essencialmente ocupados em áreas naturais. Os resultados podem ser demonstrados nas Figura 3.2 a Figura 3.10 e Tabela 3.2.

Os Mapas seguem melhor representados em tamanho A3, ao final do trabalho, como Apêndice I.

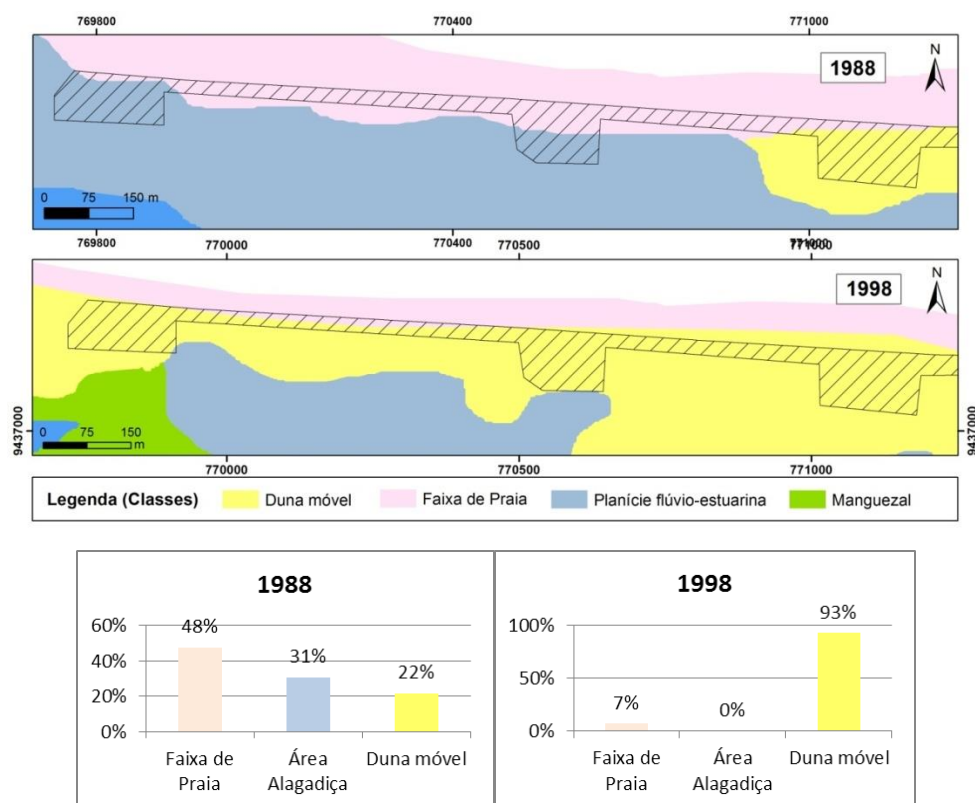


Figura 3.2—Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do Parque Eólico de Macau, com os acessos e bases dos aerogeradores, nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

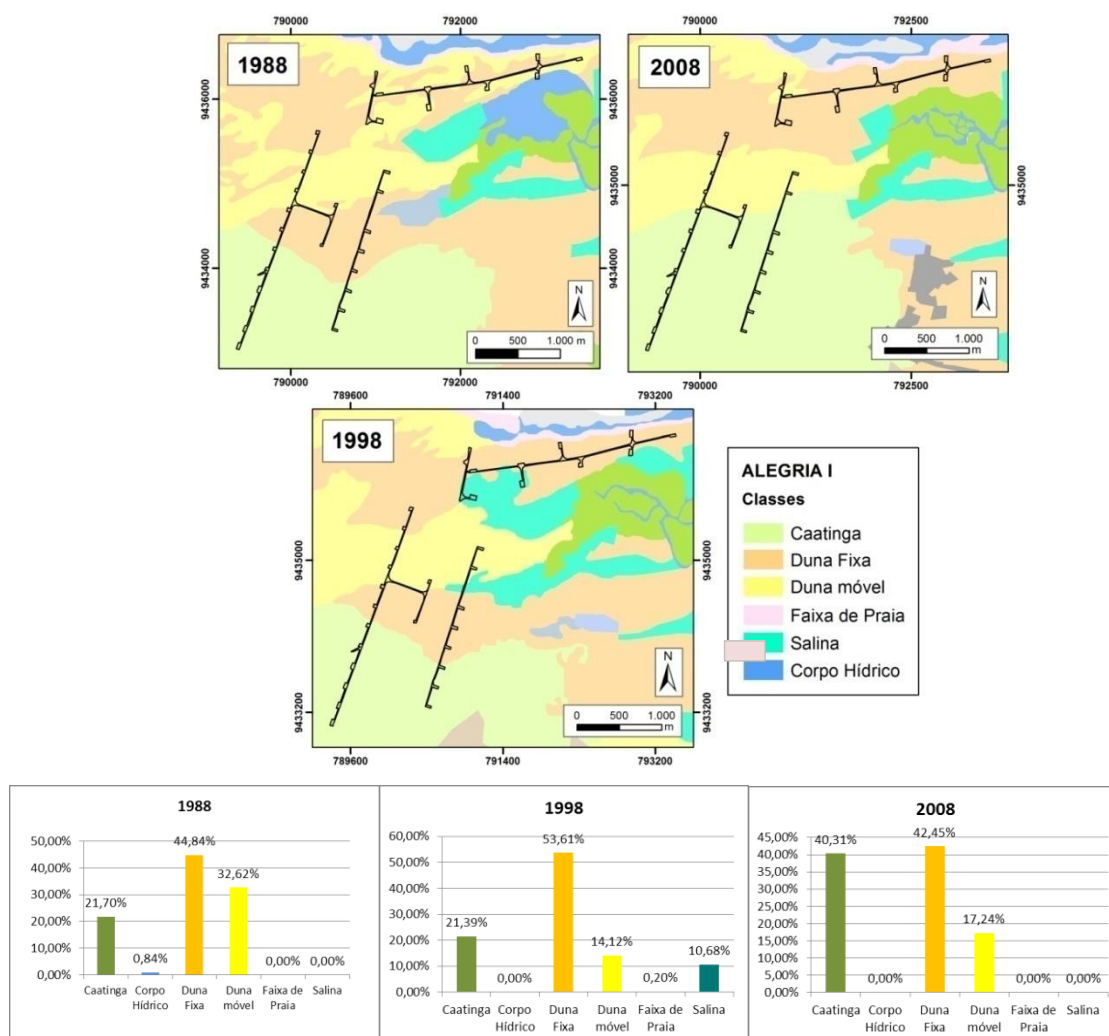


Figura 3.3– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do Parque Eólico de Alegria I com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

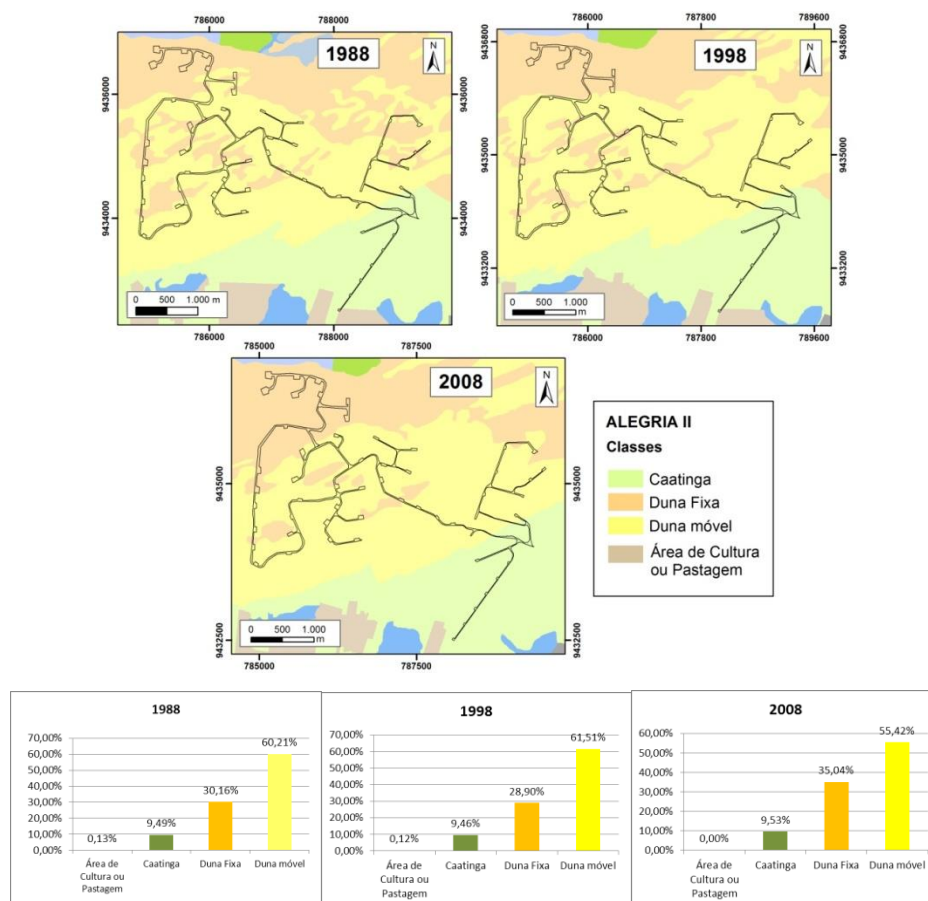


Figura 3.4– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Alegria II com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

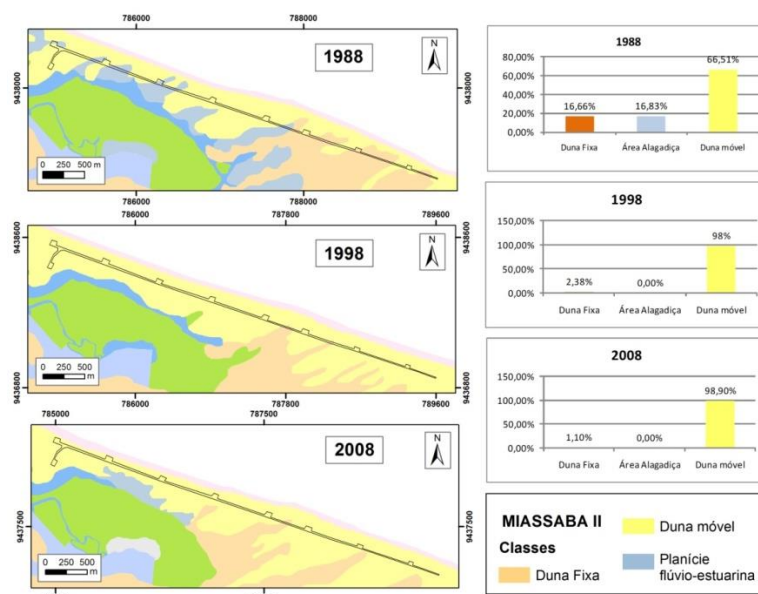


Figura 3.5– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Miassaba II com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

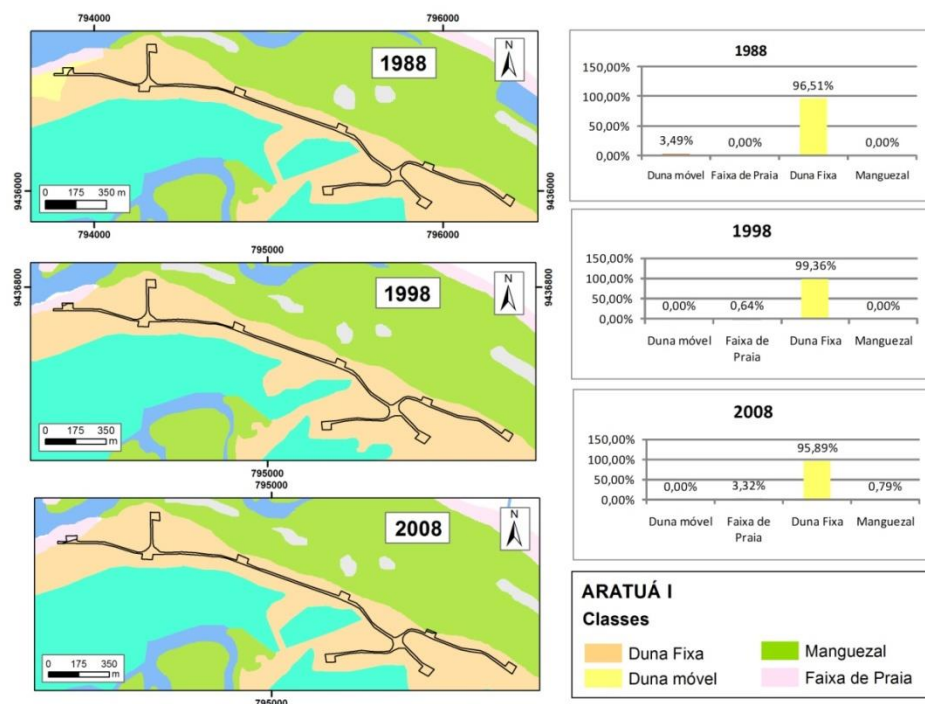


Figura 3.6– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Aratuá I com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

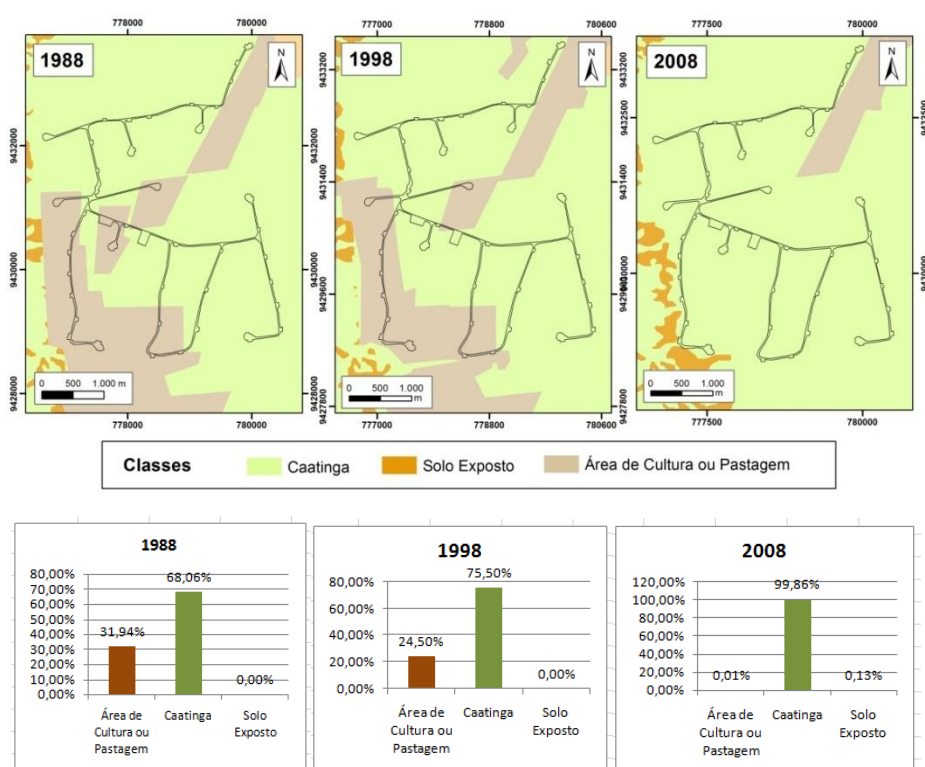


Figura 3.7– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Miassaba III com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

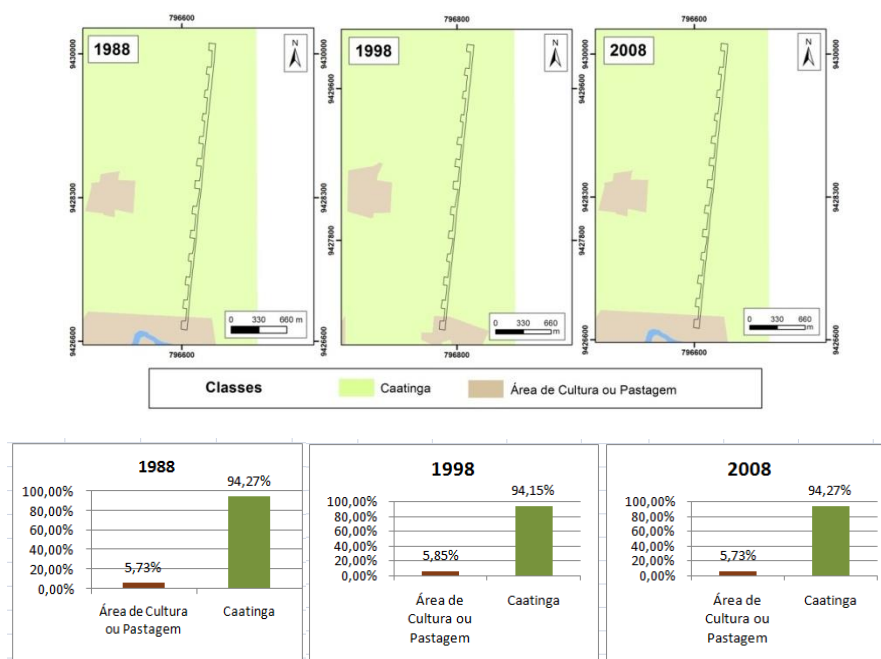


Figura 3.8– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Mangue Seco II com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

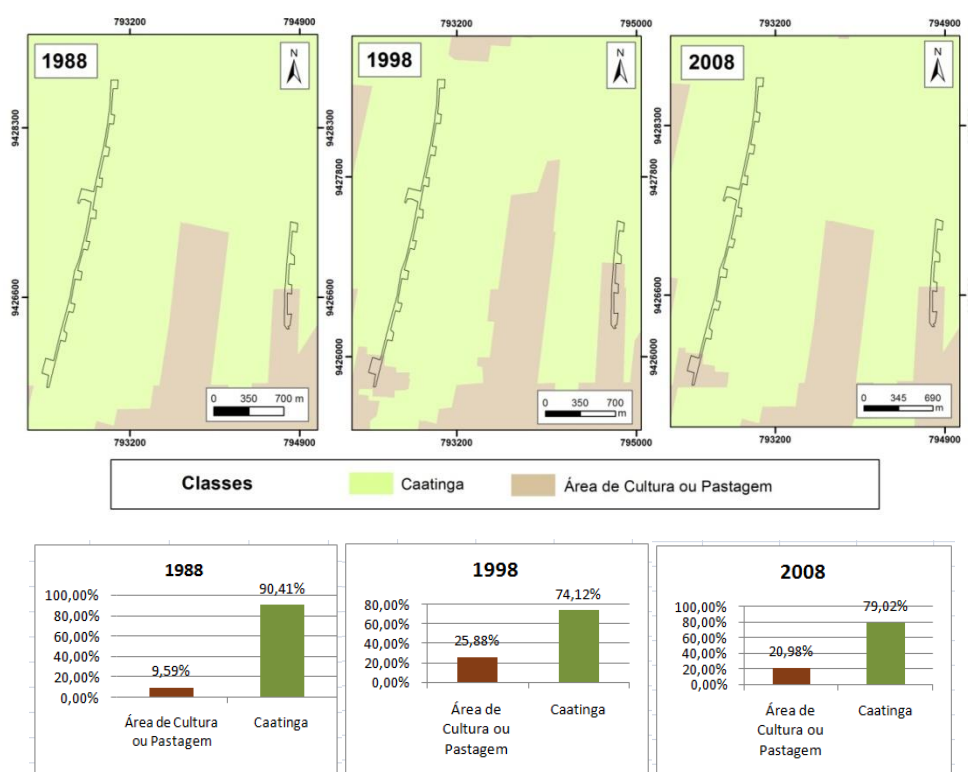


Figura 3.9– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Mangue Seco III com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

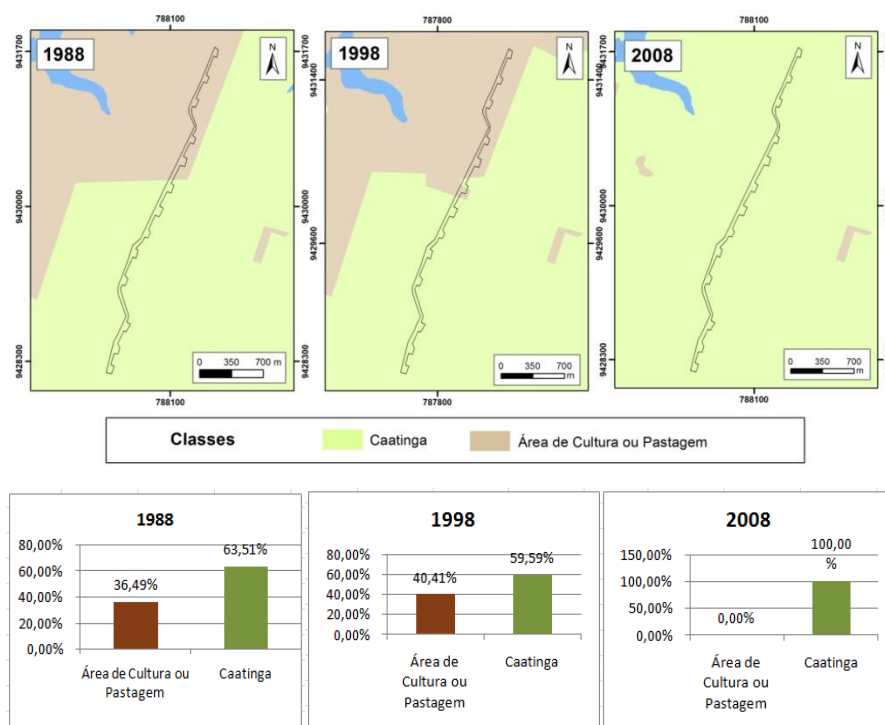


Figura 3.10– Mapa de uso e cobertura do solo da área específica utilizada para instalação e operação do parque eólico de Mangue Seco V com acessos e bases dos aerogeradores nos anos anteriores à sua instalação seguido dos gráficos com o percentual de cobertura.

Tabela 3.2 - Quantificação da diferença de áreas totais categorizadas em áreas antrópicas e áreas naturais.

| CATEGORIAS         | 1988   | 1998   | 2008   |
|--------------------|--------|--------|--------|
| ÁREAS ANTROPIZADAS | 13,92% | 13,92% | 2,03%  |
| ÁREAS NATURAIS     | 86,08% | 86,08% | 97,97% |

## **4 ASPECTOS LEGAIS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS**

### **4.1 Inserção das Questões Ambientais nos Aspectos Normativos Brasileiro: Panorama da Evolução da Legislação Ambiental Brasileira**

Ao longo dos anos, o arcabouço jurídico ambiental veio se formando e se firmando frente às ações humanas, ocupações territoriais e evolução socioeconômica da sociedade. A seguir, é apresentado um resumo dos principais marcos legais ambientais do Brasil precursores das questões ambientais atuais. A Figura 4.1 apresenta um resumo com os principais marcos da evolução histórica do marco regulatório ambiental brasileiro.

O processo de criação do marco regulatório ambiental brasileiro se iniciou desde o descobrimento do Brasil de forma muito incipiente, superficial e quase nula frente à preocupação com a preservação ambiental. Apenas em 23 de janeiro de 1934 através do Decreto nº 23.793 é que as questões ambientais foram incorporadas à legislação com a criação do primeiro Código Florestal Brasileiro.

Esse código exigia procedimentos de difícil realização para liberação da exploração comercial de florestas, tais procedimentos eram pouco acessíveis para a população de baixa renda, além disso, essa versão não traz o conceito de Áreas de Preservação Permanente, contudo determinava uma área máxima que o proprietário poderia. Em 1934, além do Código Florestal, foi criado o Código das Águas, da Pesca, da Caça e de Minas.

Na década de 30 também foi criado o Serviço de Proteção ao Patrimônio Histórico Artístico e Natural (SPHAN), atual Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), e foram criados os primeiros Parques Nacionais: o Parque Nacional de Foz do Iguaçu e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Já na década de 40 e 50, não ocorreram feitos significativos relacionados à legislação ambiental. Essas décadas foram marcadas pelo forte anseio do crescimento econômico decorrente do fim da segunda guerra mundial.

Apenas na década de 60 foi que as questões ambientais voltaram a ser foco devido principalmente a duas questões internacionais: o início das discussões que desencadearam o conceito do “desenvolvimento sustentável” e a criação da Lei da Política Ambiental Americana em 1969 (*National Environmental Policy Act*, - NEPA) que previa a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), para intervenções no meio ambiente de forma interdisciplinar.



Figura 4.1- Esquema apresentando os marcos regulatórios da legislação ambiental brasileira por década até o ano atual.

Na década de 60, destaca-se a atualização do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 4.771/1965) que passou a incorporar a proteção dos recursos naturais, criou as APP, a Reserva Legal, previu a criação de Parques, Reservas Biológicas e Florestais, introduziu o conceito de “função social da propriedade” que considera a terra como bem de produção na geração de riquezas para o proprietário e a coletividade, dentre outros.

Em 1972, a ONU realiza em Estocolmo a Primeira Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente onde aconteceram grandes debates formais sobre temas ambientais como desenvolvimento sustentável, preservação e qualidade de vida. Na conferência foi criada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development*, WCED).

Ainda assim, a Conferência de Estocolmo entrou para a história com a inauguração da agenda ambiental e o surgimento do direito ambiental internacional, criando assim um novo paradigma em relação as questões ambientais, objetivando descrever as responsabilidades e nortear as políticas futuras.

Após a Conferência em Estocolmo, a inserção de políticas ambientais teve que ser considerada, por isso, em 1973, o Brasil criou a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), no Decreto nº 73.030/1973, ligada ao gabinete da Presidência da República, sendo o primeiro órgão federal a executar ações de preservação e proteção ambiental. Os trabalhos da SEMA possibilitaram posteriormente a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do MMA. Também, após a realização da Conferência de Estocolmo foram criados os primeiros órgãos estaduais de meio ambiente.

Ainda na Década de 70, outras leis e decretos foram criados com vistas a preservação e regulamentação ambiental, tais como: Decreto nº 78.017/1976 (Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônicos do Brasil e da Colômbia); Decreto nº 78.802/1976 (Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônicos do Brasil e do Peru); Decreto nº 80.978/1977 (Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural); Lei nº 6.513/1977 (Cria as Áreas de Especiais e locais de Interesse Turístico); Lei nº 6.766/1979 (Lei *Lehmann*, que dispõe sobre parcelamento do solo urbano); Lei nº 6.803/1980 (Define categorias de uso e critérios para a instalação de indústrias poluidoras introduzindo no sistema normativo brasileiro o zoneamento industrial), dentre outras.

Em 1981 foi criada a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que dispõe sobre a PNMA, sendo um importante marco legal para a legislação ambiental do Brasil considerado o passo mais importante de todo o histórico ambiental brasileiro.

A PNMA objetiva “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (Artigo 2º).

Como ações e diretrizes da PNMA(BRASIL, 1981), destaca-se:

- a) Critérios e padrões da qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;
- b) A criação do SISNAMA, constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, sendo:

I - Órgão Superior: o Conselho Superior do Meio Ambiente – CSMA, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da Política Nacional e diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais;

II - Órgão Consultivo e Deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, adotado nos termos desta Lei, para assessorar, estudar e propor ao CSMA diretrizes políticas governamentais para o Meio Ambiente e os Recursos Naturais;

III - Órgão Central: o IBAMA, com a finalidade de coordenar, executar e fazer executar, como órgão Federal, a Política Nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o Meio Ambiente;

IV - Órgãos Setoriais: os órgãos ou entidades integrantes da Administração Federal Direta ou Indireta, bem como as Fundações instituídas pelo Poder Público, cujas atividades estejam associadas às de proteção da qualidade ambiental;

IV – Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programa, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;

V - Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas áreas de jurisdição.

- c) Como competências do CONAMA, destaca-se: estabelecer normas e critérios para o licenciamento ambiental; determinar a realização de estudos de impacto ambiental;

estabelecer normas e padrões nacionais no controle da poluição e manutenção da qualidade do meio ambiente.

- d) O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- e) O zoneamento ambiental;
- f) A avaliação de impactos ambientais;
- g) A licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- h) A criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo poder Público Federal, Estadual e Municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;
- i) O Cadastro Técnico Federal de Atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- j) As penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental;
- k) A instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo IBAMA.

A PNMA direcionou todo o sistema de Licenciamento Ambiental atual do Brasil, ou seja, pode-se dizer que a PNMA incorporou todo o conceito de avaliação de impactos ambientais (AIA) e as normas e padrões para a qualidade ambiental através das Resoluções do CONAMA, utilizadas atualmente com bastante vigor.

A criação da Constituição Federal de 1988, posteriormente à criação da PNMA, veio no intuito de fortalecer e confirmar essa política ambiental, constitucionalizando assim, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado através de seu Artigo 225.

Uma das Resoluções do CONAMA mais conhecidas e utilizadas foi a nº 001 de 23 de janeiro de 1986 e dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

Na década de 80, outras leis foram criadas e merecem destaque, tais como: a Lei nº 6.902 de 27 de abril de 1981 (que dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental); a Lei nº 7.347 de 24 de julho de 1985 (que disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente); a Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC) e a promulgação da Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989 no qual criava o IBAMA.

Em 1992, é realizada, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), também conhecida como Rio 92, Eco 92 ou Cúpula da Terra que objetivava discutir e propor meios de aliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental, para isso, falou-se muito em Desenvolvimento Sustentável, que na referida conferência foi conceituado como sendo “o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações”.

Na década de 90, mais precisamente em 1997 é lançada a Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997 em virtude da necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, ou seja, altera a Resolução CONAMA Nº 001/1986 – Artigos 3º e 7º.

Nessa década também foram lançadas a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Os anos 90 também geraram marcos para o gerenciamento costeiro do Brasil com a construção de um documento específico que detalha o PNGC no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), através da 1ª Resolução CIRM nº 01/90, visando orientar a utilização racional dos recursos na zona costeira. A primeira versão do PNGC foi apresentada em novembro de 1990 e revisada em 1997 (PNGC II), na forma de Resolução nº 05/97. Posteriormente a aprovação do PNGC II, cuja versão ainda está em vigor, foi publicado o Decreto nº 5.300/2004, que regulamentou a Lei do Gerenciamento Costeiro e definiu critérios para gestão da orla marítima. As mudanças e evoluções dos marcos legais do Gerenciamento Costeiro no Brasil reforça a necessidade de gerenciar, de forma integrada e participativa, as ações antrópicas na Zona Costeira e sua compatibilização com o meio ambiente.

Nessa última década, outras leis, decretos e resoluções foram sendo criadas, conforme as necessidades. Destacam-se algumas:

- a) RESOLUÇÃO CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001, que estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de

empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental – importante marco para o setor energético;

- b) Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002, que institui o Código Civil;
- c) RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- d) RESOLUÇÃO CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002 – que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno;
- e) Decreto nº 5.025, de 2004 – estabelece o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA);
- f) RESOLUÇÃO CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP;
- g) Lei nº 11.516 de 28 de agosto de 2007, que dispõe a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio);
- h) Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC);
- i) Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que institui o Novo Código Florestal;
- j) RESOLUÇÃO CONAMA Nº 462, de 24 de julho de 2014, que estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA nº 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências.

O arcabouço jurídico brasileiro é muito complexo devido aos tipos de normativos e as quantidades. Todos os dias são geradas inúmeras leis (ordinárias, delegadas e complementares), estatutos, medidas provisórias, decretos, decretos não numerados em meio a 18 códigos e a uma constituição.

As atualizações, complementações e revogações vão sendo realizadas conforme acontecimentos e necessidades, sem período previsto. Para os principais normativos voltados ao licenciamento ambiental, por exemplo, poucas foram as mudanças, conforme especificado na Tabela 4.1. Uma das alterações mais significativas nos marcos legais ambientais foram as

atualizações relativas ao Código Florestal, que surgiu em 1934 e foi atualizado em 1965 e 2012 novamente.

Tabela 4.1 – Mudanças significativas na legislação ambiental como uma forma de apresentar a mutabilidade dos principais normativos ambientais.

| ANO INICIAL | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ANO DE ALTERAÇÃO 1 | ANO DE ALTERAÇÃO 2 | OBSERVAÇÕES                                                                                                            |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1934        | Institui o Código Florestal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1965               | 2012               | -                                                                                                                      |
| 1986        | Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1997               |                    | Alterada pela Resolução nº 11/86 (alterado o art. 2º)<br>Alterada pela Resolução nº 237/97 (revogados os art. 3º e 7º) |
| 2002        | Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2003               | -                  | Alterada pela Resolução nº 341/03 (acrescenta novos considerandos)                                                     |
| 2006        | Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1º, art. 19 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.                                                                                                                                                                          | 2010               | -                  | Alterada pela Resolução nº 428/2010                                                                                    |
| 2010        | Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação(UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA/RIMA e dá outras providências. | 2015               | -                  | Alterada pela Resolução nº 473/2015 (altera o §2º do art. 1º e o inciso III do art. 5º)                                |

No geral, observam-se mais complementações ou atualizações principalmente voltadas para aumentar as especificidades ambientais aos diversos temas. Como exemplo do exposto, destaca-se a legislação voltada ao licenciamento de parques eólicos que, após crescimento expressivo no Nordeste Brasileiro, diante da necessidade dos órgãos ambientais e empreendedores, foi realizada uma nova resolução específica para esse tipo de empreendimento.

Dessa forma, a tendência é que novas leis, decretos, resoluções, normativas, dentre outros sejam criados e/ou alterados constantemente, conforme a evolução dos anseios sociais, o comportamento da sociedade, as questões territoriais, a evolução das atividades econômicas atuais, o surgimento de novas atividades, os fatos internacionais e a resposta do meio ambiente às pressões impostas por seu uso e ocupação.

## **4.2 Marcos Regulatórios do Licenciamento Ambiental de Parques Eólicos a Nível Federal**

As principais normas fundamentais para o licenciamento ambiental no Brasil são a Resolução CONAMA nº 001/1986 e a Resolução CONAMA nº 237/1997. Ambas estabelecem os procedimentos gerais e definem diretrizes gerais, tais como: as atividades que dependerão de EIA/RIMA, bem como as diretrizes gerais e conteúdo mínimo para sua elaboração e a definição das competências quanto ao licenciamento pelo órgão ambiental municipal, estadual e federal.

Os principais tipos de licenças ambientais são a prévia (LP), instalação (LI) e operação (LO). A licença prévia é concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação. Esse tipo de licença é a primeira a ser emitida para parques eólicos, sendo uma exigência pela EPE para habilitação do projeto e posterior participação nos leilões de energia.

A licença de instalação autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante. Mesmo o empreendimento já ter LP, é necessário requerer a LI.

A licença de operação autoriza a operação da atividade ou empreendimento, e estabelece medidas de controle ambiental e monitoramentos que devem ser continuadas durante toda a fase de operação.

A licença ambiental não tem caráter definitivo, ou seja, as licenças de diferentes tipos estão sujeitas a prazos de validade, bem como de monitoramento permanente do empreendimento que podem ser ajustadas a cada renovação. De acordo com Araújo (2002), após a expedição de qualquer das licenças, o cumprimento das condições nela estabelecidas é

acompanhado sistematicamente e pode ser cobrado por via administrativa ou judicial, caso os compromissos constantes da licença ambiental não fossem cumpridos, a mesma pode ser suspensa ou cancelada.

Para o licenciamento ambiental voltado especificamente para o setor energético, em 2001 foi lançada a Resolução CONAMA nº 279, que estabelece procedimentos específicos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, sendo esses empreendimentos as usinas hidrelétricas, termelétricas, sistemas de transmissão de energia elétrica, usinas eólicas e outras fontes de energia.

Para esses tipos de empreendimentos com pequeno potencial de impacto ambiental o estudo de impacto ambiental indicado é o RAS, contudo podem ser exigidos também outros tipos de estudos. Essa mesma resolução também apresenta um conteúdo mínimo que deverá ser considerado na elaboração do RAS.

Gorayeb; Brannstrom (2016) apontaram que esta lei foi criada, em regime especial, em meio à maior crise de energia elétrica do Brasil, que exigiam medidas rápidas e contundentes que solucionassem o problema energético do país de modo ágil e, por esse motivo, foi justificada a adoção do licenciamento simplificado para esses empreendimentos, para assim, proporcionar maior agilidade ao trâmite.

Apenas em junho de 2009, no Fórum Nacional Eólico foi lançado um documento chamado Carta dos Ventos com diretrizes firmadas em dez instâncias governamentais e empresariais, com vistas a promover a articulação institucional para programas de incentivo político, econômico, fiscal e regulatório relativos à cadeia produtiva do mercado eólico, sendo um dos objetivos, estabelecerem diretrizes em conjunto com os Estados para aperfeiçoar o processo de licenciamento ambiental dos projetos eólicos.

Dessa forma, os órgãos ambientais dos estados com maior potencial eólico reuniram-se e decidiram a necessidade de procedimentos específicos para o licenciamento de parques eólicos, formularam então a minuta de uma nova resolução CONAMA que, por meio da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler do Rio Grande do Sul (FEPAM-RS), em setembro de 2012, foi enviada para apreciação pelo CONAMA.

Em 10 de junho de 2014, na 56ª Reunião Extraordinária, é aprovado o texto da nova Resolução do CONAMA Nº 462 publicada em 24 de julho de 2014 que estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia

elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre e altera o Art. 1º da Resolução CONAMA nº 279, de 27 de julho de 2001.

Essa nova resolução estabelece ainda que empreendimentos eólicos considerados de baixo impacto ambiental poderão ser licenciados por meio de procedimento simplificado, contudo, quando o empreendimento se enquadrar em alguns dos casos dispostos no Art. 3º, parágrafo 3º, não será considerado baixo impacto, exigindo a apresentação de EIA/RIMA.

Os casos não considerados de baixo impacto ambiental será quando o empreendimento se localizar em: formações dunares; planícies de deflação; mangues e áreas úmidas; mata atlântica e implicar em supressão de vegetação primária e secundária; zona costeira e implicar em alterações significativas; áreas de rota, pouso, descanso, alimentação e reprodução de aves migratórias; locais que venham a gerar impactos socioculturais diretos; áreas com ocorrência de espécies ameaçadas de extinção e; áreas de endemismo restrito.

Salienta-se que a maioria desses locais é considerada APP. As APP são locais especialmente protegidos, sinalizando instrumentos de relevante interesse ambiental, importantes na integração do desenvolvimento sustentável no qual são instituídas pela legislação federal através do Novo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012) e Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002.

Contudo, como regra geral, as APP são caracterizadas pela intocabilidade e vedação de uso econômico direto, dada a singularidade e o valor estratégico dessas áreas, porém existe uma exceção quanto ao seu uso definida exclusivamente na Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006 que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP. Esta mesma resolução em seu Artigo 2º apresenta como utilidade pública “as obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia”, ou seja, usinas eólicas, dada a sua natureza de empreendimento energético, apresenta legalidade na intervenção em APP.

A Resolução CONAMA nº 462/2014 incumbe a cada órgão licenciador estadual o enquadramento quanto ao impacto ambiental dos empreendimentos de geração de energia eólica, considerando o porte, a localização e o potencial poluidor que podem variar de estado para estado.

Mesmo não estando inserido como um tema exclusivo para parques eólicos, vale a pena mencionar que existe um Projeto de Lei Nº 3729/2004 em tramitação no qual se trata de

uma “Lei Geral de licenciamento Ambiental”. Segundo a Câmara dos Deputados (2017), o texto dessa nova lei simplifica os procedimentos para a concessão de licenças ambientais, dependendo do porte dos projetos, além disso, exime empreendimentos agropecuários da exigência de licenciamento e dá prazo máximo para que os órgãos ambientais decidam sobre o pedido dos empreendedores. O IBAMA em análise a essa proposta, expõe que há fortes retrocessos ambientais no texto, prejudicando a intenção de alcançar mais eficácia, eficiência e efetividade no licenciamento ambiental.

#### **4.3 Marcos Regulatórios do Licenciamento Ambiental de Parques Eólicos nos Principais Estados Produtores do Brasil**

Cada órgão ambiental estadual é responsável por determinar particularidades no licenciamento ambiental de usinas eólicas, levando em consideração as características naturais e sociais de seu território.

Para isso, existe um enquadramento quanto ao porte do empreendimento que, dependendo, pode alterar a magnitude dos impactos aliado a fatores ambientais que estão relacionados ao potencial poluidor/degradador do ambiente.

Essa determinação é importante na definição das taxas para licenciamento ambiental, quanto maior o porte e o potencial poluidor do empreendimento, maior a taxa de licenciamento devido à maior complexidade dos estudos ambientais e, por conseguinte, da análise ambiental dos técnicos. Essa determinação pode variar de estado para estado. A seguir são apresentadas as definições e particularidades desse enquadramento nos 10 estados principais produtores de energia eólica.

A Tabela 4.2 lista o órgão licenciador de cada estado e o normativo que baliza o enquadramento quanto ao porte e o potencial poluidor/degradador dos empreendimentos eólicos.

Tabela 4.2–Órgão licenciador de cada estado e o normativo que baliza o enquadramento quanto ao porte e o potencial poluidor/degradador.

| Posição | Estado | SIGLA -<br>ÓRGÃO<br>LICENCIADOR<br>ESTADUAL | ÓRGÃO LICENCIADOR<br>ESTADUAL                                     | RESOLUÇÃO ESTADUAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|--------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1º      | RN     | IDEMA                                       | Instituto de Desenvolvimento<br>Sustentável e Meio Ambiente       | Lei Complementar nº 272, de 03 de março de 2004, RESOLUÇÃO Nº 02/2014<br>e RESOLUÇÃO Nº 04/2006                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2º      | BA     | INEMA                                       | Instituto de Meio Ambiente e Recursos<br>Hídricos                 | Decreto nº 15682 DE 19/11/2014 - Altera o Regulamento da Lei nº 10.431, de<br>20 de dezembro de 2006 e da Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009, aprovado<br>pelo Decreto nº 14.024, de 06 de junho de 2012.                                                                                                                                                                 |
| 3º      | RS     | FEPAM                                       | Fundação Estadual de Proteção<br>Ambiental Henrique Luiz Roessler | PORTARIA FEPAM nº 118/2014. Dispõe acerca da regulamentação do art. 3º<br>da resolução CONAMA 462/2014 e estabelece os critérios, exigências e estudos<br>prévios para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de<br>energia a partir da fonte eólica, no Estado do Rio Grande do Sul.                                                                         |
| 4º      | CE     | SEMACE                                      | Superintendência Estadual do Meio<br>Ambiente                     | RESOLUÇÃO COEMA nº 10, DE 11 DE JUNHO DE 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5º      | PI     | SEMAR                                       | Secretaria Estadual de Meio Ambiente<br>e Recursos Hídricos       | RESOLUÇÃO CONSEMA nº 010 de 25 de novembro de 2009 - Estabelece<br>critérios para classificação de empreendimentos e atividades modificadoras do<br>meio ambiente passíveis de declaração de baixo impacto ou de licenciamento<br>ambiental no nível estadual e determina procedimentos e estudos ambientais<br>compatíveis com o potencial poluidor e dá outras providências. |
| 6º      | PE     | CPRH                                        | Agência Estadual de Meio Ambiente                                 | Lei nº 14.549 de 21/12/2011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7º      | SC     | FATMA                                       | Fundação de Meio Ambiente                                         | RESOLUÇÃO CONSEMA nº 14, DE 14 DE DEZEMBRO DE 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8º      | PB     | SUDEMA                                      | Superintendência de Administração do<br>Meio Ambiente             | Deliberação COPAM nº 3.267 de 15/05/2004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9º      | SE     | ADEMA                                       | Administração Estadual do Meio<br>Ambiente                        | RESOLUÇÃO CEMA nº 06/2008 de 29 de Julho de 2008.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 10º     | RJ     | INEA                                        | Instituto Estadual do Meio Ambiente                               | DECRETO RIO nº 40722 DE 8 DE OUTUBRO DE 2015 e RESOLUÇÃO<br>INEA nº 32 DE 15 DE ABRIL DE 2011                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

O RN faz a determinação do porte conforme o tipo do empreendimento. Para eólicas, de acordo com a Lei Complementar nº 272, de 03 de março de 2004, Resolução Nº 04/2006 e 02/2014, o porte é considerado segundo a potência instalada em Megawatt do parque.

O potencial poluidor/degradador é determinado considerando as variáveis ambientais: ar, água e solo/subsolo subdivididos em pequeno, médio e grande potencial poluidor. Para o ar, são considerados os poluentes, os efeitos da poluição sonora e a presença de odores. Em relação à água, consideram-se os potenciais dos poluentes presentes. Para o solo, é levado em consideração os efeitos nos meios biótico e socioeconômico, os tipos de resíduos gerados e a movimentação de terra. A análise individual do potencial poluidor nessas três variáveis resulta no potencial poluidor/degradador geral da atividade. A Figura 4.2 apresenta essa resultante. Para a energia eólica, o potencial sobre o ar e água é Pequeno e no Solo e/ou Subsolo é Médio. Quando se tem duas classificações diferentes como Pequeno e um Médio, o potencial poluidor/degradador resultante geral é Pequeno.

| Variáveis Ambientais         | Potencial Poluidor/Degradador |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ar, Água e Solo e/ou Subsolo | P                             | P | P | P | P | M | M | M | M | G |
|                              | P                             | P | P | M | M | G | M | M | G | G |
|                              | P                             | M | G | M | G | G | M | G | G | G |
| Geral                        | P                             | P | M | M | M | G | M | M | G | G |

Figura 4.2-Determinação do potencial poluidor/degradador geral utilizado no RN. (Fonte: Resolução CONEMA nº 04/2006)

Já a Bahia, através do Decreto nº 15.682 de 19/11/2014, considera o porte das usinas eólicas através do número de aerogeradores instalados e determina o potencial poluidor geral como Pequeno. A análise geral do porte com o potencial poluidor degradador resulta em classes (Figura 4.3) que direcionarão o licenciamento ambiental.

Como a atividade eólica apresenta Pequeno potencial poluidor e o porte pode variar em Pequeno, Médio e Grande, empreendimentos eólicos poderão ser enquadrados em apenas três classes: 1, 2 e 4. Contudo, o mesmo decreto coloca que empreendimentos eólicos que se enquadrarem, conforme Art. 3º, parágrafo 3º da Resolução CONAMA 462/2014 estão sujeitos a reclassificação para a Classe 6: Grande Porte e Alto potencial poluidor e será exigida a apresentação do EIA/RIMA.

|                         |   | Potencial Poluidor Geral |   |   |
|-------------------------|---|--------------------------|---|---|
|                         |   | P                        | M | A |
| Porte do Empreendimento | P | 1                        | 2 | 4 |
|                         | M | 2                        | 3 | 5 |
|                         | G | 4                        | 5 | 6 |

Figura 4.3- Determinação de classes de acordo com o porte e o potencial poluidor/degradador utilizado na BA.  
(Fonte: Decreto nº 15682 DE 19/11/2014)

O Rio Grande do Sul através da FEPAM considera o porte das usinas eólicas através da potência gerada e estabelece um potencial poluidor/degradador baixo.

A Portaria FEPAM nº 118/2014 e 121/2014 (Altera a nº 118/2014) dispõe acerca da regulamentação do Art. 3º da Resolução CONAMA 462/2014 e estabelece os critérios, exigências e estudos prévios para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia a partir da fonte eólica no RS, conforme a área a ser licenciada.

Nessa Portaria, a FEPAM apresenta os resultados do estudo espacial que indica diretrizes e condicionantes específicas para implantação das usinas eólicas em determinadas regiões com alto potencial eólico. Tal estudo surge como uma ferramenta para balizar tecnicamente os analistas ambientais sobre as melhores decisões no processo de licenciamento ambiental de eólicas.

Os estudos foram realizados com base na literatura, no conhecimento e experiência *in loco* dos analistas ambientais. Foram temas do estudo: vegetação; ictiofauna (peixes anuais); herpetofauna; avifauna; mastofauna (mamíferos fossoriais e quirópteros); paisagem; meio físico (potencial de geração de processo erosivo e potencial de contaminação da água subterrânea) e áreas de interesse para a conservação. Todos esses temas resultaram em mapas temáticos que permitiram a criação de um mapa síntese.

O mapa síntese indica a distribuição continua de diferentes graus de favorabilidade à instalação e operação de empreendimentos eólicos e sistemas associados. São apresentadas as áreas impróprias para implantação de eólicas e a sensibilidade ambiental das outras áreas “disponíveis”, especificando a complexidade ambiental para implantação e o tipo de estudo resultante (RAS ou EIA/RIMA).

Esse modelo de estudo só foi visto na FEPAM e pode servir de exemplo para os outros estados. O ideal seria a elaboração de um ZEE, mas como em muitos estados não é possível por oportunidade, ineficiência da gestão, falta de recursos ou outro motivo, realizar um estudo similar a esse do RS pode ser bastante eficaz no planejamento ambiental, eliminando inclusive algum tipo de caráter subjetivo na análise do licenciamento desses empreendimentos.

O Ceará através Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) por meio da Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015 considera o porte das usinas eólicas através da potência gerada e determina o potencial poluidor-degradador como médio.

O enquadramento de usinas eólicas para licenciamento no Piauí segue disposto na Resolução CONSEMA nº 010 de 25 de novembro de 2009 e é similar ao da Bahia, no qual enquadra o empreendimento em classes, conforme o seu potencial poluidor/degradador e seu porte. O potencial poluidor/degradador para usinas eólicas é considerado Pequeno em relação à variável ambiental Ar e Água e Médio para o Solo, resultando em Pequeno Potencial poluidor/degradador. O porte é definido, conforme área útil e capacidade instalada. A análise geral do porte com o potencial poluidor degradador resulta no enquadramento de eólicas em apenas três classes: 1, 2 e 4. A Resolução define também que para a classe 4 será exigido um Plano de Controle Ambiental (PCA).

Para Pernambuco, a Lei nº 14.549, de 21 de dezembro de 2011, define o porte de empreendimentos de eólica por meio da potência geral. Essa mesma resolução deixa dúvida a interpretação quanto ao potencial poluidor degradador.

O Estado de Santa Catarina determina na Resolução CONSEMA nº 14, de 14 de dezembro de 2012 para produção de energia eólica um potencial Poluidor/Degradador para o ar e solo como Médio e para água como Pequeno, determinando no geral como Médio potencial poluidor/degradador. Quanto ao porte, a referida resolução só determina a classificação para usinas de pequeno porte – com até 10 MW e estabelece Estudo Ambiental Simplificado.

O estado da Paraíba apresenta na Deliberação COPAM nº 3.267 de 15/05/2004 o porte do empreendimento sendo enquadrado de acordo com a área total construída, o investimento total e o número de funcionários do empreendimento, prevalecendo sempre o maior valor encontrado, conforme Figura 4.4. E determina como pequeno o potencial poluidor degradador para empreendimentos eólicos.

| Classificação             | Área Total Construída (m²) | Investimento Total <sup>7</sup> (UFRPB) (1 UFRPB) | Nº Funcionários |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|
| Microempresa <sup>8</sup> | Até 150                    | Até 15.355.                                       | Até 10          |
| Pequeno Porte             | Acima de 150 a 1.000       | Acima de 15.355 até 75.520.                       | De 11 a 50      |
| Médio Porte               | Acima de 1.000 a 5.000     | Acima de 75.520 até 270.000.                      | De 51 a 150     |
| Grande Porte              | Acima de 5.000 a 10.000    | Acima de 270.000 até 1.890.000                    | De 151 a 500    |
| Excepcional               | Acima de 10.000            | Acima de 1.890.000.                               | Acima de 500    |

Figura 4.4-Classificação do porte do empreendimento para fins de licenciamento ambiental na Paraíba. (Fonte: Deliberação COPAM nº 3.267 de 15/05/2004).

Sergipe determina na Resolução nº 06 de 29 de julho de 2008 para empreendimentos eólicos um Médio potencial poluidor/degradador e o porte é determinado pela potência gerada.

No Rio de Janeiro, o Instituto Estadual de Meio Ambiente (INEA) em Resolução nº 32 de 15 de abril de 2011, determina o potencial poluidor/degradador para empreendimentos energéticos, incluindo eólica conforme área alagada, supressão de vegetação e o tipo de combustível e o porte conforme potência instalada. Salienta-se que o Decreto Rio nº 40.722 de 8 de outubro de 2015 classifica o impacto ambiental como insignificante, baixo, médio ou alto, em função de suas classes, de acordo com a Figura 4.5.

| PORTE              | POTENCIAL POLUIDOR                  |                            |                            |                            |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                    | Insignificante                      | Baixo                      | Médio                      | Alto                       |
| <b>Mínimo</b>      | Classe 1A<br>Impacto insignificante | Classe 2A<br>Baixo impacto | Classe 2B<br>Baixo impacto | Classe 3A<br>Médio impacto |
| <b>Pequeno</b>     | Classe 1B<br>Impacto insignificante | Classe 2C<br>Baixo impacto | Classe 3B<br>Baixo impacto | Classe 4A<br>Médio impacto |
| <b>Médio</b>       | Classe 2D<br>Baixo impacto          | Classe 2E<br>Baixo impacto | Classe 4B<br>Médio impacto | Classe 5A<br>Alto impacto  |
| <b>Grande</b>      | Classe 2F<br>Baixo impacto          | Classe 3C<br>Médio impacto | Classe 5B<br>Alto impacto  | Classe 6A<br>Alto impacto  |
| <b>Excepcional</b> | Classe 3D<br>Baixo impacto          | Classe 4C<br>Médio impacto | Classe 6B<br>Alto impacto  | Classe 6C<br>Alto impacto  |

Figura 4.5-Critérios para classificação do impacto ambiental de acordo com o porte e o potencial poluidor/degradador. (Fonte: Decreto Rio nº 40.722 de 8 de outubro de 2015).

Ao analisar o licenciamento ambiental desses 10 estados, podem-se fazer as seguintes observações:

- Não há padronização quanto ao enquadramento do porte. Oitos estados fazem a classificação do porte de empreendimentos eólicos levando em consideração a potência gerada do parque em megawatt, mesmo adotando igual parâmetro, as classes e os valores se diferenciam de estado para estado. Como por exemplo, cita-se o porte micro, no qual são observados três valores diferentes (até 01 MW, até 05 MW e até 10 MW), então um dos valores onde é classificado micro em um Estado, se classifica em outro porte em outro Estado;

- Dois estados fazem a classificação do porte com parâmetros diferentes: a Bahia classifica conforme o número de aerogeradores e a Paraíba conforme a área total construída, investimento total e/ou número de funcionários, prevalecendo o maior item;

- Também não há padronização quanto ao enquadramento do potencial poluidor/degradador, justificado pelas diferentes características ambientais observadas em cada estado;

- Alguns normativos não apresentam com clareza os(s) critérios(s) utilizados na definição do potencial poluidor/degradador, alguns apenas citam as variáveis ambientais observadas, outros determinam o potencial geral sem nenhum tipo de esclarecimento. Nesse caso, destaca-se o RN que justifica quais os critérios utilizados nas variáveis ambientais observadas para definição do potencial, de maneira bastante clara e objetiva;

- Os estados da Bahia e do Piauí definem critérios de licenciamento através de Classes resultantes da análise do porte e do potencial poluidor/degradador. O Piauí determina inclusive estudos ambientais que deverão ser adotados para algumas classes;

- Já o Rio de Janeiro faz uma classificação do impacto ambiental levando em consideração o porte e o potencial poluidor/degradador;

- Com relação às atualizações, a Paraíba apresenta o normativo mais antigo datado no ano de 2004; seguido de SE em 2008; PI de 2009; PE no ano de 2011; SC de 2012; BA, RS e RN de 2014 e os mais atualizados do CE e RJ de 2015;

- Apenas a Bahia e o Rio Grande do Sul fazem menção a Resolução CONAMA nº 462/2014;

- O Rio Grande do Sul merece destaque pelo trabalho de zoneamento que indica diretrizes e condicionantes específicas para o licenciamento de eólicas em determinadas regiões com alto potencial eólico, fornecendo subsídios para analistas ambientais e

empreendedores na escolha da área para investimento. Importante salientar que esse mesmo Estado foi um incentivador para formulação da Resolução CONAMA específica para empreendimentos eólicos.

A Tabela 4.3 e a Tabela 4.4 apresentam um resumo do porte determinado em cada estado. A primeira tabela apresenta o parâmetro adotado com a subdivisão de classes e a segunda tabela apresentam os valores das classes do porte segundo a potência quando aplicável em cada estado. A Tabela 4.5 apresenta a classificação do potencial poluidor degradador geral quando aplicável.

Tabela 4.3–Parâmetro para definição do porte do empreendimento e classes.

| Estado | PARÂMETRO ADOTADO PARA O PORTE                                     | PORTE   |         |        |             |             |
|--------|--------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------|-------------|-------------|
| RN     | Potência (MW)                                                      | Micro   | Pequeno | Médio  | Grande      | Excepcional |
| BA     | Nº de Aerogeradores                                                | Pequeno |         | Médio  | Grande      |             |
| RS     | Potência (MW)                                                      | Mínimo  | Pequeno | Médio  | Grande      | Excepcional |
| CE     | Potência (MW)                                                      | Micro   | Pequeno | Médio  | Grande      | Excepcional |
| PI     | Potência (MW) e Área Útil (ha)                                     | Pequeno |         | Médio  | Grande      |             |
| PE     | Potência (MW)                                                      | Micro   | Pequeno | Médio  | Grande      | Excepcional |
| SC     | Potência (MW)                                                      | Pequeno |         |        |             |             |
| PB     | Área Total Construída (m²), Investimento Total, Nº de Funcionários | Micro   | Pequeno | Médio  | Grande      | Excepcional |
| SE     | Potência (MW)                                                      | Micro   | Pequeno | Médio  | Grande      | Excepcional |
| RJ     | Potência (MW)                                                      | Pequeno | Médio   | Grande | Excepcional |             |

Tabela 4.4: Valores de potência (MW) das classes quanto ao porte das usinas eólicas.

| Estado | MICRO/PEQUENO | MÉDIO         | GRANDE/EXCEPCIONAL                       |
|--------|---------------|---------------|------------------------------------------|
| RN     | 5 a <=15 MW   | 15 a <=45 MW  | 45 a <135 (grande) e > 135 (excepcional) |
| BA     | <30 MW        | >=30 a <120MW | >=120MW                                  |
| RS     | 1 a 10 MW     | 10 a 100MW    | 100 a >500MW                             |
| CE     | 10 a <=50MW   | 50 a <=150MW  | 150 a >300MW                             |
| PI     | NA            | <=50MW        | >50MW                                    |
| PE     | 5 a 15MW      | 15 a 45MW     | 45 a >135MW                              |
| SC     | <=10MW        | NA            | NA                                       |
| PB     | NA            | NA            | NA                                       |
| SE     | 10 a <=50MW   | 50 a <=150MW  | 150 a >300                               |
| RJ     | até 1MW       | 1 a 10MW      | 10 a 500MW                               |

Tabela 4.5-Classificação geral quanto ao potencial poluidor/degradador das eólicas em alguns estados do Brasil.

| Potencial Poluidor<br>Degrador Geral | Estado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                      | PB     | RN | SE | PI | PE | SC | BA | RS | CE | RJ |
| PEQUENO                              |        |    |    |    | NA |    | NA |    |    | NA |
| MÉDIO                                |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

## 5 ESTUDOS AMBIENTAIS PARA FINS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL: ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS

### 5.1 Os Estudos Ambientais para fins de Licenciamento Ambiental

Um dos processos do licenciamento ambiental é a elaboração e análise do estudo de impacto ambiental. O estudo ambiental, conforme aponta a Resolução CONAMA nº 237/97, são todos e quaisquer estudos que se referem aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida. O tipo do estudo varia conforme o empreendimento e sua localização e caberá a cada órgão ambiental a definição do estudo e o termo de referência a ele atribuído.

A estrutura mínima do estudo ambiental é prevista em algumas resoluções e também são fornecidas pelo órgão ambiental através de um Termo de Referência (TR). Para as usinas eólicas, BRASIL (2014) especifica em seus anexos I e II uma proposta de termo de referência tanto para um EIA/RIMA, quanto para o RAS. Os órgãos ambientais também dispõem de TRs próprios que podem ser alterados conforme a área. A Figura 5.1 apresenta as principais etapas de um estudo ambiental, conforme recomendação da legislação federal para todos os tipos de empreendimentos. Se uma das etapas for elaborada erroneamente, todas as etapas serão afetadas e a qualidade do estudo final ficará comprometida.

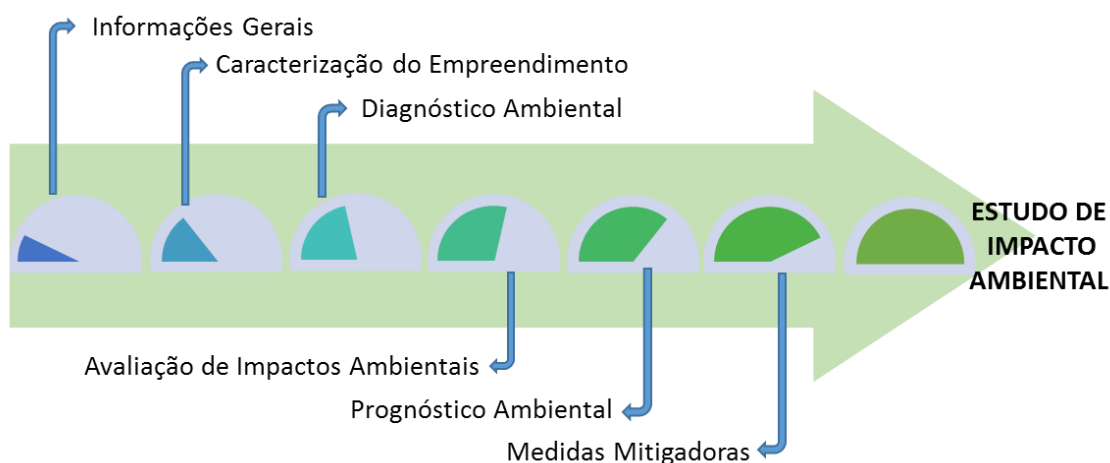


Figura 5.1- Principais etapas que deverão ser contempladas na elaboração de um estudo ambiental para fins de licenciamento ambiental segundo a legislação.

Com relação ao conteúdo do estudo ambiental, a parte de informações gerais é a identificação do empreendedor, da empresa e equipe técnica responsável pela elaboração do

estudo ambiental, além da apresentação geral do empreendimento. No item seguinte é realizado com detalhes a caracterização técnica do empreendimento.

O diagnóstico ambiental é a etapa mais cara e demorada do estudo ambiental, sendo fundamental o seu planejamento a fim de se definir o tipo de informação que se pretende coletar, as escalas temporal e espacial dos estudos e os métodos de coleta, a eventual necessidade de análises laboratoriais, além dos procedimentos e métodos de tratamento e interpretação dos dados (SÁNCHEZ, 2015).

Um ponto importante é a definição correta da área de estudo e área de influência do empreendimento. A área de estudo aqui mencionada é a área geográfica do empreendimento – objeto de estudo do diagnóstico ambiental e de coleta de dados primários e secundários. Já a área de influência é a área cuja qualidade ambiental sofrerá modificações direta ou indiretamente decorrentes do empreendimento; essa área deverá ser definida após a análise dos impactos ambientais, pois pode variar conforme os impactos afetem os meios físico, biológico e antrópico

As etapas anteriores oferecem subsídios para execução de um dos passos mais importantes que é a identificação, previsão e análise dos impactos ambientais.

Sánchez (2015) coloca que a identificação dos impactos é diferente de previsão. O primeiro é a enumeração das prováveis consequências futuras de uma ação. Já a previsão deve ser entendida como uma hipótese fundamentada e justificada, se possível, quantitativa, sobre o comportamento futuro de alguns parâmetros, denominados indicadores ambientais, representativos da qualidade ambiental. A previsão informa sobre a magnitude ou intensidade das mudanças ambientais que acabam por acarretar os impactos ambientais. A avaliação dos impactos informa sobre a importância e significância dessas modificações.

Após a identificação dos impactos ambientais que possam surgir com a implantação e operação do empreendimento é realizada a análise desses impactos em relação a parâmetros ambientais pré-estabelecidos e posterior mensuração quanto ao seu grau de magnitude ou criticidade, conforme o meio ao qual está inserido.

Posteriormente, serão analisadas medidas mitigadoras que possam ser estabelecidas para minimizar esses impactos. Essas medidas são subdivididas e descritas em planos e programas ambientais básicos, tais como: Programa de Comunicação Social, Projeto de Drenagem de Águas Pluviais, Projeto de sinalização, Projeto de controle de processos erosivos, Plano de recuperação de áreas degradadas, Plano de Monitoramento de Avifauna e fauna terrestre, Plano de gestão ambiental, dentre outros. A eficácia das medidas e da

implantação desses programas deve ser acompanhada por meio de indicadores ambientais que deverão ser implantados no decorrer da instalação e operação do empreendimento.

As técnicas baseadas em indicadores e índices pretende avaliar e comparar variantes para um mesmo projeto visando integrar o processo de avaliação. Os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos e devem expressar o estado do ambiente, descrever o seu funcionamento e permitir estimar as mudanças no ambiente decorrentes da ação promovida.

Nessa etapa deve-se esperar que as medidas propostas tenham mais consistência com a realidade do empreendimento, e após a concessão da licença é necessário um acompanhamento efetivo da sua implementação. Esse acompanhamento deve ser feito mesmo depois da licença de operação a fim de acompanhar os reais impactos ambientais ocasionados.

Muitos estudos apontam sobre a falta de acompanhamento na implantação dos programas e planos ambientais e também em relação a falta de uma avaliação pós-licenciamento, visando identificar se os objetivos da mitigação dos impactos socioambientais foram atingidos ou não, como previu o estudo de impacto ambiental que antecede a implantação. Uma das razões do insucesso de planos e programas ambientais é a falta de acompanhamento sistemático das ações, possibilitando correções ainda durante a execução dos programas.

Sánchez (2015) discorre sobre a importância da etapa de acompanhamento, pois a aprovação para instalação e operação do empreendimento não significa que tenha se encerrado a avaliação de impactos ambientais, ao contrário, continua durante todas as etapas do período de vida do empreendimento.

Os objetivos do acompanhamento, segundo Sánchez (2015), são:

- a) assegurar a implementação dos compromissos assumidos pelo empreendedor descrito nos estudos e licenças ambientais;
- b) adaptar o projeto ou seus programas ambientais em caso de ocorrência de impactos não previstos, ou de magnitude maior do que o esperado e/ou da ineficácia das medidas mitigadoras;
- c) demonstrar o cumprimento desses compromissos também como atendimento aos requisitos legais e que os objetivos e metas dos programas ambientais foram atingidos;
- d) fornecer elementos para aperfeiçoamento do processo de AIA, identificando problemas decorrentes das etapas anteriores.

Caso as medidas não sejam eficazes para minimizar determinado impacto, tornando-o um impacto irreversível, será necessária a proposição de medidas compensatórias com ações que compensem a não reversibilidade de tal impacto.

No geral, o propósito do estudo ambiental é apresentar a viabilidade de um empreendimento em determinada área quando comparado aos impactos socioambientais negativos e positivos ocasionados pelo empreendimento.

Um estudo de impacto ambiental deficiente pode subtrair atividades antrópicas, infraestruturas sociais e econômicas, espécies animais, vegetais e aspectos físicos (JERONYMO; BERMANN; GUERRA, 2012).

Como consequência de um estudo ambiental de qualidade inferior tem-se a não identificação e/ou análise superficial e insuficiente dos reais potenciais impactos dos empreendimentos, omitindo a equação completa de benefícios e ônus da instalação e operação de determinados empreendimentos (MP, 2004). Tal consequência pode apresentar maiores proporções, quando além de estudos mal elaborados, a legislação recomenda a entrega de estudos simplificados como os RAS. Tal fato pode ser tomado como exemplo na Resolução CONAMA nº 279 de 27 de junho de 2001 (BRASIL, 2001), que estabeleceu o licenciamento ambiental simplificado para empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, inclusos usinas hidrelétricas, usinas termelétricas, sistemas de transmissão de energia elétrica, usinas eólicas e outras fontes alternativas de energia.

A seguir, apresentam-se as principais deficiências dos estudos ambientais, submetidos à análise do Ministério Público Federal, conforme levantado pelo Grupo de Trabalho “Licenciamento de Grandes Empreendimentos”, constituído no âmbito da 4ª Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal – Meio Ambiente e Patrimônio Cultural:

- a) *Atendimento adequado ao Termo de Referência*, seja pela falta de atendimento por parte da consultoria ambiental responsável pela elaboração do estudo ou as recomendações do TR foram repassadas, pelo órgão ambiental licenciador, às etapas posteriores à emissão da Licença Prévia. A análise do estudo deve ser feita com todo o conteúdo e cada fase é dependente da outra, desta forma, não é recomendado particionar o estudo, conforme emissão das licenças;
- b) *Ausência de proposição de alternativas tecnológicas e locacionais* ou proposições inadequadas e pouco condizentes com a realidade;

- c) *Delimitação de áreas de influência sem justificativas sólidas*, desconsiderando as vulnerabilidades dos ambientes naturais, as realidades sociais e regionais e a desconsideração da bacia hidrográfica na delimitação;
- d) *Deficiências no diagnóstico socioambiental*, tais como: prazos insuficientes para a realização de pesquisas de campo; caracterização da área baseada, predominantemente, em dados secundários; ausência ou insuficiência de informações sobre a metodologia utilizada; proposição de execução de atividades de diagnóstico em etapas do licenciamento posteriores à Licença Prévia; falta de integração dos dados entre os meios físico, biológico e antrópico;
  - Principais deficiências nos diagnósticos do meio físico e biológico: Ausência de mapas temáticos; utilização de mapas em escala inadequada, desatualizados e/ou com ausência de informações; apresentação de informações inexatas, imprecisas e/ou contraditórias; deficiências na amostragem para o diagnóstico, dentre outras;
  - Principais deficiências nos diagnósticos do meio antrópico: pesquisas insuficientes e metodologicamente ineficazes; conhecimento insatisfatório dos modos de vida de coletividades socioculturais singulares e de suas redes intercomunitárias; ausência de estudos orientados pela ampla aceção do conceito de patrimônio cultural; não-adoção de uma abordagem urbanística integrada em diagnósticos de áreas e populações urbanas afetadas; caracterizações socioeconômicas regionais genéricas, não articuladas às pesquisas diretas locais, dentre outras.
- e) *Falhas identificação de determinados impactos*: identificação parcial de impactos; indicação de impactos incorporando alterações ambientais distintas; impactos mutuamente excludentes ou opostos;
- f) *Omissão de dados e/ou justificativas quanto à metodologia utilizada para arrogar pesos aos atributos dos impactos*;
- g) *Tendência à minimização ou subestimação dos impactos negativos e à supervalorização dos impactos positivos*;

- h) *Falhas na proposição de medidas mitigadoras* que não são a solução para a mitigação do impacto, pouco detalhadas com ausência de avaliação da eficiência através de indicadores ambientais

## 5.2 Matriz de Impactos Ambientais: Conceitos, Identificação, Ferramentas de Avaliação e Indicadores Ambientais

Os conceitos atribuídos a “impacto ambiental” são, por vezes, semelhantes e convergem entre si.

- a) Sánchez (2015, pág. 32) conceitua impacto ambiental como “*alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana*”;
- b) A Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986) define impacto ambiental em seu Artigo 1º (pag. 1) como sendo “*qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas*” que afetam direta ou indiretamente a saúde, a segurança, o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais;
- c) A Norma NBR ISO 14001:2015 apresenta impacto ambiental como sendo “*modificação no meio ambiente tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização*”.

Dessa forma, impacto ambiental é toda e qualquer modificação no meio ambiente causada por atividades antrópicas que alteram a qualidade ambiental tanto benéfica ou adversamente do meio ao qual está inserido. O impacto ambiental é o resultado de uma ação humana, ou seja, é a consequência dessa ação.

Uma das preocupações que é necessária ter na definição dos impactos ambientais é não o confundir com aspecto ambiental. Sánchez (2015, p. 33) define aspecto ambiental como sendo um “*mecanismo através do qual uma ação humana causa um impacto ambiental*”. Dessa forma, as ações são as causas, os impactos são as consequências, enquanto os aspectos ambientais são os mecanismos ou os processos pelos quais ocorrem as consequências.

Para a avaliação de impactos ambientais, o empreendedor deverá disponibilizar para a equipe multidisciplinar, com o máximo de detalhes possíveis, as ações ou atividades

que serão necessárias para implantação, operação e desativação do empreendimento, como ilustrado na Tabela 5.1 para parques eólicos. Após essa identificação, a equipe deverá realizar uma análise sobre quais mecanismos ou processos ocorrerá à ação e assim identificar os impactos ambientais.

Tabela 5.1-Ações e atividades para implantação e operação de um parque eólico baseado em estudos ambientais de usinas eólicas.

| <b>IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS<br/>AÇÕES E ATIVIDADES PARA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE UM PARQUE<br/>EÓLICO</b> |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>PLANEJAMENTO</b>                                                                                        |  |
| Estudo de Viabilidade Econômica                                                                            |  |
| Levantamento Planialtimétrico                                                                              |  |
| Estudos Geotécnicos                                                                                        |  |
| Caracterização Eólica da Região                                                                            |  |
| Projeto Básico do Parque Eólico                                                                            |  |
| Estudo Ambiental                                                                                           |  |
| <b>INSTALAÇÃO</b>                                                                                          |  |
| Contratação dos Empreiteiros / Mão-de-obra                                                                 |  |
| Instalação do Canteiro de Obras                                                                            |  |
| Mobilização de Equipamentos e Materiais                                                                    |  |
| Supressão Vegetal                                                                                          |  |
| Limpeza da Área                                                                                            |  |
| Construção das Vias de Acesso                                                                              |  |
| Construção das Edificações                                                                                 |  |
| Construção das Fundações                                                                                   |  |
| Montagem dos Aerogeradores                                                                                 |  |
| Cabeamento Elétrico e Interligação Elétrica                                                                |  |
| Construção da subestação                                                                                   |  |
| Testes Pré-Operacionais e Comissionamento                                                                  |  |
| Desmobilização e Limpeza Geral da Obra                                                                     |  |
| <b>OPERAÇÃO</b>                                                                                            |  |
| Produção de Energia Elétrica                                                                               |  |
| Manutenção dos Equipamentos                                                                                |  |
| <b>DESATIVAÇÃO</b>                                                                                         |  |
| Desmontagem do Parque Eólico                                                                               |  |

Existem algumas metodologias disponíveis para elaboração da matriz de impactos ambientais que podem ser adaptadas. A Tabela 5.2 apresenta algumas das técnicas existentes, suas vantagens e desvantagens.

Ao analisar as metodologias, observa-se que não existe uma metodologia única e, por isso, existem adaptações que podem ser feitas baseadas naquelas existentes, para que se realize uma análise completa, dependendo do tipo de empreendimento, local e de especialistas responsáveis pela elaboração do estudo.

O importante a se observar também é que o estudo deve contemplar a descrição da metodologia, deixando evidente como foi realizada a identificação e qual critério foi utilizado para a análise dos impactos. Infelizmente, observa-se que em muitos estudos não é descrita a metodologia utilizada. IBAMA (1995) aponta que falta essencialmente o referencial teórico orientador e o embasamento técnico científico necessário à avaliação dos efeitos ambientais do empreendimento e de suas alternativas.

Os métodos adotados na elaboração de EIA/RIMA ou documentos técnicos semelhantes têm sido da livre escolha da equipe multidisciplinar contratada pelo empreendedor, contudo não são utilizados métodos científicos na condução do seu processo de elaboração. Os documentos não deixam transparecer como a equipe multidisciplinar realizou a tarefa de identificação e interpretação dos impactos, que foram objeto de agregação (IBAMA, 1995).

Após a identificação dos impactos ambientais, os mesmos são classificados conforme atributos também denominados de características ou parâmetros ou critérios, tais como: caráter (também encontrado na literatura como condição ou expressão ou natureza ou efeito); possibilidade de ocorrência; reversibilidade (ou estado ou condição); temporalidade também denominada de duração ou periodicidade ou horizonte de tempo; escala temporal ou prazo; escala espacial (ou abrangência espacial ou abrangência territorial ou amplitude); ordem, também denominada de origem ou natureza ou incidência ou ação de tempo ou análise do processo; cumulatividade; sinergia; magnitude ou intensidade; significância ou importância ou relevância; adversidade e significância; relação causa-efeito e controle.

A Tabela 5.3 faz um compilado com as informações dessas classificações encontradas na literatura. A primeira observação a se fazer é em relação às diferentes nomenclaturas. Foram encontradas diferentes terminologias nos documentos observados, inclusive utilizando uma mesma nomenclatura para diferentes atributos. Essa não padronização pode acarretar inconsistências na análise dos impactos.

Outra recomendação é que a avaliação do impacto deve ser combinada de forma a não haver análises dúbias, então a equipe multidisciplinar deve ponderar os atributos quando combinados, por exemplo, um impacto poderá ser simultaneamente benéfico, irreversível, temporário, direto e local. A magnitude e/ou o nível de importância daquele impacto será atribuída pela combinação, ponderação ou análise crítica desses atributos, de forma qualitativa ou quantitativa (SÁNCHEZ, 2015).

Um estudo de impacto ambiental deficiente pode subtrair atividades antrópicas, infraestruturas sociais e econômicas, espécies animais, vegetais e aspectos físicos (JERONYMO, BERMANN e GUERRA 2012). A avaliação de impactos ambientais é o clímax do estudo ambiental no qual é realizada a ponderação dos impactos positivos e negativos decisório sobre instalar ou não o empreendimento.

Algumas das principais deficiências relacionadas à avaliação dos impactos ambientais são: falhas na identificação de determinados impactos; identificação parcial de impactos; indicação incorporando alterações ambientais distintas; impactos mutuamente excludentes ou opostos; omissão de dados e/ou justificativas quanto à metodologia utilizada para arrogar pesos aos atributos dos impactos e a tendência à minimização ou subestimação dos impactos negativos e à supervalorização dos impactos positivos exemplificado diante o caráter subjetivo do processo (MP, 2004).

Tabela 5.2- Descrição sucinta das técnicas para Avaliação de Impactos Ambientais mais utilizadas com as principais vantagens e desvantagens de cada uma. Adaptado de Cremonez *et al.* (2014)).

| MÉTODO                                       | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                     | VANTAGENS                                                                                                                                                                                                                                                | DESVANTAGENS                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AD HOC<br>(METODOLOGIAS INSTANTÂNEAS)        | Identificação de impactos através de um “ <i>brainstorming</i> ” por grupos multidisciplinares com profissionais qualificados em diferentes áreas de atuação (CARVALHO; LIMA, 2010).                                                                                                          | Adequado às situações com escassez de dados, curto espaço de tempo e orçamento reduzido (RANIERI <i>et al.</i> 1998).                                                                                                                                    | Apresenta um alto grau de subjetividade dependente dos especialistas envolvidos (RANIERI <i>et al.</i> 1998).                                                                                                                                |
| CHECK LIST                                   | Consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir do diagnóstico socioambiental.                                                                                                                                                                                                  | Segue formato simples, de fácil interpretação e dissertativo. É adequada às situações com escassez de dados, curto espaço de tempo e poucos gastos (RANIERI <i>et al.</i> 1998).                                                                         | Apresenta alto grau de subjetividade (RANIERI <i>et al.</i> 1998).                                                                                                                                                                           |
| MATRIZES DE INTERAÇÃO<br>(MATRIZ DE LEOPOLD) | A metodologia de matriz de interações teve início a partir da tentativa de suprir as falhas observadas nas listagens ( <i>checklist</i> ). É uma das primeiras ferramentas que surgiram no formato de matrizes (BECHELLI, 2010).                                                              | Permite uma fácil compreensão do público em geral. Aborda fatores sociais e dados qualitativos e quantitativos. Fornece boa orientação para a realização de estudos e introduz a multidisciplinaridade em AIA (CREMONEZ <i>et al.</i> 2014).             | Falta de clareza da base matemática utilizada para pontuação da importância e magnitude. Baixa eficiência na avaliação de impactos indiretos, não apresentação das características temporais e a dinâmica dos sistemas (MOTA; AQUINO, 2002). |
| REDES DE INTERAÇÃO                           | Estabelecem relações do tipo causa-condição-efeito, propiciando uma apreciável e sucinta identificação dos impactos e suas inter-relações (FINUCCI, 2010; MORGAN, 1998)                                                                                                                       | Fácil entendimento dos impactos indiretos e possibilidade de introdução de parâmetros estatísticos, permitindo estudo de prognóstico (CARVALHO; LIMA, 2010; ACHON; SOARES; MEGDA <i>et al.</i> 2005).                                                    | A metodologia não detecta aspectos temporais, dinâmica do sistema e importância relativa dos impactos (CARVALHO; LIMA, 2010; ACHON; SOARES; MEGDA <i>et al.</i> 2005).                                                                       |
| SUPERPOSIÇÃO DE CARTAS                       | A metodologia consiste na montagem de uma série de mapas temáticos. Esses mapas quando integrados produzem a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica (CARVALHO; LIMA, 2010).                                                                                         | Útil para avaliar questões de dimensionamento espacial. Facilita a visualização espacial e geográfica dos fatores ambientais, tal como da extensão dos impactos. O avanço das técnicas de SIG favorece a utilização deste método (CARVALHO; LIMA, 2010). | Subjetividade dos resultados, limitação na quantificação dos impactos e a difícil integração de impactos socioeconômicos (CARVALHO; LIMA, 2010; SUREHMA/GTZ, 1992).                                                                          |
| MODELOS DE SIMULAÇÃO                         | Consistem em modelos de simulações destinados a reproduzir o comportamento de parâmetros ambientais ou as inter-relações (OLIVEIRA; MOURA, 2009).                                                                                                                                             | São capazes de processar variáveis qualitativas e quantitativas e incorporar medidas de magnitude e importância de impactos ambientais, além de se adaptarem a diferentes processos de decisão (FINUCCI, 2010).                                          | Por se tratar de um método que exige técnicos especializados e equipamentos específicos, apresenta custo elevado e exigência de especialistas (CREMONEZ <i>et al.</i> 2014).                                                                 |
| METODOLOGIAS QUANTITATIVAS                   | A técnica partiu da necessidade de avaliar os impactos causados por empreendimentos que envolvem a utilização de recursos hídrico sem suas atividades, a fim de promover uma abordagem sistemática, holística e hierarquizada do meio ambiente (CARVALHO; LIMA, 2010; OLIVEIRA; MOURA, 2009). | Método rápido para análises de impacto. Adequado para análises preliminares e na comparação entre as alternativas de um mesmo projeto (SANCHES, 2011).                                                                                                   | Apresenta subjetividade. Não considera o público afetado pelo processo, as inter-relações entre os fatores do ambiente e não especifica a relação entre uma ação específica e seu respectivo impacto ambiental (OLIVEIRA; MOURA, 2009).      |

Tabela 5.3 - Diferentes atributos (ou características ou parâmetros ou critérios) de classificações dos impactos ambientais com suas diferentes terminologias encontradas na literatura incluindo os estudos ambientais (Banco Mundial, 1991; IAP (SUREHMA) e GTZ, 1992; SEMA/IAP, 2007; SÁNCHEZ, 2015; COPEL, 2009).

| CARÁTER OU CONDIÇÃO OU EXPRESSÃO OU NATUREZA OU EFEITO (                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Expressa a alteração ou modificação gerada pelo uso proposto sobre um processo considerado. Mesmo podendo ser classificados em positivo, neutro ou negativo. Sánchez (2015) expõe que alguns impactos podem ser positivos para uma determinada variável e negativo para outra. |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
| <i>Positivo (Benéfico)</i><br>Quando o efeito gerado for benéfico para o processo considerado.                                                                                                                                                                                 | <i>Neutro</i><br>Quando o efeito gerado não se correlacionar com o fator ambiental considerado.                                                         |                                                                                                                | <i>Negativo (Adverso)</i><br>Quando o efeito gerado for adverso para o processo considerado.                                   |
| POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
| Refere-se ao grau de incerteza acerca da ocorrência de um impacto. Como se trata de uma aferição do pesquisador que faz o estudo existem impactos que irão ocorrer com certeza e outros que existe a possibilidade.                                                            |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
| <i>Certa</i><br>Certeza de ocorrência do impacto                                                                                                                                                                                                                               | <i>Alta</i><br>Quando baseado em casos similares estima-se que é muito provável que o impacto ocorra                                                    | <i>Média</i><br>Quando é pouco provável que se manifeste o impacto, mas sua ocorrência não pode ser descartada | <i>Baixa (Incerto)</i><br>Muito pouco provável do impacto ocorrer, mas não pode ser desprezada a hipótese de ocorrência.       |
| REVERSIBILIDADE OU ESTADO OU CONDIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
| Capacidade do sistema (ambiente afetado) de retornar ao seu estado anterior caso cesse a atividade, ou seja, implantada uma ação corretiva.                                                                                                                                    |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
| <i>Irreversível</i><br>Quando, uma vez ocorrida à ação, o parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível                                                                                                                           | <i>Parcial</i><br>Quando cessada a atividade ou processo, o parâmetro ambiental afetado retorna parcialmente às suas condições originais.               |                                                                                                                | <i>Reversível</i><br>Quando cessada a atividade ou processo, o parâmetro ambiental afetado retorna às suas condições originais |
| TEMPORALIDADE OU DURAÇÃO OU PERIODICIDADE OU HORIZONTE DE TEMPO                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
| Indica o tempo de duração da alteração ambiental em face da incidência de um processo ou atividade.                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                                                                |
| <i>Permanente</i><br>Quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam quando acaba a ação que os causou, ou seja, é uma alteração definitiva de um componente do meio ambiente.                                                                                         | <i>Temporário</i><br>Quando os impactos se manifestam em uma ou mais fases do projeto e cessam na sua desativação ou quando acaba a ação que os causou. |                                                                                                                | <i>Cíclico</i><br>Quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados.                                            |

Continua na próxima página...

| ESCALA TEMPORAL OU PRAZO                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| É o registro de tempo de permanência do impacto após a execução do uso proposto.                                                                                                                      |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
| <i>Imediato</i><br>Ocorrem imediatamente quando se inicia a ação que os gera                                                                                                                          | <i>Curto Prazo</i><br>Quando o impacto se relaciona a uma ação específica da obra (ex: terraplenagem, uso de máquinas ou equipamentos). | <i>Médio Prazo</i><br>Quando o impacto gerado ocorre durante o período da obra.                                                                                                  | <i>Longo Prazo</i><br>Registra-se um longo período de tempo na ocorrência do impacto, após a conclusão da ação. |               |
| ESCALA ESPACIAL OU ABRANGÊNCIA ESPACIAL OU ABRANGÊNCIA TERRITORIAL OU AMPLITUDE                                                                                                                       |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
| Diz respeito à repercussão dos impactos quanto a sua extensão na área de influência.                                                                                                                  |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
| <i>Estratégico</i>                                                                                                                                                                                    | <i>Pontual</i><br>Impacto pertinente a um trecho ou atividade específica do empreendimento.                                             | <i>Local</i><br>Impacto pertinente à Área Diretamente Afetada (ADA).                                                                                                             | <i>Regional</i><br>Impacto pertinente à Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII).                       | <i>Global</i> |
| ORDEM OU ORIGEM OU NATUREZA OU INCIDÊNCIA OU AÇÃO DE TEMPO OUANÁLISE DO PROCESSO                                                                                                                      |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
| Sistema de relação do impacto com a atividade ou processo considerado. Trata-se da causa ou fonte do impacto direto ou indireto.                                                                      |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
| <i>Direta</i><br>Impacto resultante de uma relação de causa e efeito que incide imediatamente sobre o parâmetro ambiental considerado. Atividades ou ações realizadas pelo empreendedor.              |                                                                                                                                         | <i>Indireta</i><br>Impactos que incidem indiretamente, ou seja, são impactos resultantes do desdobramento do impacto direto, por isso de segunda e terceira ordem.               |                                                                                                                 |               |
| CUMULATIVIDADE E SINERGIA                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
| Cumulatividade: possibilidade de os impactos se somarem ou se multiplicarem e que se acumulam no tempo ou no espaço.<br>Sinergia: Combinação de vários impactos decorrentes de uma ou diversas ações. |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |               |
| <i>Cumulativo</i><br>Quando há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas ou não sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental).                              |                                                                                                                                         | <i>Não cumulativo</i><br>Quando não há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas ou não sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental). |                                                                                                                 |               |
| <i>Sinérgico</i><br>Quando ocorre interatividade entre impactos de modo a aumentar o poder de modificação do impacto.                                                                                 |                                                                                                                                         | <i>Não sinérgico</i><br>Quando não ocorre interatividade entre impactos de modo a aumentar o poder de modificação do impacto.                                                    |                                                                                                                 |               |

Continua na próxima página...

| MAGNITUDE OU INTENSIDADE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Expressa a extensão do impacto, na medida em que se atribui uma valorização gradual às variações que as ações do empreendimento poderão produzir num dado componente ou fator ambiental afetado.                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Sem criticidade<br>Quanto à variação no valor dos indicadores for incipiente ou inexpressiva, sem alterar o fator ambiental considerado.                                                                                                                                                                                                                               | Baixa criticidade<br>Quando a variação no valor dos indicadores for pequena, com alteração do fator ambiental considerado, porém sem alcance para sua descaracterização.                                          | Média criticidade<br>Quando a variação no valor dos indicadores for expressiva, porém sem alcance para descaracterizar o fator ambiental considerado. | Alta criticidade<br>Quando a variação no valor dos indicadores for de tal ordem que possa levar à descaracterização parcial do fator ambiental considerado.                                                                                                                                                                         | Excessiva criticidade<br>Quando a variação no valor dos indicadores é muito forte, levando à descaracterização total do fator considerado, podendo ser adverso ou benéfico à qualidade de vida. |
| SIGNIFICÂNCIA OU IMPORTÂNCIA OU RELEVÂNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Estabelece a importância de cada impacto em relação à interferência com o meio ambiente.                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Não significativo<br>A intensidade do impacto é de difícil valorização nos demais atributos, sendo a alteração pouco significativa.                                                                                                                                                                                                                                    | Moderado<br>A intensidade do impacto sobre o meio ambiente assume dimensões recuperáveis, quando adverso (negativo), ou conserva sua qualidade ou assume melhoria na qualidade do meio ambiente, quando positivo. |                                                                                                                                                       | Significativo<br>A intensidade da interferência do impacto sobre o fator do meio ambiente considerado assume dimensões irreversíveis, quando adverso; quando benefício, assume melhoria contínua no parâmetro ou fator ambiental considerado, ou constituir uma ação para preservação de ecossistema de suma importância ambiental. |                                                                                                                                                                                                 |
| ADVERSIDADE E SIGNIFICÂNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| A questão de significância dos impactos envolve critérios de contexto (área de ocorrência, região afetada, a sociedade, os interesses afetados, etc.); intensidade (severidade do impacto), e significado, envolvendo conjuntamente a severidade do impacto, a sua reversibilidade e o seu potencial de mitigação, e também critérios de análise da equipe responsável |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Impacto adverso significativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Impacto adverso não significativo                                                                                                                                                                                 | Impacto benéfico significativo                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Impacto benéfico não significativo                                                                                                                                                              |
| RELAÇÃO CAUSA-EFEITO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Forma de manifestação do impacto sobre um fator em consequência de uma ação                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Direta ou Primária                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                   | Indireta ou Secundária                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Acumulativa                                                                                                                                                                                     |
| CONTROLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Possibilidade de controle daquele impacto através da mitigação ou compensação.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 |
| Existe possibilidade de mitigação ou de prevenção de impacto adverso                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Existe somente possibilidade de medida compensatória para impacto adverso não mitigável.                                                                                                                          | existe possibilidade de incremento ou ampliação de efeito benéfico                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | nada a fazer ou sem possibilidade de mitigação para impacto adverso, ou nada a fazer para impacto benéfico.                                                                                     |

Outro fator que pode alterar a identificação dos impactos é a falta de um diagnóstico ambiental bem feito, MP (2004) apontou também em seu estudo as principais deficiências no diagnóstico ambiental, tais quais: prazos insuficientes para a realização de pesquisas de campo; caracterização da área baseada, predominantemente, em dados secundários e/ou desatualizados; ausência ou insuficiência de informações sobre a metodologia utilizada; proposição de execução de atividades de diagnóstico em etapas do licenciamento posteriores à Licença Prévia; falta de integração dos dados entre os meios físico, biológico e antrópico; ausência de mapas temáticos ou com escala adequada; apresentação de informações inexatas, imprecisas e/ou contraditórias; deficiências na amostragem para o diagnóstico, dentre outras.

Diante do exposto, a matriz de impactos ambientais é um instrumento de avaliação de impactos ambientais que foi aprimorado ao longo dos anos no intuito de fazer uma avaliação adequada e coerente dos efeitos de determinado empreendimento em um ambiente, com qualidade suficiente para a tomada de decisões dos gestores quanto à implantação ou não, contudo, a qualidade do estudo segue diretamente relacionada à imparcialidade, competência do consultor e metodologia eficaz para identificação e avaliação dos impactos, esses fatores juntos levam a tornar a matriz de impactos ambientais um instrumento eficiente na predição dos impactos.

### **5.3 Análise da Matriz de Impactos Ambientais dos Parques Eólicos**

As Matrizes de Impactos Ambientais dos RAS apresentados pelos empreendimentos eólicos, como subsídio para o requerimento da licença prévia de instalação, foram analisadas segundo a metodologia empregada, a avaliação dos impactos ambientais e as classificações atribuídas. Nesses estudos, observa-se que não há o emprego de uma metodologia unificada para a elaboração dessa matriz, o que deixa livre para cada consultoria empregar a metodologia que achar pertinente segundos seus conhecimentos e experiências.

Na avaliação de impactos ambientais nos parques eólicos de Aratuá I e Miassaba II, os empreendedores não mencionaram se empregaram alguma metodologia reconhecida na literatura ou se uma própria. A avaliação dos impactos foi realizada conforme a fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) e foram atribuídos pesos ponderadores para cada parâmetro e, ao final, a relevância foi calculada.

Igualmente para o Parque Eólico de Alegria I e II não foi feita referência a metodologias citadas na literatura, indicando que a matriz foi efetivada com base na experiência acumulada em trabalhos anteriores.

Para o Parque Eólico de Miassaba III e o Parque Eólico de Macau foi utilizada a metodologia do Banco Mundial (1991) e IAP e GTZ (1992) que classifica os impactos conforme os atributos e o único no qual é atribuído pesos é a magnitude. Ambas as metodologias identificaram os impactos ambientais conforme as fases do empreendimento (implantação e operação) e por tipo de meio (físico, biológico e antrópico), atribuindo a cada impacto os parâmetros de avaliação.

Para o Parque Eólico de Mangue Seco foi utilizada a metodologia de Listagem Sequenciada de Causas e Efeitos (SÁNCHEZ, 2015), metodologia também conhecida como *Ad Hoc*, Listagem de Controle ou *Checklist* Descritivo. Apenas nesse caso foi realizada a estatística descritiva dos parâmetros de avaliação, o que facilita a interpretação dos resultados da matriz.

Portanto, a análise das Matrizes de Impactos Ambientais dos 06 RAS demonstrou que as metodologias empregadas na AIA por meio das matrizes de impactos ambientais estão profundamente atreladas às experiências advindas dos consultores e, por isso, geram subjetividades e tendenciosidades, pondo em dúvidas os resultados obtidos, conforme apontado nas análises do Ministério Público Estadual em um estudo realizado no âmbito da 4ª Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal – Meio Ambiente e Patrimônio Cultural que deliberou pela elaboração de uma síntese das principais deficiências nos EIA/RIMA submetidos à análise do MPF (MP, 2004). Logo, destaca-se a relevância da utilização de metodologia que incorpore igualmente métodos quantitativos e explicita de maneira prática e coesa qual o grau de impactos positivos ou negativos.

Uma sugestão é que o empreendedor elabore duas matrizes, uma contendo a avaliação dos impactos sem as medidas mitigadoras e outra com adoção das medidas, proporcionando uma avaliação mais ampla e comparativa da criticidade do impacto no contexto final de viabilidade do empreendimento. Embora seja uma análise sem exatidão absoluta, é importante como um exercício de avaliação da eficiência das medidas mitigadoras. Essas duas visões da matriz de impactos serão a base para um prognóstico ambiental e o estabelecimento de indicadores de avaliação da eficácia das medidas mitigadoras quando implantadas.

A análise das Matrizes de Impactos Ambientais dos parques eólicos em questão permitiu identificar 300 impactos que foram citados, no geral, independentes de se referirem ao meio (físico, biológico e antrópico) ou a fase do empreendimento (planejamento, instalação e operação).

O Parque Eólico de Mangue Seco apresentou o maior número de impactos (184) (Figura 5.2) e os parques eólicos de Aratuá I e Miassaba II relataram o menor número de impactos, com apenas 12. Esse quantitativo de impactos para o Parque Eólico de Mangue Seco foi discrepante quando comparado aos demais, sobretudo porque localiza-se em tabuleiro costeiro, setor que não está diretamente exposto, por exemplo, à intensa dinâmica costeira com altas taxas de erosão/deposição e intenso transporte de sedimentos decorrente da influência marinha relatada para o litoral setentrional do RN, como exposto por Souto (2004); Souto *et al.* (2006); Meireles (2011); Amaro, Lima e Santos (2013); Santos, Amaro e Santos (2015); Diniz *et al.* (2017).

Dos impactos citados separados por fases (Figura 5.3a), observa-se que foi citado um maior número de impactos na fase da implantação (61,33%), para a fase da operação foram 21,66% e em terceiro lugar - a fase de planejamento com 17%. A fase de implantação com as obras é a fase que ocorre a interferência no ambiente para instalação do empreendimento por isso o maior número de impactos, já os impactos citados na fase de planejamento e operação são similares.

Ao analisar os impactos por meios (físico, biológico e antrópico) na totalidade (Figura 5.3b), os impactos advindos do meio físico e antrópico apresentaram resultados similares, sendo respectivamente 47,33% e 44,66% e 8% para impactos biológicos sendo em menor quantidade.

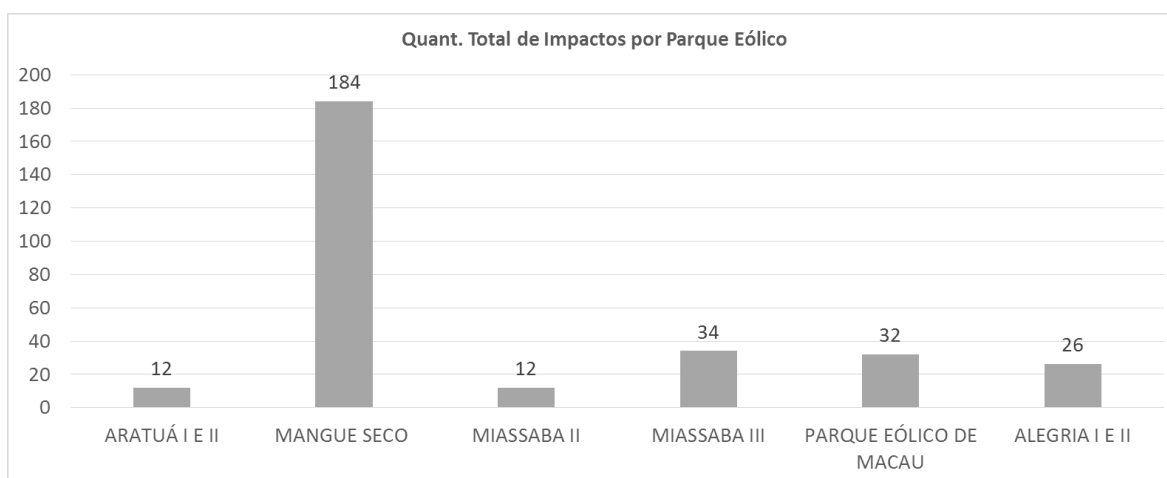


Figura 5.2-Quantitativo total de impactos por parque eólico, por meio (antrópico, biológico e físico) e por fase (planejamento, implantação e operação).

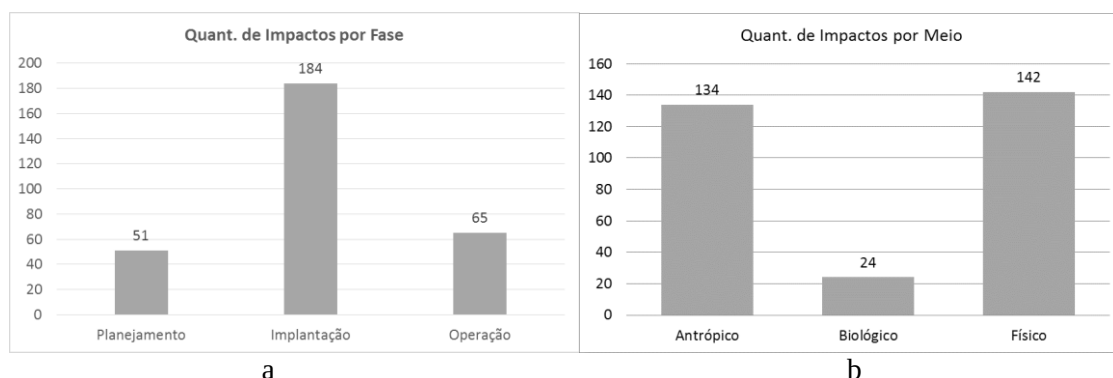


Figura 5.3-Quantitativo total de impactos por fase (a) (planejamento, implantação e operação) e por meio (b) (antrópico, biológico e físico).

A Figura 5.4 mostra o número de impactos apresentados por fases do empreendimento, onde o maior número de impactos citados ocorreu na fase da implantação (61,33%); para a fase da operação foram 21,66%; e, na fase de planejamento apenas 17%. A fase de implantação do empreendimento é quando ocorre ampla interferência e alterações no ambiente para execução das obras e, por isso, se justifica o maior número de impactos.

Na análise dos impactos por meios físico, biológico e antrópico, na totalidade, os impactos advindos do meio físico e antrópico apresentaram resultados quase similares, respectivamente 47,33% e 44,66%, enquanto os impactos biológicos representam 8%. Na fase de implantação, os impactos físicos foram os mais citados, enquanto na fase de planejamento e operação predominaram os impactos antrópicos.

No Parque Eólico de Mangue Seco prevaleceram os impactos antrópicos em todas as fases. Nos Parques Eólicos de Miassaba II e Aratuá I dominaram os impactos do meio físico nas fases de implantação e operação. No Parques Eólicos de Miassaba III e Alegria I e II predominaram os impactos do meio físico na fase de implantação e os impactos antrópicos na fase de operação. Para o Parque Eólico de Macau predominam os impactos físicos na fase de implantação e impactos biológicos na fase de operação. Contudo, o Parque Eólico de Alegria não qualificou nenhum impacto relacionado ao meio biológico, ausente tanto na fase de implantação como na de operação.

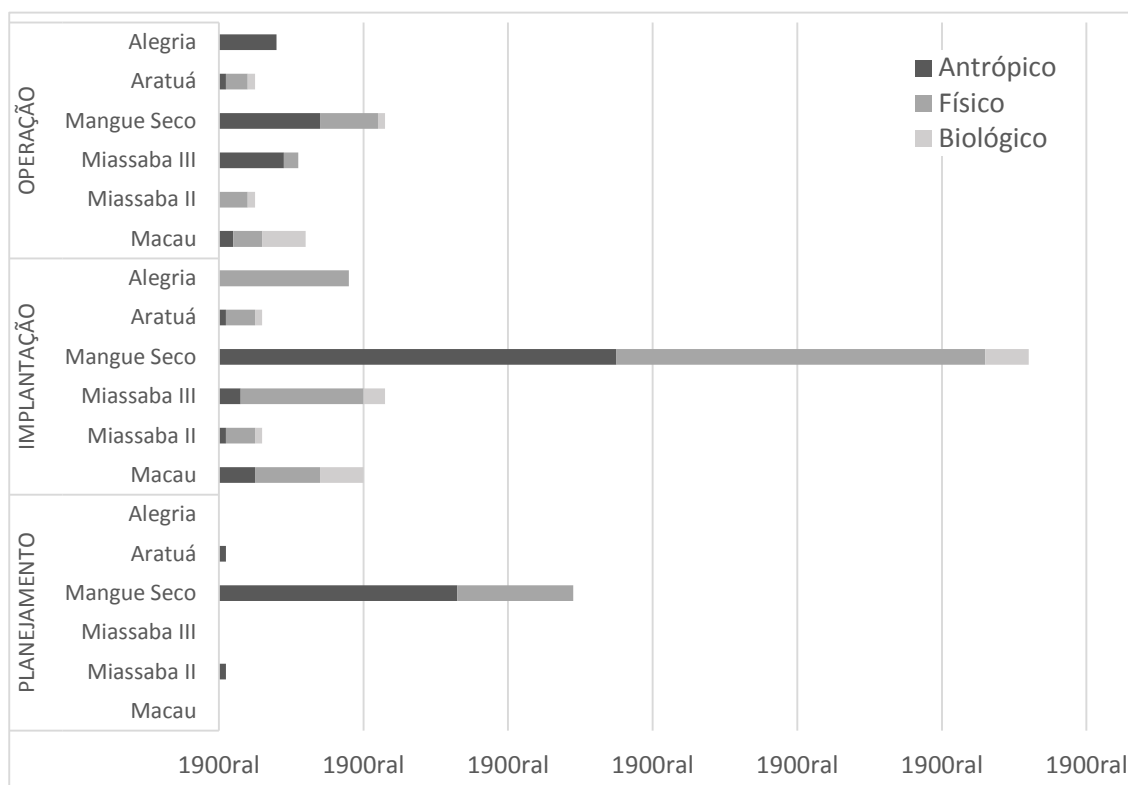


Figura 5.4- Impactos citados por parque eólico separados por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) e meios (físico, biológico e antrópico). Chama-se a atenção para Mangue Seco que apresentou o maior número de impactos em todas as fases e para o Parque Eólico de Alegria que não contemplou nenhum impacto para o meio biológico em ambas as fases.

Para a análise dos atributos avaliados na Matriz de Impactos, o IDEMA recomendou no TR, entregue ao empreendedor no ato de abertura do processo de licenciamento, a avaliação dos seguintes critérios: magnitude, importância, efeito, natureza, temporalidade, duração e reversibilidade. A Tabela 5.4 aponta os critérios e suas diferentes nomenclaturas utilizadas em cada estudo, comparado ao que o IDEMA recomendou.

Tabela 5.4 - Atributos considerados pelo IDEMA e contemplados pelas consultorias nos estudos ambientais RAS.

| CRITÉRIOS IDEMA                                             | ARATUÁ I                                           | MANGUE SECO                                               | MIASSABA II                                                       | MIASSABA III                                                           | PARQUE EÓLICO DE MACAU                                                 | ALEGRIA I E II                                                         |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Magnitude</b>                                            | Magnitude (pequena, média e grande)                | Magnitude (pequena, média e grande)                       | Magnitude (pequena, média e grande)                               | Magnitude (sem criticidade, baixa, média, alta, excessiva criticidade) | Magnitude (sem criticidade, baixa, média, alta, excessiva criticidade) | Magnitude (sem criticidade, baixa, média, alta, altíssima criticidade) |
| <b>Importância</b>                                          | Não considerou                                     | Importância (Não significativa, moderada e significativa) | Relevância (Muito pequena, pequena, média, grande e muito grande) | Importância (Não significativo, moderado, significativo)               | Significância (Não significativo, moderado, significativo)             | Não considerou                                                         |
| <b>Efeito (positivo, negativo)</b>                          | Natureza (positivo ou negativo)                    | Caráter (positivo, negativo)                              | Natureza (positivo e negativo)                                    | Caráter (benéfico, adverso e indefinido)                               | Caráter (positivo, negativo, indefinido)                               | Efeito (positivo, negativo)                                            |
| <b>Natureza (diretos e indiretos)</b>                       | Origem (direto e indireto)                         | Ordem (Direta e Indireta)                                 | Origem (indireto e direto)                                        | Ordem (direta e indireta)                                              | Ordem (direta e indireta)                                              | Ação de Tempo (Direto e Indireto)                                      |
| <b>Temporalidade (temporários, permanentes ou cíclicos)</b> | Duração (temporário, permanente)                   | Temporalidade (Temporário, permanente, cíclico)           | Duração (temporário e permanente)                                 | Temporalidade (temporário, permanente, cíclico)                        | Temporalidade (temporário, permanente, cíclico)                        | Horizonte de Tempo (Temporário, permanente, cíclico)                   |
| <b>Duração (curta, média e longa)</b>                       | Escala temporal (imediatas e médio ou longo prazo) | Duração (curta, média e longa)                            | Escala Temporal (longo prazo e curto prazo)                       | Duração (imediata, médio prazo, longo prazo)                           | Duração (imediato, médio prazo, longo prazo)                           | Prazo (curto, médio e longo)                                           |
| <b>Reversibilidade (reversíveis e irreversíveis)</b>        | Reversibilidade (reversível e irreversível)        | Condição ou Reversibilidade (Reversível, Irreversível)    | Reversibilidade (reversível e irreversível)                       | Estado (reversível e irreversível)                                     | Estado (reversível e irreversível)                                     | Reversibilidade (reversível e irreversível)                            |
| <b>Não considerado no IDEMA</b>                             | Abrangência espacial (local e regional)            | Escala (local e regional)                                 | Abrangência espacial (local e regional)                           | Escala (local, regional e estratégico)                                 | Escala (local, regional e estratégico)                                 | Amplitude (local, regional e estratégico)                              |

Ao se analisar os efeitos, positivo e negativo, no geral (Figura 5.5), foram citados mais os impactos negativos (55,66%) do que positivos (42%) e 2,34% não foram classificados. Em relação ao total analisado por meios (Figura 5.6), a maioria dos impactos antrópicos (75,37%) foram positivos, sendo o oposto no meio físico, onde a maioria foram classificados como negativos (80,98%). Com relação as fases (Figura 5.7), na fase de planejamento, predominam os impactos positivos, na fase de implantação predominam os impactos negativos e na fase de operação observou-se resultados similares para impactos positivos e negativos, sendo respectivamente 31 e 32.

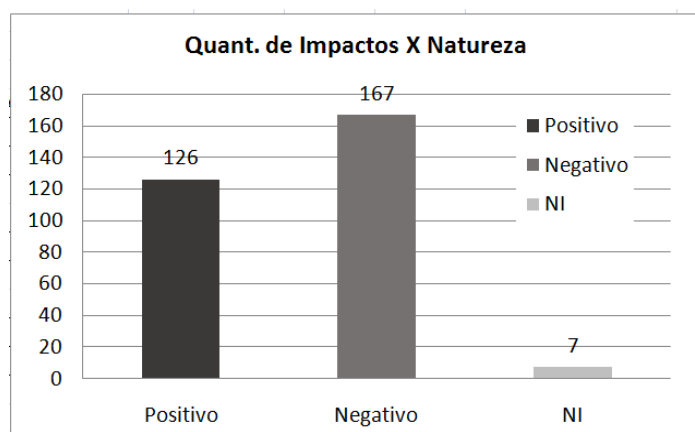


Figura 5.5-Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo geral.

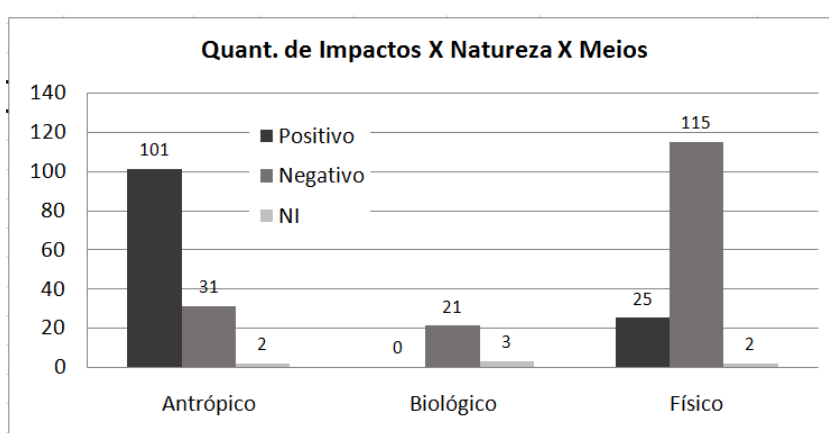


Figura 5.6-Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo por meio (antrópico, biológico e físico).

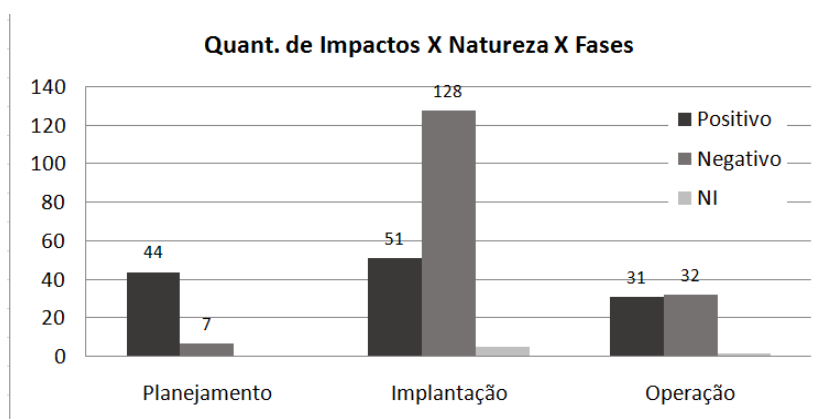


Figura 5.7-Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação).

Ao realizar a análise por parque, com exceção do parque eólico de Mangue Seco que apresentou mais impactos de efeito positivo, todos os outros apresentaram mais impactos negativos (Figura 5.8).

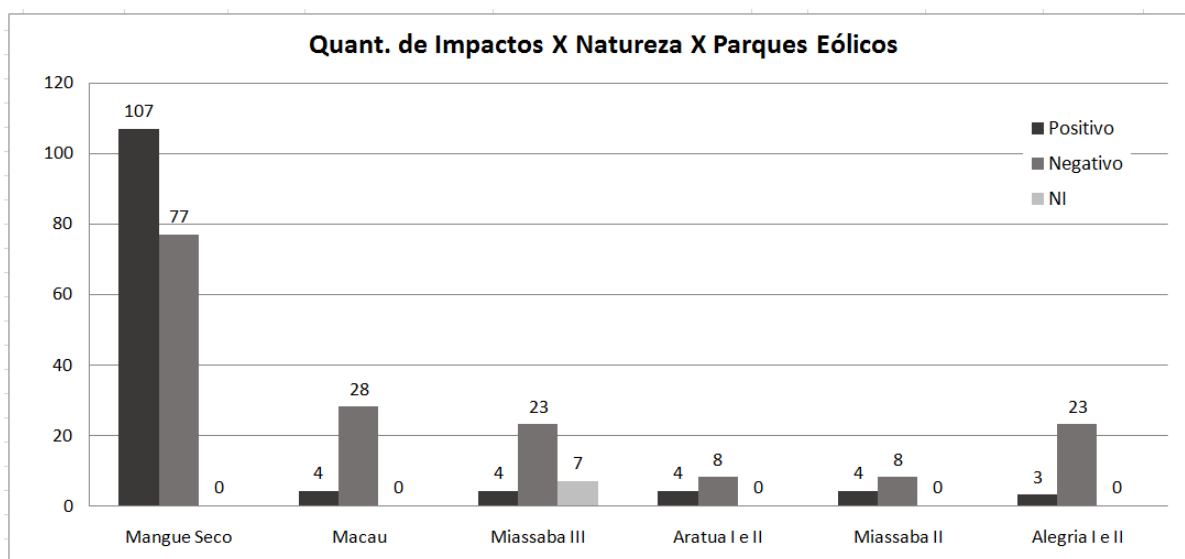


Figura 5.8 – Resultados quanto ao efeito positivo ou negativo dos impactos ambientais no quantitativo por parque eólico.

Ao se analisar a reversibilidade (reversível ou irreversível) no geral (Figura 5.9), os impactos foram classificados mais como reversíveis (81,33%) do que irreversíveis (14%) e 4,67% foram classificados como não informados. Em relação ao total analisado por meios (Figura 5.10), a maioria dos impactos antrópicos e físicos foram classificados como reversíveis. Com relação às fases (Figura 5.11), em todas as fases, predomina a classificação reversível.

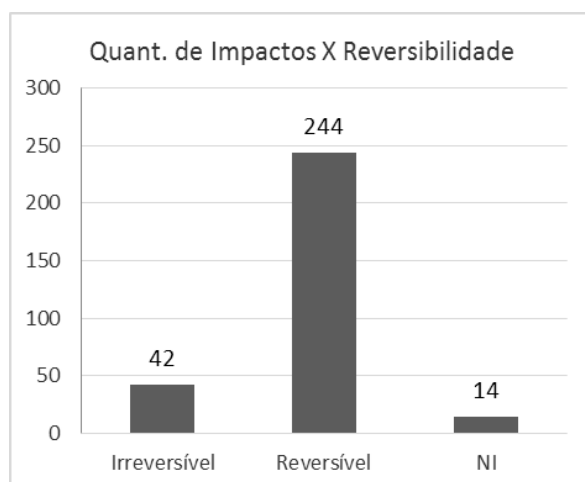


Figura 5.9-Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais no quantitativo geral.

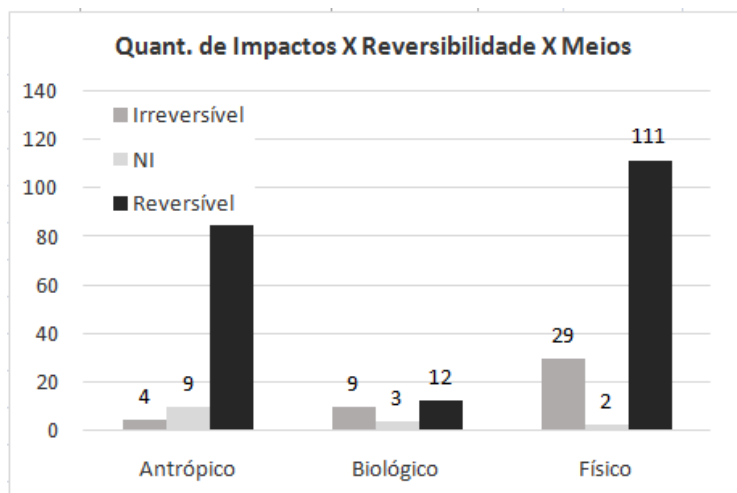


Figura 5.10-Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais no quantitativo por meio (antrópico, biológico e físico).

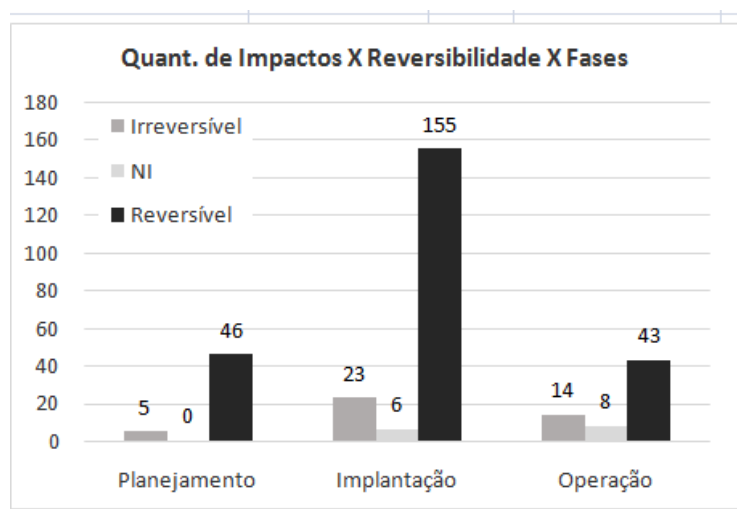


Figura 5.11- Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais no quantitativo por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação).

Quanto à reversibilidade por parque eólico (Figura 5.12), apenas os parques eólicos de Aratuá I e Miassaba II apresentaram mais impactos ambientais irreversíveis do que reversíveis.

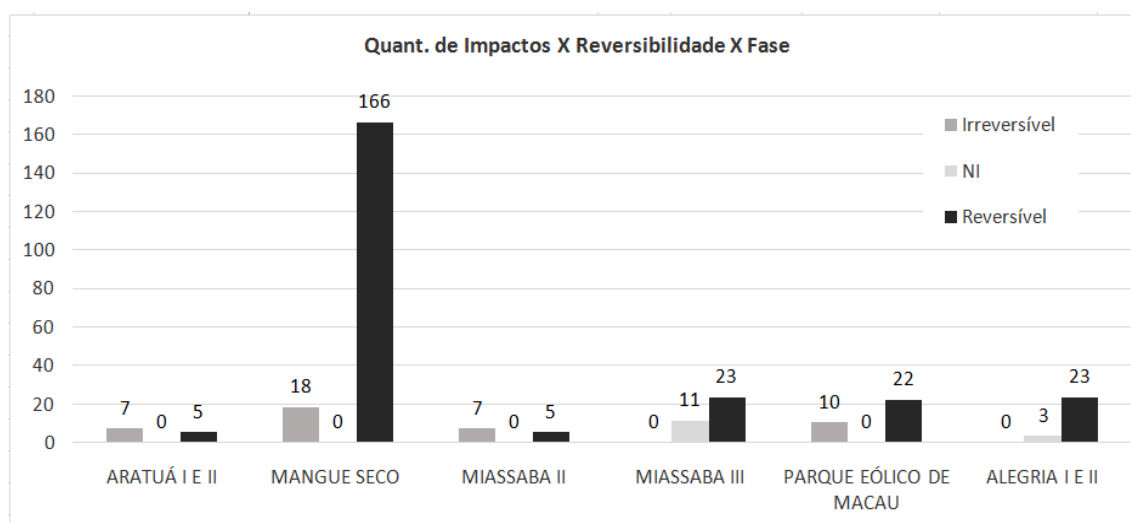


Figura 5.12— Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais por parque eólico.

Ao se analisar a origem (Figura 5.13), foram considerados mais impactos de origem indireta (51%) do que direta (44%) e 4,66% como não informado. Sánchez (2015) considera impactos de origem direta como aqueles que decorrem de ações ou atividades realizadas pelo empreendedor ou por empresas contratadas por ele e indiretos, aqueles que decorrem de um impacto direto.

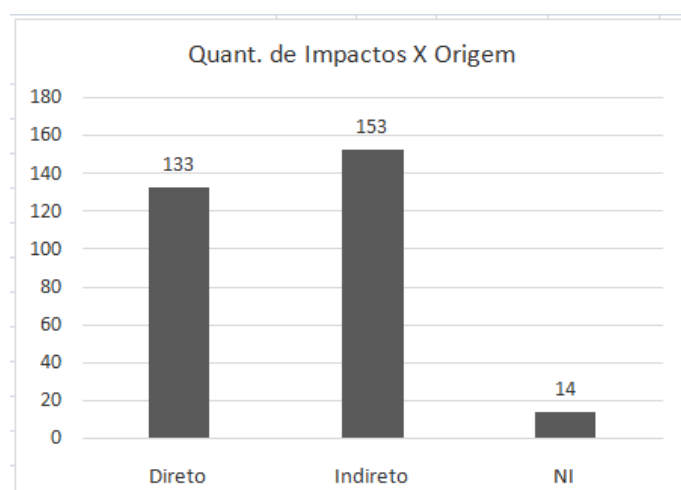


Figura 5.13— Resultados quanto a origem (direta e indireta) dos impactos ambientais no geral.

Quanto à temporalidade (Figura 5.14), 66,6% dos impactos foram considerados temporários, 25% foram considerados permanentes, 4% foram considerados temporários e permanentes e 4,33% não foram classificados. Desta forma, a maioria dos impactos que foram considerados temporários, ou seja, acabará após as fases, quando o

empreendimento for desativado. Já os impactos permanentes são aqueles que não cessam após a desativação do empreendimento. Sánchez (2015) exemplifica como permanente a degradação da qualidade do solo causada pela impermeabilização do solo.

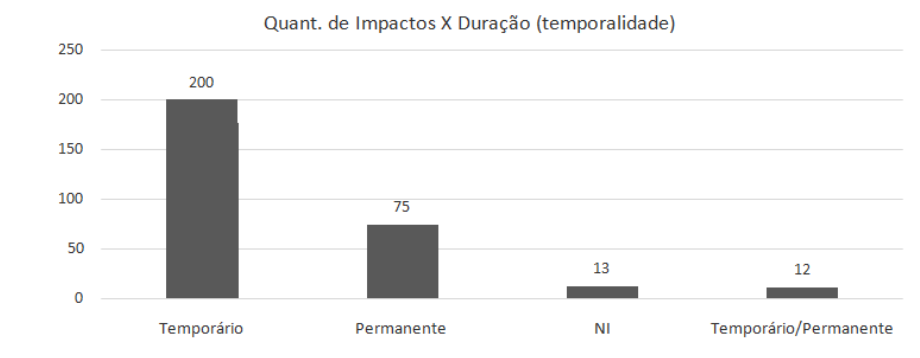


Figura 5.14— Resultados quantoa temporalidade (temporários e permanentes) dos impactos ambientais no geral.

Quanto à duração (Figura 5.15), 49% dos impactos foram considerados de curto prazo e 66,33% foram considerados com abrangência espacial local. Nenhum dos estudos deixou claro quanto ao tempo considerado ou a escala utilizada, no caso, se consideraram ou não o tempo de vida útil das turbinas.

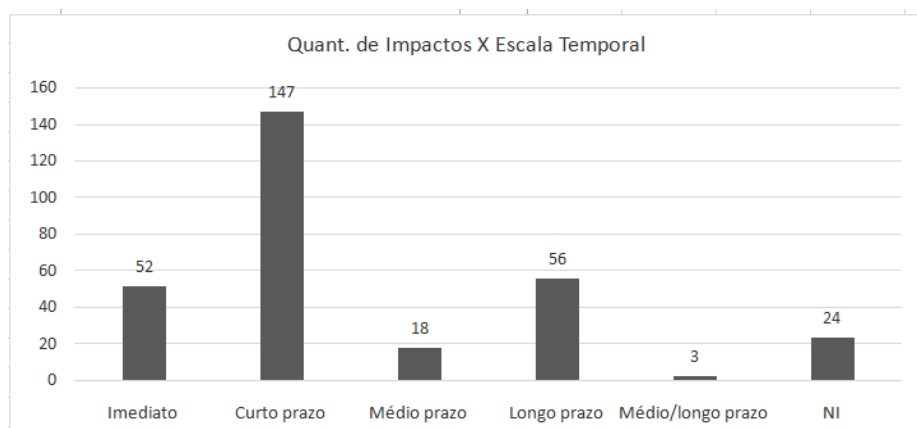


Figura 5.15— Resultados quantoa duração (imediato, curto prazo, médio prazo, longo prazo) dos impactos ambientais no geral.

Quanto à abrangência espacial (Figura 5.16), 66,33% dos impactos foram considerados com abrangência espacial local e 27,33% foram considerados com abrangência espacial regional.

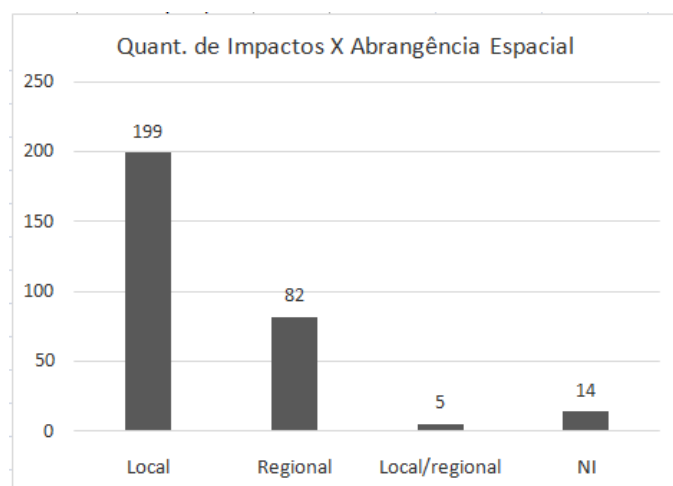


Figura 5.16— Resultados quanto a abrangência espacial (local, regional e local/regional) dos impactos ambientais no geral.

Quanto à criticidade, 61% dos impactos foram considerados com baixa criticidade, 21% foram considerados de média criticidade e apenas 4% foram considerados de criticidade alta, o restante não foi informado ou foram considerados sem criticidade (Figura 5.17).

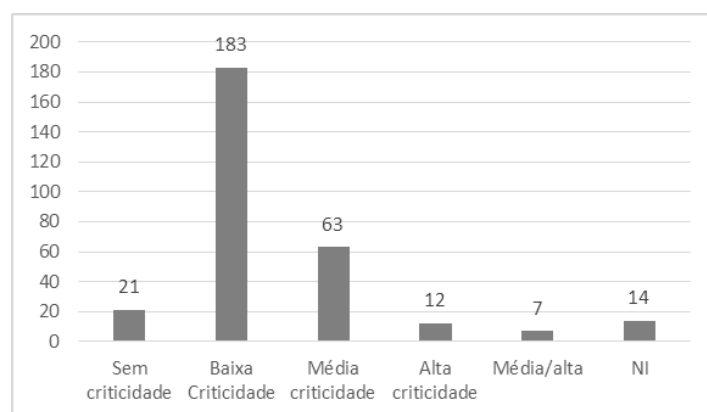


Figura 5.17— Resultados quanto a criticidade (sem criticidade, baixa criticidade, média criticidade, alta criticidade) dos impactos ambientais.

A Figura 5.18 destacou os impactos ambientais mais citados: poluição sonora, citado 27 vezes, considerando todas as fases do empreendimento; crescimento da economia, com 22 citações; e, alteração na qualidade do ar que foi citado 22 vezes.

A Figura 5.19 mostrou que apenas três impactos ambientais foram citados em todos os estudos ambientais: alteração na qualidade do ar, impacto visual/alteração na paisagem e poluição sonora. Impactos com a avifauna foram citados apenas em três dos RAS e impactos como alteração na dinâmica costeira, alteração das condições de tráfego,

alteração no comportamento hídrico, alterações nas características naturais do solo, dentre outros, foram citados em apenas um estudo ambiental.

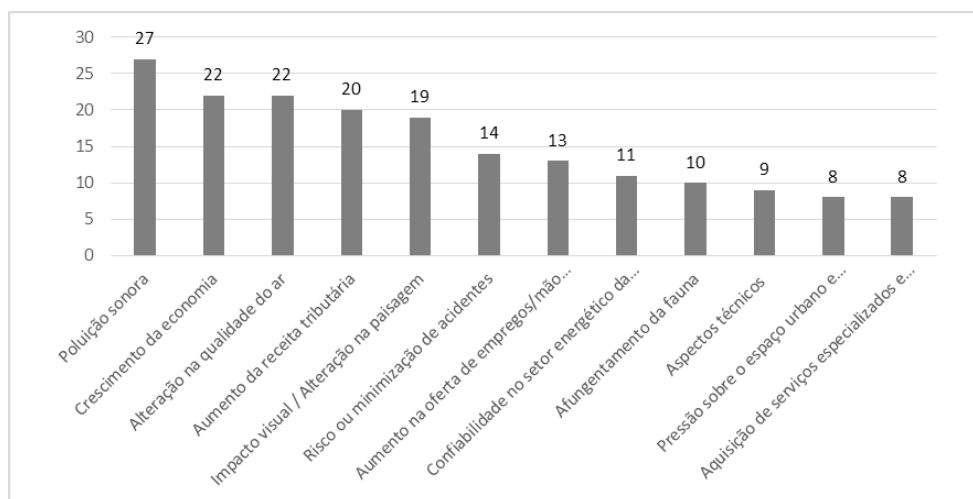


Figura 5.18— Impactos mais citados nos estudos ambientais, sendo o mais citado a poluição sonora e em segundo lugar o crescimento da economia.

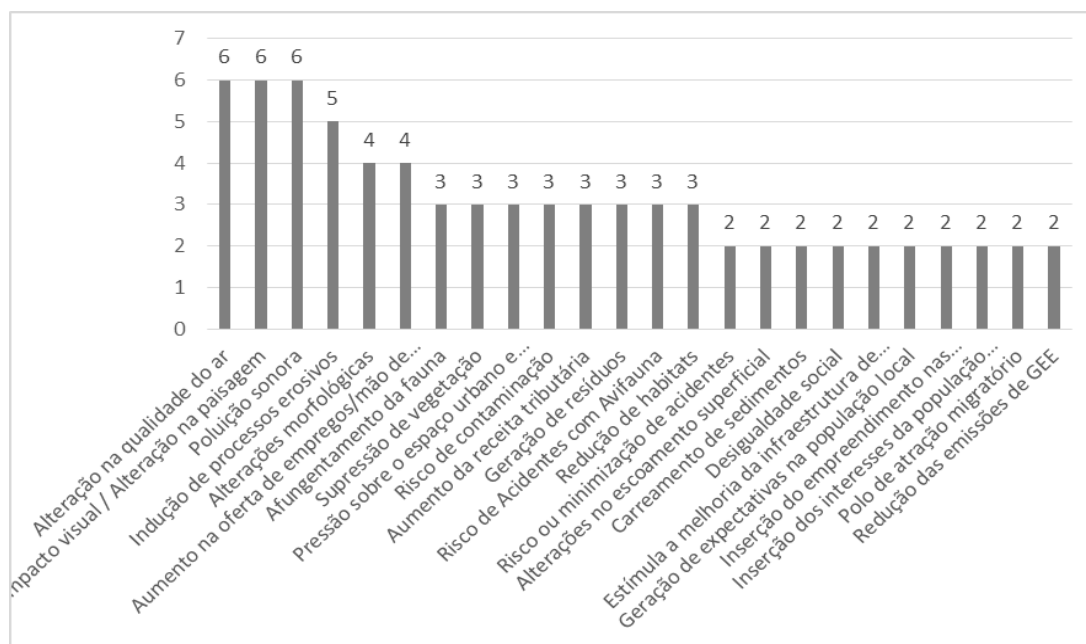


Figura 5.19— Impactos ambientais mais citados nos estudos ambientais.

Portanto, foram identificados nos RAS analisados dos parques eólicos da área de estudo: a ausência na identificação de impactos; confusão na identificação dos aspectos e impactos ambientais; indicação de impactos genéricos, quando generalizam os impactos, agrupando-os em um único título; omissão de dados e justificativas quanto ao emprego da metodologia para elaboração da matriz e tendência a supervalorização dos impactos positivos.

Nos 06 RAS analisados para a área de estudo, sobressaiu o fato que nenhum dos estudos contemplou os impactos ocasionados pela desativação do empreendimento e desmonte das instalações do parque eólico. Sabe-se que a vida útil de um parque eólico é estimada em 20 anos e que no Brasil ainda nenhum parque eólico alcançou esse tempo de utilização das turbinas.

Assim, há relevância em se contemplar na Matriz de Impactos as seguintes situações: substituição de turbinas derivando um novo processo de licenciamento do parque eólico para operação com novos equipamentos e da retirada das turbinas e desinstalação do parque eólico. Mesmo não contemplado nos estudos, salienta-se que o IDEMA solicita, como condicionante das licenças ambientais, que seja informado quando da desativação do parque eólico, para o acompanhamento de tais ações de maneira a preservar a segurança para o ambiente e a sociedade.

A ocupação antrópica em setores litorâneos, configurado em sua maioria por áreas de preservação de importante valor ecossistêmico, apresentam grandes consequências ambientais. Portanto, a avaliação de impactos ambientais é o fator mais relevante para a tomada de decisão por parte do órgão público de licenciamento e fiscalização, por isso a identificação, classificação e descrição apropriada dos impactos ambientais deve ser muito bem explicitada. Contudo, nos RAS analisados, constatou-se que todos esses aspectos dos impactos ambientais foram descritos de modo sucintos e, em muitos dos casos, com pouca clareza de critérios empregados e pobreza de informações, no geral, o que aconteceu igualmente com as medidas mitigadoras ou compensatórias.

Um ponto a se levantar são as conclusões dos estudos que não evidenciaram, de modo argumentativo, a viabilidade na implantação do empreendimento, utilizando frequentemente caracteres subjetivos, sem o referido embasamento no próprio estudo realizado.

Trabalhos como o de Meireles (2011); Gorayeb e Brannstrom (2016), Brannstrom *et al.* (2017), Lima, Nascimento e Meireles (2017) demonstraram situações similares no Ceará ao também constatar a precariedade dos estudos simplificados demonstrados pela falta de uma abordagem interdisciplinar, falta de dados físicos e sociais, alternativas tecnológicas coerentes, falta de precisão na análise dos impactos, nenhuma consideração para análise da cumulatividade e sinergia dos impactos ambientais, também constatados, em parte, na análise dos RAS, contemplados nesse estudo. Tal fato é corroborado quando impactos cruciais e determinantes não foram

mencionados, como impactos na avifauna, que foram citados em apenas 03 dos 06 RAS estudados, sendo o trecho da área de estudo, classificado como rota migratória de aves.

O discurso de “energia limpa” aliado a segurança energética do setor culminou na solicitação de estudos simplificados para licenciamento da energia eólica o que desencadeou em avaliações reduzidas e superficiais dos reais danos ambientais em regiões de grande relevância ambiental, como o litoral. Um discurso repleto de inequidade socioambiental, ausência de abordagem multidisciplinar e que originou diversos conflitos socioambientais (LIMA; NASCIMENTO; MEIRELES, 2017).

#### **5.4 ARTIGO 2: AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL: SUBSÍDIO EFICIENTE PARA TOMADA DE DECISÃO?**

Os resultados desse capítulo resultaram em um artigo no qual se intitulou **“AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL: SUBSÍDIO EFICIENTE PARA TOMADA DE DECISÃO?”**.

## **AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL: SUBSIDIO EFICIENTE PARA TOMADA DE DECISÃO?**

### **EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND FARMS IN THE COAST OF NORTHEAST OF BRAZIL: EFFICIENT SUBSIDY FOR DECISION-MAKING?**

### **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS EN EL LITORAL DEL NORDESTE DE BRASIL: SUBSIDIO EFICIENTE PARA TOMA DE DECISIÓN?**

Mariana Torres Correia de Mello\*

Venerando Eustáquio Amaro\*\*

\*Doutoranda em Geografia, Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), [marianatcm@yahoo.com.br](mailto:marianatcm@yahoo.com.br).

\*\*Doutor em Geociências, Professor do Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), [venerando.amaro@gmail.com](mailto:venerando.amaro@gmail.com).

## **RESUMO**

O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo balizado por estudos ambientais que aliam investigação científica com técnicas de avaliação e predição, cujo objetivo é apresentar a viabilidade socioambiental de um empreendimento. A Legislação Federal anterior a 2014 considerava a implantação de parques eólicos como atividades de baixo impacto ambiental, exigindo Relatórios Ambientais Simplificados (RAS), independentemente da localização geoambiental do empreendimento. Tal modalidade de estudo norteou o órgão ambiental estadual na emissão das licenças de parques eólicos instalados no litoral setentrional do RN, mais precisamente nos municípios de Macau e Guamaré, em ambientes litorâneos de elevada dinâmica sedimentar e vulnerabilidades natural e ambiental. Este artigo realizou um estudo comparativo das matrizes de impactos ambientais dos empreendimentos eólicos instalados nos referidos municípios. Observou-se confusão nos conceitos, ausência/generalização dos impactos, tendência a supervalorização de impactos positivos, não adoção e/ou omissão de preceitos metodológicos e ausência de prognósticos ambientais contemplando a desativação dos parques eólicos ao extinguirem-se suas vidas úteis de máquinas. Mesmo diante a atualização da legislação em 2014, exigindo EIA/RIMA, recomenda-se uma melhoria na qualidade desses estudos, adoção de padrões metodológicos, envolvimento da comunidade, padronização dos atributos e a consideração de novos atributos pelo órgão ambiental.

**Palavras-chave:** Parques Eólicos, Licenciamento Ambiental, Avaliação de Impactos Ambientais

## **ABSTRACT**

Environmental licensing is an administrative procedure based on environmental studies that combine the scientific investigation with evaluation and prediction techniques, whose purpose is to present the socio-environmental viability of an enterprise. The Federal Legislation previous to 2014 considered the deployment of wind farms as low environmental impact activities, requiring Simplified Environmental Reports (SER), regardless of the geo-environmental location of the enterprise. This modality of study guided the state's environmental agency in the issuance of licenses for wind farms installed in the northern coast of the RN, more precisely in the Macao and Guamaré municipalities, in coastal environments of high sedimentary dynamics and natural and environmental vulnerability. this article carried out a comparative study of the impact matrixes of wind farms in those municipalities. It was noticed confusion about concepts, absence/generalization of impacts, tendency to overvaluation of positive impacts, non-application and/or omission of methodological precepts and absence of environmental prognoses contemplating the deactivation of the wind farms when their machine's lifespan extinguish. Even with the updating of the legislation in 2014, requiring EIA / RIMA, its recommended to improve these studies, adoption of

methodological standards, community involvement, standardization of attributes and selection of new attributes by the environmental agency.

**Keywords: Wind Farms, Environmental Licensing, Environmental Impact Assessment**

## RESUMEM

El licenciamiento ambiental es un procedimiento administrativo balizado por estudios ambientales que alian investigación científica con técnicas de evaluación y predicción, cuyo objetivo es presentar la viabilidad socioambiental de un emprendimiento. La Legislación Federal anterior a 2014 consideraba la implantación de parques eólicos como actividades de bajo impacto ambiental, exigiendo Informes Ambientales Simplificados (RAS), independientemente de la ubicación geográfica del emprendimiento. Esta modalidad de estudio orientó al órgano ambiental estatal en la emisión de las licencias de parques eólicos instalados en el litoral septentrional del RN, más precisamente en los municipios de Macao y Guamaré, en ambientes litorales de elevada dinámica sedimentaria y vulnerabilidades naturales y ambientales. Este artículo realizó un estudio comparativo de las matrices de impactos ambientales de los emprendimientos eólicos instalados en los referidos municipios. Se observó confusión en los conceptos, ausencia / generalización de los impactos, tendencia a sobrevaloración de impactos positivos, no adopción y / o omisión de preceptos metodológicos y ausencia de pronósticos ambientales contemplando la desactivación de los parques eólicos al extinguirse sus vidas útiles de máquinas. En el marco de la actualización de la legislación en 2014, exigiendo EIA / RIMA, se recomienda una mejora en la calidad de esos estudios, adopción de patrones metodológicos, participación de la comunidad, estandarización de los atributos y la consideración de nuevos atributos por el órgano ambiental.

**Palabras claves: Parques Eólicos, Licenciamento Ambiental, Evaluación de Impactos Ambientales**

## INTRODUÇÃO

A institucionalização mundial da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) se iniciou com a criação da Lei da Política Ambiental Americana em 1969 (NEPA - *National Environmental Policy Act*) que previa a AIA para intervenções no meio ambiente de forma interdisciplinar. Segundo a Associação Internacional para Avaliação de Impactos (*Internacional Association for Impact Assessment*- IAIA, 1996), AIA foi definida como o processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos relevantes, biofísicos, sociais e outros, observados antes das principais decisões tomadas e dos compromissos assumidos sobre uma intervenção.

No Brasil, o licenciamento ambiental se iniciou em 1975 no Rio de Janeiro (RJ), quando se tornou obrigatória a prévia autorização pelo governo do RJ para instalação e operação de empreendimentos potencialmente poluidores (SÁNCHEZ, 2008). Na esfera Federal, o licenciamento foi incorporado oficialmente pela Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) (BRASIL, 1981) que o inclui como competência estabelecida nas normas e critérios para o licenciamento ambiental do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente do Ministério do Meio Ambiente (SISNAMA/MMA).

A Constituição Brasileira de 1988 reafirmou o disposto na PNMA quando incumbe ao poder público exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, o estudo prévio de impacto ambiental.

Desta forma, o licenciamento ambiental é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia empreendimentos e atividades potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente (BRASIL, 1997), ou seja, que tendem a alterar a qualidade ambiental através das modificações de processos naturais ou sociais provocados por ação humana (SÁNCHEZ, 2008). Tal procedimento é balizado por um estudo ambiental que se refere aos aspectos socioambientais relacionados à atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida.

O tipo do estudo varia conforme o empreendimento e sua localização e cabe a cada órgão ambiental sua definição. Em determinados casos, a legislação menciona qual o tipo de estudo a considerar dependendo da complexidade do empreendimento, entre os quais: Relatórios Ambientais Simplificados (RAS) solicitados para empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental simplificado com baixo potencial poluidor/degradador; para empreendimentos mais complexos e com alto potencial poluidor é exigido o Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto do Meio Ambiente (EIA/RIMA).

Os estudos ambientais aliam investigação científica multi e interdisciplinar com técnicas de avaliação e predição. Trata-se da realização de diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento a ser licenciado, numa perspectiva histórica, que sirva de base à previsão e avaliação dos impactos e à proposição, no mesmo documento, de medidas de mitigação e compensação cabíveis (MP, 2004).

Devido ao caráter decisório do estudo ambiental no processo de licenciamento, o mesmo deve ser elaborado pela consultoria ambiental com o maior grau de imparcialidade, responsabilidade e competência já que o propósito geral do mesmo é justamente apresentar a viabilidade socioambiental de um empreendimento, balizando quais benefícios e/ou malefícios para a população e o meio ambiente.

É conhecida a percepção negativa do licenciamento ambiental do Brasil, como um processo corrompido, falho, ineficiente e derivado de interesses externos não voltados positivamente para os principais protagonistas: meio ambiente e sociedade. Farias (2011) apontou alguns problemas que juntos comprovam a má fama desse procedimento no Brasil: baixa qualidade dos estudos ambientais; dificuldades de previsão de impactos;

visão cartorial do processo de licenciamento; deficiências nos processos de comunicação com a sociedade; conflitos políticos internos aos órgãos do setor ambiental; a politização dos cargos gerenciais do setor público; a baixa capacitação técnica para analisar os documentos, aliada a desmotivação e a falta de incentivos do analista ambiental; a judicialização do processo decisório motivada, principalmente, pelas ações do Ministério Público e pela fragilidade dos normativos brasileiros; exigência e imposição política de avaliação rápida de projetos prioritários, dentre outros.

Almeida *et al.* (2015) advertiram que muitas das dificuldades observadas no licenciamento ambiental foram destacadas em estudos pretéritos, mas que continuam presentes atualmente, o que sugere um avanço superficial e pouca evolução no tocante a melhorias no sistema.

A esse processo de licenciamento ambiental há um destaque para a deficiência na elaboração dos estudos ambientais, ocasionando baixa qualidade do conteúdo; dificuldades na previsão de impactos; argumentos subjetivos e ideológicos; colagens de outros estudos anteriores; não identificação de potenciais impactos e valorização proposital dos aspectos positivos (MP, 2004; SÁNCHEZ, 2008; FARIA, 2011; JERONYMO, BERMANN e GUERRA 2012; SÁNCHEZ, 2013; LEITE, 2013; ALMEIDA *et al.* 2015; ALMEIDA e MONTAÑO, 2015).

Como consequência de um estudo ambiental de qualidade inferior tem-se a não identificação e/ou análise superficial e insuficiente dos reais potenciais impactos dos empreendimentos, omitindo a equação completa de benefícios e ônus da instalação e operação de determinados empreendimentos (MP, 2004). Tal consequência pode apresentar maiores proporções, quando além de estudos mal elaborados, a legislação recomenda a entrega de estudos simplificados como os RAS. Tal fato pode ser tomado como exemplo na Resolução CONAMA nº 279 de 27 de junho de 2001 (BRASIL, 2001), que estabeleceu o licenciamento ambiental simplificado para empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, inclusos usinas hidrelétricas, usinas termelétricas, sistemas de transmissão de energia elétrica, usinas eólicas e outras fontes alternativas de energia.

Gorayeb; Brannstrom (2016) apontaram que esta lei foi criada, em regime especial, em meio à maior crise de energia elétrica do Brasil, que exigiam medidas rápidas e contundentes que solucionassem o problema energético do país de modo ágil e, por esse motivo, foi justificada a adoção do licenciamento simplificado para esses empreendimentos.

A legislação federal anterior a 2014 considerava usinas eólicas como impacto ambiental de pequeno porte e exigia RAS, independentemente da localização do empreendimento. Após a criação da Resolução CONAMA nº462/2014 (BRASIL, 2014), específica para esse tipo de empreendimento, passou-se a exigir o EIA, mais complexo quanto ao conteúdo, para os parques eólicos que seriam instalados em setores como as Áreas de Preservação Permanente (APP), que são áreas passíveis de uso para fins de utilidade pública, conforme assinalava a Resolução CONAMA nº 369/2006 (BRASIL, 2006).

Atualmente, o Brasil ocupa o oitavo lugar no ranking dos dez países com maior capacidade instalada total de energia eólica (GWEC, 2017). São 12,95 gigawatt (GW) de capacidade instalada, representando 8,3% da matriz elétrica brasileira, distribuídos em 518 usinas eólicas instaladas em todo o território nacional (até o ano de 2014 eram 207 em operação) e mais de 6.600 aerogeradores em funcionamento. Há 213 parques eólicos em construção ou já contratados, o que acrescentará 4,8 GW até 2023, elevando o setor para a marca de 19 GW em total de capacidade instalada (ABEEÓLICA, 2019).

O Estado do Rio Grande do Norte (RN) é hoje o maior produtor de energia eólica do Brasil, com um total 135 parques eólicos em operação (ABEEÓLICA, 2018). Esses parques eólicos seguem instalados nas regiões com ventos médios anuais mais intensos (AMARANTE, SILVA e RIOS FILHO, 2003), distribuídos ao longo dos litorais setentrional e oriental, nas áreas elevadas a nordeste do RN e nos elevados das Serras Centrais. Os primeiros parques do RN foram instalados nas regiões litorâneas, com destaque para os municípios de Macau e Guamaré, no litoral setentrional, e para o Município de Rio do Fogo, no litoral oriental (Figura 1a).

A área de estudo nos municípios de Macau e Guamaré, representada na Figura 1b, é marcada por uma variabilidade de unidades geoambientais como campos de dunas fixas e móveis, faixas de praias arenosas, planície estuarina, planície flúvio-marinha ladeadas por bosques de manguezais e tabuleiro costeiro. As unidades geoambientais encontram-se rodeadas de diversas atividades socioeconômicas como a indústria do petróleo e gás natural, carcinicultura, salino cultura, fruticultura e produção de energia eólica.

A extrema relevância ambiental e econômica desses municípios para o RN é demonstrada pela presença da exploração econômica em ambiente litorâneo de alta diversidade e dinâmica ambiental marcada por fragilidade e sensibilidade ambientais significativos sujeitos a impactos socioambientais de maior significância.

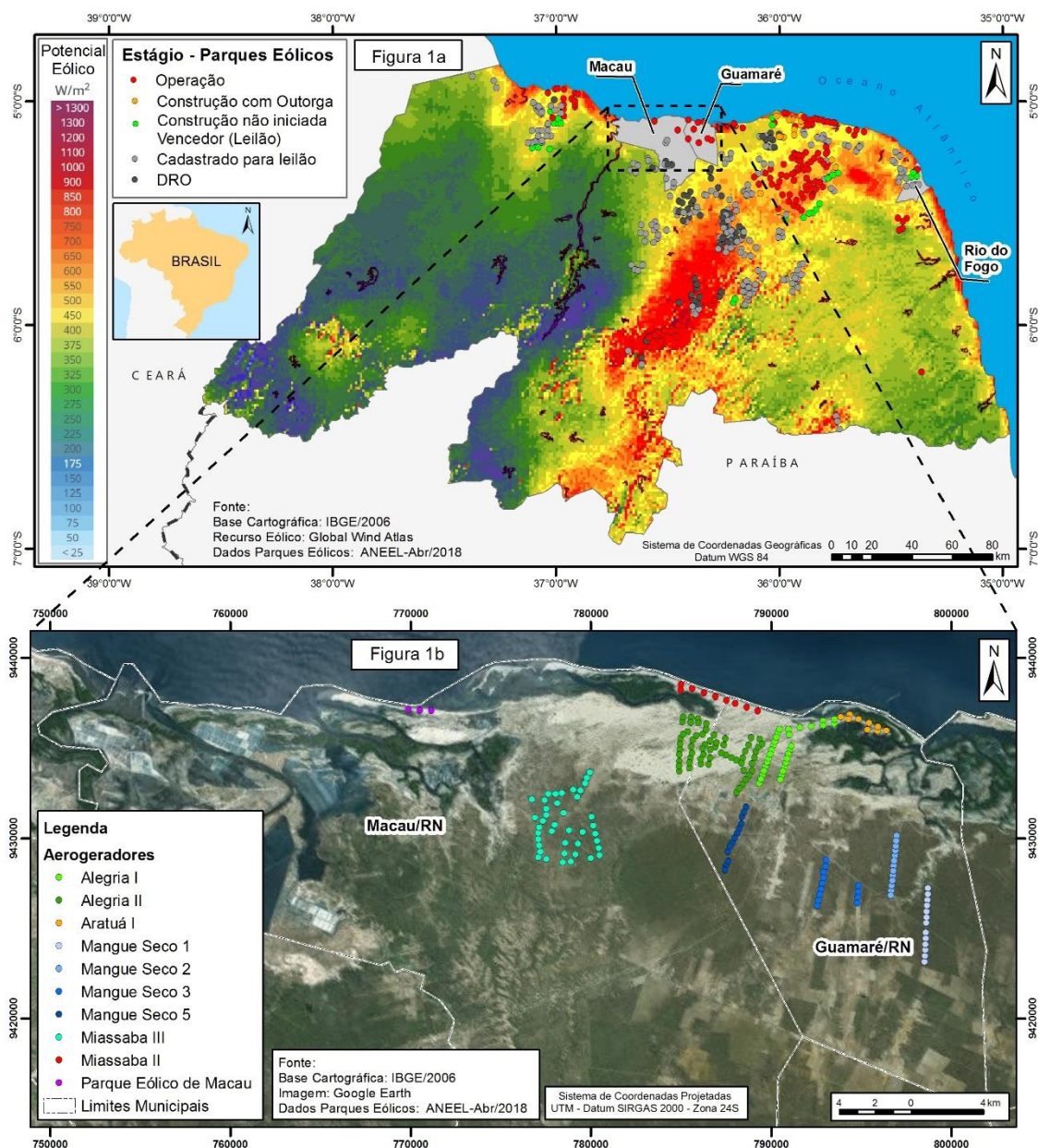


Figura 1a – a) Mapa do Rio Grande do Norte (RN) com o indicativo do potencial eólico e parques eólicos em vários estágios: em operação, construção não iniciada, cadastrado para leilão (possível local de instalação de eólica, ou seja, local prospectado) e parques com Despacho de Requerimento de Outorga (DRO), ou seja, que estão solicitando habilitação técnica pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE); (b) parques eólicos presentes na área de estudo, nos municípios de Macau e Guamaré.

Busman, Amaro e Souza-Filho (2016) realizou estudos que demonstram a Vulnerabilidade Natural (VN), Vulnerabilidade Ambiental (VA) e o Vulnerabilidade Ambiental ao Aumento Relativo do Nível Médio do Mar (VNMM) nesses municípios e os resultados mostraram que ambos são altamente vulneráveis e sujeitos a impactos relacionados à inundação e erosão por elevação do nível médio do mar, o que sugere perdas ambientais e socioeconômicas expressivas nas próximas décadas.

Diante do caráter não impeditivo, no aspecto legal, para a ocupação dos parques eólicos, mesmo em APP; do grau de importância do estudo ambiental na definição dos impactos socioambientais e da tomada de decisão para implantação do empreendimento, este artigo objetiva realizar estudo comparativo da matriz de impactos ambientais que balizou o licenciamento dos empreendimentos eólicos nos municípios de Macau e Guamaré (RN) instalados no período de 2003 a 2012.

Esse estudo se justifica por contribuir com a discussão da Avaliação de Impactos Ambientais em parques eólicos, chamando a atenção para a implantação dessas atividades em ambiente litorâneo de elevada dinâmica, fragilidade e expressiva vulnerabilidade ambiental, ao mesmo tempo, que faz uma avaliação crítica da matriz de impactos ambientais utilizadas para balizar a decisão quanto à implantação ou não de um determinado empreendimento.

## **METODOLOGIA**

Os procedimentos metodológicos adotados nesse artigo articulam uma análise crítica e interpretativa de bibliografias sobre o impacto ambiental e a matriz de análise dos impactos, abordando assuntos como o conceito de impacto ambiental, a definição e identificação de aspectos e impactos ambientais, as variadas ferramentas para elaboração e definição dos atributos e critérios utilizados para avaliação dos impactos ambientais.

Em seguida foi realizada uma avaliação dos RAS elaborados por consultorias ambientais e entregues ao órgão ambiental estadual, como documento exigido para emissão da licença ambiental prévia, para os 10 parques eólicos (08 parques instalados no município de Guamaré/RN e 02 instalados no município de Macau/RN).

Foram analisadas matrizes de impactos ambientais dos seguintes RAS:

- 01 RAS para o complexo eólico Alegria (Alegria I e II);
- 01 RAS para o parque eólico de Miassaba II;
- 01 RAS para o Parque Eólico de Macau;
- 01 RAS para Miassaba III;
- 01 RAS para Aratuá I e;
- 01RAS de Mangue Seco 5.

As informações extraídas das matrizes de impactos ambientais foram detalhadas em uma planilha e após, realizada uma estatística descritiva a fim de se entender, descrever e sumarizar os dados e a variabilidade das variáveis em diferentes cruzamentos.

Para os dados dos impactos listados nas matrizes de impactos ambientais foi realizado um agrupamento dos que apresentavam similaridades, pois se observou que os mesmos impactos se repetiam apenas utilizando expressões diferentes ou quando o estudo se confundia e citava o aspecto ao invés do impacto ambiental.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados expostos nesse item foram pautados na análise dos instrumentos de avaliação dos impactos ambientais, fundamentais para abalancamento sobre os benefícios ou malefícios da instalação de novos empreendimentos, bem como as diferentes classificações dos impactos utilizadas na AIA na literatura como fator norteador para tal decisão. A análise crítica desses fatores permitiu um entendimento mais direcionado da matriz de impacto ambiental dos parques eólicos localizados nos municípios de Macau e Guamaré/RN, visando contribuir com a discussão sobre a importância desses estudos e de sua qualidade principalmente em ambiente litorâneo vulneráveis a indicadores físicos, sociais e antrópicos.

### ***Matriz de Impactos Ambientais: Instrumento Eficiente na Predição de Impactos?***

Os conceitos atribuídos a “impacto ambiental” são, por vezes, semelhantes e convergem entre si.

- d) Sánchez (2008, pág. 32) conceitua impacto ambiental como “*alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana*”;
- e) A Resolução CONAMA Nº 001 de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986) define impacto ambiental em seu Artigo 1º (pag. 1) como sendo “*qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas*” que afetam direta ou indiretamente a saúde, a segurança, o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais;
- f) A Norma NBR ISO 14001:2015 apresenta impacto ambiental como sendo “*modificação no meio ambiente tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização*”.

Dessa forma, impacto ambiental é toda e qualquer modificação no meio ambiente causada por atividades antrópicas que alteram a qualidade ambiental tanto benéfica ou adversamente do meio ao qual está inserido. O impacto ambiental é o resultado de uma ação humana, ou seja, é a consequência dessa ação.

Uma das preocupações que é necessária ter na definição dos impactos ambientais é não o confundir com aspecto ambiental. Sánchez (2008, p. 33) define aspecto ambiental como sendo um *“mecanismo através do qual uma ação humana causa um impacto ambiental”*. Dessa forma, as ações são as causas, os impactos são as consequências, enquanto os aspectos ambientais são os mecanismos ou os processos pelos quais ocorrem as consequências.

A estrutura mínima do estudo ambiental é prevista em algumas resoluções e também são fornecidas pelo órgão ambiental através de um Termo de Referência (TR). Para as eólicas, BRASIL (2014) especifica em seus anexos I e II uma proposta de termo de referência tanto para um EIA/RIMA, quanto para o RAS. Os órgãos ambientais também dispõem de TRs próprios que podem ser alterados conforme a área. A Figura 2 apresenta as principais etapas de um estudo ambiental, conforme recomendação da legislação federal para todos os tipos de empreendimentos. Se uma das etapas for elaborada erroneamente, todas as etapas serão afetadas e a qualidade do estudo final ficará comprometida.

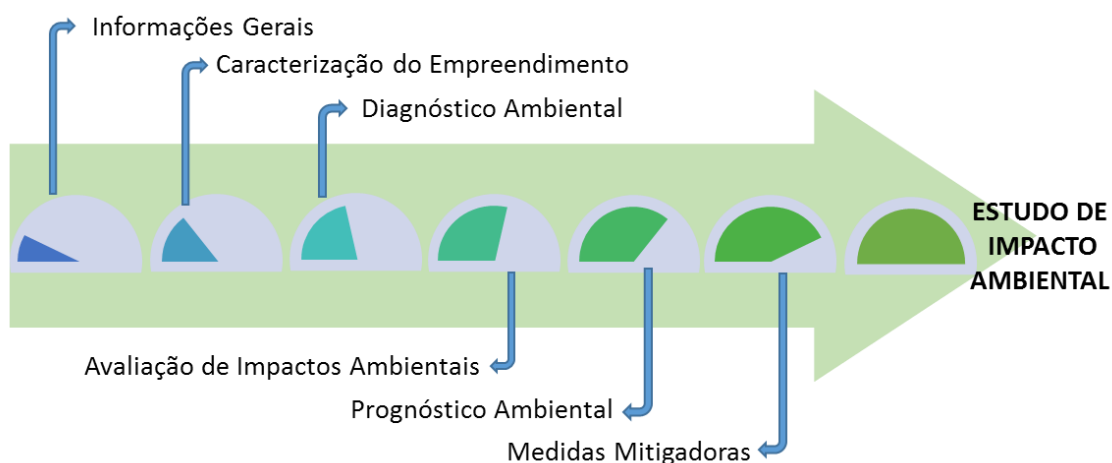


Figura 2 – Principais etapas que deverão ser contempladas na elaboração de um estudo ambiental para fins de licenciamento ambiental segundo a legislação.

Para a avaliação de impactos ambientais, o empreendedor deverá disponibilizar para a equipe multidisciplinar, com o máximo de detalhes possíveis, as ações ou atividades que serão necessárias para implantação, operação e desativação do

empreendimento. Após essa identificação, a equipe deverá realizar uma análise sobre quais mecanismos ou processos ocorrerá à ação e assim identificar os impactos ambientais.

Existem algumas metodologias disponíveis para elaboração da matriz de impactos ambientais que podem ser adaptadas. A Tabela 1 apresenta algumas das técnicas existentes, suas vantagens e desvantagens.

Ao analisar as metodologias, observa-se que não existe uma metodologia única e, por isso, existem adaptações que podem ser feitas baseadas naquelas existentes, para que se realize uma análise completa, dependendo do tipo de empreendimento, local e de especialistas responsáveis pela elaboração do estudo.

O importante a se observar também é que o estudo deve contemplar a descrição da metodologia, deixando evidente como foi realizada a identificação e qual critério foi utilizado para a análise dos impactos. Infelizmente, observa-se que em muitos estudos não é descrita a metodologia utilizada. IBAMA (1995) aponta que falta essencialmente o referencial teórico orientador e o embasamento técnico científico necessário à avaliação dos efeitos ambientais do empreendimento e de suas alternativas.

Os métodos adotados na elaboração de EIA/RIMA ou documentos técnicos semelhantes têm sido da livre escolha da equipe multidisciplinar contratada pelo empreendedor, contudo não são utilizados métodos científicos na condução do seu processo de elaboração. Os documentos não deixam transparecer como a equipe multidisciplinar realizou a tarefa de identificação e interpretação dos impactos, que foram objeto de agregação (IBAMA, 1995).

Após a identificação dos impactos ambientais, os mesmos são classificados conforme atributos também denominados de características ou parâmetros ou critérios, tais como: caráter (também encontrado na literatura como condição ou expressão ou natureza ou efeito); possibilidade de ocorrência; reversibilidade (ou estado ou condição); temporalidade também denominada de duração ou periodicidade ou horizonte de tempo; escala temporal ou prazo; escala espacial (ou abrangência espacial ou abrangência territorial ou amplitude); ordem, também denominada de origem ou natureza ou incidência ou ação de tempo ou análise do processo; cumulatividade; sinergia; magnitude ou intensidade; significância ou importância ou relevância; adversidade e significância; relação causa-efeito e controle.

A Tabela 2 faz um compilado com as informações dessas classificações encontradas na literatura. A primeira observação a se fazer é em relação às diferentes

nomenclaturas. Foram encontradas diferentes terminologias nos documentos observados, inclusive utilizando uma mesma nomenclatura para diferentes atributos. Essa não padronização pode acarretar inconsistências na análise dos impactos.

Outra recomendação é que a avaliação do impacto deve ser combinada de forma a não haver análises dúbias, então a equipe multidisciplinar deve ponderar os atributos quando combinados, por exemplo, um impacto poderá ser simultaneamente benéfico, irreversível, temporário, direto e local. A magnitude e/ou o nível de importância daquele impacto será atribuída pela combinação, ponderação ou análise crítica desses atributos, de forma qualitativa ou quantitativa (SÁNCHEZ, 2008).

Um estudo de impacto ambiental deficiente pode subtrair atividades antrópicas, infraestruturas sociais e econômicas, espécies animais, vegetais e aspectos físicos (JERONYMO, BERMANN e GUERRA 2012). A avaliação de impactos ambientais é o clímax do estudo ambiental no qual é realizada a ponderação dos impactos positivos e negativos decisório sobre instalar ou não o empreendimento.

Algumas das principais deficiências relacionadas à avaliação dos impactos ambientais são: falhas na identificação de determinados impactos; identificação parcial de impactos; indicação incorporando alterações ambientais distintas; impactos mutuamente excludentes ou opostos; omissão de dados e/ou justificativas quanto à metodologia utilizada para arrogar pesos aos atributos dos impactos e a tendência à minimização ou subestimação dos impactos negativos e à supervalorização dos impactos positivos exemplificado diante o caráter subjetivo do processo (MP, 2004).

Outro fator que pode alterar a identificação dos impactos é a falta de um diagnóstico ambiental bem feito, MP (2004) apontou também em seu estudo as principais deficiências no diagnóstico ambiental, tais quais: prazos insuficientes para a realização de pesquisas de campo; caracterização da área baseada, predominantemente, em dados secundários e/ou desatualizados; ausência ou insuficiência de informações sobre a metodologia utilizada; proposição de execução de atividades de diagnóstico em etapas do licenciamento posteriores à Licença Prévia; falta de integração dos dados entre os meios físico, biológico e antrópico; ausência de mapas temáticos ou com escala adequada; apresentação de informações inexatas, imprecisas e/ou contraditórias; deficiências na amostragem para o diagnóstico, dentre outras.

Tabela 1 - Descrição sucinta das técnicas para Avaliação de Impactos Ambientais mais utilizadas com as principais vantagens e desvantagens de cada uma. Adaptado de Cremonez *et al.* (2014)).

| MÉTODO                                       | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                       | VANTAGENS                                                                                                                                                                                                                                                 | DESVANTAGENS                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AD HOC<br>(METODOLOGIAS INSTANTÂNEAS)        | Identificação de impactos através de um “ <i>brainstorming</i> ” por grupos multidisciplinares com profissionais qualificados em diferentes áreas de atuação (CARVALHO e LIMA, 2010).                                                                                                           | Adequado às situações com escassez de dados, curto espaço de tempo e orçamento reduzido (RANIERI <i>et al.</i> , 1998).                                                                                                                                   | Apresenta um alto grau de subjetividade dependente dos especialistas envolvidos (RANIERI <i>et al.</i> , 1998).                                                                                                                               |
| CHECK LIST                                   | Consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir do diagnóstico socioambiental (ROVERE, 1992).                                                                                                                                                                                     | Segue formato simples, de fácil interpretação e dissertativo. É adequada às situações com escassez de dados, curto espaço de tempo e poucos gastos (RANIERI <i>et al.</i> , 1998).                                                                        | Apresenta alto grau de subjetividade (RANIERI <i>et al.</i> , 1998).                                                                                                                                                                          |
| MATRIZES DE INTERAÇÃO<br>(MATRIZ DE LEOPOLD) | A metodologia de matriz de interações teve início a partir da tentativa de suprir as falhas observadas nas listagens ( <i>check list</i> ). É uma das primeiras ferramentas que surgiram no formato de matrizes (BECHELLI, 2010).                                                               | Permite uma fácil compreensão do público em geral. Aborda fatores sociais e dados qualitativos e quantitativos. Fornece boa orientação para a realização de estudos e introduz a multidisciplinaridade em AIA (CREMONEZ <i>et al.</i> 2014).              | Falta de clareza da base matemática utilizada para pontuação da importância e magnitude. Baixa eficiência na avaliação de impactos indiretos, não apresentação das características temporais e a dinâmica dos sistemas (MOTA e AQUINO, 2002). |
| REDES DE INTERAÇÃO                           | Estabelecem relações do tipo causa-condição-efeito, propiciando uma apreciável e sucinta identificação dos impactos e suas inter-relações (FINUCCI, 2010; MORGAN, 1998)                                                                                                                         | Fácil entendimento dos impactos indiretos e possibilidade de introdução de parâmetros estatísticos, permitindo estudo de prognóstico (CARVALHO e LIMA, 2010; ACHON <i>et al.</i> , 2005).                                                                 | A metodologia não detecta aspectos temporais, dinâmica do sistema e importância relativa dos impactos (CARVALHO e LIMA, 2010; ACHON <i>et al.</i> , 2005).                                                                                    |
| SUPERPOSIÇÃO DE CARTAS                       | A metodologia consiste na montagem de uma série de mapas temáticos. Esses mapas quando integrados produzem a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica (CARVALHO e LIMA, 2010).                                                                                          | Útil para avaliar questões de dimensionamento espacial. Facilita a visualização espacial e geográfica dos fatores ambientais, tal como da extensão dos impactos. O avanço das técnicas de SIG favorece a utilização deste método (CARVALHO e LIMA, 2010). | Subjetividade dos resultados, limitação na quantificação dos impactos e a difícil integração de impactos socioeconômicos (CARVALHO e LIMA, 2010; SUREHMA/GTZ, 1992).                                                                          |
| MODELOS DE SIMULAÇÃO                         | Consistem em modelos de simulações destinados a reproduzir o comportamento de parâmetros ambientais ou as inter-relações (OLIVEIRA e MOURA, 2009).                                                                                                                                              | São capazes de processar variáveis qualitativas e quantitativas e incorporar medidas de magnitude e importância de impactos ambientais, além de se adaptarem a diferentes processos de decisão (FINUCCI, 2010).                                           | Por se tratar de um método que exige técnicos especializados e equipamentos específicos, apresenta custo elevado e exigência de especialistas (CREMONEZ <i>et al.</i> 2014).                                                                  |
| METODOLOGIAS QUANTITATIVAS                   | A técnica partiu da necessidade de avaliar os impactos causados por empreendimentos que envolvem a utilização de recursos hídrico sem suas atividades, a fim de promover uma abordagem sistemática, holística e hierarquizada do meio ambiente (CARVALHO e LIMA, 2010; OLIVEIRA e MOURA, 2009). | Método rápido para análises de impacto. Adequado para análises preliminares e na comparação entre as alternativas de um mesmo projeto (SANCHES, 2011).                                                                                                    | Apresenta subjetividade. Não considera o público afetado pelo processo, as inter-relações entre os fatores do ambiente e não especifica a relação entre uma ação específica e seu respectivo impacto ambiental (OLIVEIRA e MOURA, 2009).      |

Tabela 2 - Diferentes atributos (ou características ou parâmetros ou critérios) de classificações dos impactos ambientais com suas diferentes terminologias encontradas na literatura incluindo os estudos ambientais (Banco Mundial, 1991; IAP (SUREHMA) e GTZ, 1992; SEMA/IAP, 2007; SÁNCHEZ, 2008; COPEL, 2009).

| CARÁTER OU CONDIÇÃO OU EXPRESSÃO OU NATUREZA OU EFEITO (                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Expressa a alteração ou modificação gerada pelo uso proposto sobre um processo considerado. Mesmo podendo ser classificados em positivo, neutro ou negativo. Sánchez (2008) expõe que alguns impactos podem ser positivos para uma determinada variável e negativo para outra. |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
| Positivo (Benéfico)<br>Quando o efeito gerado for benéfico para o processo considerado.                                                                                                                                                                                        | Neutro<br>Quando o efeito gerado não se correlacionar com o fator ambiental considerado.                                                         | Negativo (Adverso)<br>Quando o efeito gerado for adverso para o processo considerado.                                   |                                                                                                                   |
| POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
| Refere-se ao grau de incerteza acerca da ocorrência de um impacto. Como se trata de uma aferição do pesquisador que faz o estudo existem impactos que irão ocorrer com certeza e outros que existe a possibilidade.                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
| Certa<br>Certeza de ocorrência do impacto                                                                                                                                                                                                                                      | Alta<br>Quando baseado em casos similares estima-se que é muito provável que o impacto ocorra                                                    | Média<br>Quando é pouco provável que se manifeste o impacto, mas sua ocorrência não pode ser descartada                 | Baixa (Incerto)<br>Muito pouco provável do impacto ocorrer, mas não pode ser desprezada a hipótese de ocorrência. |
| REVERSIBILIDADE OU ESTADO OU CONDIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
| Capacidade do sistema (ambiente afetado) de retornar ao seu estado anterior caso cesse a atividade, ou seja, implantada uma ação corretiva.                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
| Irreversível<br>Quando, uma vez ocorrida à ação, o parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível                                                                                                                                  | Parcial<br>Quando cessada a atividade ou processo, o parâmetro ambiental afetado retorna parcialmente às suas condições originais.               | Reversível<br>Quando cessada a atividade ou processo, o parâmetro ambiental afetado retorna às suas condições originais |                                                                                                                   |
| TEMPORALIDADE OU DURAÇÃO OU PERIODICIDADE OU HORIZONTE DE TEMPO                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
| Indica o tempo de duração da alteração ambiental em face da incidência de um processo ou atividade.                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                   |
| Permanente<br>Quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam quando acaba a ação que os causou, ou seja, é uma alteração definitiva de um componente do meio ambiente.                                                                                                | Temporário<br>Quando os impactos se manifestam em uma ou mais fases do projeto e cessam na sua desativação ou quando acaba a ação que os causou. | Cíclico<br>Quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados.                                            |                                                                                                                   |

| ESCALA TEMPORAL OU PRAZO                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| É o registro de tempo de permanência do impacto após a execução do uso proposto.                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Imediato</i><br>Ocorrem imediatamente quando se inicia a ação que os gera                                                                                                                          | <i>Curto Prazo</i><br>Quando o impacto se relaciona a uma ação específica da obra (ex: terraplenagem, uso de máquinas ou equipamentos).                                         | <i>Médio Prazo</i><br>Quando o impacto gerado ocorre durante o período da obra.                                                                                                  | <i>Longo Prazo</i><br>Registra-se um longo período de tempo na ocorrência do impacto, após a conclusão da ação.                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| ESCALA ESPACIAL OU ABRANGÊNCIA ESPACIAL OU ABRANGÊNCIA TERRITORIAL OU AMPLITUDE                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| Diz respeito à repercussão dos impactos quanto a sua extensão na área de influência.                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Estratégico</i>                                                                                                                                                                                    | <i>Pontual</i><br>Impacto pertinente a um trecho ou atividade específica do empreendimento.                                                                                     | <i>Local</i><br>Impacto pertinente à Área Diretamente Afetada (ADA).                                                                                                             | <i>Regional</i><br>Impacto pertinente à Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII).                                                                          | <i>Global</i>                                                                                                                                                                                          |
| ORDEM OU ORIGEM OU NATUREZA OU INCIDÊNCIA OU AÇÃO DE TEMPO OUANÁLISE DO PROCESSO                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| Sistema de relação do impacto com a atividade ou processo considerado. Trata-se da causa ou fonte do impacto direto ou indireto.                                                                      |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Direta</i><br>Impacto resultante de uma relação de causa e efeito que incide imediatamente sobre o parâmetro ambiental considerado. Atividades ou ações realizadas pelo empreendedor.              |                                                                                                                                                                                 | <i>Indireta</i><br>Impactos que incidem indiretamente, ou seja, são impactos resultantes do desdobramento do impacto direto, por isso de segunda e terceira ordem.               |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| CUMULATIVIDADE E SINERGIA                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| Cumulatividade: possibilidade de os impactos se somarem ou se multiplicarem e que se acumulam no tempo ou no espaço.<br>Sinergia: Combinação de vários impactos decorrentes de uma ou diversas ações. |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Cumulativo</i><br>Quando há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas ou não sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental).                              |                                                                                                                                                                                 | <i>Não cumulativo</i><br>Quando não há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas ou não sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental). |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Sinérgico</i><br>Quando ocorre interatividade entre impactos de modo a aumentar o poder de modificação do impacto.                                                                                 |                                                                                                                                                                                 | <i>Não sinérgico</i><br>Quando não ocorre interatividade entre impactos de modo a aumentar o poder de modificação do impacto.                                                    |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| MAGNITUDE OU INTENSIDADE                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| Expressa a extensão do impacto, na medida em que se atribui uma valorização gradual às variações que as ações do empreendimento poderão produzir num dado componente ou fator ambiental afetado.      |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Sem criticidade</i><br>Quanto à variação no valor dos indicadores for incipiente ou inexpressiva, sem alterar o fator ambiental considerado.                                                       | <i>Baixa criticidade</i><br>Quando a variação no valor dos indicadores for pequena, com alteração do fator ambiental considerado, porém sem alcance para sua descaracterização. | <i>Média criticidade</i><br>Quando a variação no valor dos indicadores for expressiva, porém sem alcance para descaracterizar o fator ambiental considerado.                     | <i>Alta criticidade</i><br>Quando a variação no valor dos indicadores for de tal ordem que possa levar à descaracterização parcial do fator ambiental considerado. | <i>Excessiva criticidade</i><br>Quando a variação no valor dos indicadores é muito forte, levando à descaracterização total do fator considerado, podendo ser adverso ou benéfico à qualidade de vida. |

| SIGNIFICÂNCIA OU IMPORTÂNCIA OU RELEVÂNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estabelece a importância de cada impacto em relação à interferência com o meio ambiente.                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
| <i>Não significativo</i><br>A intensidade do impacto é de difícil valorização nos demais atributos, sendo a alteração pouco significativa.                                                                                                                                                                                                                             | <i>Moderado</i><br>A intensidade do impacto sobre o meio ambiente assume dimensões recuperáveis, quando adverso (negativo), ou conserva sua qualidade ou assume melhoria na qualidade do meio ambiente, quando positivo. | <i>Significativo</i><br>A intensidade da interferência do impacto sobre o fator do meio ambiente considerado assume dimensões irreversíveis, quando adverso; quando benefício, assume melhoria contínua no parâmetro ou fator ambiental considerado, ou constituir uma ação para preservação de ecossistema de suma importância ambiental. |                                                                                                             |
| ADVERSIDADE E SIGNIFICÂNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
| A questão de significância dos impactos envolve critérios de contexto (área de ocorrência, região afetada, a sociedade, os interesses afetados, etc.); intensidade (severidade do impacto), e significado, envolvendo conjuntamente a severidade do impacto, a sua reversibilidade e o seu potencial de mitigação, e também critérios de análise da equipe responsável |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
| Impacto adverso significativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Impacto adverso não significativo                                                                                                                                                                                        | Impacto benéfico significativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Impacto benéfico não significativo                                                                          |
| RELAÇÃO CAUSA-EFEITO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
| Forma de manifestação do impacto sobre um fator em consequência de uma ação                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
| Direta ou Primária                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Indireta ou Secundária                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Acumulativa                                                                                                 |
| CONTROLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
| Possibilidade de controle daquele impacto através da mitigação ou compensação.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                             |
| Existe possibilidade de mitigação ou de prevenção de impacto adverso                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Existe somente possibilidade de medida compensatória para impacto adverso não mitigável.                                                                                                                                 | Existe possibilidade de incremento ou ampliação de efeito benéfico                                                                                                                                                                                                                                                                         | nada a fazer ou sem possibilidade de mitigação para impacto adverso, ou nada a fazer para impacto benéfico. |

Diante do exposto, a matriz de impactos ambientais é um instrumento de avaliação de impactos ambientais que foi aprimorado ao longo dos anos no intuito de fazer uma avaliação adequada e coerente dos efeitos de determinado empreendimento em um ambiente, com qualidade suficiente para a tomada de decisões dos gestores quanto à implantação ou não, contudo, a qualidade do estudo segue diretamente relacionada à imparcialidade, competência do consultor e metodologia eficaz para identificação e avaliação dos impactos, esses fatores juntos levam a tornar a matriz de impactos ambientais um instrumento eficiente na predição dos impactos.

### ***O Litoral Setentrional como Vanguarda na Implantação da Energia Eólica no RN***

Os primeiros parques eólicos instalados no litoral setentrional do RN, mais precisamente no litoral dos municípios de Macau e Guamaré, como indica a Figura 1b. Nessa área foram instalados, e já se encontram em operação, 10 usinas eólicas, sendo 08 usinas instaladas no município de Guamaré e 02 instaladas no município de Macau sendo elas: Parque Eólico Piloto de Macau, Alegria (Alegria I e II), Miassaba II, Miassaba III, Mangue Seco (I, II, IV e V) e Aratuá I.

O Parque Eólico Piloto de Macau, a primeira usina eólica implantada pela PETROBRAS no RN, foi estabelecido no ano de 2004 com investimento de R\$ 6,8 milhões, sendo composta por três aerogeradores com altura média de 60 metros, potência de 600 quilowatt (kW) cada aerogerador, totalizando 1,8 Megawatts (MW) de potência, suficiente para abastecer uma cidade com 10 mil habitantes. A energia produzida é transferida através de um cabo elétrico submarino para ser utilizada em duas plataformas *offshore* da PETROBRAS. Por ser um dos pioneiros no RN, este parque eólico teve um importante destaque na incorporação dessa atividade no estado. Os aerogeradores foram instalados em área já utilizada pela PETROBRAS para exploração de petróleo, com as instalações do Campo de Exploração de Macau e Serra que ocupa a zona de pós-praia da Praia de Soledade, no Município de Macau/RN.

Diversos estudos apontaram para a problemática da área onde esses campos petrolíferos estão localizados, devido à atuação de complexos processos hidrodinâmicos ocasionando a constante mudança morfológica da zona de praia, como por exemplo, as alterações das ilhas barreiras da Ponta do Tubarão e a Barra do Corta Cachorro. Os processos de erosão/deposição, condicionados às alterações nas direções dos ventos, ondas e correntes de maré, promoveram aumento da ação erosiva a partir do ano de 1996, quando foram construídos muros de contenção como solução para a erosão marinha (SOUTO, 2004; SOUTO *et al.*, 2004; AMARO, LIMA e SANTOS, 2013;

SANTOS, AMARO e SANTOS, 2015; DINIZ *et al.*, 2017). As Figuras 3a e 3b mostram parte da área de influência do empreendimento e adjacências, com destaque aos compartimentos geomorfológicos e indicativos superficiais dos processos sedimentares de movimentação e erosão/deposição, respectivamente.

O Complexo Eólico Alegria localiza-se na Praia do Minhoto, Município de Guamaré/RN, composto pelos parques eólicos de Alegria I e Alegria II. A Unidade Alegria I é composta por 31 aerogeradores com potência total de 51,15 MW e a unidade Alegria II é composta por 61 aerogeradores com potência total de 100,65 MW. Todos os aerogeradores do complexo foram fabricados pela empresa dinamarquesa Vestas, e contaram com investimento da ordem de R\$ 820 milhões. A quase totalidade dos aerogeradores foi instalada em campo de dunas móveis (Figura 4), com exceção de alguns aerogeradores, no setor leste, implantados em planície de deflação e planície marinha.



3a



3b

Figura 3a - Intensa movimentação de sedimentos entre a face de praia e pós-praia, onde foram locadas instalações da indústria petrolífera, devido à ação dos ventos alísios. Figura 3b: Vista sul dos aerogeradores, mostrando fragmento de mangue e planície flúvio-marinha alagada.



Figura 4 – Parque eólico Miassaba II e Alegria I e II, localizados respectivamente em faixa de praia e em campo de dunas móveis. Ambos parques seguem próximos no qual observa-se no retângulo vermelho os aerogeradores do Parque Eólico de Miassaba II e no retângulo amarelo o Parque Eólico Alegria I e II.

Destaca-se que os campos dunares representam captadores e reservas estratégicas de sedimentos arenosos e água, ecossistemas que desempenham relações socioeconômicas vinculadas à sustentabilidade das comunidades litorâneas e étnicas, além de suas paisagens representam interesse direto da atividade turística. Desse modo, a utilização industrial dos campos dunares, sobretudo por ocupações desregradadas, promove a degradação dos aquíferos costeiros, dos manguezais, interfere nos processos de erosão/deposição de praias arenosas e o fluxo sedimentar nos estuários e canais de marés (MEIRELES, 2011; SOUTO *et al.* 2004; AMARO, LIMA e SANTOS, 2013).

Portanto, a ocupação dos campos dunares pela indústria eólica promove grave degradação do equilíbrio ecossistêmico da orla litorânea, em função das obras de engenharia básicas para instalação dos aerogeradores e demais atividades de engenharia, como a terraplanagem para abertura de vias de acesso e bases de fixação de aerogeradores e outras construções. O uso e ocupação do solo em campos dunares, quando desprovido de políticas públicas baseadas em gestão ambiental, podem acarretar danos quanto aos benefícios ecossistêmicos que oferecem às comunidades costeiras (COSTANZA *et al.* 1997; HAINES-YOUNG e POTSCHIN, 2013), sobretudo decorrentes da fragmentação/alteração morfológica dos ecossistemas, desmatamento da vegetação de cobertura, movimentação e compactação do solo, aporte de material alóctone (por exemplo, aporte de piçarras para aterros e vias de acesso), entre outros.

Tais ações se configuram como artifícios causadores de impactos ambientais, cujas ações podem ser continuadas quando se estabelece as necessidades de manutenção das instalações e vias de acesso, dos aerogeradores e do resguardo de suas bases contra os processos de erosão/deposição eólica e marinha. Silva, Amaro e Matos (2015) apontaram que em decorrência da instalação do Complexo Eólico de Alegria, a dinâmica natural dos campos dunares e praias arenosas locais já se encontravam comprometidos.

O Parque Eólico Miassaba II, localizado no Município de Guamaré/RN (Figura 5), iniciou operação no ano de 2010 com nove aerogeradores, potência total de 14,4 MW e investimentos de acerca de R\$ 67 milhões. Os aerogeradores foram locados em zona de pós-praia na Praia do Minhoto, mas com distância aproximada de 82 m da zona de espraiamento das ondas e a cerca de 45 m de distância para o nível d'água dos canais de maré de Diogo Lopes.

A Praia do Minhoto tem importância histórica por ser local de ocupação industrial, inicialmente por bases de apoio à pista de dutos e emissários para o Polo

Industrial de Guamaré de apoio aos campos petrolíferos *offshore* da PETROBRAS, que enfrenta intensos processos de dinâmica costeira (erosão/deposição de sedimentos) que causam mudanças significativas da linha de costa (SOUTO, 2004; AMARO, LIMA e SANTOS, 2013; SANTOS, AMARO e SANTOS, 2015; DINIZ *et al.*, 2017). Estudos sobre o prognóstico da evolução da linha de costa na Praia do Minhoto em cenários futuros de aumento do nível médio do mar apontam em retração de até 307 metros para o ano 2040 (FRANCO, AMARO e SOUTO, 2012), ou seja, erosão costeira que atingiria os aerogeradores do Parque Eólico Miassaba II instalados na zona de pós-praia, alcançando os canais de maré a sul, estreitamento costeiro que seria acompanhado da abertura de canais de maré e da influência direta do mar sobre os bosques de manguezais de Diogo Lopes, o que alteraria toda o equilíbrio ecossistêmica atual. Caso tais projeções se concretizem, estaria comprometida a continuidade da exploração da energia eólica no Parque Eólico Miassaba II por mais um contrato de venda de energia com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com duração de 20 anos, o que causará perdas ao empreendedor, além de danos ambientais e interferências irreversíveis na dinâmica natural costeira, fato que já vem ocorrendo.



Figura 5 – Parque eólico Miassaba II localizado em faixa de praia. Devido ao intenso fluxo de ventos, observa-se acentuada movimentação de sedimentos o que acaba por recobrir parte do acesso aos aerogeradores.

O Parque Eólico Aratuá I, também instalado em Guamaré/RN (Figura 6), conta com nove aerogeradores da *General Eletric*, os primeiros a serem instalados no país, com geração estimada de 14,4 MW e investimentos de R\$ 60 milhões. Esse parque está localizado na Praia do Minhoto com distância mínima de 20 metros dos canais de maré que compõem o Estuário de Diogo Lopes, ou seja, em zona de risco como é o caso do Parque Eólico de Miassaba II.



Figura 6 – Parque eólico Aratuá I. com visão para os aerogerados localizados em planície arenosa no qual segue ardeada de canais de maré, manguezal e campo de dunas.

Em Guamaré/RN no ano de 2011 ocorreu a instalação do Parque Eólico de Mangue Seco com 13 aerogeradores, produzindo potência total de 26.000 kW. Ainda na área costeira dos municípios de Macau/RN tem-se no ano de 2012 a instalação do Parque Eólico Miassaba III com 41 aerogeradores, com rotor a 80 metros de altura, potência unitária de 1,67 MW, potência total de 68,47 MW e investimentos da ordem de R\$ 242 milhões. Ambos os parques eólicos foram locados em setores de tabuleiro costeiro, distantes cerca de 5,5 km da faixa de praia.

#### ***Análise da Matriz de Impactos Ambientais dos Parques Eólicos Instalados em Macau e Guamaré/RN***

As Matrizes de Impactos Ambientais dos RAS apresentados pelos empreendimentos eólicos, como subsídio para o requerimento da licença prévia de instalação, foram analisadas segundo a metodologia empregada, a avaliação dos impactos ambientais e as classificações atribuídas. Nesses estudos, observa-se que não há o emprego de uma metodologia unificada para a elaboração dessa matriz, o que deixa livre para cada consultoria empregar a metodologia que achar pertinente segundos seus conhecimentos e experiências.

Na avaliação de impactos ambientais nos parques eólicos de Aratuá I e Miassaba II, os empreendedores não mencionaram se empregaram alguma metodologia reconhecida na literatura ou se uma própria. A avaliação dos impactos foi realizada conforme a fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) e foram atribuídos pesos ponderadores para cada parâmetro e, ao final, a relevância foi calculada.

Igualmente para o Parque Eólico de Alegria I e II não foi feita referência a metodologias citadas na literatura, indicando que a matriz foi efetivada com base na experiência acumulada em trabalhos anteriores.

Para o Parque Eólico de Miassaba III e o Parque Eólico de Macau foi utilizada a metodologia do Banco Mundial (1991) e IAP e GTZ (1992) que classifica os impactos conforme os atributos e o único no qual é atribuído pesos é a magnitude. Ambas as metodologias identificaram os impactos ambientais conforme as fases do empreendimento (implantação e operação) e por tipo de meio (físico, biológico e antrópico), atribuindo a cada impacto os parâmetros de avaliação.

Para o Parque Eólico de Mangue Seco foi utilizada a metodologia de Listagem Sequenciada de Causas e Efeitos (SÁNCHEZ, 2008), metodologia também conhecida como *Ad Hoc*, Listagem de Controle ou *Checklist* Descritivo. Apenas nesse caso foi realizada a estatística descritiva dos parâmetros de avaliação, o que facilita a interpretação dos resultados da matriz.

Portanto, a análise das Matrizes de Impactos Ambientais dos 06 RAS demonstrou que as metodologias empregadas na AIA por meio das matrizes de impactos ambientais estão profundamente atreladas às experiências advindas dos consultores e, por isso, geram subjetividades e tendenciosidades, pondo em dúvidas os resultados obtidos, conforme apontado nas análises do Ministério Público Estadual em um estudo realizado no âmbito da 4ª Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal – Meio Ambiente e Patrimônio Cultural que deliberou pela elaboração de uma síntese das principais deficiências nos EIA/RIMA submetidos à análise do MPF (MP, 2004). Logo, destaca-se a relevância da utilização de metodologia que incorpore igualmente métodos quantitativos e explicita de maneira prática e coesa qual o grau de impactos e positivos ou negativos.

Uma sugestão é que o empreendedor elabore duas matrizes, uma contendo a avaliação dos impactos sem as medidas mitigadoras e outra com adoção das medidas, proporcionando uma avaliação mais ampla e comparativa da criticidade do impacto no contexto final de viabilidade do empreendimento. Embora seja uma análise sem exatidão absoluta, é importante como um exercício de avaliação da eficiência das medidas mitigadoras. Essas duas visões da matriz de impactos será a base para um prognóstico ambiental e o estabelecimento de indicadores de avaliação da eficácia das medidas mitigadoras quando implantadas.

A análise das Matrizes de Impactos Ambientais dos parques eólicos em questão permitiu identificar 300 impactos que foram citados, no geral, independentes de se referirem ao meio (físico, biológico e antrópico) ou a fase do empreendimento (planejamento, instalação e operação).

O Parque Eólico de Mangue Seco apresentou o maior número de impactos (184) (Figura 7) e os parques eólicos de Aratuá I e II relataram o menor número de impactos, com apenas 12. Esse quantitativo de impactos para o Parque Eólico de Mangue Seco foi discrepante quando comparado aos demais, sobretudo porque localiza-se em tabuleiro costeiro, setor que não está diretamente exposto, por exemplo, à intensa dinâmica costeira com altas taxas de erosão/deposição e intenso transporte de sedimentos decorrente da influência marinha relatada para o litoral setentrional do RN, como exposto por Souto (2004); Souto *et al.* (2004); Meireles (2011); Amaro, Lima e Santos (2013); Santos, Amaro e Santos (2015); Diniz *et al.* (2017).

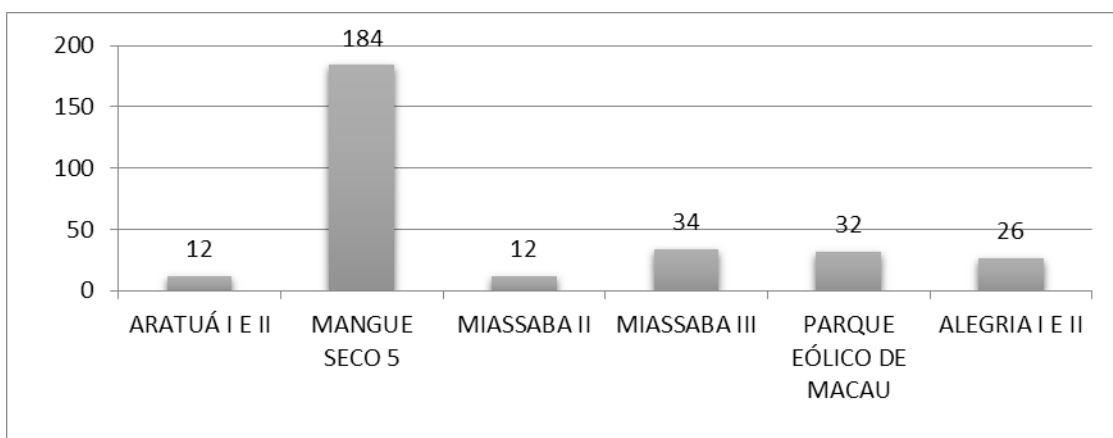


Figura 7 – Impactos totais citados por parque eólico, estando em evidência com o maior número o Parque Eólico de Mangue Seco e em menor número de impactos os Parques de Aratuá I e II e Miassaba II.

A Figura 8 mostra os impactos apresentados nos RAS, separados nas fases do empreendimento, onde o maior número de impactos citados ocorreu na fase da implantação (61,33%); para a fase da operação foram 21,66%; e, na fase de planejamento apenas 17%. A fase de implantação do empreendimento é quando ocorre ampla interferência e alterações no ambiente para execução das obras e, por isso, se justifica o maior número de impactos.

Na análise dos impactos por meios físico, biológico e antrópico, na totalidade, os impactos advindos do meio físico e antrópico apresentaram resultados quase similares, respectivamente 47,33% e 44,66%, enquanto os impactos biológicos representam 8%.

Na fase de implantação, os impactos físicos foram os mais citados, enquanto na fase de planejamento e operação predominaram os impactos antrópicos.

No Parque Eólico de Mangue Seco prevaleceram os impactos antrópicos em todas as fases. Nos Parques Eólicos de Miassaba II e Aratuá I dominaram os impactos do meio físico nas fases de implantação e operação. No Parques Eólicos de Miassaba III e Alegria I e II predominaram os impactos do meio físico na fase de implantação e os impactos antrópicos na fase de operação. Para o Parque Eólico de Macau predominam os impactos físicos na fase de implantação e impactos biológicos na fase de operação. Contudo, o Parque Eólico de Alegria não qualificou nenhum impacto relacionado ao meio biológico, ausente tanto na fase de implantação como na de operação.

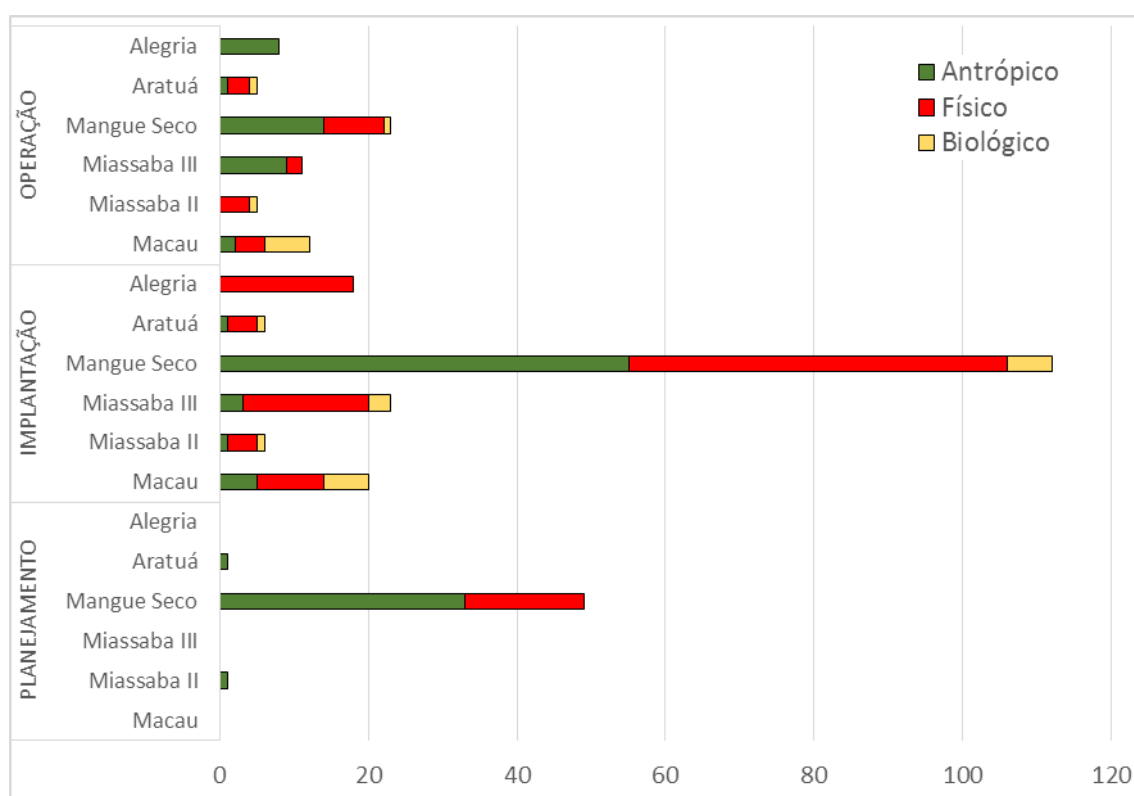


Figura 7 – Impactos citados por parque eólico separados por fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) e meios (físico, biológico e antrópico). Chama-se a atenção para Mangue Seco que apresentou o maior número de impactos em todas as fases e para o Parque Eólico de Alegria que não contemplou nenhum impacto para o meio biológico em ambas as fases.

Para a análise dos atributos avaliados na Matriz de Impactos, o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) do RN recomendou no TR (entregue ao empreendedor no ato de abertura do processo de licenciamento), a avaliação dos seguintes critérios: magnitude, importância, efeito, natureza, temporalidade, duração e reversibilidade. A Tabela 3 aponta quais critérios com as diferentes nomenclaturas foram considerados em cada estudo, comparando ao que o IDEMA recomendou.

Tabela 3 – Atributos considerados pelo IDEMA e contemplados pelas consultorias nos estudos ambientais RAS.

| CRITÉRIOS IDEMA                                             | ARATUÁ I                                           | MANGUE SECO                                               | MIASSABA II                                                       | MIASSABA III                                                           | PARQUE EÓLICO DE MACAU                                                 | ALEGRIA I E II                                                         |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Magnitude</b>                                            | Magnitude (pequena, média e grande)                | Magnitude (pequena, média e grande)                       | Magnitude (pequena, média e grande)                               | Magnitude (sem criticidade, baixa, média, alta, excessiva criticidade) | Magnitude (sem criticidade, baixa, média, alta, excessiva criticidade) | Magnitude (sem criticidade, baixa, média, alta, altíssima criticidade) |
| <b>Importância</b>                                          | Não considerou                                     | Importância (Não significativa, moderada e significativa) | Relevância (Muito pequena, pequena, média, grande e muito grande) | Impostância (Não significativo, moderado, significativo)               | Significância (Não significativo, moderado, significativo)             | Não considerou                                                         |
| <b>Efeito (positivo, negativo)</b>                          | Natureza (positivo ou negativo)                    | Caráter (positivo, negativo)                              | Natureza (positivo e negativo)                                    | Caráter (benéfico, adverso e indefinido)                               | Caráter (positivo, negativo, indefinido)                               | Efeito (positivo, negativo)                                            |
| <b>Natureza (diretos e indiretos)</b>                       | Origem (direto e indireto)                         | Ordem (Direta e Indireta)                                 | Origem (indireto e direto)                                        | Ordem (direta e indireta)                                              | Ordem (direta e indireta)                                              | Ação de Tempo (Direto e Indireto)                                      |
| <b>Temporalidade (temporários, permanentes ou cíclicos)</b> | Duração (temporário, permanente)                   | Temporalidade (Temporário, permanente, cíclico)           | Duração (temporário e permanente)                                 | Temporalidade (temporário, permanente, cíclico)                        | Temporalidade (temporário, permanente, cíclico)                        | Horizonte de Tempo (Temporário, permanente, cíclico)                   |
| <b>Duração (curta, média e longa)</b>                       | Escala temporal (imediatas e medio ou longo prazo) | Duração (curta, média e longa)                            | Escala Temporal (longo prazo e curto prazo)                       | Duração (imediate, médio prazo, longo prazo)                           | Duração (imediate, médio prazo, longo prazo)                           | Prazo (curto, médio e longo)                                           |
| <b>Reversibilidade (reversíveis e irreversíveis)</b>        | Reversibilidade (reversível e irreversível)        | Condição ou Reversibilidade (Reversível, Irreversível)    | Reversibilidade (reversível e irreversível)                       | Estado (reversível e irreversível)                                     | Estado (reversível e irreversível)                                     | Reversibilidade (reversível e irreversível)                            |
| <b>Não considerado no IDEMA</b>                             | Abrangência espacial (local e regional)            | Escala (local e regional)                                 | Abrangência espacial (local e regional)                           | Escala (local, regional e estratégico)                                 | Escala (local, regional e estratégico)                                 | Amplitude (local, regional e estratégico)                              |

Ao considerar em tais efeitos, com exceção do Parque Eólico de Mangue Seco que apresentou mais impactos de efeito positivo, todos os demais relacionaram mais impactos negativos (Figura 9). Quanto à reversibilidade (Figura 10), apenas os Parques Eólicos de Aratuá I e Miassaba II apresentaram mais impactos ambientais irreversíveis do que reversíveis.

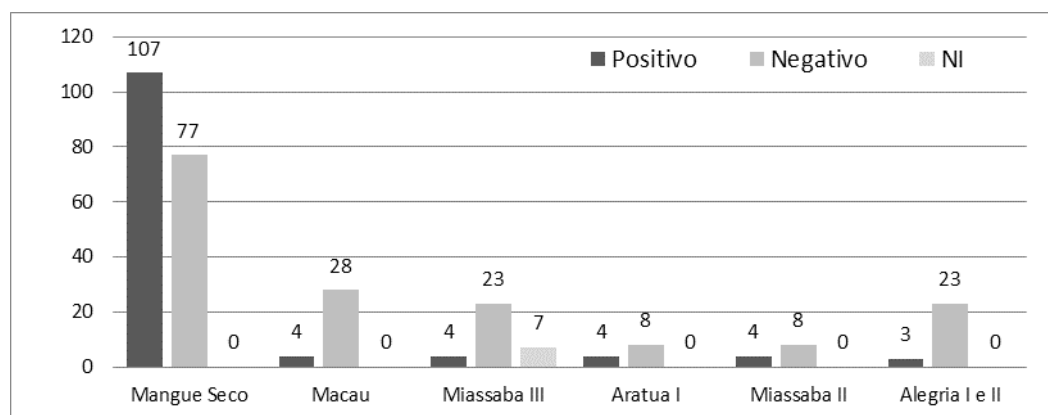


Figura 9 – Resultados quanto ao efeito positivo e negativo dos impactos ambientais. Com exceção de Mangue Seco, todos os outros parques os impactos foram classificados mais como negativos do que positivos. Destaque para Miassaba III no qual 7 impactos não foram classificados nesse atributo sendo, ou seja, não informados (NI).

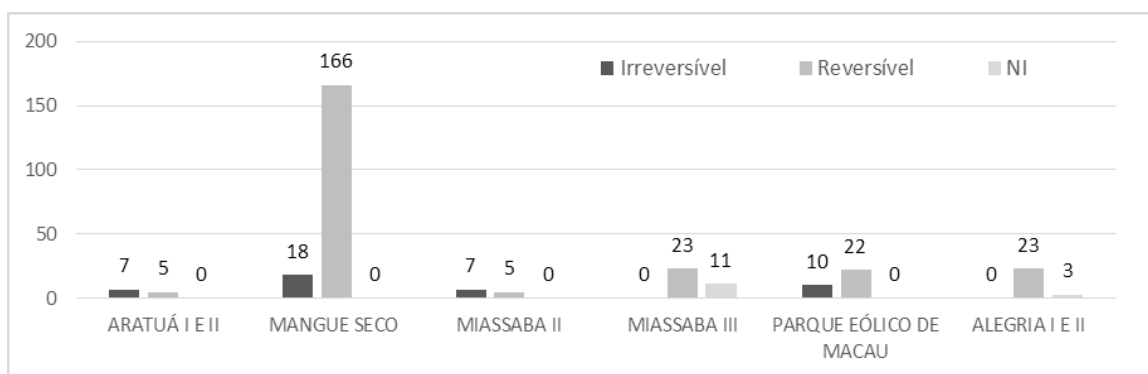


Figura 10 – Resultados quanto a reversibilidade (reversível e irreversível) dos impactos ambientais, apenas os Parques Eólicos de Aratua I e Miassaba II apresentaram mais impactos ambientais irreversíveis e como não informados (NI) apenas o Alegria I e II apresentaram registros.

Quanto à origem, os impactos foram considerados mais indiretos (51%) do que diretos (44%) e 4,66% como não informado (NI), ou seja, a maioria dos impactos indiretos citados são de segunda ou terceira ordem e decorrem de impactos diretos e, segundo Sánchez (2008), acabam por ser mais difusos e se manifestam em áreas geográficas mais abrangentes.

Quanto à temporalidade, 66,6% dos impactos foram considerados temporários, 25% foram considerados permanentes, 4% foram considerados temporários e permanentes e 4,33% não foram classificados. Quanto à duração, 49% dos impactos foram considerados de curto prazo e 66,33% foram considerados com abrangência espacial local.

Quanto à criticidade, 61% dos impactos foram considerados com baixa criticidade, 21% foram considerados de média criticidade e apenas 4% foram considerados de criticidade alta, o restante não foi informado ou foram considerados sem criticidade (Figura 11).

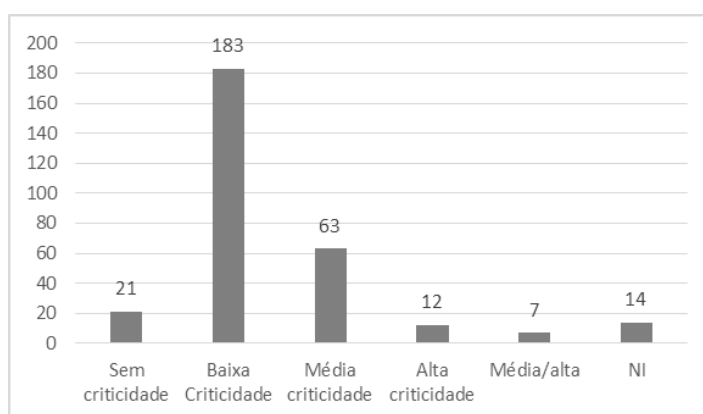


Figura 11 – Resultados quanto a criticidade dos impactos ambientais, onde a maioria dos impactos foram classificados como baixa criticidade (183 impactos) e apenas 12 como alta criticidade.

A Figura 12 destacou os impactos ambientais mais citados: poluição sonora, citado 27 vezes, considerando todas as fases do empreendimento; crescimento da economia, com 22 citações; e, alteração na qualidade do ar que foi citado 22 vezes.

A Figura 13 mostrou que apenas três impactos ambientais foram citados em todos os estudos ambientais: alteração na qualidade do ar, impacto visual/alteração na paisagem e poluição sonora. Impactos com a avifauna foram citados apenas em três dos RAS e impactos como alteração na dinâmica costeira, alteração das condições de tráfego, alteração no comportamento hídrico, alterações nas características naturais do solo, dentre outros, foram citados em apenas um estudo ambiental.

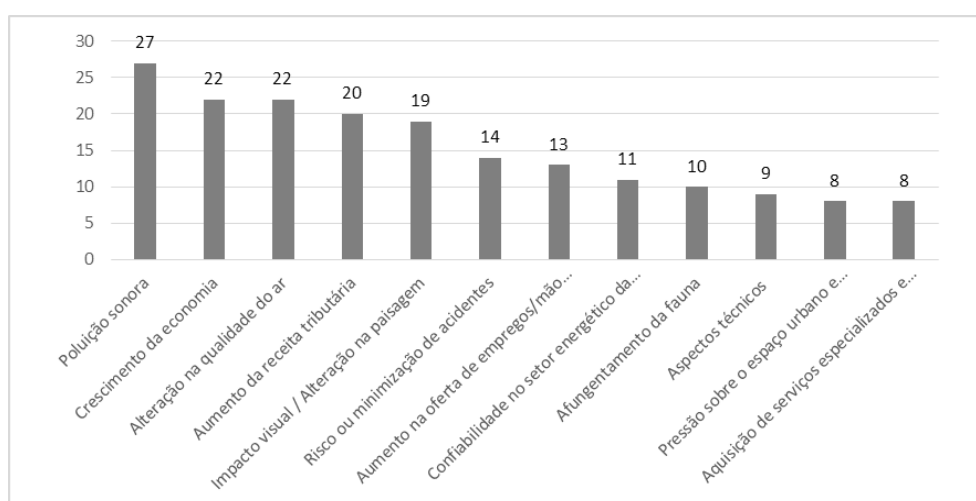


Figura 12 – Impactos mais citados nos estudos ambientais, sendo o mais citado a poluição sonora e em segundo lugar o crescimento da economia.

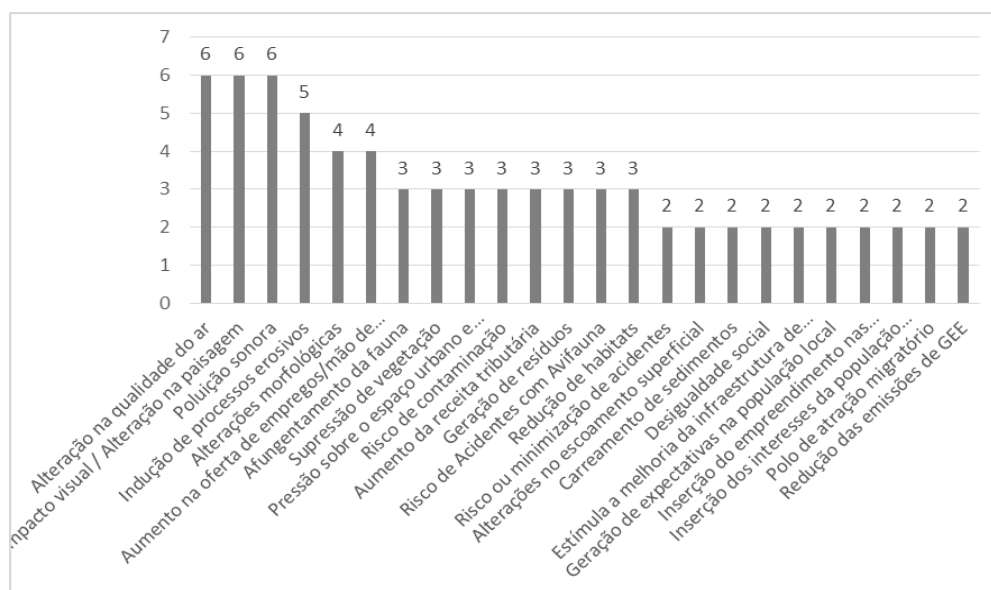


Figura 13 – Impactos citados por quantidade de estudos. Observa-se que apenas três impactos foram citados nos 06 RAS, sendo eles: alteração na qualidade do ar, impactos visual e poluição sonora. Impactos como indução de processos erosivos foram citados em apenas 05 RAS dos 06 analisados.

Portanto, foram identificados nos RAS analisados dos parques eólicos da área de estudo: a ausência na identificação de impactos; confusão na identificação dos aspectos e impactos ambientais; indicação de impactos genéricos, quando generalizam os impactos, agrupando-os em um único título; omissão de dados e justificativas quanto ao emprego da metodologia para elaboração da matriz e tendência a supervalorização dos impactos positivos.

Nos 06 RAS analisados para a área de estudo, sobressaiu o fato que nenhum dos estudos contemplou os impactos ocasionados pela desativação do empreendimento e desmonte das instalações do parque eólico. Sabe-se que a vida útil de um parque eólico é estimada em 20 anos e que no Brasil ainda nenhum parque eólico alcançou esse tempo de utilização das turbinas.

Assim, há relevância em se contemplar na Matriz de Impactos as seguintes situações apontadas pelas análises adotadas neste artigo: substituição de turbinas derivando um novo processo de licenciamento do parque eólico para operação com novos equipamentos e da retirada das turbinas e desinstalação do parque eólico. Mesmo não contemplado nos estudos, salienta-se que o IDEMA solicita, como condicionante das licenças ambientais, que seja informado quando da desativação do parque eólico, para o acompanhamento de tais ações de maneira a preservar a segurança para o ambiente e a sociedade.

A ocupação antrópica em setores litorâneos, configurado em sua maioria por áreas de preservação de importante valor ecossistêmico, apresentam grandes consequências ambientais. Portanto, a avaliação de impactos ambientais é o fator mais relevante para a tomada de decisão por parte do órgão público de licenciamento e fiscalização, por isso a identificação, classificação e descrição apropriada dos impactos ambientais deve ser muito bem explicitada. Contudo, nos RAS analisados, constatou-se que todos esses aspectos dos impactos ambientais foram descritos de modo extremamente sucintos e, em muitos dos casos, com pouca clareza de critérios empregados e pobreza de informações, no geral, o que aconteceu igualmente com as medidas mitigadoras ou compensatórias.

Um ponto a se levantar são as conclusões dos estudos que não evidenciaram, de modo argumentativo, a viabilidade na implantação do empreendimento, utilizando frequentemente em caracteres subjetivos, sem e o referido embasamento no próprio estudo realizado.

Trabalhos como o de Meireles (2011); Gorayeb; Brannstrom (2016), Brannstrom *et al.* (2017), Lima, Nascimento e Meireles (2017) demonstraram situações similares no Ceará ao também constatar a precariedade dos estudos simplificados demonstrados pela falta de uma abordagem interdisciplinar, falta de dados físicos e sociais, alternativas tecnológicas coerentes, falta de precisão na análise dos impactos, nenhuma consideração para análise da cumulatividade e sinergia dos impactos ambientais, também constatados, em parte, na análise dos RAS, contemplados nesse estudo. Tal fato é corroborado quando impactos cruciais e determinantes não foram mencionados, como impactos na avifauna, que foram citados em apenas 03 dos 06 RAS estudados, sendo o trecho da área de estudo, classificado como rota migratória de aves.

O discurso de “energia limpa” aliado a segurança energética do setor culminou na solicitação de estudos simplificados para licenciamento da energia eólica o que desencadeou em avaliações reduzidas e superficiais dos reais danos ambientais em regiões de grande relevância ambiental, como o litoral. Um discurso repleto de inequidade socioambiental, ausência de abordagem multidisciplinar e que originou diversos conflitos socioambientais (LIMA, NASCIMENTO E MEIRELES, 2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia eólica é apregoada como de futuro promissor quando se remete à matriz energética brasileira, caracterizada como renovável, limpa e, por isso, com maior

sustentabilidade ambiental se comparada às demais fontes não renováveis ou, até mesmo, outras renováveis como hidrelétricas, sempre relacionadas a potenciais problemas ambientais graves. Nesse contexto, e aliado a segurança energética do país, é que a energia eólica prosperou e cresceu significativamente no decorrer dos últimos anos, ganhando proeminência e competitividade. Nesse contexto, o RN hoje é o maior produtor de energia eólica do Brasil, com um total de 135 parques eólicos em operação e 34 em construção (ABEEÓLICA, 2018).

Mesmo diante da promulgada visão sustentável, seus aspectos de instalação e manutenção demonstram uma atividade antrópica que acarreta impactos ambientais negativos como qualquer outra atividade e impulsionam conflitos socioambientais principalmente em áreas litorâneas, como aquelas abordadas neste artigo, mostram reconhecida fragilidade natural, submetidas a intervenções que oferecem sérios impactos ambientais negativos e riscos à sociedade ali abrigada.

Portanto, deve ter suas fases de planejamento, implantação e operação geridas e regulamentadas através de licenciamento ambiental. O licenciamento ambiental da indústria eólica vem se construindo no decorrer dos anos, à medida que grandes parques eólicos se instalam nos setores de maior potencial energético, como as zonas costeiras do Nordeste do Brasil, e buscando adequações e adaptações aos problemas ambientais gerados com tal situação de ambiguidade. Apenas recentemente, no ano de 2014, se acedeu a uma Resolução do CONAMA (BRASIL, 2014) específica para a atividade, após considerável período com relevante crescimento das operações.

Desse modo, abona-se que a elaboração de estudos ambientais com fins de licenciamento ambiental para esse fim deve considerar a execução com qualidade, o que demanda conhecimento, imparcialidade e responsabilidade na elaboração, em qualquer tipo de locação geográfica. Em tais estudos, a Matriz de Impacto Ambiental é o ponto orientador culminante, que deve contemplar precisa e claramente os impactos ambientais e seus atributos que definem se a implantação do empreendimento será mais benéfica ou maléfica no aspecto socioambiental para o ambiente de locação e sociedade diretamente afetada. Tais aspectos demonstram a relevância do acompanhamento desses estudos abrangendo todo o processo de licenciamento.

Nesse contexto, esse artigo se propôs a uma análise das Matrizes de Impactos Ambientais dos parques eólicos instalados em Macau e Guamaré no RN, locados em áreas de preservação e com elevada vulnerabilidade ambiental e natural já reconhecida

em trabalhos prévios. Tais parques eólicos ocuparam campo de dunas móveis, faixas de praia e trechos nas proximidades de canais estuarinos, canais de maré e manguezais.

As matrizes elaboradas mostraram-se sucintas, no geral, e não exibiram os reais impactos ambientais em áreas com ecossistemas frágeis. Houve discrepâncias nos impactos citados nos RAS dos parques eólicos localizado em tabuleiro costeiro, para outros parques localizados em áreas mais sensíveis, como faixa de praia e dunas móveis. Outro aspecto de destaque foi a confusão no emprego de conceitos quanto ao aspecto ambiental e ao impacto ambiental, ausência de impactos ou generalização dos mesmos, supervalorização de impactos positivos, além da não adoção de preceitos metodológicos ou não explicitação de qual orientação metodológica foi utilizada.

Destacou-se que nenhum dos documentos apresentados pelos empreendedores contemplou os impactos ambientais relacionados à etapa de desativação do empreendimento ou contemplou com clareza análises de prognóstico ambiental, fundamentais aos parques eólicos locados em ambiente costeiro de alta dinâmica sedimentar com modificações morfológicas da praia em curto prazo (sazonal a anual). O principal exemplo dessa situação reside no Parque Eólico de Miassaba II localizado em faixa de praia onde modelos prognósticos apontaram avanço da linha de costa em até 307 m até 2040. Tal situação, exemplo que só reafirma a importância de estudos de cenários futuros que levem em consideração um tempo mínima de operação do empreendimento.

Desta forma, é inegável a importância do licenciamento ambiental como a maior ferramenta regulamentadora das ocupações e impactos socioambientais provenientes das atividades antrópicas, contudo, ainda há muito que se aperfeiçoar na fase de recomendações, normatizações e, principalmente, padronizações.

Esse estudo demonstra a importância dessas padronizações, quando se observam análises discrepantes em termos de conteúdo de um parque eólico para o outro e de uma consultoria responsável pela elaboração para outra. A criação de uma tabela com uma listagem padronizada de impactos ambientais por unidade ambiental pode ser deveras importante para auxiliar o analista ambiental no processo do licenciamento, no qual poderá ter mais clareza se a matriz está contemplando minimamente os impactos ambientais, levando sempre em consideração as particularidades da área. Outro ponto fundamental é o estabelecimento de indicadores e análises pós-licenciamento.

Chama-se a atenção que a última atualização normativa para o licenciamento ambiental de parques eólicos foi a criação da Resolução CONAMA Nº 462/2014

(BRASIL, 2014) que regulamenta o licenciamento específico para essa atividade. Nesta, altera apenas o tipo de estudo ambiental solicitado para instalação de empreendimentos em áreas mais vulneráveis e com características distintas como as APPs, sendo solicitado o EIA/RIMA ao invés do RAS. Isso demonstra e reafirma o disposto nesse trabalho ao orientar a elaboração de estudos mais coerentes, completos e imparciais, visto seu grau de importância na definição dos impactos socioambientais e da tomada de decisão para implantação do empreendimento.

## **REFERÊNCIAS**

ABEEOLICA (Associação Brasileira de Energia Eólica). Boletim de dados – fevereiro de 2018. São Paulo: ABEEOLICA, 2018.

ACHON, C. L.; SOARES, L. V.; MEGDA, C. R. Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Saneamento ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade? Rio de Janeiro, ABES, 2005. p.1-9.

ALMEIDA, A. N.; SERTÃO, A. C.; SOARES, P. R. C.; ANGELO, H. Deficiências no diagnóstico ambiental dos estudos de impacto ambiental (EIA). Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 4, n. 2, 2015.

ALMEIDA, M. R. R.; MONTAÑO, M. Benchmarking na avaliação de impacto ambiental: o sistema mineiro frente às melhores práticas internacionais. Sociedade & Natureza, v. 27, n. 1, 2015.

AMARANTE, O. A. C., SILVA, F. J. L., RIOS FILHO, L. G.. Atlas do potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte. Camargo Schubert Engenharia Eólica, COSERN/Iberdrola Empreendimentos do Brasil, v. 47, 2003.

AMARO, V. E.; LIMA, F. G. F.; SANTOS, M. S. T. An Evaluation of digital elevation models to short-term monitoring of a high energy barrier island, Northeast Brazil. World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 76, p. 317-324, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001:2015: sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Terceira Edição. Data 06.10.2015.

BANCO MUNDIAL (WORLD BANK). Environmental Assessment Sourcebook – Volume I and II – Policies, procedures, and cross sectorial issues. World Bank Technical Paper 139, Washington, 1991.

BECHELLI, C. B. Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010.

BRANNSTROM, C.; GORAYEB, A.; MENDES, J. S.; LOUREIRO, C.; MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E.V.; FREITAS, A. L.R.; OLIVEIRA, R. F. Is Brazilian Wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, v. 67, p. 62-71, 2017.

BRASIL (PNMA). Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicado no D.O.U.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 279 de 27 de junho de 2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Publicado no D.O.U.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Publicado no D.O.U.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 462 de 24 de julho de 2014. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA n.º 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: [s.n.], 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas. Brasília: IBAMA, 1995.

BUSMAN, D. V.; AMARO, V. E.; SOUZA-FILHO, P. W. M. Análise estatística multivariada de métodos de vulnerabilidade física em zonas costeiras tropicais. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, n. 3, 2016.

CARVALHO, D. L.; LIMA, A.V. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010.

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DA PCH CAVERNOSO II – Atualização 2009. Volume II – Análise dos impactos ambientais, medidas de compensação e mitigação, 2009.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN,

R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world' seco system services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, v. 13, n. 5, p. 3821-3830, 2014.

DINIZ, C. H. G; AMARO, V. E.; PRUDÊNCIO, M. C.; FARIAS, R. Representação Tridimensional de Processos de Erosão Costeira em Ilhas Barreiras Utilizando Tecnologia de Jogos. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 40, n.3, p. 147-158, 2017.

FARIA, I. D. Ambiente e Energia: Crença e Ciência no Licenciamento Ambiental - Parte III: Sobre alguns dos problemas que dificultam o Licenciamento Ambiental no Brasil. NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS, 2011.

FINUCCI, M. Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos. 2010. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

FRANCO, C. G. M.; AMARO, V. E.; SOUTO, M. V. S. Prognóstico da Erosão Costeira no Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte para os Anos de 2020, 2030 e 2040. *Revista de Geologia*, vol. 25, n. 2, p. 37–55, 2012.

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Caminhos para uma Gestão Participativa dos Recursos Energéticos de Matriz Renovável (Parques Eólicos) no Nordeste do Brasil. *Mercator-Revista de Geografia da UFC*, v. 15, n. 1, 2016.

GWEC. Global Wind Report: Annual Market Update 2016. Belgium, 2017, 72p.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), Consultation on Version v. 4, August/December, 2013.

IAIA.INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. Participantes da Sessão do Estoril, Os; do Reino Unido, Environmental Assessment. Princípios da Melhor Prática em Avaliação do Impacto Ambiental. Reino Unido, 1996.

IAP (SUREHMA ) e GTZ - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ & DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (IAP & GTZ). MANUAL, DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS. Curitiba: SUREHMA.GTZ, 1992.

JERONYMO, A. C. J.; BERMANN, C.; GUERRA, S. M. G. Considerações sobre a desconstrução do licenciamento ambiental brasileiro. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 26, 2012.

LEITE, M. M. Análise comparativa dos sistemas de avaliação de impacto ambiental. In: LIRA, WS. and CÂNDIDO, GA. (ORGS). Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, p. 273-293, 2013.

LIMA, J. A.; NASCIMENTO, F. R.; MEIRELES, A. J. Energias alternativas no Brasil: contradições da nova matriz elétrica e recursos naturais. In: SILVA, J. M. P. (Org); NASCIMENTO, F. R. (Org) e SILVA, C. N. (Org). Grandes empreendimentos e impactos territoriais no Brasil. Belém: GAPTA/UFPA, 2017. 367 p.

MEIRELES, A. J. A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais. Confins [Online], v. 1, 2011.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MP). Deficiências em estudos de impacto ambiental: síntese de uma experiência. – Brasília: Ministério Público Federal/4ª Câmara de Coordenação e Revisão; Escola Superior do Ministério Público da União, 2004. 38p.

MORGAN, Richard K. Environmental Impact Assessment. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. 307 p.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Engenharia sanitária e ambiental. Vitória-ES. Anais... Vitória – ES. 2002.

OLIVEIRA, F.C.; MOURA, H.J.T. de. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. PRETEXTO, v.10, n.4, p.79-98. 2009.

RANIERI, S.B.L.; SPAROVECK, G.; SOUZA, M.P.; DOURADO NETO, D. Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de degradação das terras. R. Bras. Ci. Solo, v.22, p.751-760. 1998.

RESOLUÇÃO CONJUNTA Nº 0022d– SEMA/IAP. Aprova a metodologia para a gradação de impacto ambiental visando estabelecer critérios de valoração da compensação referente a unidades de proteção integral em licenciamentos ambientais e os procedimentos para a sua aplicação.

SANCHES, R. A. Avaliação de Impacto Ambiental e as Normas de Gestão Ambiental da Série ISO 14000: características técnicas e subsídios à integração. 2011. 270f. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos.

SÁNCHEZ, L. E. Development of environmental impact assessment in Brazil. UVP Report, v. 27, p. 193-200, 2013.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental. Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, A. L. S.; AMARO, V. E.; SANTOS, M. S. T. Avaliação de metodologia de aquisição de dados para representação de feições morfológicas de praias arenosas através de modelo digital de elevação. Mercator, v. 14, n. 2, p. 137-155, 2015.

SILVA, F. E.; AMARO, V. E.; MATOS, M. F. A. Análise Multitemporal do Campos de Dunas Móveis do Litoral setentrional do Rio Grande do Norte. Anais XVII Simpósio

Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE

SOUTO, M. V. S. Análise multitemporal dos elementos geoambientais da Planície estuarina de Região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra, Município de Macau. RN, v. 120, 2004.

SOUTO, M.V.S.; CASTRO, A.F.; GRIGIO, A.M.; AMARO, V.E.; VITAL, H. Multitemporal analysis of geoenvironmental elements of the coastal dynamics of the region of the Ponta do Tubarão, City of Macau/RN, on the basis of remote sensing products and integration in GIS. Journal of Coastal Research, v.39, p.1618-1621, 2004.

SUREHMA/ GTZ. Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA). Secretaria Especial do Meio Ambiente, Curitiba: 1992. 281 p.

## **6 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

### **6.1 Impactos Socioambientais decorrentes da Ocupação dos Parques Eólicos**

Os impactos ambientais relacionam-se principalmente com a tipologia do empreendimento, o local onde será instalado e o porte do empreendimento.

Em relação à localização, os impactos ambientais estão relacionados principalmente a aspectos como vulnerabilidade, fragilidade, resiliência e capacidade de suporte daquele ambiente àquela atividade. Dependendo da área, a relevância dos impactos pode variar consideravelmente, a exemplo disso, a instalação de um empreendimento eólico em zona litorânea, que do ponto de vista ambiental é mais dinâmica, pode apresentar impactos socioambientais e, conseqüentemente conflitos mais significativos e completamente distintos do que se esse mesmo empreendimento fosse ser instalado em uma zona mais continental com características e dinâmicas ambientais mais estáveis.

A exemplo disso, o MMA publicou em 2001 um Manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral (MMA, 2001), este manual criou uma tipologia por ambiente, considerando que cada um apresenta uma sensibilidade diferente aos impactos ambientais gerados e, por isso, com recomendações distintas. As tipologias foram estabelecidas conforme seu uso (antrópico) e estrutura (ambiental), dentro de uma escala cartográfica coerente com a abrangência espacial da atividade, no caso, mineração. Foram determinados os seguintes tipos de ambientes:

- Tipo 1: Ambientes de uso antrópico intensivo: São ambientes onde os impactos ambientais mais importantes são referentes ao meio antrópico. Podem ser subdivididos em áreas urbanizadas ou concentrações habitacionais rurais e áreas rurais de uso intensivo (pastagens, culturas, reflorestamentos comerciais, etc.);

- Tipo 2: Ambientes de uso antrópico extensivo: São ambientes que já foram antropicamente alterados, mas ainda apresentam os ambientes ecológicos originais relativamente mantidos, como por exemplo áreas de pastagens extensivas, áreas desmatadas com crescimento de vegetação secundária, etc. Neste caso, são importantes os impactos sobre os meios antrópico, biológico e físico;

- Tipo 3: Ambientes conservados: São ambientes com pouca ou nenhuma alteração antrópica, onde são mais importantes os impactos sobre o meio biológico. Podem estar em qualquer Bioma, inclusive naqueles onde existem maiores restrições quanto ao uso e ocupação.

- Tipo 4: Tipologias especiais de ambiente: terrenos cársticos; ambientes costeiros e aquáticos; áreas de relevância do patrimônio natural e cultural; áreas de sensibilidade socioeconômica e áreas de ocorrência de populações tradicionais.

Essa classificação em diferentes tipologias do ambiente permite criar informações e rotinas adicionais aos procedimentos gerais de licenciamento enquanto norteadores na formulação de Termos de Referência; condicionantes ambientais, indicação de programas ambientais que deverão ser utilizados no monitoramento ambiental; questões a serem levantadas em uma fiscalização e outras particularidades gerais.

Em relação aos principais locais de implantação de parques eólicos no RN, as regiões de maior potencial incluem a região litorânea, a região nordeste do estado, região do Mato Grande e as serras centrais nas quais se apresentam com características ambientais distintas e, principalmente, dinâmicas diferenciadas.

Em relação ao porte, o mesmo é definido por alguns indicadores como o número dos aerogeradores e sua potência instalada. Salienta-se que nem sempre a mesma quantidade de aerogeradores apresentará a mesma potência instalada, pois depende do modelo do aerogerador. Hoje, existem aerogeradores de potências variáveis, sendo a maior com 12 MW e até maior em desenvolvimento, apropriado para o mercado *offshore*.

Alguns dos impactos são constantemente citados na literatura nacional e internacional, sendo os mais comuns, o impacto visual na paisagem; poluição sonora através da geração de ruídos emitidos pelos aerogeradores; interferências eletromagnéticas; impacto ocasionado pela sombra dos aerogeradores nas habitações e o impacto sobre a avifauna com possível mortandade de aves principalmente em locais que se encontram em rotas migratórias de aves. Esses impactos estão relacionados a estrutura do empreendimento e tendem a existir independentemente da localização, variando apenas conforme o modelo da máquina.

O impacto visual na paisagem, ocasionado pela instalação das eólicas, é um impacto antrópico subjetivo, pois depende da opinião de cada pessoa. Os efeitos do impacto visual tendem a ser minimizados, conforme expansão da atividade e o

conhecimento da população sobre o setor e sua tecnologia que vem se expandindo, principalmente devido a realizações de audiências públicas, seminários e a implantação de programas de comunicação social durante a implantação e operação do empreendimento (DUTRA, 2001).

Apesar de subjetivo, alguns fatores podem afetar a maior aceitação ou não da inserção das turbinas eólicas na paisagem, como o local de instalação, as peculiaridades socioeconômicas da área, o modelo e a cor da turbina.

Instalar um aerogerador em uma paisagem litorânea com notável beleza cênica pode ser menos aceito do que em zonas interiores, o que acaba por contribuir com conflitos com atividades que dependem da paisagem, como o turismo.

O contrário pode acontecer em contraponto à perspectiva da poluição visual, onde as imagens dos aerogeradores podem ser utilizadas como uma forma de incentivar atividades turísticas, características regionais, além de outros usos de imagem como, por exemplo, em livros, revistas e até em filmes (BARCELLA; BRAMBILLA, 2013).

Existem diversos modelos de turbinas como as de eixo horizontal e vertical (Figura 6.1), suas diferentes variações relacionadas ao número de pás (Figura 6.2), tipo de estrutura e cores das torres.



Figura 6.1 - Modelos de turbinas com eixo horizontal e eixo vertical. Fonte: <http://www.politecnica.pucrs.br/>



Figura 6.2 - Diferentes variações em relação ao número de pás dos aerogeradores. Fonte: <https://www.portal-energia.com/https://www.engquimicasantosp.com.br> / <http://www.cresesb.cepel.br>

Vale a pena considerar que o impacto visual depende da distância do observador para a turbina. Katsaprakakis (2012) expõe que o impacto visual pode ser significativo em distâncias inferiores a dez vezes a altura da sua torre, dominando e afetando fortemente a paisagem. Contudo, quando um aerogerador é observado em uma atmosfera limpa e sem barreiras físicas pode ser visível a distâncias iguais a 400 vezes a altura da sua torre, ou seja, uma turbina eólica de 50 m de altura pode ser visível a uma distância de 20 km. No entanto, a distâncias superiores a 5 km, a turbina eólica é gradualmente absorvida pela paisagem, sem afetar a sua estética (Figura 6.3).

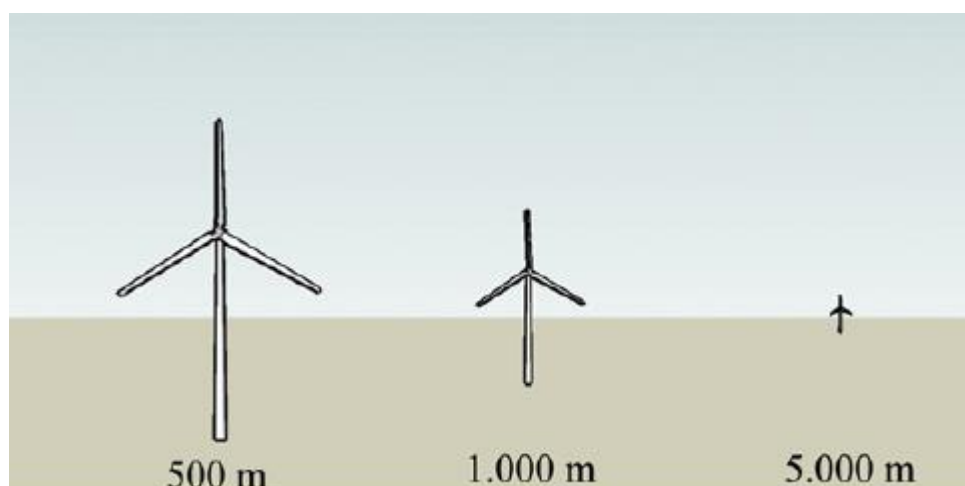


Figura 6.3 - O impacto visual de uma turbina eólica versus a distância de sua instalação local (Fonte KATSAPRAKAKIS, 2012).

Outro impacto constantemente citado é a poluição sonora ocasionada pela geração de ruídos dos aerogeradores. Os mesmos geram dois tipos de ruído: mecânicos e aerodinâmicos. O primeiro é ocasionado por peças mecânicas e elétricas da turbina, enquanto que o aerodinâmico é gerado pela interação das lâminas com o ar(AZEVEDO; NASCIMENTO; SCHRAM, 2016).

O ruído inerente a um parque eólico varia conforme uma série de fatores, como a posição das turbinas, o tipo de turbina, o relevo do terreno, a velocidade e a direção do vento, bem como o ruído de fundo (LUZ, 2018).

Os ruídos produzidos pelas turbinas eólicas se ampliam ligeiramente com o aumento da velocidade do vento como também amplia o som provocado pelo vento ao atingir árvores, construção ou outras barreiras topográficas existentes na área de aproveitamento eólico, ou seja, o ruído de fundo que pode mascarar o ruído provocado apenas pelas turbinas (STAUT, 2011).

A nível federal, as normas que regulamentam as emissões de ruído ambiental são a ABNT NBR 10151 e NBR 10152. No RN, a Lei Nº 6.621, de 12 de julho de 1994, dispõe sobre ao controle de poluição sonora e condicionantes do meio ambiente do RN. Luz (2018) aponta, no entanto, que essas normas ainda não trazem valores adequados para o ruído em fazendas eólicas, aduzindo valores gerais de ruído.

Estudos remetem-se ao ruído produzido pelos aerogeradores como sendo negativo para humanos e animais, onde a população alega perturbações no sono, saúde mental, doença cardiovascular, doença vibro acústica e incômodo em geral (MAIA, 2010; NISSENBAUM; ARAMINI; HANNING, 2012; BAKKER *et al.*, 2012).

O desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, juntamente com as novas exigências de um mercado crescente e promissor, promoveram um avanço significativo na diminuição dos níveis de ruído produzido pelas turbinas eólicas (DUTRA, 2001).

Outro impacto negativo de centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão, etc.), dependendo da localização da usina e especificações técnicas (materiais) das máquinas (ANEEL, 2002). Tal impacto é causado pela reflexão de sinais das pás de modo que um receptor próximo recebe um sinal direto e um é refletido (AZEVEDO; NASCIMENTO; SCHRAM, 2016).

Outro impacto constantemente citado são as possíveis alterações negativas na avifauna que pode ser agravada dependendo da localização do parque. Quanto mais

as turbinas se localizarem em rotas migratórias de aves, mais estarão próximas de áreas de alimentação, migração, repouso e/ou nidificação, aumentando a probabilidade de ocorrência de impactos diretos. Os impactos podem ser resultantes da colisão com as estruturas, perda de habitat, perturbação, etc(TRA VASSOS *et al.*, 2005).

A Figura 6.4 apresenta as áreas importantes para aves migratórias no Estado do RN, conforme ICMBio (2016), no qual destaca as áreas reprodutivas com concentração de indivíduos, os locais de concentração de espécies e indivíduos e as colônias reprodutivas. É importante o estudo de análise de sobreposição dos parques eólicos com esses locais, pois existe uma tendência de ocorrer maiores impactos ambientais.

Os Estudos de Impacto Ambiental e Programas de Monitoramento devem cobrir um período de tempo suficiente para permitir uma boa base de dados de referência, incluir o estudo de todos os impactos ambientais possíveis e o processo de revisão dos resultados obtidos, capaz de permitir a implementação imediata de ações de mitigação(TRA VASSOS *et al.*, 2005).

Apesar disso, estudos diversos demonstram que as aves acabam por se acostumar à presença dos aerogeradores e tendem a mudar suas rotas evitando assim colisões, bem como passar por cima ou ao redor da torre a uma distância segura e que o próprio ruído acaba afastando a presença das mesmas. Afirma-se também que outras ações e estruturas antrópicas acabam sendo mais prejudiciais do que a atividade eólica, tais como linhas de transmissão e tráfego de veículos que acabam por atropelar as aves.

O efeito de sombra da turbina é outro impacto que pode ser causado pelos aerogeradores. Esse efeito ocorre quando as pás do rotor projetam sombras que se movem rapidamente através da área do solo próxima à torre. Tal efeito pode criar distúrbios e desconforto à população atingida pela mesma (GIPE, 1995 apud STAUT, 2011). O Brasil ainda não tem uma legislação específica que regule as sombras causadas pelos aerogeradores.

Efeito estroboscópico, intermitência entre luz e sombra que pode atingir algumas localidades muito próximas aos empreendimentos eólicos. O efeito estroboscópico pode causar desde mudanças de humor até a intensificação de ataques em pessoas epiléticas (GARCIA *et al.*2017).

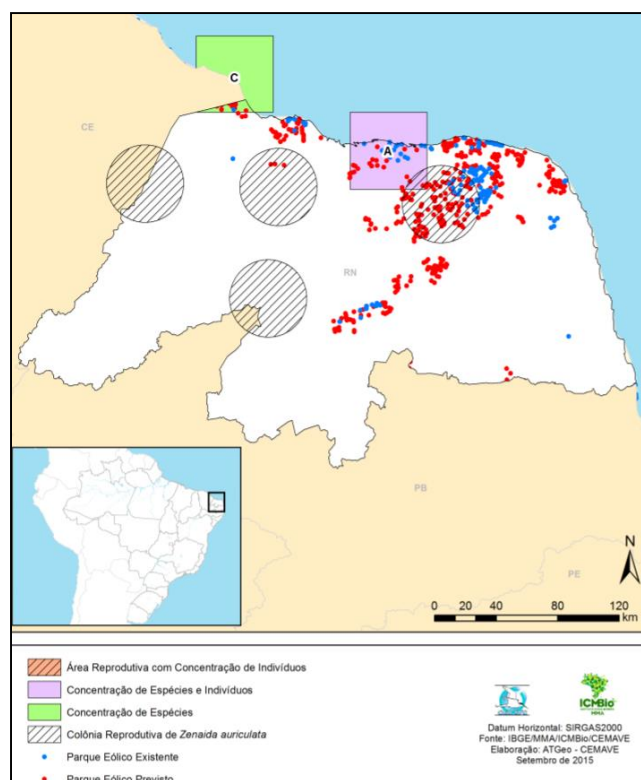


Figura 6.4 - Áreas importantes para aves migratórias no estado do Rio Grande do Norte (Fonte ICMBio, 2016).

Salienta-se que o órgão ambiental pode determinar uma distância mínima que os aerogeradores devem estar das casas. O IDEMA, no Rio Grande do Norte, determina uma distância mínima de 200 m, conforme procedimentos internos aprovado em reunião do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA). A distância serve para segurança da população em riscos de tombamentos e para diminuir os efeitos dos impactos de ruídos e sombra.

A Tabela 6.1 faz uma compilação dos principais impactos observados em diversos estudos científicos publicados como monografias, dissertações, teses, artigos, livros; e em estudos ambientais utilizados para compor processos de licenciamento ambiental, além dos próprios estudos ambientais analisados dos empreendimentos localizados na área de estudo. Os impactos levantados foram classificados conforme a fase de ocorrência (implantação e operação), meio (físico, biológico e antrópico) e a variável socioambiental decorrente de cada meio.

Tabela 6.1–Principais impactos ambientais extraídos da literatura.

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES</b><br>(Implantação/Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico/Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável Ambiental<br>relacionada a cada meio | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aumento/Geração de Poluição Sonora/Alteração nos níveis de ruído             | Implantação/<br>Operação               | Antrópico                                   | População                                                        | O impacto pode ocorrer tanto na fase de implantação do empreendimento quando máquinas em funcionamento de grande porte podem ocasionar ruídos e na fase de operação ocasionado pelos aerogeradores.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Geração de expectativas na população local                                   | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | População                                                        | A implantação de um empreendimento sempre gera expectativas para a população desde a fase de planejamento com a realização dos estudos, até a instalação do empreendimento. Esse tipo de movimento principalmente em um município, gera bastante expectativas, sejam positivas ou negativas, por isso a importância da comunicação social durante toda a instalação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Aumento dos problemas sociais (violência, prostituição, drogas)              | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | População                                                        | Em contrapartida ao aumento do desenvolvimento econômico da região, existe uma ampliação nos problemas sociais mais comumente observados em centros urbanos maiores como o aumento na violência, maior acesso a drogas e desenvolvimento da prostituição local.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Pólo de atração migratório                                                   | Implantação                            | Antrópico                                   | População                                                        | A instalação de um empreendimento pode ocasionar o desenvolvimento de determinada região, seja por demanda de comércio e serviços, ou até geração de empregos, fatores como esses estimulam a atração de pessoas para a região, favorecendo a migração da população dos municípios vizinhos ou até de outros estados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Interferência na dinâmica populacional                                       | Implantação                            | Antrópico                                   | População                                                        | A implantação do empreendimento pode acarretar mudança na dinâmica populacional atual da região, principalmente em relação a taxa de natalidade. Devido ao grande número de trabalhadores no município, pode ocorrer um aumento da gravidez nas mulheres do município, principalmente em relação às meninas mais novas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Interferência/Incômodos à população                                          | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | População                                                        | Um empreendimento quando instalado em determinada localidade é algo novo em determinada comunidade e interfere em um local já adaptado, podendo vir a causar diversos incômodos à população de ordem social, econômica, cultural, populacional e ambiental.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Riscos de acidente no trabalho                                               | Implantação                            | Antrópico                                   | População                                                        | Possibilidade de riscos de acidente de trabalho na etapa da implantação do empreendimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Aumento/Diminuição na oferta de empregos/mão de obra                         | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Trabalho/Renda                                                   | Durante a fase de implantação existe uma demanda de trabalho para a construção das usinas onde na maioria das vezes a empresa procura mão-de-obra local. Geralmente a prefeitura reivindica que esses empregos sejam direcionados à população local e até o próprio órgão ambiental incentiva essas contratações e, muitas vezes, solicita do empreendedor capacitação da mão-de-obra local como condicionantes ambientais. Após a construção do parque, cessam as atividades das quais a parcela da população foi contratada, no qual ficam desempregadas, por isso que existe um aumento na oferta de empregos durante a fase de implantação e uma diminuição na fase de operação. |
| Aumento da receita tributária                                                | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Trabalho/Renda                                                   | Os empreendedores, donos de usinas eólicas realizam o pagamento de impostos, taxas e tributos. No RN já é possível observar que a maioria das cidades que abrigam esses empreendimentos dispõem de maior valor de ICMS (Imposto sobre Circulação de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES</b><br>(Implantação/Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico/Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável Ambiental<br>relacionada a cada meio | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              |                                        |                                             |                                                                  | Mercadorias e Serviços), contudo 75% do arrecadado vai para o Estado e 25% são rateados para os municípios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Aumento da renda da população                                                | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Trabalho/Renda                                                   | A instalação de um empreendimento dessa natureza proporciona à população incremento na renda seja pelo crescimento que ocorre no comércio e serviços, empregos gerados pelo empreendimento, valorização de terrenos urbanos, arrendamento de terrenos com royalty originado pela instalação de aerogeradores nas propriedades, dentre outras situações. Um exemplo disso, é que hoje se paga aos proprietários de terra onde estão os aerogeradores cerca de 1,5% sobre o faturamento, ou seja, é uma renda adicional sem a necessidade de investimentos que ao longo de vinte anos (tempo de vida útil das máquinas, promove o desenvolvimento dessas famílias em termos de aumento das condições para maiores investimentos em educação e saúde da família. |
| Aumento do desenvolvimento socioeconômico                                    | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Trabalho/Renda                                                   | A implantação de empreendimentos no município possibilita o aumento do desenvolvimento socioeconômico proporcionado seja pela dinamização do comércio local, aumento da atividade comercial, aumento na oferta de serviços, aumento na oferta imobiliária, fomento ao acesso à educação, melhoria nos acessos ao município, incremento na visibilidade externa ao município, dentre outros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Alteração/pressão nas condições de tráfego                                   | Implantação                            | Antrópico                                   | Infraestrutura                                                   | Durante a fase de instalação do parque eólico, são construídos novos acessos ou ampliado os existentes de modo a conseguir transportar grandes estruturas de aproximadamente XX m (tamanho médio da pá do aerogerador). Além disso, os acessos muitas vezes são obstruídos por tempo limitado para fornecer passagem para essas estruturas o que acaba por ocasionar transtornos à população que ficam impedidas de transitar no local em horários pré-determinados, além do mais, há uma sobrecarga e/ou modificações nos acessos já existentes e incômodos relacionados as obras com a construção ou reforma de novos acessos.                                                                                                                              |
| Melhoria dos acessos                                                         | Implantação                            | Antrópico                                   | Infraestrutura                                                   | Em contrapartida aos problemas relacionados a alteração/pressão nas condições de tráfego, podem ocorrer melhorias nos acessos já existentes que muitas vezes estão precários e sem manutenções e com a utilização dos acessos pela empresa, a mesma obriga-se a reformá-lo, melhorando também o acesso para a população.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Segurança energética/Oferta de Energia                                       | Operação                               | Antrópico                                   | Infraestrutura                                                   | A operação do parque eólico contribui para o fornecimento de energia do país quando interligado a rede nacional, o que aumenta a oferta de energia e consequente segurança energética para a população.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pressão sobre o espaço urbano e equipamentos sociais                         | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Infraestrutura                                                   | Com a vinda de um empreendimento do porte de uma usina eólica, aumenta o número de trabalhadores na região o que pode acabar por sobrecarregar os serviços e equipamentos públicos como habitações, hospitais, escolas, áreas de lazer, dentre outros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Melhoria da infraestrutura de equipamentos sociais                           | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Infraestrutura                                                   | Em contrapartida ao aumento da pressão sobre o espaço urbano e os equipamentos sociais, existe a possibilidade de melhoria nessa infraestrutura, seja pela própria prefeitura ou incentivo do empreendimento através de políticas sociais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES</b><br>(Implantação/Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico/Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável Ambiental<br>relacionada a cada meio | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Incremento tecnológico da região                                             | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Infraestrutura                                                   | A implantação de um empreendimento como usinas eólicas proporciona conhecimento à população de novas tecnologias o que acaba por proporcionar mesmo que indiretamente incremento tecnológico no local.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Interferência/Conflito de uso do solo/terreno                                | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Uso do Solo                                                      | Quando se implanta uma atividade antrópica existe uma alteração no uso do solo, onde naquele local antes utilizado por outra atividade ou coberto por alguma unidade ambiental é modificado e passa ter outro uso. Esse processo interfere no uso e ocupação atual podendo ocasionar conflitos de terreno e de uso até mesmo com outras atividades. Como por exemplo, alguns estudos demonstram que parques eólicos instalados no litoral podem conflitar com a atividade de turismo, contudo, cada caso é particular, podem existir situações onde ocorra o contrário. |
| Alteração da organização sócio-cultural e política da região                 | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | Aspectos culturais e de organização social e política            | A implantação do empreendimento no município poderá alterar a estrutura sociocultural e política da região.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Interferência/Incentivo da Desigualdade social                               | Implantação/Operação                   | Antrópico                                   | População/ Aspectos culturais e de organização social e política | O empreendimento por si só não conseguirá empregar a população inteira, por isso, existirão pessoas que conseguiram ser empregadas e outras não irão conseguir, contribuindo para o aumento da desigualdade social. Dá mesmo forma em relação aos <i>royalty</i> e arrendamentos do terreno ocasionados com a instalação do empreendimento, os proprietários contemplados aumentarão sua renda, contribuindo também para o aumento da desigualdade social                                                                                                               |
| Risco de Acidentes com Avifauna                                              | Operação                               | Biológico                                   | Fauna                                                            | A implantação de aerogeradores a alturas médias de 120 m aumenta o risco de colisão das aves nas estruturas dos aerogeradores.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Perda/Redução de habitats (supressão de recursos, de abrigo e de refúgio)    | Implantação                            | Biológico                                   | Fauna                                                            | O processo de supressão de vegetação ocasiona perda de habitat naturais para as espécies da fauna, favorecendo a supressão de recursos, de abrigo e de refúgio para os animais que ali vivem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Afugentamento da fauna provocada por ruído e vibrações                       | Implantação/Operação                   | Biológico                                   | Fauna                                                            | No momento da implantação do parque eólico são necessários maquinários robustos como guindastes de alto porte e tratores causadores de ruídos e vibrações ao ambiente, essa movimentação provoca o afugentamento dos animais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Perda/Redução de espécies da fauna                                           | Implantação                            | Biológico                                   | Fauna                                                            | A implantação de parques eólicos pode promover perda ou redução de espécies do entorno da localidade, quando ocorre afugentamento devido a interferência e/ou fatalidades em decorrência de acidentes no geral.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Riscos de acidentes com animais                                              | Implantação                            | Biológico                                   | Fauna                                                            | Durante a implantação do empreendimento existe a possibilidade de acidentes com a fauna, seja ocasionada por atropelamento ou outro tipo de acidente passível de ocorrer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Perda/Alteração da cobertura vegetal (espécimes vegetais)                    | Implantação                            | Biológico                                   | Flora                                                            | A implantação de parques eólicos promove a supressão de vegetação primária e secundária para construção dos acessos e da estrutura dos aerogeradores, gerando perda e/ou consequente alteração da cobertura vegetal nativa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Interferência da vegetação com deposição de poeira                           | Implantação                            | Biológico                                   | Flora                                                            | A passagem de maquinários robustos por acessos geralmente cobertos por piçarra ocasiona o levantamento de poeira que interfere não somente à população, mas a vegetação do entorno que fica com poeira depositada sobre suas folhas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES<br/>(Implantação/Operação)</b> | <b>MEIO<br/>(Físico/Biológico/Antrópico)</b> | <b>VARIÁVEL<br/>Variável Ambiental<br/>relacionada a cada meio</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interferência na fauna e flora                                               | Implantação                             | Biológico                                    | Fauna/Flora                                                        | Um empreendimento quando instalado em determinada localidade é algo novo naquele ambiente e vai gerar em algum momento interferência na fauna e flora, seja pela perda, redução, afugentamento e incômodos em geral.                                                                                                                                                                                           |
| Redução das emissões de GEE                                                  | Operação                                | Físico                                       | Clima                                                              | A energia eólica é um tipo de energia renovável proveniente da transformação da energia mecânica dos ventos em energia elétrica, onde no seu processo de obtenção dessa energia não há queimas ou processos que ocasionem emissões de poluentes atmosféricos. Tal processo favorece a redução das emissões de Gases do Efeito Estufa.                                                                          |
| Interferência Eletromagnética                                                | Operação                                | Físico                                       | Clima                                                              | Um parque eólico pode causar distúrbio em sistemas de telecomunicações de rádio micro-ondas e celular, comunicação naval e sistemas de controle de tráfego aéreo ocasionando a interferência eletromagnética na área.                                                                                                                                                                                          |
| Alteração na qualidade do ar                                                 | Implantação                             | Físico                                       | Clima                                                              | A passagem de maquinários robustos por acessos geralmente cobertos por piçarra ocasiona o levantamento de poeira que interfere na qualidade do ar local, além disso, a própria emissão de partículas do ar oriundas pelos veículos, favorecem também esse tipo impacto. Tais efeitos interferem nos animais e na vida da população, podendo ocasionar efeitos negativos na saúde como problemas respiratórios. |
| Indução de processos erosivos                                                | Implantação                             | Físico                                       | Solo                                                               | A implantação do empreendimento pode ocasionar a formação de processos erosivos como sulcos, ravinas ou voçorocas associado a alteração no tipo de solo, do substrato geológico, da topografia e relevo, podendo ser intensificados pelas características hidrológicas climáticas locais e pela ausência de vegetação.                                                                                         |
| Risco de Contaminação do solo                                                | Implantação                             | Físico                                       | Solo                                                               | A implantação do empreendimento pode ocasionar a contaminação do solo através de uma possível infiltração de resíduos líquidos e efluentes que não venham a ser tratados adequadamente.                                                                                                                                                                                                                        |
| Alteração da taxa de infiltração/permeabilidade natural                      | Implantação                             | Físico                                       | Solo                                                               | A implantação do empreendimento promove a compactação e impermeabilização do solo, favorecendo a alteração da taxa de infiltração/permeabilidade natural do solo.                                                                                                                                                                                                                                              |
| Alteração nas características físicas do solo                                | Implantação                             | Físico                                       | Solo                                                               | O processo de fundação dos aerogeradores envolve a retirada do solo e sua substituição por solo-cimento, ou seja, independente do material, existe uma alteração nas características físicas naturais do solo antes da implantação do empreendimento.                                                                                                                                                          |
| Alteração da dinâmica hídrica subterrânea                                    | Implantação                             | Físico                                       | Recursos Hídricos                                                  | A dinâmica hídrica subterrânea é alterada com a implantação do empreendimento que acaba por interferir na infiltração do solo e alimentação do lençol freático influenciada pela alteração dos fatores naturais como mudança no solo, topografia do terreno, retirada de vegetação, dentre outros. Ais fatore podem influenciar no nível do lençol freático.                                                   |
| Alteração da dinâmica hídrica superficial                                    | Implantação                             | Físico                                       | Recursos Hídricos                                                  | A implantação do empreendimento poderá alterar o curso de um rio permanente ou intermitente causando impactos devido a alteração na dinâmica hídrica superficial. Outro ponto a se levantar é que existe possibilidade de interferência em alguma nascente de água o que pode também vir a causar impacto nessa dinâmica hídrica superficial.                                                                  |
| Alteração da qualidade do recurso hídrico superficial/subterrâneo            | Implantação                             | Físico                                       | Recursos Hídricos                                                  | A implantação do empreendimento poderá acarretar a contaminação do solo e uma possível alteração da qualidade do recurso hídrico superficial/subterrâneo.                                                                                                                                                                                                                                                      |

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES</b><br>(Implantação/Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico/Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável Ambiental<br>relacionada a cada meio | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alteração do uso/ocupação/cobertura do solo                                  | Implantação                            | Físico                                      | Uso do Solo                                                      | Quando se implanta uma atividade antrópica existe uma alteração no uso do solo, onde naquele local antes utilizado por outra atividade ou coberto por alguma unidade ambiental é modificado e passa ter outro uso. Esse processo interfere no uso e ocupação atual podendo ocasionar conflitos de terreno e até outros problemas ambientais.                                                                                       |
| Alteração da topografia                                                      | Implantação                            | Físico                                      | Topografia                                                       | É necessária a execução da terraplanagem para construção da usina eólica, ou seja, é necessário aplanar ou alisar um determinado terreno através da remoção de terra. Esse processo, por si só, já altera a topografia do terreno.                                                                                                                                                                                                 |
| Interferência em áreas de Preservação Permanente – APP                       | Implantação                            | Físico                                      | Paisagem                                                         | Dependendo da localização do projeto, podem ocorrer interferências em APP. Importante salientar que é comum essas áreas protegidas apresentarem potencial eólico, pois o vento vindo direto do oceano não apresenta tantas interferências relacionadas a rugosidade do terreno, como por exemplo a vegetação e topografia. O mesmo serve para outros tipos de áreas protegidas como as Unidades de Conservação de Uso Sustentável. |
| Alteração na dinâmica do ecossistema                                         | Implantação                            | Físico                                      | Ecossistema                                                      | O empreendimento alterará a dinâmica de todo o ecossistema ali presente, seja na dinâmica costeira, dinâmica sedimentar e alteração da drenagem.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Riscos de acidentes ambientais                                               | Implantação                            | Físico                                      | Ecossistema                                                      | Dependendo do local de instalação, não pode ser descartada a possibilidade de riscos ambientais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Perda de patrimônio arqueológico não manifesto                               | Implantação                            | Físico                                      | Arqueologia                                                      | Caso não seja realizada uma busca minuciosa de resquícios arqueológicos, existe possibilidade da perda de patrimônio arqueológico no ato da construção das usinas na realização da terraplanagem.                                                                                                                                                                                                                                  |
| Incentivo ao desenvolvimento sustentável                                     | Operação                               | Físico/Biológico/Antrópico                  | Ecossistema                                                      | A elaboração de estudos ambientais que avaliam os impactos socioambientais decorrentes da implantação do parque eólico, tende a promover o desenvolvimento sustentável quando tenta aliar de modo a minimizar e mitigar os impactos ambientais negativos decorrentes da atividade, promovendo o equilíbrio da implantação do empreendimento com o ambiente.                                                                        |
| Impacto visual / Alteração da Paisagem Natural                               | Implantação/<br>Operação               | Antrópico/Físico                            | População/Paisagem                                               | Ao inserir a estrutura do parque eólico, naturalmente a paisagem será alterada proporcionando impacto visual, principalmente devido à altura dos aerogeradores no qual consegue se observar a quilômetros de distância.                                                                                                                                                                                                            |

Salienta-se que essa listagem funciona como uma lista de verificação (*checklist*) e é apenas norteadora podendo variar, dispensar ou contemplar outros impactos não mencionados nela, dependendo da localização do empreendimento, seu entorno e da finalidade da pessoa que está consultando (órgão ambiental, consultores, acadêmicos, dentre outros). A ideia é que o leitor refine a lista, conforme vá explorando sobre o assunto com acesso aos diagnósticos socioambientais primários e secundários da área de estudo analisada. Outro ponto fundamental a se comentar é que a listagem visa o levantamento dos impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de parques eólicos.

A fase de instalação e operação do parque faz parte de um longo processo de todo o ciclo de vida do empreendimento, sendo as principais fases que ocasionam os impactos socioambientais, por isso, relevantes para a matriz de impactos. A etapa de implantação compreende toda a construção do empreendimento que o deixará apto para o início de sua operação. A operação do empreendimento é a etapa mais longa e compreende todo o funcionamento do mesmo. Importante considerar no processo a fase de desativação do empreendimento que corresponde a paralisação/encerramento de suas atividades e desmobilização ou descomissionamento.

Para a avaliação de impactos ambientais, o empreendedor deverá informar com o máximo de detalhes possíveis essas ações e/ou atividades que serão necessárias para instalação, operação e desativação do empreendimento, pois são através delas que é possível identificar com clareza quais os impactos socioambientais serão resultantes. A Tabela 6.2 apresenta as principais etapas para instalação e operação do parque eólico.

Tabela 6.2- Ações e/ou atividades (Fonte: GARCIA *et al.* 2017)

| INSTALAÇÃO                                  |
|---------------------------------------------|
| Contratação dos Empreiteiros / Mão-de-obra  |
| Instalação do Canteiro de Obras             |
| Mobilização de Equipamentos e Materiais     |
| Supressão Vegetal                           |
| Limpeza da Área                             |
| Construção das Vias de Acesso               |
| Construção das Edificações                  |
| Construção das Fundações                    |
| Montagem dos Aerogeradores                  |
| Cabeamento Elétrico e Interligação Elétrica |
| Construção da subestação                    |

|                                           |
|-------------------------------------------|
| Testes Pré-Operacionais e Comissionamento |
| Desmobilização e Limpeza Geral da Obra    |
| <b>OPERAÇÃO</b>                           |
| Produção de Energia Elétrica              |
| Manutenção dos Equipamentos               |

Em relação às fases, os impactos socioambientais são subdivididos e classificados por meio de ocorrência, ou seja, se está relacionado ao meio físico, ao meio biológico ou ao meio antrópico (socioeconômico). Cada fase dispõe de variáveis, sendo as consideradas nessa pesquisa para o meio físico: relevo, solos, geologia, recursos hídricos, arqueologia, clima, paisagem, ecossistema, topografia e uso do solo. No meio biológico considerou-se as variáveis da fauna, flora e ecossistema. No meio antrópico as variáveis subdividiram-se em população, infraestrutura, saúde, trabalho/renda, uso do solo e aspectos culturais e de organização social e política.

## 6.2 Metodologia de Avaliação do Nível de Importância dos Impactos Ambientais

Após a identificação dos impactos ambientais, o próximo passo é a avaliação de cada impacto conforme o nível de importância. É nessa etapa que o impacto será avaliado quanto a sua importância, separando os impactos de maior significância dos menos significativos. Essa análise é realizada após o entendimento detalhado da área de estudo a partir do diagnóstico socioambiental que deverá ser realizado em etapas anteriores à avaliação dos impactos ambientais.

Sanchez (2008) expõe que essa etapa é a mais difícil do estudo, pois depende muito do entendimento do analista ambiental responsável pela elaboração, estabelecendo um caráter subjetivo a toda análise onde é empregado o juízo de valor.

Sendo assim, considera-se complexo eliminar a subjetividade impressa na avaliação do nível de importância dos impactos, por isso, um dos pontos importantes a se esclarecer é a metodologia/método que se está utilizando para que o(s) profissional(is) consiga(m) justificar como chegaram na decisão se um determinado impacto é mais ou menos significativo do que outro.

Como o contexto de impactos ambientais não é plausível de uma classificação padrão comum em virtude da variedade de aspectos como o tipo do empreendimento, o porte,

o potencial poluidor/degradador e a recomendação (TR) solicitada, é importante esclarecer tecnicamente e cientificamente sempre que possível a forma como o impacto foi classificado.

Essa justificativa atribui maior respaldo técnico-científico ao estudo; maior assertividade sobre a decisão do analista ambiental, tomador de decisão quanto à implantação ou não de determinado empreendimento; maior segurança e menor risco ambiental para aquele local no qual o empreendimento será instalado; maior equilíbrio socioambiental para o convívio harmonioso do homem com o meio, promovendo assim o “desenvolvimento sustentável”.

Considerando os fatores expostos, essa pesquisa procurou trazer uma linha de pensamento para os diferentes públicos-alvo interessados no estudo ambiental quanto à classificação dos níveis de importância dos impactos ambientais. Para isso, elaboraram-se fluxogramas decisórios de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos nos diferentes atributos fundamentais para avaliar o seu nível de importância.

Com base em uma pesquisa realizada no capítulo anterior, foi elaborada uma lista de atributos (Tabela 6.3) que se recomenda analisar no processo de avaliação de impactos ambientais.

Tabela 6.3– Lista de atributos usados na análise do processo de avaliação dos impactos ambientais

| ATRIBUTOS                                                                                                           |                    |                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ESCALA TEMPORAL OU PRAZO</b><br>É o registro de tempo de permanência do impacto após a execução do uso proposto. | <i>Imediato</i>    | Ocorre simultaneamente a ação que os gera                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                     | <i>Curto Prazo</i> | Manifesta-se até 01 ano após a ação que os gera. Geralmente associado a uma ação específica da obra (ex: terraplenagem, uso de máquinas ou equipamentos).                                                                              |
|                                                                                                                     | <i>Médio Prazo</i> | Manifesta-se de 1 a 10 anos após a ação. Quando o impacto gerado ocorre durante o período da obra.                                                                                                                                     |
|                                                                                                                     | <i>Longo Prazo</i> | Manifesta-se de 10 a 50 anos após a ação. Registra-se um longo período de tempo na ocorrência do impacto, após a conclusão da ação.                                                                                                    |
| <b>ABRANGÊNCIA ESPACIAL</b><br>Diz respeito à repercussão dos impactos quanto a sua extensão na área de influência. | <i>Estratégico</i> | Quando os efeitos não se restringem a uma área de delimitação precisa, por estar relacionado principalmente a fatores socioeconômicos cuja abrangência espacial é imprecisa ou indefinível.                                            |
|                                                                                                                     | <i>Local</i>       | Quando o efeito abrange um trecho ou atividade específica do empreendimento, geralmente envolve a Área Diretamente Afetada (ADA) ou Área de Influência Direta (AID).                                                                   |
|                                                                                                                     | <i>Regional</i>    | Quando a área de ocorrência do impacto ambiental for mais abrangente, incluindo a Área de Influência Indireta (AII), podendo ultrapassar uma área territorial maior, em alguns casos um município ou mais de um, até limite de estados |

|                                                                                                                                                                       |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>REVERSIBILIDADE</b><br>Capacidade do sistema (ambiente afetado) de retornar ao seu estado anterior caso cesse a atividade, ou seja, implantada uma ação corretiva. | <i>Irreversível</i>                                  | Quando, uma vez ocorrida a ação, a variável ambiental afetada não retorna às suas condições originais                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                       | <i>Parcial</i>                                       | Quando cessada a atividade ou processo, a variável ambiental afetada retorna parcialmente às suas condições originais.                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                       | <i>Reversível</i>                                    | Quando cessada a atividade ou processo, a variável ambiental afetada retorna às suas condições originais                                                                                                                                                       |
| <b>MAGNITUDE</b><br>Expressa a extensão do impacto que as ações do empreendimento poderão produzir num dado componente ou variável ambiental afetada                  | <i>Baixa Magnitude</i>                               | Impacto que pouco altera uma determinada variável ambiental, sendo seus efeitos sobre a qualidade do ambiente considerados desprezíveis.                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                       | <i>Média Magnitude</i>                               | Impacto de magnitude parcialmente considerável. Altera medianamente as características de uma determinada variável ambiental, podendo comprometer parcialmente a qualidade do ambiente.                                                                        |
|                                                                                                                                                                       | <i>Alta Magnitude</i>                                | Impacto de magnitude considerável. Altera significativamente as características de uma determinada variável ambiental, podendo comprometer a qualidade do ambiente.                                                                                            |
| <b>TEMPORALIDADE OU DURAÇÃO</b><br>Indica o tempo de duração da alteração ambiental em face da incidência de um processo ou atividade.                                | <i>Permanente</i>                                    | Quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam quando acaba a ação que os causou, ou seja, é uma alteração definitiva de um componente do meio ambiente.                                                                                              |
|                                                                                                                                                                       | <i>Cíclico</i>                                       | Quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados.                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                       | <i>Temporário</i>                                    | Quando os impactos se manifestam em uma ou mais fases do projeto e cessam na sua desativação ou quando acaba a ação que os causou.                                                                                                                             |
| <b>ORDEM OU ORIGEM</b><br>Sistema de relação do impacto com a atividade ou processo considerado. Trata-se da causa ou fonte do impacto direto ou indireto.            | <i>Direta</i>                                        | Impacto resultante de uma relação de causa e efeito que incide imediatamente sobre a variável ambiental considerada. Atividades ou ações realizadas pelo empreendedor.                                                                                         |
|                                                                                                                                                                       | <i>Indireta</i>                                      | Impactos que incidem indiretamente, ou seja, são impactos resultantes do desdobramento do impacto direto, por isso de segunda e terceira ordem.                                                                                                                |
| <b>CUMULATIVIDADE E SINERGIA</b><br>Possibilidade de os impactos se combinarem, se somarem ou se multiplicarem e que se acumulam no tempo ou no espaço.               | <i>Cumulativo e Sinérgico</i>                        | Quando há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas ou não sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental) e quando ocorre interatividade entre impactos de modo a aumentar o poder de modificação do impacto.         |
|                                                                                                                                                                       | <i>Não cumulativo e Não Sinérgico</i>                | Quando não há acumulação, sobreposição de impactos de diferentes naturezas ou não sobre um determinado alvo (sistema, processo ou estrutura ambiental) e quando não ocorre interatividade entre impactos de modo a aumentar o poder de modificação do impacto. |
| <b>CONTROLE</b><br>Possibilidade de controle daquele impacto através da mitigação ou compensação.                                                                     | <i>Medidas Mitigadoras Preventivas</i>               | Pode ser aplicada Medidas Mitigadoras Preventivas, ou seja, consegue prevenir, erradicar ou minimizar ocorrências que se revelem com capacidade de causar danos aos elementos ambientais do meio natural – biótico, físico e antrópico.                        |
|                                                                                                                                                                       | <i>Medidas Mitigadoras Preventivas e Corretivas:</i> | Podem ser aplicadas Medidas Mitigadoras Preventivas e Corretivas, ou seja, é possível reconstruir o cenário precedente à ocorrência de um evento danoso sobre o recurso ambiental destacado nos meios físico, biótico e antrópico, por meio de                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | atividades de controle ou de erradicação do agente provocador do impacto.                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Medidas Mitigadoras Compensatórias</i>                                 | Podem ser aplicadas Medidas Mitigadoras Compensatórias, ou seja, visam à reposição dos patrimônios socioambientais lesados, em virtude das atividades indiretas ou diretas do empreendimento.                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Sem aplicação de medidas preventivas, corretivas ou compensatórias</i> | Sem possibilidade de aplicação de medidas preventivas, corretivas e/ou compensatórias                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Medidas Potencializadoras dos Efeitos Positivos dos Impactos</i>       | Podem ser aplicadas Medidas Potencializadoras dos Impactos Positivos, maximizando os benefícios                                                                                                                                                                          |
| <b>SIGNIFICÂNCIA</b><br>Estabelece a importância de cada impacto em relação à interferência com o meio ambiente                                                                                                                                            | <i>Moderado</i>                                                           | A intensidade do impacto sobre o meio ambiente assume dimensões recuperáveis, quando adverso (negativo), ou conserva sua qualidade ou assume melhoria na qualidade do meio ambiente, quando positivo.                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Significativo</i>                                                      | A intensidade da interferência do impacto sobre o fator do meio ambiente considerado assume dimensões irreversíveis, quando adverso; quando benéfico, assume melhoria contínua na variável ambiental considerada, ou constitui uma ação para preservação do ecossistema. |
| <b>CARÁTER OU NATUREZA</b><br>Expressa a alteração ou modificação gerada pelo uso proposto sobre um processo considerado.                                                                                                                                  | <i>Positivo (Benéfico)</i>                                                | Quando o efeito gerado for benéfico para o processo considerado.                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Negativo (Adverso)</i>                                                 | Quando o efeito gerado for adverso para o processo considerado.                                                                                                                                                                                                          |
| <b>POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA</b><br>Refere-se ao grau de incerteza acerca da ocorrência de um impacto. Como se trata de uma aferição do pesquisador que faz o estudo, existem impactos que irão ocorrer com certeza e outros que existe a possibilidade. | <i>Certa</i>                                                              | Certeza de ocorrência do impacto                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Alta</i>                                                               | Quando baseado em casos similares estima-se que é muito provável que o impacto ocorra                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Média</i>                                                              | Quando é pouco provável que o impacto se manifeste, mas sua ocorrência não pode ser descartada.                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Baixa (Incerto)</i>                                                    | Muito pouco provável do impacto ocorrer, mas não pode ser desprezada a hipótese de ocorrência.                                                                                                                                                                           |
| <b>ÍNDICE DE AVALIAÇÃO FINAL DO IMPACTO</b>                                                                                                                                                                                                                | Impacto adverso relevante                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>(RELEVÂNCIA)</b><br>A questão de significância dos impactos envolve critérios de contexto (área de ocorrência, região afetada, a sociedade, os interesses afetados, etc.); intensidade (severidade do impacto), e significado, envolvendo conjuntamente a severidade do impacto, a sua reversibilidade e o seu potencial de mitigação, e também critérios de análise da equipe responsável | Impacto adverso não relevante  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Impacto benéfico relevante     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Impacto benéfico não relevante |

Sobre a Escala Temporal (prazo) (Figura 6.5) de ocorrência do impacto após a ação, para diminuir a subjetividade, delimitou-se um recorte temporal (SANTOS, 2004; SANCHEZ, 2008) que o impacto pode ocorrer após iniciar a ação que os gera com classificação em Imediato, Curto Prazo, Médio Prazo e Longo Prazo, sendo respectivamente, imediatamente após a ação, até 01 ano, de 1 a 10 anos e de 10 a 50 anos. Estabelecer uma escala temporal diminui a subjetividade, proporcionando uma justificativa mais contundente nesse tipo de classificação.

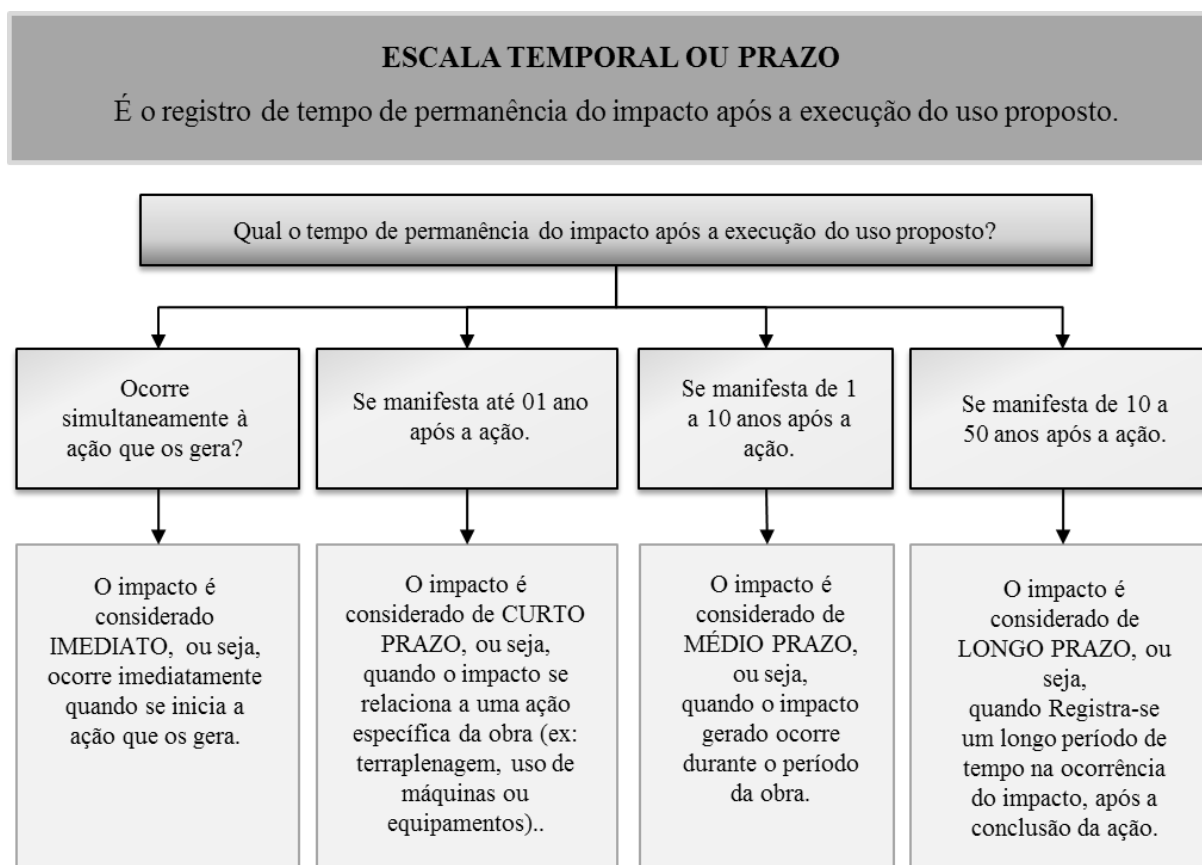


Figura 6.5– Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Escala temporal”.

Em relação à Escala Espacial (Figura 6.6) no qual pretende classificar os impactos quanto a sua extensão foram observados vários tipos de classificações. Sánchez (2008), por exemplo, divide esse atributo em: locais, linear, abrangência municipal, escala regional e escala global; já Santos (2004) classifica apenas em local e regional. Nessa pesquisa sugere-se a distribuição desse atributo em estratégico, local e regional. Define-se Estratégico na hipótese de não se conseguir delimitar o impacto espacialmente, geralmente ligado a fatores socioeconômicos sem delimitação precisa. O local relaciona-se a conceitos importantes para elaboração do diagnóstico ambiental do estudo de impacto ambiental como a Área de Influência Diretamente Afetada (ADA) ou Área de Influência Direta (AID). Já o impacto regional seria quando abrangesse a Área de Influência Indireta (AII) ou uma área maior como um município.

### ESCALA ESPACIAL OU ABRANGÊNCIA ESPACIAL OU ABRANGÊNCIA TERRITORIAL OU AMPLITUDE

Diz respeito à repercussão dos impactos quanto a sua extensão na área de influência.

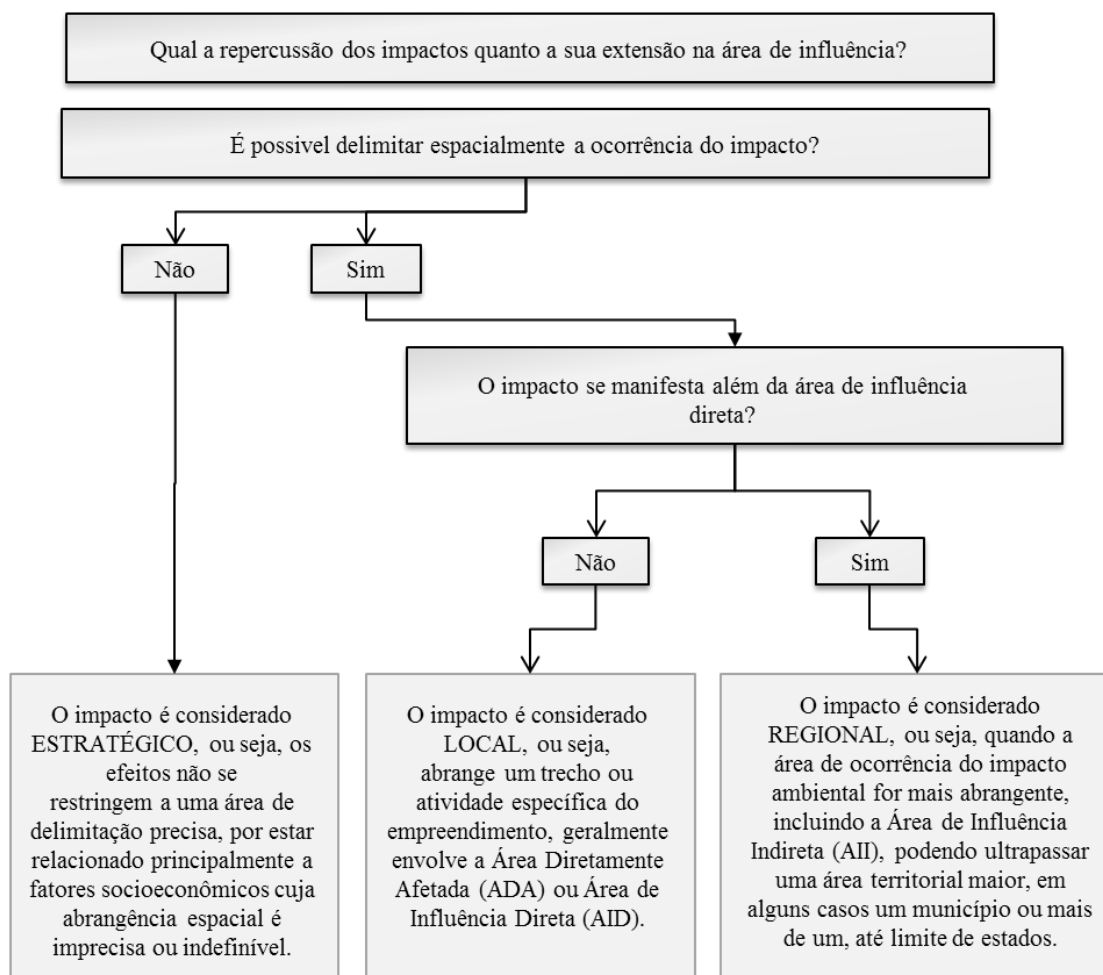


Figura 6.6 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Escala espacial”.

A reversibilidade (Figura 6.7) remete-se sobre o ambiente afetado retornar ou não as suas condições originais, podendo ser reversível, ou seja, o ambiente retorna as suas condições de origem; parcial, o ambiente retorna parcialmente e; irreversível, ou seja, não retorna as condições originais. Sanchez (2008) aponta que deve ser levado em consideração aspectos práticos sobre a viabilidade ou não do ambiente ser retornado as condições originais, por exemplo, o impacto “alteração de topografia” modifica completamente as condições de relevo e solo do local, então o profissional responsável pela elaboração do estudo e

classificação dos impactos pode levar em consideração ou não as questões práticas de mudar a condição da reversibilidade do ambiente diante a susceptibilidade ao impacto.

Para esse atributo é importante o profissional questionar se o ambiente pode retornar naturalmente as suas condições originais e se o impacto é passível de medidas de recuperação ambiental e se essas medidas favorecem o ambiente para retornar totalmente ou parcialmente as condições originais.

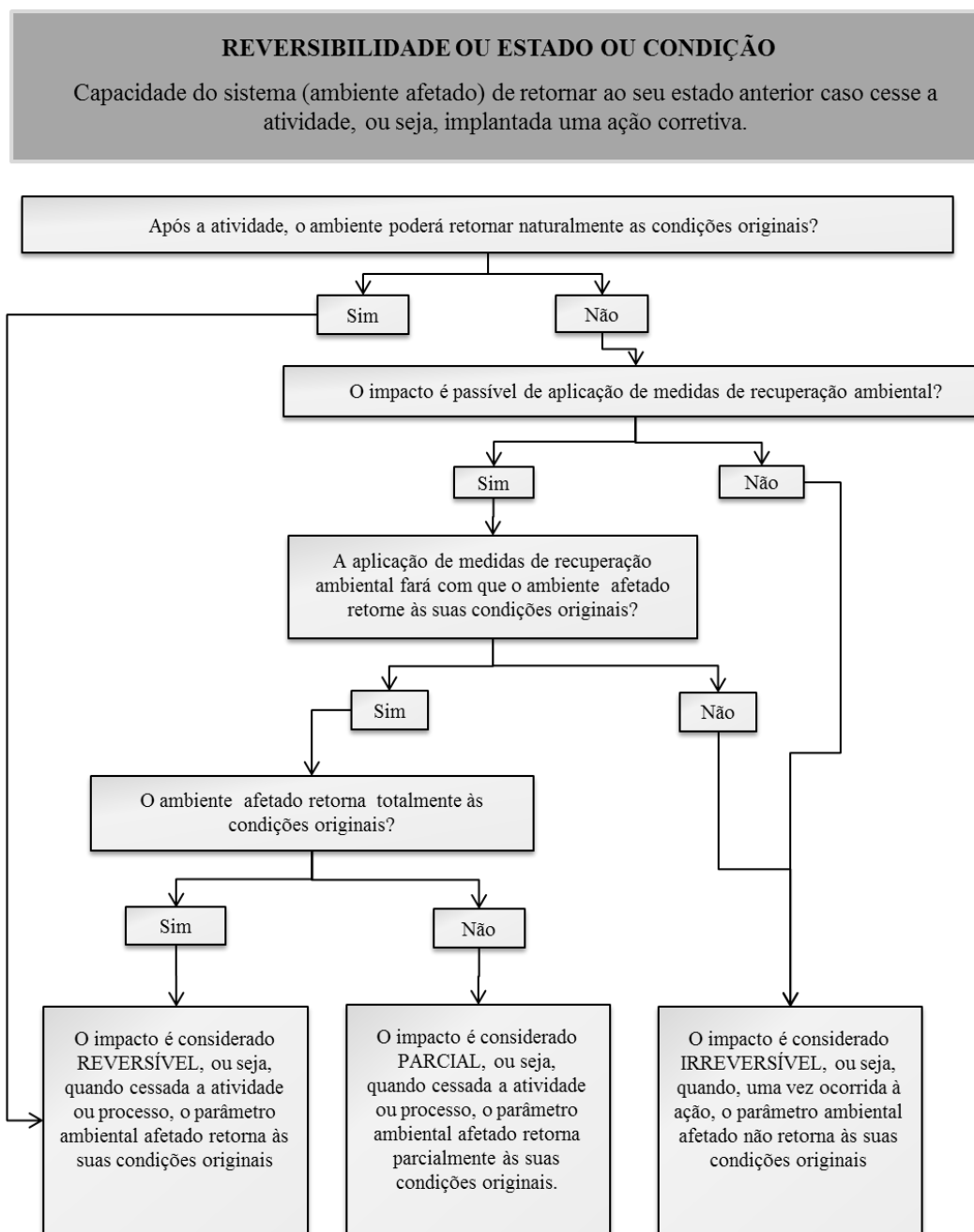


Figura 6.7 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Reversibilidade”.

Importante destacar que a temporalidade (Figura 6.8) difere da escala temporal. A escala temporal aborda o tempo de início do impacto, já a temporalidade abrange o tempo de duração do impacto. Na temporalidade o impacto pode ser temporário, cíclico ou permanente. O impacto temporário cessa quando a ação que o gera acabar ou interromper, já o cíclico pode ocorrer e cessar em determinados momentos dependendo da ação que os causou e o impacto permanente não cessa após o fim da ação que o causou. É importante analisar se existem medidas mitigadoras que possam cessar esse impacto e se é possível que ele ocorra novamente.

A origem (Figura 6.9) do impacto está relacionada com a relação causa-efeito do impacto, ou seja, a fonte do impacto. É possível considerar os impactos diretos como aqueles originados diretamente pelo empreendimento e que o empreendedor pode interferir diretamente no impacto, como exemplo de impactos diretos, pode-se citar a alteração de topografia, alteração da qualidade sonora, afugentamento de fauna, entre outros. Esses impactos estão intimamente ligados com a ação do empreendimento. Como impactos indiretos citam-se como exemplo, a “pressão nos equipamentos urbanos”, ou seja, o empreendedor não tem controle direto sobre esses equipamentos urbanos e a melhoria direta de sua infraestrutura, caso seja pública, é responsabilidade do órgão público responsável garantir uma estrutura mínima de atendimento. Geralmente os impactos indiretos são difusos e mais abrangentes. Para esse atributo é importante o profissional questionar principalmente se o empreendedor pode ter ou não controle sobre o impacto.

### TEMPORALIDADE OU DURAÇÃO OU PERIODICIDADE OU HORIZONTE DE TEMPO

Indica o tempo de duração da alteração ambiental em face da incidência de um processo ou atividade.

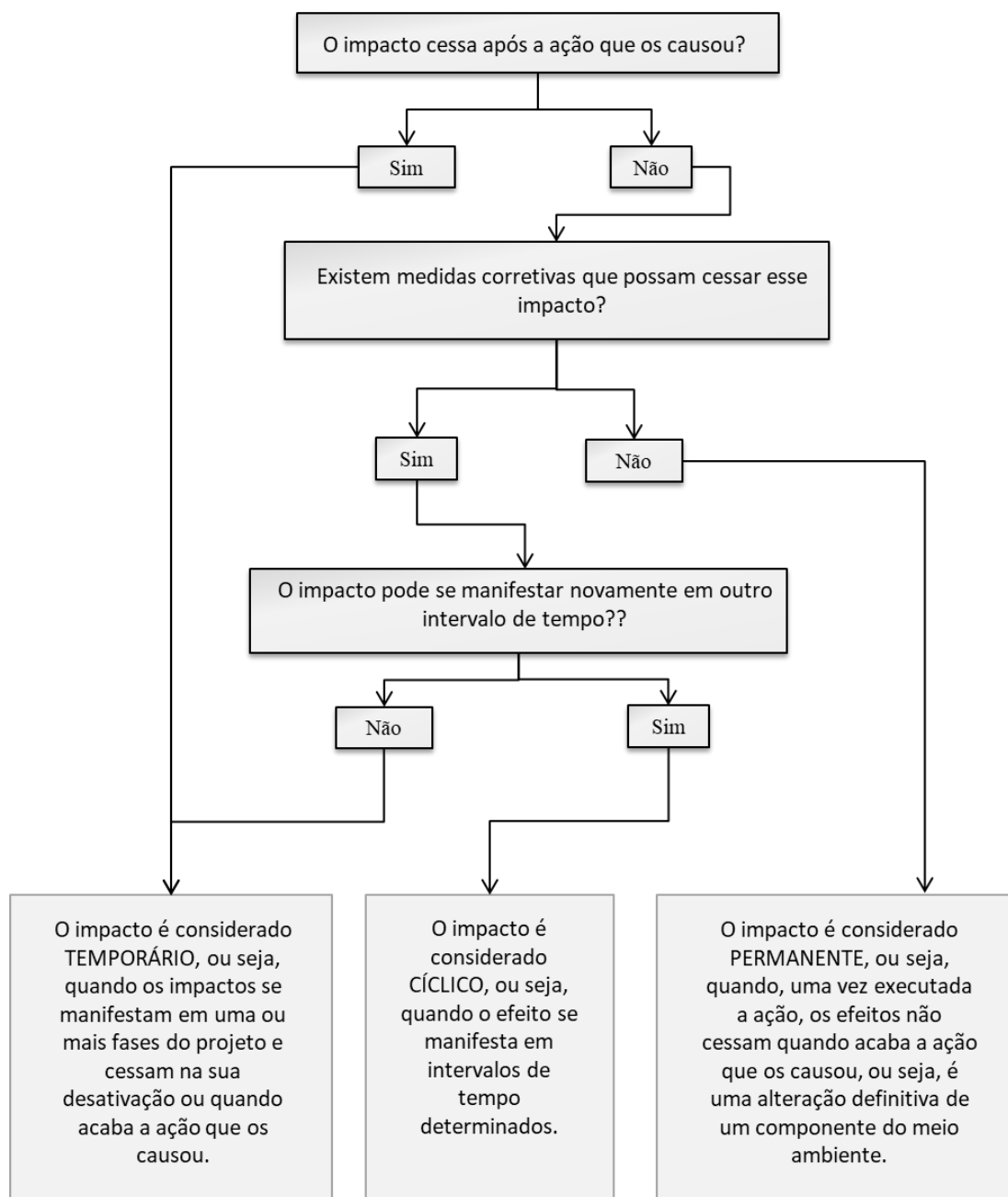


Figura 6.8 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Temporalidade”.

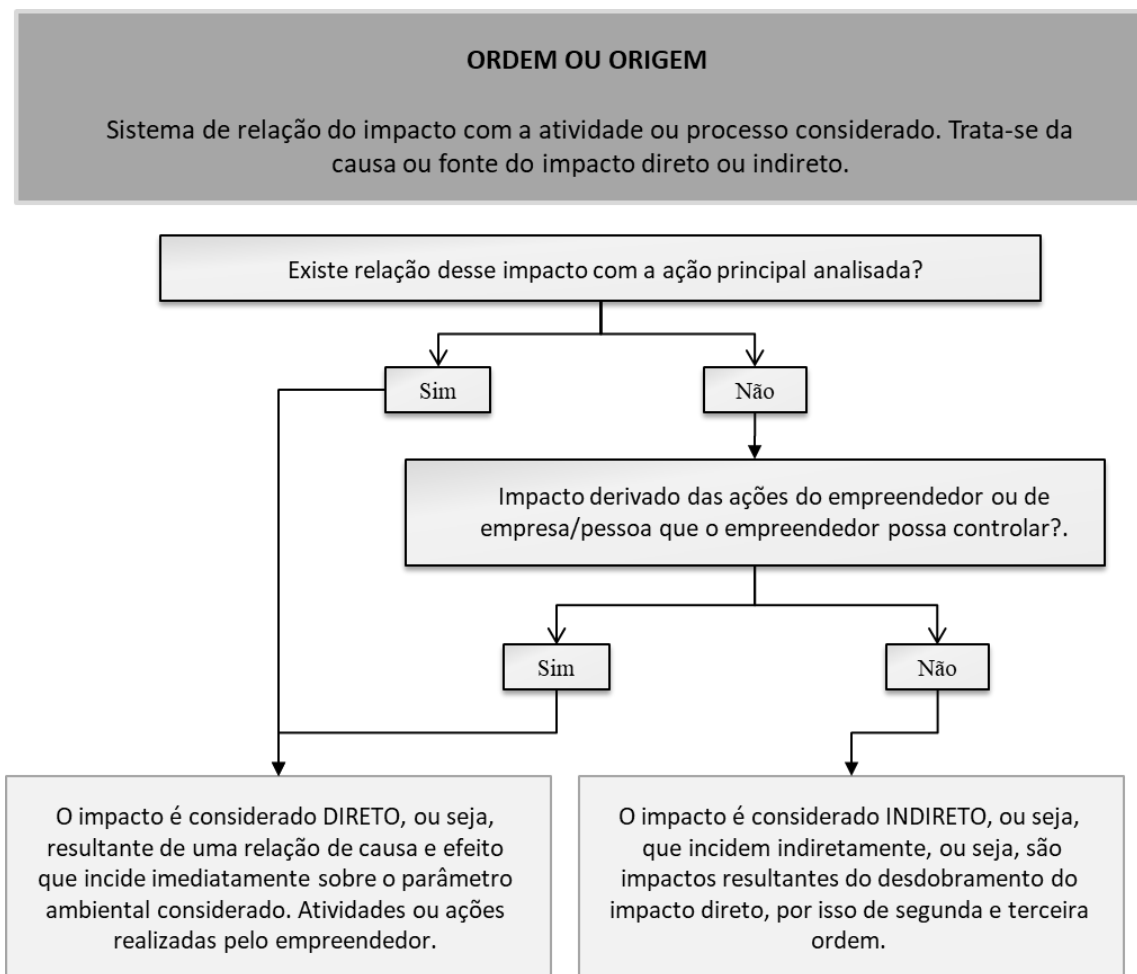


Figura 6.9 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Origem”.

A cumulatividade (Figura 6.10) diz respeito a soma dos impactos no tempo e no espaço associado ou não ao empreendimento ou atividade que incida sobre uma mesma variável ambiental e a sinergia refere-se à combinação de vários impactos e a possibilidade de um impacto potencializar outro também não necessariamente ao mesmo empreendimento ou atividade. Para esse atributo, foram apresentadas questões relacionadas a sobreposição dos impactos ocasionados pelo mesmo empreendimento e por outros empreendimentos do entorno que devem ser levadas em consideração. Por isso a importância de uma análise de uso e ocupação do entorno para análise da presença de novos empreendimentos e a necessidade do profissional fazer uma análise integrada do estudo de impacto ambiental.

Salienta-se que para a análise desse tipo existem estudos como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e a Avaliação Ambiental Integrada (AAI). A AAE é o nome

que se dá a todas as formas de avaliação de impacto de ações mais amplas que projetos individuais. Refere-se à avaliação das consequências ambientais de Políticas, Planos e/ou Programas (PPP), em geral no âmbito de iniciativas governamentais, embora possa também ser aplicada em organizações privadas (SANCHEZ, 2017).

A AAE é um instrumento de política ambiental que tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, os tomadores de decisões no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos, que uma dada decisão estratégica a respeito da implementação de uma política, um plano ou um programa poderia desencadear no meio ambiente e na sustentabilidade do uso dos recursos naturais, qualquer que seja a instância de planejamento. Entre os benefícios que se podem esperar como resultado da aplicação da AAE, destaca-se: visão abrangente das implicações ambientais da implementação das políticas, planos e programas governamentais, sejam eles pertinentes ao desenvolvimento setorial setoriais ou aplicados a uma região; segurança de que as questões ambientais serão devidamente tratadas; facilitação do encadeamento de ações ambientalmente estruturadas; processo de formulação de políticas e planejamento integrado e ambientalmente sustentável; antecipação dos prováveis impactos das ações e projetos necessários à implementação das políticas e dos planos e programas que estão sendo avaliados; e melhor contexto para a avaliação de impactos ambientais cumulativos potencialmente gerados pelos referidos projetos (MMS, 2002).

Sanchez (2017) expõe que um dos principais motivos da AAE não avançar no Brasil é devido a falta de uma obrigação legal, mesmo sendo um assunto que já vem sendo debatido há anos, contudo ainda não está maduro o suficiente.

Já a AAI é uma aplicação para a Avaliação de Impactos Cumulativos. Já a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) pode ser identificada como o estudo capaz de conhecer especificamente os efeitos sinérgicos e cumulativos resultantes dos impactos ambientais ocasionados pelo conjunto de empreendimentos em planejamento, implantação e operação em uma determinada área (uma bacia hidrográfica, por exemplo) (VALERA, 2012).

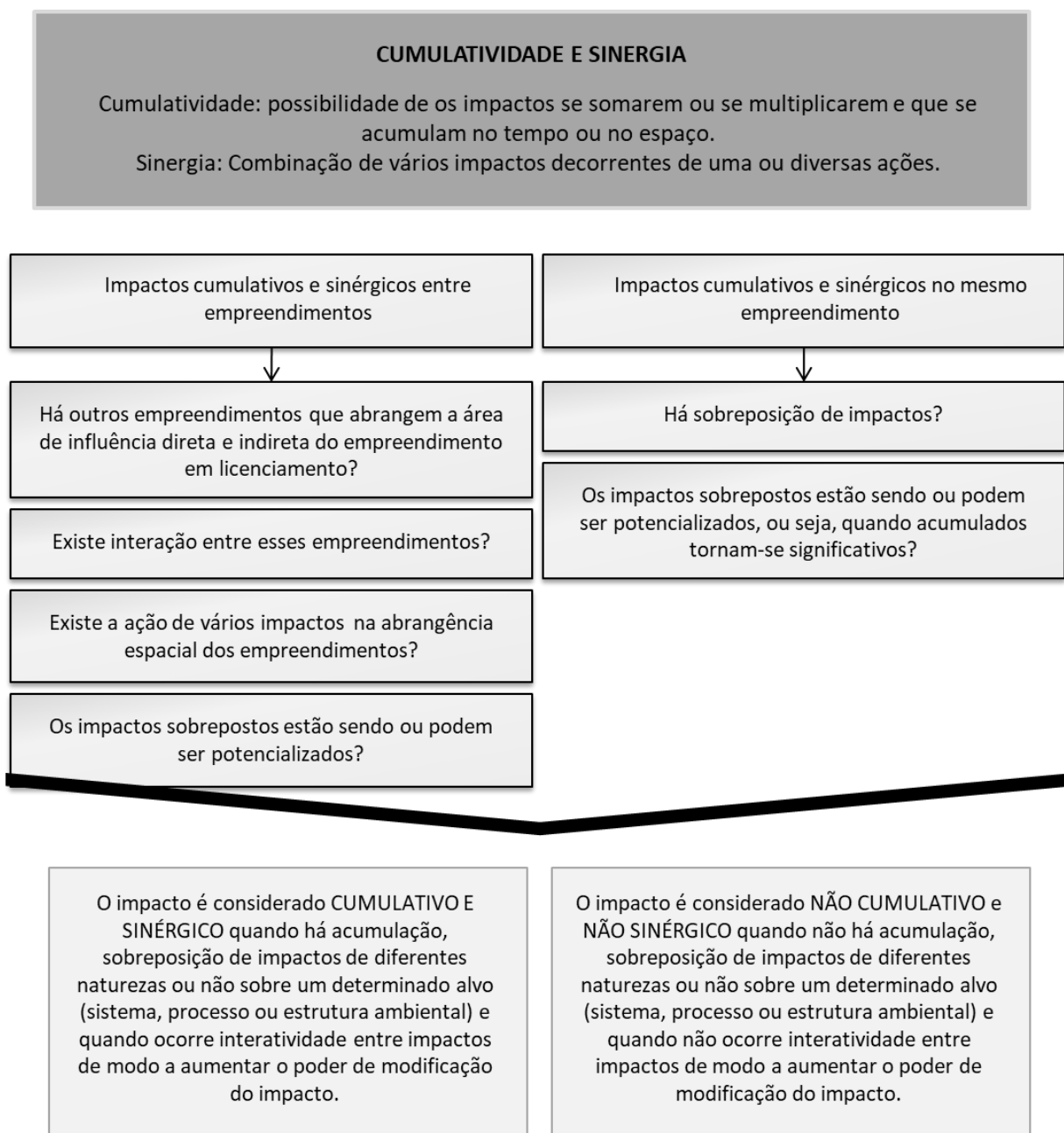


Figura 6.10 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Cumulatividade e Sinergia”.

A AAI começou a ser exigida pelo Ibama, em 1993, no âmbito de licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas, com a finalidade de avaliar de modo integrado o planejamento das bacias hidrográficas, com vistas a aproveitamento hidrelétricos, priorizando a avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos das intervenções propostas na bacia em relação à abordagem tradicional dos impactos individuais realizada no país, no âmbito do licenciamento ambiental (GALLARDO, s/d).

A AAE e a AAI possuem conceitos distintos, mas que se complementam, sendo a primeira o processo de avaliar os impactos ambientais de uma política, plano ou programa e suas alternativas e a AAI aferir os impactos cumulativos e sinérgicos decorrentes da presença ou da futura instalação de vários empreendimentos no mesmo ecossistema. Sendo assim, a AAE e a AAI são instrumentos importantes nas tomadas de decisão para o poder público e sociedade, lembrando que esses estudos se complementam juntamente com o EIA que já trabalha questões como alternativas locacionais e a avaliação de impactos em si.

O caráter (Figura 6.11) está relacionado à natureza do impacto, ou seja, se é um impacto que poderá trazer benefícios ao local (positivo) ou danos/prejuízos (negativo). Caso o impacto não altere positivamente o ambiente e também não cause prejuízos, ele pode ser considerado neutro.

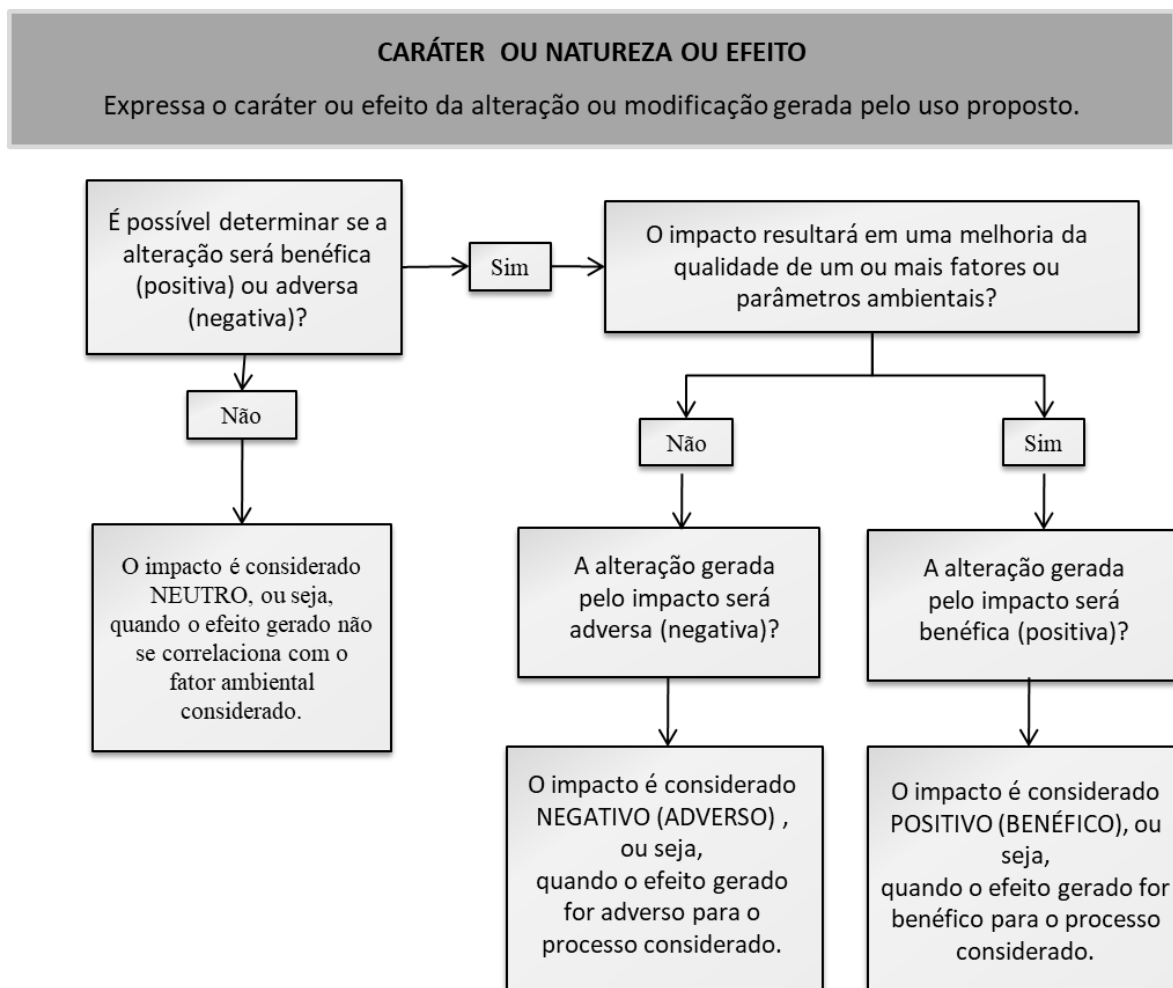


Figura 6.11 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo "Caráter".

O controle de impacto (Figura 6.12) está relacionado com as medidas mitigadoras que podem ser aplicadas na prevenção, minimização ou eliminação dos impactos ambientais adversos advindos com a implantação e operação do empreendimento. Essas medidas são ações definidas pelo órgão em forma de condicionantes ambientais estabelecida nas licenças ambientais emitidas antes (Licença Prévia), durante (Licença de Instalação) e após (Licença de Operação) à implantação do empreendimento e executadas pelo empreendedor.

Essas medidas podem ser preventivas, corretivas ou compensatórias. As medidas mitigadoras preventivas objetivam preceder os impactos, ou seja, evitar que ocorram, caso não seja possível aplicar, será necessário verificar a aplicação de medidas mitigadoras corretivas que tem como objetivo minimizar ou eliminar impactos adversos que se apresentam como potencial degradador do meio ambiente. Caso não seja possível aplicar medidas mitigadoras corretivas, são implantadas medidas mitigadoras compensatórias - aplicadas para compensar, de alguma forma, os prejuízos e danos ambientais efetivos advindos da atividade modificadora do ambiente. São medidas que visam à reposição dos patrimônios socioambientais lesados, em virtude das atividades indiretas ou diretas do empreendimento. Se o impacto for positivo, pode existir a possibilidade de implantação de medidas que potencialize o impacto positivo.

A análise desse atributo é fundamental para levantar quais impactos podem ser prevenidos, corrigidos ou compensados e aqueles que não são passíveis de nenhuma medida. Geralmente, quando não prevenidos ou corrigidos, são aplicadas medidas compensatórias, contudo, preferiu-se não abster a inserção da opção de não poder aplicar nenhum tipo de medida mitigadora para o impacto.

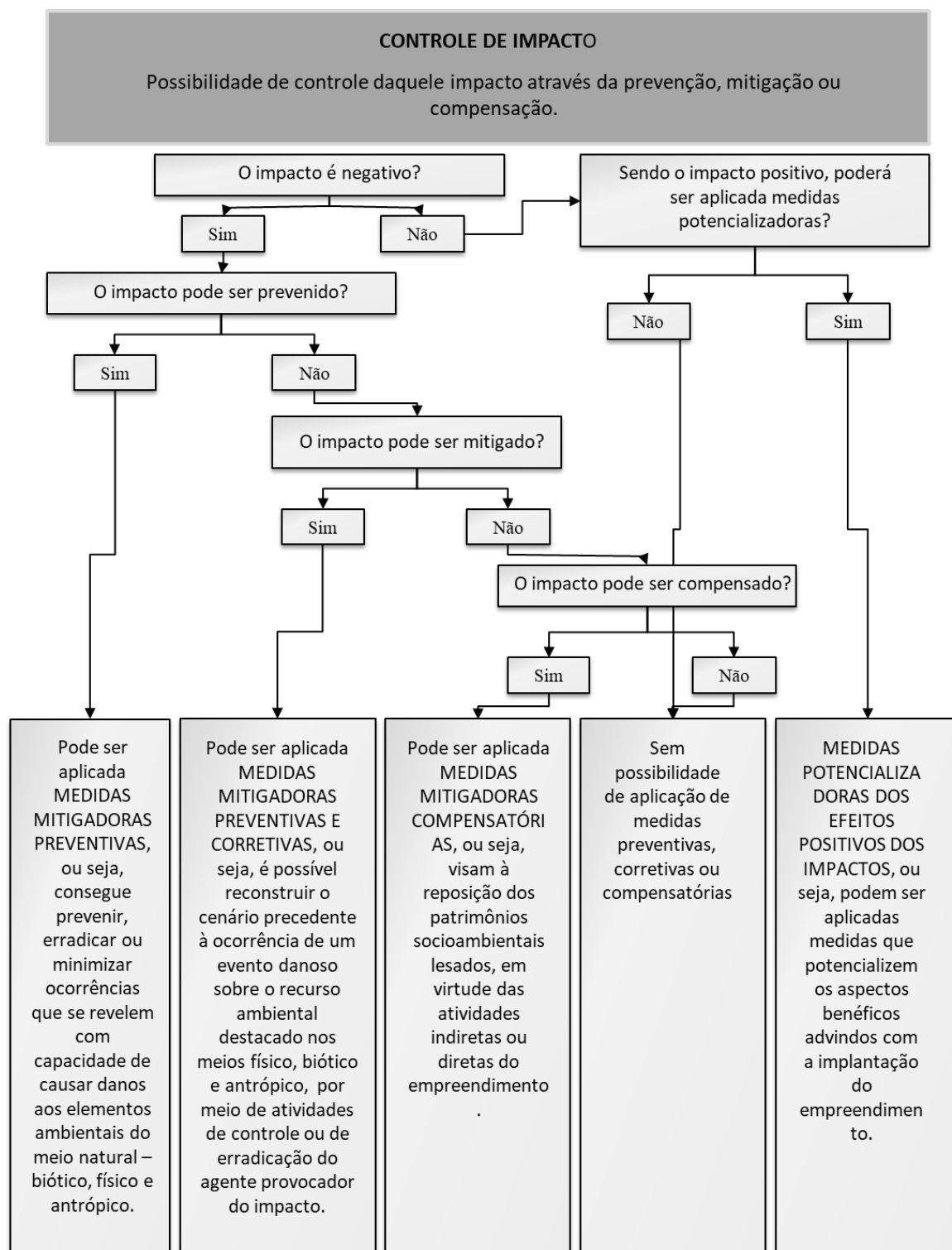


Figura 6.12 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Controle de Impacto”.

A possibilidade de ocorrência (Figura 6.13) está relacionada ao grau de incerteza do impacto ocorrer ou não. É importante relacionar o grau de importância do impacto à sua

possibilidade de ocorrência, pois pode acontecer de um estudo apresentar vários impactos avaliados com alto grau de magnitude/importância e ter sua ocorrência incerta e vice-versa. Existe um risco de, sem a avaliação com relação a sua possibilidade de ocorrência, inviabilizar um empreendimento, por impactos que dificilmente ocorrerão e que mesmo assim, não podem deixar de serem citados.

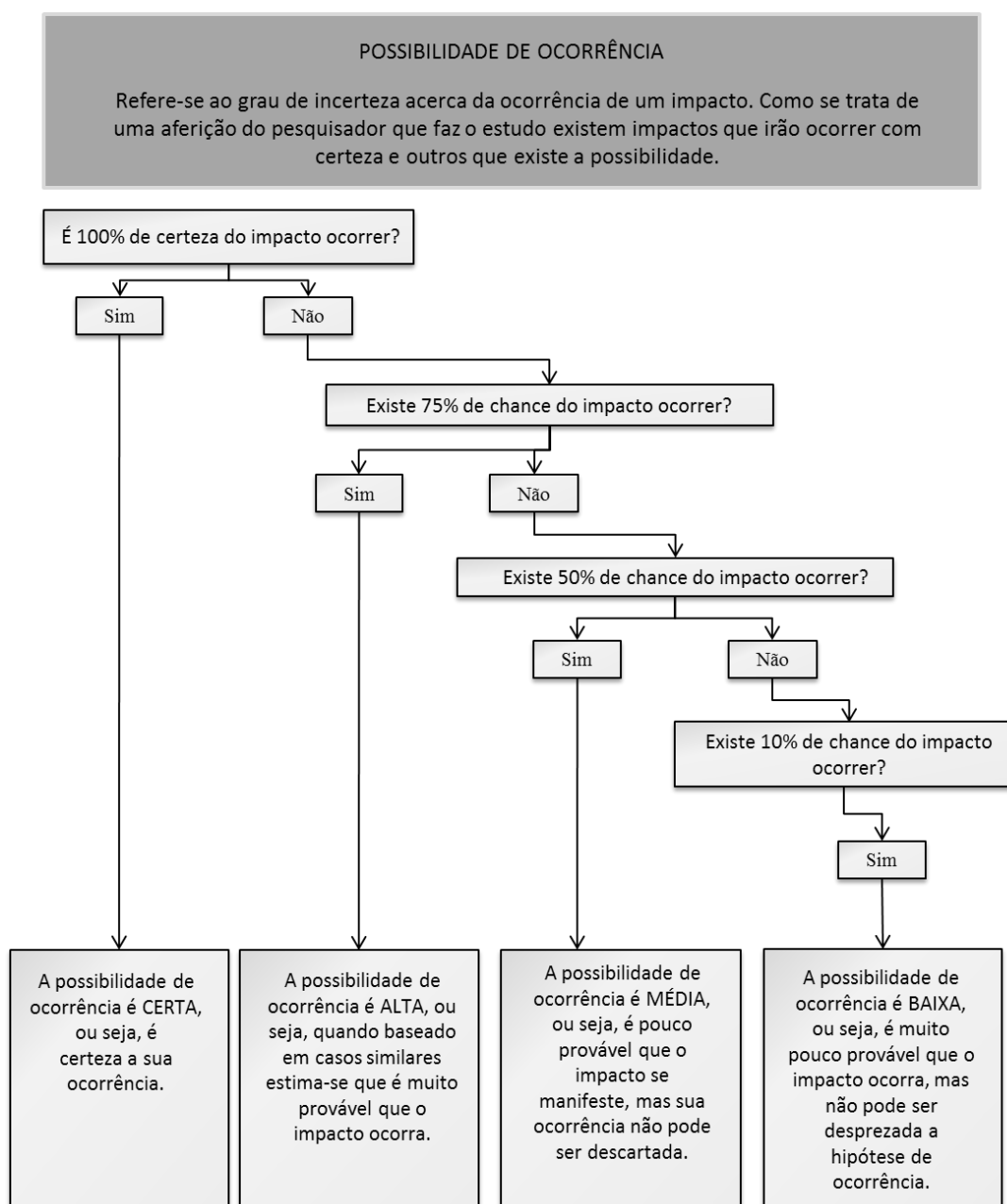


Figura 6.13 – Fluxograma decisório de pensamento que se recomenda levar em consideração na análise e posterior decisão da classificação dos impactos quanto ao atributo “Possibilidade de Ocorrência”.

### 6.3 Proposta Metodológica de Avaliação de Impactos Ambientais

A construção da matriz ocorreu em 04 etapas: 1ª) identificação dos impactos; 2ª) identificação dos atributos; 3ª) identificação das ações (etapas do empreendimento) e 4ª) preenchimento da matriz.

A primeira etapa relaciona-se a identificação dos impactos. Essa parte segue descrita no item 6.1 desta tese. Existem metodologias na AIA que funcionam para essa identificação dos impactos como a *Ad Hoc*, considerada uma metodologia instantânea, no qual os impactos são identificados via *brainstorming* ou outras metodologias similares realizadas em reuniões com técnicos, cientistas e especialistas com experiências na área do empreendimento do projeto em análise. O método *CheckList* consiste na identificação e enumeração dos impactos por meios físico, biológico e socioeconômico e sua relação e registro por fases do empreendimento (implantação e operação).

A segunda etapa consiste na definição dos atributos, descrito no item 6.2. A partir de uma revisão realizada na literatura, foi proposta uma listagem de atributos importantes para a caracterização dos impactos ambientais na elaboração da matriz. A terceira etapa refere-se a identificação das ações, no qual foram elencadas na Tabela 6.1 (Principais impactos ambientais extraídos da literatura) no item 6.1, como sugestão para parques eólicos.

A quarta etapa consiste no preenchimento de uma matriz denominada matriz de interação. As matrizes de interação são técnicas bidimensionais que relacionam ações com impactos ambientais. A mais difundida das Matrizes de Interação é a denominada Matriz de Leopold, criada originalmente pelo Serviço Geológico do Interior dos EUA em 1971.

A Matriz de Leopold pode ser e já foi aplicada para diferentes tipos de estudos e empreendimentos. Sua intenção é estabelecer as interações entre as ações e os impactos, no qual os impactos são classificados em diferentes atributos.

A Matriz de Leopold é composta do cruzamento de 88 impactos ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente, resultando em 8.800 quadrículas. Em cada uma dessas quadrículas são indicados algarismos que variam entre 1 e 10, correspondendo, respectivamente, à magnitude e à importância do impacto. Ao número 1 corresponde a condição de menor magnitude (mínimo da alteração ambiental potencial) e de menor importância (mínima significância da ação sobre o impacto ambiental). Ao número 10 correspondem os valores máximos desses atributos. Aos valores, é atribuído o sinal positivo ou negativo que indica se o impacto é positivo ou negativo (SANCHEZ, 2008).

O estabelecimento destes algarismos de 01 a 10, também chamados de pesos, constitui um dos pontos mais críticos, não só das técnicas matriciais, mas também dos demais métodos quantitativos. Costa; Chaves; Oliveira (2005), expõe que a matriz de Leopold pode ser criticada por não explicitar com clareza as bases de cálculo das escalas de pontuação de importância e magnitude. Cremones (2014) coloca que o aferimento dos valores da magnitude é relativamente objetivo ou empírico, no qual se refere ao grau de alteração provocado por determinada ação sobre a variável ambiental, e a atribuição da pontuação para a importância de cada impacto é subjetiva ou normativa, visto que envolve atribuição de peso relativo ao impacto ambiental no âmbito do projeto.

Para a composição da matriz de impactos ambientais proposta nesse trabalho (Figura 6.14) foi realizada uma adaptação da Matriz de Leopold também com uma distribuição bidimensional, onde nas linhas estão inseridos os impactos ambientais e nas colunas as ações e os atributos dos quais os impactos ambientais serão enquadrados.

Vários autores já relataram os problemas relacionados à subjetividade das matrizes de impactos ambientais, por isso foram apresentados direcionamentos na tentativa de diminuir um pouco a subjetividade, atribuindo principalmente justificativa e linhas de pensamento nas escolhas dos atributos para cada impacto.

219

Para cada atributo foi atribuído um valor que será utilizado na contabilização final da matriz. Esses pesos são sugestões e podem ser alterados pelos especialistas, dependendo do caso a se estudar: tipo de empreendimento, localização e porte.

A Escala Temporal (Tabela 6.4) é subdividida em Imediato, Curto, Médio e Longo Prazo, sendo atribuídos os valores respectivamente de 4, 3, 2 e 1, considerando um valor maior para quando o impacto ocorre imediatamente a ação que os gera e um valor menor para quando os impactos ocorrem a longo prazo, ou seja, de 10 a 50 anos após a ação. Os impactos imediatos geralmente estão relacionados a alterações físicas mais drásticas que envolvem a modificação do ambiente. Em relação a Abrangência Espacial (Tabela 6.4), a mesma é subdividida em Estratégico, Local e Regional, sendo atribuídos respectivamente os valores de 1, 3 e 2. Nesse caso considerou-se um impacto local com maior peso do que o regional, contudo, dependendo do empreendimento ou local de aplicação esses valores podem alterar e um impacto regional ter peso maior do que o local. Existem controvérsias nesse item, pois um impacto regional pode ter peso maior se considerada que a área de abrangência da incidência do impacto será maior ou então por ser maior, pode ser que o impacto se dissipe mais diminuindo a dimensão da ocorrência. Em relação a reversibilidade (Tabela 6.4), foi estabelecido um valor maior para impactos irreversíveis (3), seguido dos parciais (2) e menor peso para impactos reversíveis (1).

Em relação a magnitude, a mesma expressa a extensão do impacto que as ações do empreendimento poderão produzir numa dada variável ambiental afetada, sendo classificada em Baixa, Média e Alta Magnitude. Nesse caso, essa metodologia sugere classificar a magnitude a partir do somatório dos atributos de escala temporal, abrangência espacial e reversibilidade, que remetem justamente a extensão do impacto principalmente. Tal critério objetiva diminuir a subjetividade na escolha da magnitude do impacto, nesse caso, os outros atributos tendem a ser mais objetivos na sua escolha com justificativas mais condizentes, diferente da magnitude.

Ao classificar a magnitude (Tabela 6.4) a partir do somatório dos atributos da escala temporal, abrangência espacial e reversibilidade, para estabelecimento da escala para escolha do peso, observou-se a pior situação encontrada e a melhor, ou seja, os maiores e menores valores da soma. A situação de menor valor é quando o impacto for classificado em Longo Prazo (1), Estratégico (1) e Reversível (1) e o maior valor será quando o impacto for classificado simultaneamente em Imediato (4), Local (3) e Irreversível (3). Nesse caso, a

escala irá variar em 3 a 10, sendo distribuído da seguinte forma: 03 a 05 -Baixa Magnitude, 05 a 07 - Média Magnitude e 07 a 10 - Alta Magnitude.

A Baixa Magnitude equivale quando o impacto pouco altera uma determinada variável ambiental, sendo seus efeitos sobre a qualidade do ambiente considerados desprezíveis; a Média Magnitude quando o impacto altera medianamente as características de uma determinada variável ambiental, podendo comprometer parcialmente a qualidade do ambiente e Alta Magnitude quando o impacto altera significativamente as características de uma determinada variável ambiental, podendo comprometer a qualidade do ambiente.

Tabela 6.4 - Valores (Pesos) dos Atributos de escala temporal, abrangência espacial, reversibilidade e magnitude.

| ATRIBUTOS                                                                                                                                                             |                                | VALOR |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|
| <b>ESCALA TEMPORAL OU PRAZO</b><br>É o registro de tempo de permanência do impacto após a execução do uso proposto.                                                   | <i>Imediato</i>                | 4     |
|                                                                                                                                                                       | <i>Curto Prazo</i>             | 3     |
|                                                                                                                                                                       | <i>Médio Prazo</i>             | 2     |
|                                                                                                                                                                       | <i>Longo Prazo</i>             | 1     |
| <b>ABRANGÊNCIA ESPACIAL</b><br>Diz respeito à repercussão dos impactos quanto a sua extensão na área de influência.                                                   | <i>Estratégico</i>             | 1     |
|                                                                                                                                                                       | <i>Local</i>                   | 3     |
|                                                                                                                                                                       | <i>Regional</i>                | 2     |
| <b>REVERSIBILIDADE</b><br>Capacidade do sistema (ambiente afetado) de retornar ao seu estado anterior caso cesse a atividade, ou seja, implantada uma ação corretiva. | <i>Irreversível</i>            | 3     |
|                                                                                                                                                                       | <i>Parcial</i>                 | 2     |
|                                                                                                                                                                       | <i>Reversível</i>              | 1     |
| <b>MAGNITUDE = ESCALA TEMPORAL + ABRANGÊNCIA ESPACIAL + REVERSIBILIDADE</b>                                                                                           |                                |       |
| <b>MAGNITUDE</b><br>Expressa a extensão do impacto que as ações do empreendimento poderão produzir num dado componente ou variável ambiental afetada                  | <i>03-05 - Baixa Magnitude</i> |       |
|                                                                                                                                                                       | <i>05-07 - Média Magnitude</i> |       |
|                                                                                                                                                                       | <i>07-10 - Alta Magnitude</i>  |       |

Para o atributo de temporalidade, foi estabelecido um peso maior (3) para quando o impacto for permanente, peso 2 para cíclico e 1 para temporário. O impacto permanente apresentou maior peso por ser justamente um impacto que perdura, mesmo após o fim da ação.

A ordem remete-se a causa e efeito de um impacto, sendo os impactos diretos aqueles em que o empreendedor dispõe de controle sobre aquele impacto, e os indiretos, aqueles que se remetem secundariamente a ação e que o empreendedor pode não ter ou conseguir o controle. Nesse caso, os impactos diretos acabam sendo relacionados diretamente

ao empreendimento, por isso, recebe uma valoração maior (2) e os impactos indiretos uma valoração menor (1).

A cumulatividade e sinergia diz respeito a capacidade dos impactos se somarem ou multiplicarem aos impactos gerados pelo próprio empreendimento ou por outros próximos, por isso recebe um peso maior (2), quando não ocorre essa capacidade de acúmulo os impactos são considerados não cumulativos e não sinérgicos, considerado com um peso menor (1).

O controle remete-se a possibilidade de controle daquele impacto através da mitigação ou compensação, ou seja, quanto maior o controle sobre o impacto, menor será seu peso e caso não seja aplicada medidas mitigadoras, maior será a valoração atribuída a esse item. Quando, para impactos positivos, ser possível a potencialização deles, o peso será maior. Nesse item, os pesos foram os seguintes: Medidas Mitigadoras Preventivas (1), Medidas Mitigadoras Preventivas e Corretivas (2), Medidas Compensatórias (3), Sem aplicação de medidas preventivas, corretivas ou compensatórias (4), Medidas Potencializadoras dos Efeitos Positivos dos Impactos (5).

Em relação a significância, a mesma expressa a importância de cada impacto em relação à interferência com o meio ambiente. Como na magnitude, a metodologia sugere classificar a significância em Moderada ou Significativa a partir do somatório dos atributos de magnitude, temporalidade, ordem, cumulatividade/sinergia e controle. Tal critério também objetiva diminuir a subjetividade na classificação da significância do impacto, nesse caso, os outros atributos também tendem a ser mais objetivos na sua escolha com justificativas mais condizentes.

Ao classificar a significância (Tabela 6.5) a partir do somatório dos atributos da magnitude, temporalidade, ordem, cumulatividade/sinergia e controle, para estabelecimento da escala para escolha do peso, observou-se a pior situação encontrada e a melhor, ou seja, os maiores e menores valores da soma (Tabela 6.5). Nesse caso, a escala irá variar em 07 a 22, sendo distribuído da seguinte forma: 07 a 14—Moderado e 15a 22 -Significativo.

Tabela 6.5 - Valores (Pesos) dos Atributos de temporalidade, origem, cumulatividade e sinergia e controle

| ATRIBUTOS                                                                                                                                                  |                                                                           | VALOR |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>TEMPORALIDADE OU DURAÇÃO</b><br>Indica o tempo de duração da alteração ambiental em face da incidência de um processo ou atividade.                     | <i>Permanente</i>                                                         | 3     |
|                                                                                                                                                            | <i>Cíclico</i>                                                            | 2     |
|                                                                                                                                                            | <i>Temporário</i>                                                         | 1     |
| <b>ORDEM OU ORIGEM</b><br>Sistema de relação do impacto com a atividade ou processo considerado. Trata-se da causa ou fonte do impacto direto ou indireto. | <i>Direta</i>                                                             | 2     |
|                                                                                                                                                            | <i>Indireta</i>                                                           | 1     |
| <b>CUMULATIVIDADE E SINERGIA</b><br>Possibilidade de os impactos se combinarem, se somarem ou se multiplicarem e que se acumulam no tempo ou no espaço.    | <i>Cumulativo e Sinérgico</i>                                             | 2     |
|                                                                                                                                                            | <i>Não cumulativo e Não Sinérgico</i>                                     | 1     |
| <b>CONTROLE</b><br>Possibilidade de controle daquele impacto através da mitigação ou compensação.                                                          | <i>Medidas Mitigadoras Preventivas</i>                                    | 1     |
|                                                                                                                                                            | <i>Medidas Mitigadoras Preventivas e Corretivas:</i>                      | 2     |
|                                                                                                                                                            | <i>Medidas Mitigadoras Compensatórias</i>                                 | 3     |
|                                                                                                                                                            | <i>Sem aplicação de medidas preventivas, corretivas ou compensatórias</i> | 4     |
|                                                                                                                                                            | <i>Medidas Potencializadoras dos Efeitos Positivos dos Impactos</i>       | 5     |
| <b>SIGNIFICÂNCIA = MAGNITUDE + TEMPORALIDADE + ORDEM + CUMULATIVIDADE/SINERGIA + CONTROLE</b>                                                              |                                                                           |       |
| <b>SIGNIFICÂNCIA</b><br>Estabelece a importância de cada impacto em relação à interferência com o meio ambiente                                            | <i>07 – 14 Moderado</i>                                                   |       |
|                                                                                                                                                            | <i>15 – 22 Significativo</i>                                              |       |

O caráter refere-se à condição do impacto em ser positivo (+), negativo (-), e a possibilidade de ocorrência ao grau de ocorrência do impacto, pois pode ter acontecido de um impacto apresentar uma alta magnitude e significância e apresentar incerteza em ocorrer, contudo, deve ser citado no estudo. O Índice de Avaliação Final do Impacto (Tabela 6.6) trata-se de uma classificação final do impacto em Impacto Adverso Relevante, Impacto Adverso Não Relevante, Impacto Positivo Relevante e Impacto Positivo Pouco Relevante. Esse índice é extraído ao multiplicar o caráter, a significância e a possibilidade de ocorrência.

A multiplicação acontece principalmente devido ao caráter externar para os valores o sinal positivo ou negativo, sinalizando se será benéfico ou adverso.

Ao classificar o impacto em Adverso Relevante, Impacto Adverso Não Relevante, Impacto Positivo Relevante e Impacto Positivo Pouco Relevante, observou-se como maiores e menores valores da multiplicação. Nesse caso, a escala irá variar em -110 a -14 e +110 a +14, sendo distribuído da seguinte forma: -110 a -63 como Impacto Adverso Relevante, -64 a -14 como Impacto Adverso Não Relevante, +110 a +63 como Impacto Positivo Relevante e +64 a +14 como Impacto Positivo Pouco Relevante.

Tabela 6.6 - Índice de avaliação final do impacto

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----|
| <b>CARÁTER OU NATUREZA</b><br>Expressa a alteração ou modificação gerada pelo uso proposto sobre um processo considerado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Positivo (Benéfico)                        | +1 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Negativo (Adverso)                         | -1 |
| <b>SIGNIFICÂNCIA</b><br>Estabelece a importância de cada impacto em relação à interferência com o meio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Moderado 07 – 14                           |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Significativo 15 – 22                      |    |
| <b>POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA</b><br>Refere-se ao grau de incerteza acerca da ocorrência de um impacto. Como se trata de uma aferição do pesquisador que faz o estudo, existem impactos que irão ocorrer com certeza e outros que existe a possibilidade.                                                                                                                                                                         | Certa                                      | 4  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Alta                                       | 3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Média                                      | 2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Baixa (Incerto)                            | 1  |
| <b>ÍNDICE DE AVALIAÇÃO FINAL DO IMPACTO =<br/> CARÁTER X SIGNIFICÂNCIA X POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                            |    |
| <b>ÍNDICE DE AVALIAÇÃO FINAL DO IMPACTO (RELEVÂNCIA)</b><br>A questão de significância dos impactos envolve critérios de contexto (área de ocorrência, região afetada, a sociedade, os interesses afetados, etc.); intensidade (severidade do impacto), e significado, envolvendo conjuntamente a severidade do impacto, a sua reversibilidade e o seu potencial de mitigação, e também critérios de análise da equipe responsável | -110 a -63 - Impacto adverso relevante     |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -64 a -14 - Impacto adverso não relevante  |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | +110 a +63 - Impacto benéfico relevante    |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | +64 a +14 - Impacto benéfico não relevante |    |

Alguns pontos devem ser levados em consideração:

- Sugere-se que a matriz seja validada com a aplicação em diferentes situações tanto em um estudo simulado, quanto real;
- Os pesos podem e devem variar, conforme a situação analisada e de acordo com a opinião dos especialistas;
- Com a variação dos pesos, as escalas de magnitude, significância e índice de avaliação final do impacto devem ser revisadas;
- Dependendo da situação, os operadores matemáticos podem variar, bem como os atributos utilizados para estabelecimento da magnitude, significância e índice de avaliação final do impacto, nesse caso, nem todos os atributos podem ou devem ser levados em consideração na análise.

## 7 ANÁLISE DO PROCESSO DE PRÉ-LICENCIAMENTO, LICENCIAMENTO E PÓS-LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Para o desenvolvimento de um projeto de geração de energia a partir do vento são necessárias várias etapas (Figura 7.1).

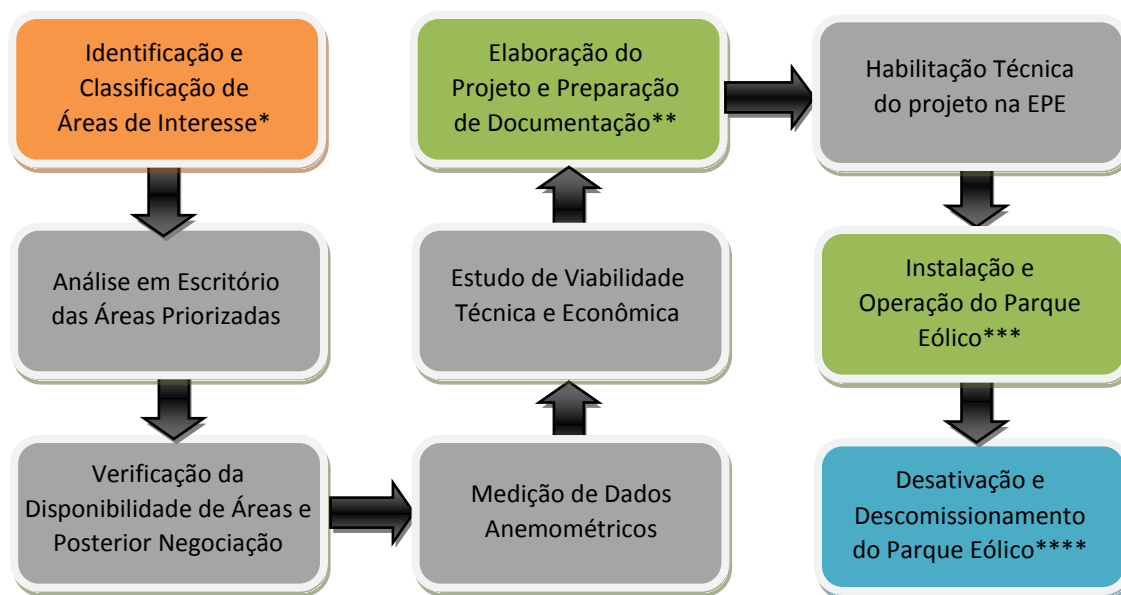


Figura 7.1 – Etapas de desenvolvimento de um projeto de geração de energia eólica. (Fonte: Adaptado de MELLO, 2014). \* Etapa de Ocorrência do Pré-Licenciamento; \*\* Etapa de Obtenção da Licença Prévia; \*\*\* Etapa de Obtenção da Licença de Instalação e Operação; \*\*\*\* Etapa de Ocorrência do Pós-Licenciamento.

A primeira etapa trata-se da identificação e classificação de áreas de interesse, ou seja, uma pré-seleção de possíveis áreas para se prospectar, que baseado em dados genéricos gratuitos, podem ser potenciais para futura instalação de parques eólicos (MELLO, 2014). Essa é a etapa considerada como pré-licenciamento.

Após a seleção dessas áreas é iniciada a verificação de disponibilidade e negociação de áreas para posterior instalação das torres anemométricas e medição dos dados de vento por 03 anos. Após esse período é confirmado o real potencial da área e inicia-se o desenvolvimento dos estudos de viabilidade técnica e econômica, como o *Micrositing*, que avalia o posicionamento dos aerogeradores na área de acordo com as restrições e o potencial eólico e estima a energia que será gerada pelo parque para, logo em seguida, reunir os documentos e cadastrar o empreendimento na EPE no qual irá aprová-lo e habilitá-lo para o

leilão. Dentre as documentações que a EPE exige, está a obtenção da licença ambiental prévia do futuro empreendimento.

Após o cadastramento do projeto, o mesmo irá para o leilão de energia e, dependendo do tipo de leilão, por exemplo, A-3, A-5 ou outro, o empreendedor deverá instalar o empreendimento para começar a operá-lo no tempo pré-determinado. Nessa etapa é necessária a obtenção da licença ambiental de instalação e posteriormente a de operação.

Após o período do tempo de vida útil do parque, cerca de 20 a 30 anos, ou as turbinas eólicas serão substituídas após nova aprovação em leilão e solicitado um novo processo de licenciamento ou empreendimento será desativado, descomissionado e a área recuperada, sendo considerado a etapa de pós-licenciamento.

## **7.1 Pré-Licenciamento**

A etapa do pré-licenciamento considerada nesse estudo refere-se a fase de seleção da área, anterior à instalação das torres anemométricas. Nesse sentido, estudos como o de Mello (2014), aponta que a etapa de análise em escritório das áreas prospectadas pré-selecionadas diminui as ocorrências posteriores de problemas socioambientais para a natureza, sociedade e empreendedores.

Essa análise de pré-licenciamento deve ser realizada principalmente pelo empreendedor enquanto responsável pela seleção da área. Em segundo momento, o órgão ambiental analisa a área a fim de verificar possíveis restrições ambientais e enquadramento quando a Resolução CONAMA N ° 462/2014. Essa resolução baliza o órgão quanto ao tipo de estudo ambiental que o empreendedor deverá apresentar, sendo geralmente, ou EIA/RIMA ou RAS. Caso a área não seja passível de licenciamento, essa etapa suspende o avanço no processo de obtenção das licenças.

Mello *et al.* (2013) aplica um estudo de caso no qual insere questões socioambientais na análise de prospecções de áreas, como os limites de APP (BRASIL, 2002a e 2002b); distância pré-determinada de residências, tanto isoladas, quanto em aglomerados urbanos, calculada através da estimativa do ruído produzido pelos aerogeradores e impactos relacionados a sombra e análise de infraestrutura baseado nas distâncias das vias de transporte e linhas de transmissão, considerando que quanto menor a existências dessas vias e linhas, maior será o custo para interligar o parque ao sistema elétrico e os acessos para transporte das

peças dos aerogeradores, desencadeando maior alteração do ambiente para se executar determinadas obras.

O recurso eólico é outro fator posto em consideração para definição das melhores áreas. Através das rugosidades do terreno, dados de vento e topografia, gera-se o recurso no software WindPRO e se obtém um mapa com as informações do potencial de vento de cada local na altura pré-determinada. A partir dessas informações, Mello et. al. (2013) calculou as áreas de cada restrição e contabilizou o percentual total de área sem restrições e com restrições para a instalação de um empreendimento eólico, comprovando a viabilidade positiva ou negativa para posterior implantação do empreendimento.

Uma análise preliminar desse tipo com ferramentas de geoprocessamento e a utilização de dados gratuitos, apresenta-se útil para o empreendedor pré-selecionar uma área, levando em consideração não apenas aspectos técnicos, mais aspectos estruturais e ambientais. A Tabela 7.1 sugere informações que podem e/ou devem ser levadas em consideração na seleção de áreas a serem prospectadas para a atividade de geração de energia eólica, desde aspectos técnicos como o potencial eólico, aspectos estruturais relacionados a parte de logística e transmissão de energia e restrições socio ambientais. Na referida tabela é também disponibilizada as fontes oficiais e a página de acesso para as informações.

Por ser uma análise preliminar, essa etapa tende a ser executada com dados gratuitos, sendo fundamental observar a escala dos dados e atualização, ou seja, se é apropriado e atende a área que se está analisando e se é um dado atualizado.

Como demonstrado nesse trabalho, os mapas de uso e cobertura do solo podem ser gerados a partir de dados gratuitos, como as imagens *Landsat* e realizada, por meio de Sensoriamento Remoto. Esse dado permite o mapeamento de muitas das APP e restrições informadas na Resolução CONAMA Nº 462/2014, como as formações dunares, planícies de deflação; mangues, áreas úmidas; mata atlântica e zona costeira.

O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomass) é um instrumento que produz e disponibiliza mapas anuais de cobertura e uso do solo para todo o Brasil. A intenção é realizar esse tipo de mapeamento de forma significativamente mais barata, rápida e atualizada por meio de processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine*.

O propósito do projeto é contribuir para o entendimento da dinâmica do uso do solo no Brasil, tendo como base o desenvolvimento e implementação de uma metodologia rápida, confiável e de baixo custo para gerar mapas anuais de cobertura e uso do solo do Brasil a partir do ano de 1985 até os dias atuais (e posterior atualização anual). Os produtos gerados podem contribuir com análises realizadas no pré-licenciamento. Esse projeto corrobora com os produtos desenvolvidos nessa tese e valida a utilização desse tipo de metodologia na aplicação para o planejamento ambiental.

Tabela 7.1—Informações que podem e/ou devem ser levadas em consideração na prospecção de áreas para a energia eólica a fim de se evitar problemas socioambientais futuros.

|                            |                                         |                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POTENCIAL EÓLICO           | Recurso Eólico Preliminar               | <a href="https://globalwindatlas.info/">https://globalwindatlas.info/</a>                                                                                                                                                             |
|                            |                                         | <a href="https://irena.masdar.ac.ae/">https://irena.masdar.ac.ae/</a>                                                                                                                                                                 |
|                            |                                         | Atlas de Potencial Eólico Brasileiro e Estaduais                                                                                                                                                                                      |
| INFRAESTRUTURA             | Rodovias                                | <a href="http://servicos.dnit.gov.br/">http://servicos.dnit.gov.br/</a>                                                                                                                                                               |
|                            | Portos                                  | <a href="http://servicos.dnit.gov.br/">http://servicos.dnit.gov.br/</a>                                                                                                                                                               |
|                            | Aeroportos                              | <a href="http://servicos.dnit.gov.br/">http://servicos.dnit.gov.br/</a>                                                                                                                                                               |
|                            | Linhas de Transmissão                   | <a href="https://gisepe.epe.gov.br/">https://gisepe.epe.gov.br/</a>                                                                                                                                                                   |
|                            | Subestações                             | <a href="https://gisepe.epe.gov.br/">https://gisepe.epe.gov.br/</a>                                                                                                                                                                   |
| RESTRIÇÕES SOCIOAMBIENTAIS | Sítios Arqueológicos                    | <a href="http://portal.iphan.gov.br/cna/pagina/detalhes/1227">http://portal.iphan.gov.br/cna/pagina/detalhes/1227</a>                                                                                                                 |
|                            | Comunidades Quilombolas                 | <a href="http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py">http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py</a>                                                                                                           |
|                            | Assentamentos                           | <a href="http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py">http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py</a>                                                                                                           |
|                            | Terras Indígenas                        | <a href="http://www.funai.gov.br/index.php/shape">http://www.funai.gov.br/index.php/shape</a>                                                                                                                                         |
|                            | Unidades de Conservação                 | <a href="http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm">http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm</a>                                                                                                                           |
|                            | Uso e Ocupação                          | <a href="http://mapbiomas.org/">http://mapbiomas.org/</a>                                                                                                                                                                             |
|                            | Rotas Migratórias de Aves               | <a href="http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_Miolo_Rotas_Migrat%C3%B3rias_2016_final.pdf">http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_Miolo_Rotas_Migrat%C3%B3rias_2016_final.pdf</a>                         |
|                            | Regiões de Sombreamento (aerogeradores) | <a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>                                                                                                                                                       |
|                            | Áreas Urbanas                           | <a href="https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default_2015.shtm?c=8">https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default_2015.shtm?c=8</a> |
|                            | Imagens Landsat e Google Earth          | <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>                                                                                                                                                         |
|                            | MDE SRTM 30m                            | <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>                                                                                                                                                         |
|                            | MDE TOPODATA                            | <a href="http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php">http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php</a>                                                                                                                                   |
|                            | APPs e/ou Restrições CONAMA 462/2014    | Mapeamento de uso e cobertura do solo por meio de imagens disponíveis gratuitas (Landsat, Google Earth, Base de Imagens disponíveis em alguns softwares)                                                                              |

Esse tipo de análise faz parte do planejamento ambiental enquanto instrumento de decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Uma ferramenta potencial para essa análise é o próprio ZEE que é um dos instrumentos mais completos de organização do território na implantação de planos, obras e

atividades públicas e privadas. Essas ferramentas são poderosas ao direcionar os melhores locais para implantação de determinado empreendimento, levando em consideração os aspectos técnicos, físicos, biológicos e antrópicos.

## 7.2 Licenciamento e Condicionantes Ambientais

Após a análise dos 25 processos solicitados ao órgão ambiental com ênfase para as licenças ambientais e condicionantes, observou-se que foram solicitadas diferentes tipologias de licenças para os parques eólicos, sendo para o parque de Alegria I e II, Miassaba III e Mangue Seco, a adoção da modalidade de Licença de Instalação (LI) e Operação (LO) e posterior Renovação de Licença de Operação (RLO) separadamente. Para o parque de Miassaba II adotou-se a Licença Simplificada de Instalação e Operação (LSIO) e posterior Renovação (RLS) e para o parque de Aratuá I e o Parque Eólico de Macau foi cedida uma Licença Simplificada (LS) e sua posterior RLS (Tabela 7.2).

Conforme dito anteriormente, no item 4.3, o potencial poluidor degradador para as usinas eólicas é considerado pequeno e o porte varia conforme a potência, sendo assim, os parques de Alegria I e II, Miassaba III e Mangue Seco foram classificados como grande porte, já o de Aratuá I e Miassaba II classificam-se como pequeno porte e o Parque Eólico de Macau como porte micro.

Salienta-se que cada alteração de projeto pelo empreendedor, como a inserção de um novo aerogerador ou mudanças de localização das turbinas, implica em uma nova análise do órgão e emissão de uma nova licença. Diante os processos analisados, para o parque de Alegria I e II foram emitidas 14 licenças, 03 para os parques de Miassaba II e Aratuá I e 09 para Miassaba III. Por não ter sido possível ter acesso a todos os processos, optou-se por não demonstrar o número total das licenças emitidas para Mangue Seco e Parque Eólico de Macau.

Tabela 7.2–Tipos de licença e quantitativos dos parques eólicos.

| Parque Eólico                 | Município | Data de Operação (Mês/Ano) | Tipo de Licenças | Porte   | Nº de Licenças |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|------------------|---------|----------------|
| Parque Eólico Piloto de Macau | Macau     | Jan/2004                   | LS               | Micro   | NA             |
| Alegria I                     | Guamaré   | Dez/2010                   | LI/LO/RLO        | Grande  | 14             |
| Alegria II                    | Guamaré   | Dez/2011                   | LI/LO/RLO        | Grande  |                |
| Miassaba II                   | Guamaré   | Dez/2011                   | LSIO/RLS         | Pequeno | 3              |
| Miassaba III                  | Macau     | Fev/2014                   | LI/LO/RLO        | Grande  | 9              |
| Aratuá I.                     | Guamaré   | Jan/2012                   | LS/RLS           | Pequeno | 3              |
| Mangue Seco 3                 | Guamaré   | Ago/2011                   | LI/LO/RLO        | Grande  | NA             |

|               |         |          |  |        |  |
|---------------|---------|----------|--|--------|--|
| Mangue Seco 2 | Guamaré | Set/2011 |  | Grande |  |
| Mangue Seco 5 | Guamaré | Nov/2011 |  | Grande |  |

Cada licença ambiental apresenta uma série de condicionantes ambientais que deverão obrigatoriamente ser cumpridas pelo empreendedor. Caso não sejam cumpridas, o empreendedor assumirá as responsabilidades jurídicas, sofrerá penalidades e perderá a licença do empreendimento. As condicionantes solicitadas para as licenças de instalação e operação dos parques eólicos foram consolidadas e agrupadas em uma planilha, conforme exposto no Apêndice II.

Essas condicionantes estão intrinsecamente ligadas às medidas mitigadoras que por vezes estão subdivididas e descritas em planos e programas ambientais básicos. O estudo ambiental já recomenda quais Planos e Programas Ambientais deverão ser implantados pelo empreendedor durante a implantação e operação do empreendimento. A Tabela 7.3exibe quais planos, programas e monitoramentos ambientais foram sugeridos nos RAS analisados, conforme material disponibilizado pelo órgão.

O projeto de drenagem de águas pluviais, de sinalização, de controle de processos erosivos e o plano de recuperação de áreas degradadas foram solicitados para 05 dos 09 parques eólicos. Já outros programas como: Plano de Monitoramento de Ruídos, Programa de Controle de Desmatamento e Plano de Educação Ambiental foram citados apenas para os parques de Mangue Seco.

O RAS do Parque Eólico de Macau não especifica os Planos e Programas Ambientais que deverão ser implantados, apenas o apresenta genericamente como “Programa de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos” com objetivos amplos que contemplam aspectos inerentes a vários programas ambientais.

Tabela 7.3– Planos e programas ambientais recomendados pelo RAS.

| <b>Planos e Programas Ambientais Recomendados pelo RAS</b> | <b>Parque Eólico Piloto de Macau*</b> | <b>Alegria I e II</b> | <b>Miassaba II</b> | <b>Miassaba III</b> | <b>Aratuá I.</b> | <b>Mangue Seco</b> |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| Projeto de Drenagem de Aguas Pluviais                      |                                       |                       |                    |                     |                  |                    |
| Projeto de Sinalização                                     |                                       |                       |                    |                     |                  |                    |
| Projeto de controle de processos erosivos                  |                                       |                       |                    |                     |                  |                    |
| Plano de recuperação de áreas                              |                                       |                       |                    |                     |                  |                    |

|                                                           |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| degradadas                                                |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Manutenção e Salvamento de Sítios Arqueológicos  |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Monitoramento de Avifauna e/ou Fauna Terrestre   |  |  |  |  |  |  |
| Projeto de Adequação das Vias de Acesso ao Empreendimento |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Gestão do Parque Eólico                          |  |  |  |  |  |  |
| Programa de Comunicação social                            |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Gestão Ambiental                                 |  |  |  |  |  |  |
| Planejamento de Obras e Gestão de SMS                     |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Monitoramento de Ruídos                          |  |  |  |  |  |  |
| Programa de Controle de desmatamento                      |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Educação Ambiental                               |  |  |  |  |  |  |

\* O RAS do Parque Eólico de Macau não especifica os Planos e Programas Ambientais, apenas o apresenta genericamente como “programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos” com objetivos amplos que contemplam aspectos intrínsecos a vários programas ambientais.

O IDEMA coloca como uma das condicionantes ambientais das licenças dos parques eólicos que: “o empreendedor deverá executar todas as medidas mitigadoras, planos e os programas ambientais previstos no relatório ambiental simplificado (RAS)” e acrescenta outras condicionantes de monitoramento ambientais não citados nos RAS. A Tabela 7.4 e a Tabela 7.5 dispõe de outros programas e monitoramentos ambientais, além dos expostos no RAS que os empreendedores deveriam seguir na fase de instalação e operação, respectivamente, conforme recomendação do IDEMA.

Tabela 7.4– Planos e programas ambientais recomendados pelo IDEMA na licença de instalação.

| <b>Planos e Programas Ambientais Recomendados pelo IDEMA na Licença de Instalação</b>                    | <b>Parque Eólico Piloto de Macau*</b> | <b>Alegria I e II</b> | <b>Miassaba II</b> | <b>Miassaba III</b> | <b>Aratuá I.</b> | <b>Mangue Seco</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| Plano de Desativação do Empreendimento                                                                   | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Monitoramento de Ruído                                                                                   | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Estudo de Análise de Risco                                                                               | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Plano de Monitoramento da Avifauna                                                                       | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos                                                               | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Projeto Executivo de Monitoramento de Processos Erosivos e de Assoreamento do Canal de Maré              | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Projeto de manutenção e conservação da dinâmica costeira na área do empreendimento e áreas de influência | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Monitoramento dos processos erosivos e deposicionais                                                     | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |
| Projeto de incentivo a atividades                                                                        | NA                                    |                       |                    |                     |                  |                    |

|                                                                                                                                                      |    |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|--|--|--|--|
| turísticas e preservação de pontos históricos                                                                                                        |    |  |  |  |  |  |
| Plano de acompanhamento e monitoramento de vestígios arqueológicos                                                                                   | NA |  |  |  |  |  |
| Plano de monitoramento e acompanhamento da influência do parque eólico na desova de tartarugas marinhas na área do empreendimento e circunvizinhança | NA |  |  |  |  |  |
| Monitoramento da linha de costa                                                                                                                      | NA |  |  |  |  |  |
| Monitoramento da taxa de erosão na praia do Minhoto e o nível médio do mar pelo período mínimo de dez anos                                           | NA |  |  |  |  |  |
| Monitoramento do perfil da praia pelo período mínimo de dez anos                                                                                     | NA |  |  |  |  |  |
| Monitoramento das correntes litorâneas na praia do Minhoto pelo período mínimo de dez anos                                                           | NA |  |  |  |  |  |
| Monitoramento das ilhas móveis encontradas no litoral do município de Guamaré-RN pelo período mínimo de dez anos                                     | NA |  |  |  |  |  |
| Programas de monitoramento relacionados à dinâmica costeira em toda área do empreendimento e também na RDSEPT                                        | NA |  |  |  |  |  |

Tabela 7.5– Planos e programas ambientais recomendados pelo IDEMA na licença de operação.

| <b>Planos e Programas Ambientais Recomendados pelo IDEMA na Licença de Operação</b>                                    | <b>Parque Eólico Piloto de Macau*</b> | <b>Alegria I e II</b> | <b>Miassaba II</b> | <b>Miassa ba III</b> | <b>Aratuá I</b> | <b>Mangue Seco</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| Monitoramento de Ruído                                                                                                 |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Plano de Desativação do Empreendimento                                                                                 |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Plano de Operação e Manutenção dos Equipamentos                                                                        |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Programa de Recuperação de Áreas Degradadas referente a áreas do canteiro de obras                                     |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Relatório Anual de Acidentes                                                                                           |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Plano de Monitoramento da Avifauna                                                                                     |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Monitoramento da Área do Parque Eólico para Evitar Invasão da População para a Atividade de Caça e Extração de Madeira |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Programa de Gerenciamento de Risco                                                                                     |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Programa de Acompanhamento e Monitoramento dos Processos Erosivos (dinâmica costeira e sedimentar)                     |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |
| Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a Operação do Empreendimento                                        |                                       |                       |                    |                      |                 |                    |

|                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Programa de Acompanhamento e Monitoramento da Dinâmica dos Aquíferos e a possível Influência do Empreendimento                                |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Acompanhamento e Monitoramento de Vestígios Arqueológicos                                                                            |  |  |  |  |  |  |
| Plano de Monitoramento e Acompanhamento da Influência do Parque Eólico na Desova de Tartarugas Marinhas                                       |  |  |  |  |  |  |
| Projeto Executivo de Monitoramento de Processos Erosivos e de Assoreamento do Canal de Maré                                                   |  |  |  |  |  |  |
| Monitoramento da Linha de Costa                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |
| Monitoramento da Taxa de Erosão na praia do Minhoto e o nível médio do mar pelo período mínimo de dez anos                                    |  |  |  |  |  |  |
| Monitoramento do perfil da praia periodicamente pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento estiver funcionando              |  |  |  |  |  |  |
| Monitoramento das correntes litorâneas na praia do Minhoto pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento estiver funcionando   |  |  |  |  |  |  |
| Monitoramento das ilhas móveis encontradas no litoral do município de Guamaré-RN pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento |  |  |  |  |  |  |

Essas tabelas foram construídas conforme interpretação e extração das informações contidas nas licenças ambientais, contudo observa-se que foram entregues relatórios de monitoramento dos quais não estão contemplados na licença analisada.

Não foi observada uma padronização na escolha e solicitação das informações ao empreendedor contidas nas licenças ambientais, ou seja, mesmo para alguns programas menos específicos, não foi observado um padrão na solicitação dos planos, programas e monitoramentos ambientais solicitados.

É sabido que cada instalação e operação de um determinado empreendimento dispõem de particularidades, sendo comum que as condicionantes e monitoramentos sejam diferentes, no entanto existem generalidades que podem ser seguidas. Por exemplo, no item 6.1, foram levantados os impactos ambientais que podem ocorrer com a instalação de eólicas e tendem a existir independentemente da localização, variando apenas conforme o modelo da máquina, como o impacto visual na paisagem; poluição sonora através da geração de ruídos emitidos pelos aerogeradores; interferências eletromagnéticas; impacto ocasionado pela sombra dos aerogeradores nas habitações e o impacto sobre a avifauna, se for uma área de

rota migratória. Nesse caso, alguns planos poderiam ser solicitados a todos os empreendimentos como o monitoramento de ruído e, especificamente para essa área de estudo, o monitoramento de avifauna. Outros programas são importantes de serem contemplados nas licenças independentemente da localização como o Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental, que se forem bem realizados, contribuem para a diminuição de conflitos com a população local, sendo o primeiro, o estabelecimento de um canal de comunicação da sociedade com o empreendedor e o segundo, incentivo à conscientização da população em relação as questões ambientais.

Com a análise dos planos e programas requeridos pelo órgão, observou-se uma preocupação em solicitar importantes monitoramentos intrínsecos à localização do empreendimento, como por exemplo, para Miassaba II, que em sua licença, foi solicitado o monitoramento dos processos erosivos e deposicionais, monitoramento da linha de costa, da taxa de erosão da praia, do nível médio do mar, do perfil da praia, das correntes litorâneas, das ilhas móveis e não apenas para a área do empreendimento, mas também para a área da RDSEPT.

Para o Alegria I e II, foram solicitados na fase de operação, monitoramento dos processos erosivos (dinâmica costeira e sedimentar) e acompanhamento e monitoramento da dinâmica dos aquíferos. No caso de Aratuá I, foi solicitado tanto para a fase de instalação, quanto operação, o projeto executivo de monitoramento de processos erosivos e de assoreamento do Canal de Maré.

A solicitação de informações específicas para esses parques denota preocupação do órgão no acompanhamento do monitoramento de aspectos físicos da área ocasionados pela sabida dinâmica dos elementos físicos existentes, impulsionados por intensos agentes meteoceanográficos locais, como já dito anteriormente. Parques como Miassaba II e Aratuá I em seu primeiro estudo ambiental (RAS) anterior à sua implantação apresentou apenas 12 impactos ambientais no total para os meios físico, biológico e antrópico, não sendo o suficiente em uma área com uma dinâmica ambiental tão acentuada. Contudo, a Licença de Instalação e Operação, mesmo que na modalidade simplificada, resultou na solicitação de monitoramentos ambientais de extrema relevância, que funcionam inclusive para o acompanhamento da integridade da estrutura do próprio parque.

Em relação as outras condicionantes, vale destacar algumas solicitadas pelo órgão como o desenvolvimento de ações para promoção de capacitação e treinamento de mão-de-

obra local. Tal condicionante reflete uma preocupação do órgão ambiental em agregar e contribuir com o retorno do empreendimento para a comunidade, incentivando qualificação profissional e absorção da mão-de-obra local para a construção.

Outra condicionante que chamou a atenção foi em relação a exigência de atendimento de no mínimo 0,5% do valor global do empreendimento como medida compensatória. A Tabela 7.6 demonstra os valores de retorno da taxa de compensação ambiental de cada parque que se realmente atendidos, podem contribuir na compensação de parte dos impactos ambientais ocasionados.

Tabela 7.6– Estimativa do valor resultante da compensação ambiental - 0,5% do valor global do empreendimento.

| Parque Eólico          | Investimento (em milhões DE REAIS) | Parcela de 0,5% do investimento (em REAIS) |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| Parque Eólico de Macau | 6,8                                | 34.000                                     |
| Alegria I              | 330                                | 1.650.000                                  |
| Alegria II             | 490                                | 2.450.000                                  |
| Miassaba II            | 55                                 | 275.000                                    |
| Miassaba III           | 242                                | 1.210.000                                  |
| Aratuá I               | 67                                 | 335.000                                    |
| Mangue Seco            | 424                                | 2.120.000                                  |

Outro ponto que chamou a atenção foi em relação a uma condicionante específica para o parque de Alegria I e II, a condicionante diz que "*O empreendedor não poderá instalar aerogeradores em Áreas de Preservação Permanentes - APP*", nesse caso, existe uma contradição do órgão, pois os aerogeradores em sua maioria foram instalados em dunas móveis que, conforme a Resolução CONAMA N° 303/2002 que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de APP, em seu Artigo 3º e Inciso XI, coloca duna como APP.

Em relação a eficiência dos programas ambientais, o IDEMA coloca como condicionante que "*Deverá ser realizada constantes avaliações quanto à aplicabilidade e eficácia dos planos, programas e projetos devendo sempre que necessário readequá-los para que os mesmos cumpram seus objetivos e metas, ou seja, a preservação, conservação e/ou recuperação ambiental*". Tal condicionante é de extrema importância se houver de fato uma análise sobre a verdadeira eficácia dos programas ambientais na minimização ou anulação dos impactos ambientais oriundos da implantação e operação do empreendimento.

FURTADO *et al.* (2005) expõe que uma das razões do insucesso de planos e programas ambientais é a falta de acompanhamento sistemático das ações, possibilitando

correções ainda durante a execução dos programas. BARÃO (2007) faz uma análise crítica do licenciamento ambiental do setor hidrelétrico, o autor atestou que o EIA/RIMA e a proposição de medidas e programas ambientais através dos Planos Básicos Ambientais (PBA), são ferramentas indispensáveis para o equacionamento de problemas ambientais, contudo não atuam plena e suficientemente para atingir o desenvolvimento sustentável. Duarte *et al* (2013) coloca como recursos necessários na gestão ambiental a utilização de indicadores. As técnicas baseadas em indicadores e índices pretende avaliar e comparar variantes para um mesmo projeto visando integrar o processo de avaliação. Os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos e devem expressar o estado do ambiente, descrever o seu funcionamento e permitir estimar as mudanças no ambiente decorrentes da ação promovida.

Por vezes os próprios programas ambientais não delimitam corretamente em seu escopo os objetivos e metas, nem tão pouco os indicadores de avaliação. Muitas vezes, os objetivos são atingidos, mas não as metas, pois não há ‘parâmetros de avaliação de desempenho ambiental’, nem ‘identificação dos indicadores de desempenho’, nem tampouco ‘métodos e unidades de medição’ ou ‘critérios de avaliação dos resultados obtidos’ (Processo TC 025.829/2010-6).

A Tabela 7.7 apresenta sugestões de indicadores de mensuração e avaliação de impactos ambientais e aponta sugestões de planos, programas e monitoramentos ambientais que poderão ser aplicados para os impactos listados na Tabela 6.1.

Tabela 7.7—Principais impactos ambientais extraídos da literatura.

| <b>IMPACTOS EXTRAÍDOS DA LITERATURA E ESTUDOS AMBIENTAIS</b>     | <b>FASES</b><br>(Implantação /Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico /Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável Ambiental relacionada a cada meio | <b>INDICADORES</b><br>Mensuração e Avaliação de Impactos Ambientais                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PLANOS, PROGRAMAS E MONITORAMENTOS AMBIENTAIS</b>                                         |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aumento/Geração de Poluição Sonora/Alteração nos níveis de ruído | Implantação/Operação                    | Antrópico                                    | População                                                     | Valor da medição em dB e comparação com ruído de fundo                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Monitoramento e Controle de Ruído                                                            |
| Geração de expectativas na população local                       | Implantação/Operação                    | Antrópico                                    | População                                                     | Registro do levantamento de expectativas advindas com o empreendimento através de registro por Programa de Comunicação Social                                                                                                                                                                                                           | Programa de Comunicação Social                                                               |
| Aumento dos problemas sociais (violência, prostituição, drogas)  | Implantação/Operação                    | Antrópico                                    | População                                                     | Número de ocorrências registradas em delegacias, hospitais, justiça, CREA e CRAS e posterior comparação com dados anteriores.                                                                                                                                                                                                           | Programa de Comunicação Social / Programa de Educação Ambiental                              |
| Pólo de atração migratório                                       | Implantação                             | Antrópico                                    | População                                                     | Quantitativo populacional de pessoas antes não residentes no município.                                                                                                                                                                                                                                                                 | Programa de Comunicação Social / Programa de Educação Ambiental                              |
| Interferência na dinâmica populacional                           | Implantação                             | Antrópico                                    | População                                                     | Quantitativo populacional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | NA                                                                                           |
| Interferência/Incômodos à população                              | Implantação/Operação                    | Antrópico                                    | População                                                     | Número de reclamações advindas com o empreendimento através de registro por Programa de Comunicação Social.                                                                                                                                                                                                                             | Programa de Comunicação Social                                                               |
| Riscos de acidente no trabalho                                   | Implantação                             | Antrópico                                    | População                                                     | Número de ocorrências de acidentes durante a implantação e operação do empreendimento.                                                                                                                                                                                                                                                  | Monitoramento de Acidentes                                                                   |
| Aumento/Diminuição na oferta de empregos/mão de obra             | Implantação/Operação                    | Antrópico                                    | Trabalho/Renda                                                | Número de postos criados e população local empregada/Número de postos fechado e desemprego da população/ Taxa de Desemprego (Cálculo com base em dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - DATASUS)                                                                                                              | Programa de Comunicação Social / Desenvolvimento de Capacitações para a População            |
| Aumento da receita tributária                                    | Implantação/Operação                    | Antrópico                                    | Trabalho/Renda                                                | Massa tributária em relação à arrecadação preexistente no município (montante recolhido R\$)                                                                                                                                                                                                                                            | NA                                                                                           |
| Aumento da renda da população                                    | Implantação/Operação                    | Antrópico                                    | Trabalho/Renda                                                | Cálculo médio da renda antes e depois da implantação e operação do empreendimento. Massa salarial gasta localmente e montante de aquisição de serviços. Valor pago aos proprietários rurais em decorrência dos royalties/Renda de Média Mensal (Razão entre o valor médio do rendimento mensal e do salário mínimo do ano 2010)/Taxa de | Plano de Comunicação Social / Plano de Educação Ambiental / Capacitação da Mão de Obra Local |

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES</b><br>(Implantação<br>/Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico<br>/Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável<br>Ambiental<br>relacionada a<br>cada meio | <b>INDICADORES</b><br>Mensuração e Avaliação de Impactos<br>Ambientais                                                | <b>PLANOS, PROGRAMAS E<br/>MONITORAMENTOS AMBIENTAIS</b>                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              |                                            |                                                 |                                                                        | Desemprego / Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de Renda e Trabalho                                               |                                                                                                                                             |
| Aumento do desenvolvimento socioeconômico                                    | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico                                       | Trabalho/Renda                                                         | Acompanhamento de Valores do IDH / Acompanhamento de Valores do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM     | NA                                                                                                                                          |
| Alteração/pressão nas condições de tráfego                                   | Implantação                                | Antrópico                                       | Infraestrutura                                                         | Porcentagem de aumento em relação ao número médio diário de tráfego preexistente/ IVS Infraestrutura Urbana           | Projeto de Adequação das Vias de Acesso do Empreendimento                                                                                   |
| Melhoria dos acessos                                                         | Implantação                                | Antrópico                                       | Infraestrutura                                                         | Calculo extensão e área de acessos melhorados e construídos com a implantação do empreendimento.                      | Projeto de Adequação das Vias de Acesso do Empreendimento                                                                                   |
| Segurança energética/Oferta de Energia                                       | Operação                                   | Antrópico                                       | Infraestrutura                                                         | Número de registros de problemas ocasionados pela falta de energia.                                                   | Programa de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável                                                                                            |
| Pressão sobre o espaço urbano e equipamentos sociais                         | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico                                       | Infraestrutura                                                         | Número de registros de procura e utilização de equipamentos urbanos / IVS Infraestrutura Urbana                       | NA                                                                                                                                          |
| Melhoria da infraestrutura de equipamentos sociais                           | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico                                       | Infraestrutura                                                         | Número de melhorias relacionado aos equipamentos urbanos (reformas, equipamentos)/ IVS Infraestrutura Urbana          | NA                                                                                                                                          |
| Incremento tecnológico da região                                             | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico                                       | Infraestrutura                                                         | NA                                                                                                                    | Plano de Comunicação Social / Plano de Educação Ambiental                                                                                   |
| Interferência/Conflito de uso do solo/terreno                                | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico                                       | Uso do Solo                                                            | Registro dos conflitos de terreno e uso do solo registrado pelo programa de Comunicação Social.                       | Plano de Comunicação Social / Plano de Educação Ambiental / Programa de Disciplinamento do Uso do Solo                                      |
| Alteração da organização sociocultural e política da região                  | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico                                       | Aspectos culturais e de organização social e política                  | NA                                                                                                                    | Plano de Comunicação Social / Plano de Educação Ambiental / Projeto de Incentivo a Atividades Turísticas e Preservação de Pontos Históricos |
| Interferência/Incentivo da Desigualdade social                               | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico                                       | População/<br>Aspectos culturais e de organização social e política    | IVS Capital Humano                                                                                                    | Plano de Comunicação Social / Plano de Educação Ambiental / Capacitação da Mão de Obra Local                                                |
| Risco de Acidentes com Avifauna                                              | Operação                                   | Biológico                                       | Fauna                                                                  | Número do registro de acidentes com a avifauna e registro do número de aves antes, durante e posterior a implantação. | Monitoramento de Avifauna                                                                                                                   |
| Perda/Redução de habitats (supressão de recursos, de abrigo e de refúgio)    | Implantação                                | Biológico                                       | Fauna                                                                  | Superfície afetada (cálculo de área)                                                                                  | Plano de Recuperação de Áreas Degradadas / Programa de Supressão da Vegetação                                                               |

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES</b><br>(Implantação/<br>Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico<br>/Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável<br>Ambiental<br>relacionada a<br>cada meio | <b>INDICADORES</b><br>Mensuração e Avaliação de Impactos<br>Ambientais                                                                       | <b>PLANOS, PROGRAMAS E<br/>MONITORAMENTOS AMBIENTAIS</b>                     |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Afugentamento da fauna provocada por ruído e vibrações                       | Implantação/<br>Operação                   | Biológico                                       | Fauna                                                                  | Número de registros de afugentamento de fauna antes, durante e posterior a implantação. Monitorar afugentamento de fauna em áreas habitadas. | Programa Ambiental de Resgate e Salvamento de Fauna                          |
| Perda/Redução de espécies da fauna                                           | Implantação                                | Biológico                                       | Fauna                                                                  | Registro das espécies de fauna antes, durante e posterior a implantação.                                                                     | Monitoramento de Fauna / Programa Ambiental de Resgate e Salvamento de Fauna |
| Riscos de acidentes com animais                                              | Implantação                                | Biológico                                       | Fauna                                                                  | Número de ocorrência de acidentes com a fauna.                                                                                               | Monitoramento de Fauna e Avifauna/ Programa de Proteção da Fauna             |
| Perda/Alteração da cobertura vegetal (espécimes vegetais)                    | Implantação                                | Biológico                                       | Flora                                                                  | Superfície afetada (cálculo de área)                                                                                                         | Acompanhamento da Supressão de Vegetação / Programa de Resgate da Flora      |
| Interferência da vegetação com deposição de poeira                           | Implantação                                | Biológico                                       | Flora                                                                  | Monitoramento da vegetação em locais propícios ao levantamento de poeira como perto de acessos de pícarra.                                   | Programa de Controle de Material Particulado                                 |
| Interferência na fauna e flora                                               | Implantação                                | Biológico                                       | Fauna/Flora                                                            | Número de ocorrências durante e posterior a implantação.                                                                                     | Programa de Proteção da Fauna e Flora                                        |
| Redução das emissões de GEE                                                  | Operação                                   | Físico                                          | Clima                                                                  | Cálculo do percentual de emissões evitado                                                                                                    | Programa de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável                             |
| Interferência Eletromagnética                                                | Operação                                   | Físico                                          | Clima                                                                  | NA                                                                                                                                           | NA                                                                           |
| Alteração na qualidade do ar                                                 | Implantação                                | Físico                                          | Clima                                                                  | Quantidade emitida para a atmosfera em relação a outras fontes na região                                                                     | Programa de Controle de Material Particulado                                 |
| Indução de processos erosivos                                                | Implantação                                | Físico                                          | Solo                                                                   | Superfície afetada (cálculo de área), taxa de perda do solo (t/ha.ano)                                                                       | Monitoramento de Processos Erosivos                                          |
| Risco de Contaminação do solo                                                | Implantação                                | Físico                                          | Solo                                                                   | Superfície afetada (cálculo de área). Análises comparativas antes e posterior a implantação                                                  | Monitoramento da Contaminação do Solo                                        |
| Alteração da taxa de infiltração/permeabilidade natural                      | Implantação                                | Físico                                          | Solo                                                                   | Superfície afetada (cálculo de área e volume)                                                                                                | Monitoramento da Dinâmica Hídrica e do Solo                                  |
| Alteração nas características físicas do solo                                | Implantação                                | Físico                                          | Solo                                                                   | Superfície afetada (cálculo de área). Análises comparativas antes e posterior a implantação                                                  | Monitoramento das Alterações Físicas do Solo                                 |

| <b>IMPACTOS<br/>EXTRAÍDOS DA<br/>LITERATURA E<br/>ESTUDOS<br/>AMBIENTAIS</b> | <b>FASES</b><br>(Implantação<br>/Operação) | <b>MEIO</b><br>(Físico/Biológico<br>/Antrópico) | <b>VARIÁVEL</b><br>Variável<br>Ambiental<br>relacionada a<br>cada meio | <b>INDICADORES</b><br>Mensuração e Avaliação de Impactos<br>Ambientais                                           | <b>PLANOS, PROGRAMAS E<br/>MONITORAMENTOS AMBIENTAIS</b>                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alteração da dinâmica hídrica subterrânea                                    | Implantação                                | Físico                                          | Recursos Hídricos                                                      | NA                                                                                                               | Monitoramento da Dinâmica Hídrica Subterrânea                                                                          |
| Alteração da dinâmica hídrica superficial                                    | Implantação                                | Físico                                          | Recursos Hídricos                                                      | Concentração ambiental de poluente, índice de qualidade das águas                                                | Monitoramento da Dinâmica Hídrica Superficial                                                                          |
| Alteração da qualidade do recurso hídrico superficial/subterrâneo            | Implantação                                | Físico                                          | Recursos Hídricos                                                      | Concentração ambiental de poluente, índice de qualidade das águas                                                | Monitoramento dos Aquíferos Livres e Subterrâneos                                                                      |
| Alteração do uso/ocupação/cobertura do solo                                  | Implantação                                | Físico                                          | Uso do Solo                                                            | Superfície afetada (cálculo de área) comparando com o uso, ocupação e cobertura do solo anteriormente existentes | Monitoramento e Acompanhamento do Uso e Cobertura do Solo / Programa de Disciplinamento do Uso do Solo                 |
| Alteração da topografia                                                      | Implantação                                | Físico                                          | Topografia                                                             | Volumes de solo e material removido (m³)                                                                         | Acompanhamento das Alterações Topográficas                                                                             |
| Interferência em áreas de Preservação Permanente – APP                       | Implantação                                | Físico                                          | Paisagem                                                               | Superfície afetada (cálculo de área) de alteração em Áreas de Preservação Permanente.                            | Monitoramento e Acompanhamento do Uso e Cobertura do Solo                                                              |
| Alteração na dinâmica do ecossistema                                         | Implantação                                | Físico                                          | Ecossistema                                                            | NA                                                                                                               | Monitoramento da Dinâmica do Ecossistema                                                                               |
| Riscos de acidentes ambientais                                               | Implantação                                | Físico                                          | Ecossistema                                                            | Número de ocorrências de acidentes durante a implantação e operação do empreendimento.                           | Monitoramento de Riscos Ambientais / Programa de Treinamento e Capacitação dos Técnicos da Obra em Questões Ambientais |
| Perda de patrimônio arqueológico não manifesto                               | Implantação                                | Físico                                          | Arqueologia                                                            | NA                                                                                                               | Plano de Manutenção e Salvamento de Sítios Arqueológicos                                                               |
| Incentivo ao desenvolvimento sustentável                                     | Operação                                   | Físico/Biológico/<br>Antrópico                  | Ecossistema                                                            | NA                                                                                                               | Programa de Educação Ambiental / Programa de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável                                      |
| Impacto visual / Alteração da Paisagem Natural                               | Implantação/<br>Operação                   | Antrópico/Físico                                | População/Paisagem em                                                  | Dimensões das áreas visíveis, número de pessoas que potencialmente verão o projeto                               | Programa de Comunicação Social                                                                                         |

Ao analisar o licenciamento ambiental e as condicionantes ambientais, podem-se fazer as seguintes observações e sugestões:

- Não é possível observar uma padronização em relação a solicitação das condicionantes ambientais das licenças de instalação e operação dos parques eólicos analisados, mesmo tendo a repetição de condicionantes em algumas situações, as mesmas tendem a ser aleatórias e não seguem uma sequência aparente;

- É importante o estabelecimento de uma listagem de condicionantes comuns a todos os empreendimentos, para em seguida, listarem critérios específicos e comuns apenas à determinado empreendimento;

- Não foi observado nos processos analisados a emissão de Termos de Referência (TRs) com conteúdo mínimo a ser contemplado nos Planos, Programas e Monitoramentos Ambientais; a inexistência desse tipo de procedimento contribui para a amplitude na metodologia de execução dos monitoramentos, o que pode implicar no recebimento tanto de trabalhos superficiais, quanto mais completos;

- A elaboração desses TRs para os programas de monitoramento colaboraria para a eficácia de aplicação do plano/programa e uniformizaria a avaliação por parte dos analistas ambientais, ou seja, dependendo do contexto, a opinião técnica pode variar, podendo ocasionar em decisões diferentes para situações similares;

- A criação de procedimentos é eficaz na definição de condicionantes para as licenças ambientais, lembrando que estabelecer procedimentos não significa que todas as licenças sejam iguais, mas podem funcionar como um guia para os analistas ambientais na determinação das condicionantes e análise dos relatórios;

- A criação de um TR específico para a avaliação da aplicabilidade e eficácia dos planos, programas e projetos já com sugestão de indicadores de avaliação, contribuiria para a verificação não apenas do cumprimento da condicionante, mas para comprovação de que a mitigação do impacto está sendo atingida, pois tão importante quanto aplicar uma medida mitigadora, é avaliar se ela realmente é eficaz;

- Exigência por parte do órgão ambiental de que os Planos e Programas Ambientais tenham objetivos claramente definidos e metas devidamente estabelecidas, com indicadores mensuráveis que possam ser utilizados para avaliar a eficácia de cada programa ambiental;

- Acriação de um Manual de Boas Práticas para que planos e programas desenvolvidos com sucesso para alguns empreendimentos se tornem exemplos a serem seguidos por outros empreendimentos;
- O estabelecimento de procedimentos otimizaria o tempo da equipe de analistas ambientais e atribuiria agilidade ao processo de licenciamento ambiental.

### **7.3 Pós-Licenciamento e Descomissionamento**

O Pós-Licenciamento remete-se a etapa posterior a operação do parque eólico, ou seja, sua desativação. As turbinas eólicas apresentam tempo de vida útil de aproximadamente 20 anos a 30 anos, que coincide com os contratos de venda de energia. Após esse período, ou é realizada uma nova habilitação técnica, participação novamente em leilão de energia, novo processo de licenciamento ambiental e troca das turbinas e/ou instalação de novas, sendo essa etapa denominada de repotenciação ou o parque eólico é completamente desativado e descomissionado.

Existe uma pesquisa executada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) que analisou procedimentos de licenciamento ambiental em obras de infraestrutura (Processo TC 025.829/2010-6). O objetivo do levantamento foi identificar pontos que pudessem ser aperfeiçoados em todo o processo. O relatório coloca que o procedimento de avaliação do pós-licenciamento é uma etapa fundamental para a efetividade do processo de licenciamento ambiental, mas que ainda não é realizado sistematicamente e que não há um procedimento padronizado para o pós-licenciamento, nem critérios que permitam analisar os resultados obtidos quanto à eficácia da mitigação de impactos e das medidas adotadas para mitigá-los.

Desta forma, é comprovado que o pós-licenciamento segue atrelado aos resultados obtidos com a implantação de monitoramentos, planos e programas ambientais que foram executados ao longo dos anos de construção e operação do empreendimento, assim, se não houver controle da efetividade desses planos, a avaliação do pós-licenciamento estará comprometida. Grande parte das pesquisas estão voltadas para os EIA e AIA, o que torna a abordagem ao tema pós-licenciamento, avaliação da efetividade dos planos e programas ambientais e eficácia da implantação das medidas mitigadoras em segundo plano.

A etapa do Pós-Licenciamento engloba também o descomissionamento do parque eólico, ou seja, a desativação do empreendimento cujas etapas são: i) o desmonte dos

aerogeradores; ii) a destinação final ambientalmente adequada dos materiais e equipamentos e iii) a recuperação da área desmobilizada.

No Brasil, ainda não foi registrada a desativação de nenhum parque eólico, ou seja, não temos ainda a experiência do descomissionamento de parques eólicos, contamos hoje apenas com a experiência internacional, sendo necessária a preparação para essa fase quando vier a ocorrer. O IDEMA já solicita nas licenças um plano de desativação do empreendimento, caso o empreendedor encerre suas atividades, em atendimento ao Art. 53 da Lei Complementar Estadual nº 272/04.

O respectivo Artigo 53, em seu Parágrafo 1º que a comunicação ao órgão ambiental sobre a desativação deverá ser acompanhada, do referido Plano de Desativação que contemple a situação ambiental existente e, se for o caso, informe a implementação das medidas de restauração e de recuperação da qualidade ambiental das áreas que serão desativadas ou desocupadas. O Parágrafo 2º coloca que após a restauração ou recuperação da qualidade ambiental, o empreendedor deverá apresentar um relatório final, acompanhado das respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica, atestando o cumprimento das normas estabelecidas no Plano de Desativação.

O Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (em inglês *Ministry of the Environment and Climate Change Resources*- MOECC) de Ontário, no Canadá, solicita em seu *check list* para aprovação de projetos de energia renovável informações quanto ao descomissionamento como procedimentos para desmontagem ou demolição da instalação do empreendimento eólico, descrição das atividades relacionadas à restauração de qualquer ecossistema afetado negativamente pela instalação e os procedimentos para gerenciar a destinação dos materiais e resíduos, similar a um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) (MOECC, 2009).

Já o Setor de Planejamento e Desenvolvimento Econômico do Havaí aponta alguns aspectos sobre a desativação do empreendimento. O proprietário será o responsável pelos custos do descomissionamento do parque que deve incluir as despesas com a desmobilização dos componentes dos aerogeradores como as turbinas eólicas, torres, edifícios, cabos, componentes elétricos, fundações e quaisquer outras instalações associadas e o desmonte deverá ocorrer obrigatoriamente no máximo após 11 meses da paralisação das atividades. Caso o empreendedor não execute a desativação, a legislação do Havaí coloca que o dono da propriedade deverá tomar as medidas necessárias para concluir o

descomissionamento. Para isso, o acordo entre o dono do parque e o proprietário da terra deve contemplar segurança financeira para a realização desse serviço. Como parte do descomissionamento, o empreendedor deverá restaurar a área utilizada e modificada o mais próximo às condições originais como antes da instalação do parque.

Em relação aos aspectos de descomissionamento, é possível fazer as seguintes observações:

- A avaliação da efetividade dos parques eólicos é fundamental para a análise do pós-licenciamento da área, pois é através dela que se verifica se as medidas mitigadoras foram realmente eficientes e com isso, pode-se destacar quais áreas e impactos merecerão maior destaque no Plano de Desativação do empreendimento e nas medidas de descomissionamento;
- É necessário que o órgão já crie procedimentos para o descomissionamento, incluindo quais documentos, estudos e análises deverão ser realizados pelo empreendedor;
- Outro ponto relevante é a solicitação de provisionamento de recursos advindos com o lucro da venda de energia por um determinado tempo, a fim de garantir que o empreendedor terá recursos para realizar o descomissionamento corretamente;
- Importante realizar uma análise socioeconômica para o descomissionamento, pois caso o empreendimento tenha contribuído para a geração de empregos, aumento da renda familiar e da receita tributária, a sua desativação poderá implicar na diminuição desses recursos;
- Importante analisar o impacto à segurança energética com possíveis desativações do parque;
- O mercado da reciclagem deverá estar preparado para receber os resíduos em caso da desativação da estrutura do parque;
- Após a execução do Plano de Desativação, incluindo a recuperação das áreas, é importante o órgão ambiental incluir em seus procedimentos uma vistoria técnica com vistas a realizar uma reunião com registro de ata entre o proprietário do terreno e do parque a fim de resolver questões sobre a aceitação do estado da área após a recuperação.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É inegável o crescimento da indústria da energia eólica no Nordeste do Brasil, sobretudo em ambientes naturais de alta fragilidade e vulnerabilidade ambiental, como as zonas costeiras. Hoje o RN já dispõe de 151 parques eólicos em operação, sendo que os primeiros foram instalados em áreas naturais formadas por dunas fixas, dunas móveis, faixa de praia, zona de entorno de manguezais, planície flúvio-estuarina e em setores com predomínio da caatinga.

No aspecto legal, a Legislação Ambiental brasileira permite a instalação dessas usinas em APP devido a atividade referente à energia ser enquadrada como de utilidade pública. Diante desse caráter não impeditivo legal para a ocupação da zona costeira com parques eólicos, mesmo sendo áreas comprovadamente frágeis, no ato do licenciamento, resta a iniciativa de exigências quanto à elaboração de estudos ambientais consistentes, que minimizem os impactos ambientais advindos da implantação, em todas as etapas, dos empreendimentos.

A Legislação Federal considerava, até meados do ano de 2014, as usinas eólicas como de baixo impacto ambiental e de pequeno porte e, desse modo, exigia apenas o RAS, independentemente da localização do empreendimento. Em junho de 2014, foi aprovada a Resolução CONAMA nº 462 (BRASIL, 2014), cujo objeto é o licenciamento ambiental para empreendimentos de geração de energia eólica, no qual se passou a exigir o EIA, que se remete a um estudo mais complexo para usinas localizadas em áreas de significativa relevância ambiental, como APP, comumente observada em zonas costeiras.

Portanto, ao considerarem-se esses aspectos, é importante que o órgão ambiental licenciador dessa atividade utilize em suas tomadas de decisões sobre novas ocupações, as ferramentas de planejamento ambiental fundamentais na organização, ordenamento e articulação do uso e cobertura do solo, em virtude da promulgação do desenvolvimento sustentável.

Assim, essa Tese de Doutorado objetivou analisar o panorama do licenciamento ambiental para parques eólicos no contexto do planejamento ambiental e do direcionamento das tomadas de decisão sobre as novas ocupações, a partir da análise de uso e cobertura do solo de parte do Litoral Setentrional do RN, no recorte temporal de 1988 a 2018. Trata-se de uma revisão alusiva à evolução dos aspectos normativos e regulamentadores do licenciamento federal e nos principais estados produtores de energia por fonte eólica e a análise dos aspectos

teóricos e metodológicos de AIA, e que permitiu a proposição de uma metodologia e de sugestões a serem consideradas nas etapas de pré-licenciamento, licenciamento e pós-licenciamento das usinas eólicas.

A Tese de Doutorado demonstrou que a análise multitemporal do uso e cobertura do solo é uma ferramenta relevante para subsidiar o planejamento ambiental, pois permite compreender as correlações entre os fatores do meio físico, biótico e antrópico. Nesse tipo de análise são destacadas as tendências ocorridas quanto às pressões antrópicas e às alterações naturais, devido à intensa dinâmica do ambiente costeiro, com vistas às novas prospecções de uso do solo e na perspectiva que se garantam, futuramente, explorações socioeconômicas sustentáveis.

Mesmo com a visão apregoada de ser uma “energia limpa”, a energia eólica é uma atividade antrópica que desencadeia impactos ambientais negativos e, conforme demonstrado para a área de estudo, foi fundamentalmente ocupada em áreas naturais antes não exploradas e de elevada relevância ecossistêmica, levando em consideração que a própria área já vinha sofrendo pressões a ter outras atividades socioeconômicas ocupadas também em áreas naturais frágeis, como a comprovada expansão da salicultura e carcinicultura que expandiram, essencialmente, sobre setores de planícies flúvio-estuarina.

O estudo multitemporal da dinâmica do ambiente torna-se então uma ferramenta fundamental no planejamento territorial, podendo de fato ser uma ferramenta que embase proposições e conduza estudos sobre alternativas locais, por exemplo, frente às novas ocupações, pois correlacionam o uso e cobertura do solo, ou seja, a avaliação conjunta entre os espaços naturais, ainda existentes, e aqueles já antropizados. Tais resultados podem ser incorporados pelos gestores, no aspecto qualitativo e quantitativo, por serem relevantes na estimativa de ações preventivas e, até mesmo, pautar normativas que permitam controlar os impactos socioambientais sobre o uso sustentável do território. Portanto, adverte-se que as decisões sobre novas ocupações em áreas com relevante valor ecossistêmico sejam analisadas à luz das mudanças temporais dos usos e cobertura do solo, considerando a dinâmica do ambiente, seu grau de vulnerabilidade e fragilidades naturais e ambientais e eventuais futuros conflitos socioambientais, com base em ferramentas de planejamento ambiental, que permitem prevenir e mitigar os impactos socioambientais negativos e, consequentemente, uma melhoria na utilização da zona costeira.

Quando não há uma proposição ou alternativa locacional adequada para o empreendimento, é importante a elaboração de estudos ambientais completos e que tragam o real propósito de apresentar a viabilidade do empreendimento, quando comparado os impactos socioambientais negativos e positivos que poderão advir. O estudo de impacto ambiental de qualidade inferior pode identificar apenas superficialmente, de modo insuficiente, ou mesmo não identificar os reais impactos sucedidos com a instalação e a operação do empreendimento, omitindo a equação completa de benefícios e ônus do empreendimento. Tal consequência pode apresentar maiores proporções quando, além de estudos simplificados, os estudos são mal elaborados, carentes de dados ou baseados em dados generalizados.

A Resolução CONAMA nº 462/2014 incumbe a cada órgão licenciador estadual o enquadramento quanto ao impacto ambiental dos empreendimentos de geração de energia eólica, considerando o porte, a localização e o potencial poluidor, que podem variar de estado para estado. Tal variação também foi demonstrada na Tese de Doutorado, que realizou uma análise dos marcos regulatórios dos principais estados produtores de energia eólica, diante da variação da classificação quanto ao porte, além da classificação quanto ao potencial poluidor/degradador. O RN considera o porte, conforme a potência gerada pelo empreendimento e seu potencial poluidor/degradador, em qualquer circunstância, é considerado pequeno.

A análise dos RAS para os parques eólicos na área de estudo constatou: ausência na identificação de determinados impactos; confusão na identificação dos aspectos e impactos ambientais; indicação de impactos genéricos; generalizações de impactos, ao agrupá-los em um único tema/título; omissão de dados e das justificativas quanto ao emprego da metodologia para elaboração da matriz de impactos; e, tendência a supervalorização dos impactos positivos.

A avaliação de impactos ambientais é o fator mais relevante para a tomada de decisão por parte do órgão público de licenciamento e fiscalização, por isso a identificação, classificação e descrição apropriada dos impactos ambientais deve ser muito bem explicitada. Contudo, nos RAS analisados constatou-se que os impactos ambientais foram descritos de modo sucinto e, em muitos dos casos, com pouca clareza quanto aos critérios empregados, além de pobreza de informações, no geral, o que incidiu igualmente sobre as medidas mitigadoras ou compensatórias. As conclusões dos RAS também não evidenciaram de modo

argumentativo, a viabilidade na implantação do empreendimento, utilizando frequentemente caracteres subjetivos, sem o referido embasamento no estudo realizado.

Diante dessas constatações, a Tese de Doutorado trouxe contribuições quando ao processo de Avaliação de Impactos Ambientais, apresentadas a seguir de maneira sumarizada:

a) A Tabela 6.1 apresentou uma listagem geral de impactos ambientais que poderiam vir a ocorrer com a instalação de impactos eólicos, sendo classificados conforme a fase de ocorrência (implantação e operação), meio (físico, biológico e antrópico) e a variável socioambiental decorrente de cada meio. Propõe-se a listagem como uma lista de verificação (*checklist*), de modo apenas norteador. A intenção é que o usuário refine a lista, em conformidade com as especificidades locais, ao amadurecimento sobre o tema e com acesso aos diagnósticos socioambientais primários e secundários da área específica de estudo. Esse *checklist*, pode ser utilizado pelo órgão ambiental licenciador, contribuindo na análise técnica dos estudos ambientais apresentados pelo empreendedor. Trata-se de um referencial para os analistas ambientais utilizarem ao analisarem os estudos de impacto ambiental, nivelando as interpretações da equipe técnica, independentemente do conhecimento e experiência dos membros da equipe;

b) Os fluxogramas decisórios de pensamento foram desenvolvidos como recomendação a que sejam considerados na análise e posterior decisão sobre a classificação dos impactos ambientais, nos diferentes atributos fundamentais na avaliação do seu nível de importância. Como o contexto de impactos ambientais não é plausível de uma classificação padrão comum, em virtude da variedade de aspectos envolvidos na decisão, tais como o tipo do empreendimento, o porte e o potencial poluidor/degradador, reforça-se a importância em se esclarecer, técnica e cientificamente, sempre que possível, à forma como o impacto ambiental foi classificado. Tais fluxogramas aumentam a clareza no pensamento, apresentam a estratégia empregada e aumentam a justificativa na decisão sobre a classificação do impacto ambiental;

c) A proposta da matriz de impactos ambientais foi realizada a partir da adaptação da Matriz de Leopold e estabeleceu os critérios de definição da magnitude, significância e posterior avaliação final do impacto ambiental, por meio da combinação de atributos, a fim de diminuir a subjetividade impressa ao método. Ou seja, alguns atributos podem ser escolhidos, a partir de critérios menos subjetivos e passíveis de justificativa, enquanto outros, como a magnitude e a significância, são repletos de subjetivismo no qual a classificação pode sofrer

interferência pela opinião do analista; atribuir critérios técnicos a esses atributos contribui para a objetividade da classificação dos impactos ambientais e no processo de AIA, de modo geral. Recomenda-se, portanto, a aplicação prática da proposta metodológica para validação da matriz proposta e, caso necessário, posterior adaptação e refinamento de suas variáveis. Os pesos e valores empregados na Tese de Doutorado para a elaboração da matriz foram sugestões, os quais podem ser alterados pelo analista, como igualmente as escalas de classificação e os operadores matemáticos para a definição da magnitude, significância e índice de avaliação final do impacto ambiental.

Ao final, foi possível realizar críticas e apontar sugestões na fase do pré-licenciamento, licenciamento e pós licenciamento:

a) É fundamental a análise da área anterior até à instalação das torres anemométricas. Uma análise preliminar com ferramentas de Geoprocessamento e a utilização de dados disponíveis gratuitamente por órgãos oficiais, ou de mérito científico reconhecido, apresenta-se útil ao empreendedor no pré-selecionamentode uma área de interesse, considerando-se não apenas os aspectos técnicos, mas aspectos estruturais e ambientais, evitando assim conflitos socioambientais na fase do licenciamento;

b) Para o licenciamento ambiental foi recomendada a elaboração de procedimentos a serem considerados na licença prévia, de instalação e operação do empreendimento, entre os quais sugere-se: estabelecer uma listagem de condicionantes comuns a todos os empreendimentos para, em seguida, listarem critérios específicos e comuns apenas à determinado tipo de empreendimento; elaborar TR para os monitoramentos, planos e programas ambientais; criação de um TR específico para a avaliação da aplicabilidade e eficácia dos planos, programas e projetos, já com sugestão de indicadores de avaliação, definição de objetivos, metas e indicadores mensuráveis e que possam ser utilizados na avaliação da eficácia de cada programa ambiental, como sugerido na Tabela 7.7, quanto aos indicadores de mensuração e avaliação de impactos ambientais, e na Tabela 6.1 que aponta sugestões de planos, programas e monitoramentos ambientais que poderão ser aplicados para os impactos listados; criação de um Manual de Boas Práticas para que planos e programas desenvolvidos com sucesso para alguns empreendimentos se tornem exemplos a serem seguidos por outros empreendimentos;

c) Nos aspectos de descomissionamento foi sugerida a elaboração de procedimentos para o descomissionamento, incluindo a listagem de quais documentos,

estudos e análises deverão ser realizados pelo empreendedor; a solicitação de provisionamento de recursos advindos com o lucro da venda de energia por um determinado tempo, a fim de garantir que o empreendedor tenha recursos para a realização correta e em conformidade do descomissionamento.

Recomenda-se ainda, como trabalhos futuros decorrentes da Tese de Doutorado, o emprego dos procedimentos propostos para as etapas de licenciamento e pós-licenciamento, as quais somente serão efetivamente desenvolvidas a partir da vivência diária do órgão ambiental, no estabelecimento de rotinas junto à equipe de analistas, que garanta maior eficiência no processo e no caráter técnico-científico-jurídico aos procedimentos de licenciamento ambiental.

O processo de licenciamento ambiental deve avaliar frequentemente suas carências e intensificar os aspectos positivos, ao diminuir o excesso de subjetividade, estabelecer procedimentos que não generalizem o processo, aumentar os aspectos técnicos científicos, garantir recomendações que promovam a real efetividade das medidas mitigadoras. Ainda, deve estar aliadas às ferramentas tecnológicas de planejamento ambiental, que ofereçam subsídios e contribuições ao planejamento e ordenamento territorial adequado, garantindo maior equilíbrio do homem com os ecossistemas, superando as barreiras em que os instrumentos de planejamento ambiental são teoricamente eficazes mas, na prática, são ineficientes na garantia do desenvolvimento sustentável.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEEOLICA (Associação Brasileira de Energia Eólica). Boletim Anual de 2018. São Paulo: ABEEOLICA, 2018.

ABEEÓLICA. <http://abeeolica.org.br/>, 2019. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/>. Acesso em: 05 de julho de 2019.

ABNT. NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT. NBR 10152: Acústica – Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ABRADEE. <http://www.abradee.org.br/>. Disponível em <http://www.abradee.org.br/setor-eletrico/leiloes-de-energia/>. Acesso em 10 abril de 2018.

ACHON, C. L.; SOARES, L. V.; MEGDA, C. R. Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Rio de Janeiro, ABES, p.1-9, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, ANDEE. Atlas de energia elétrica do Brasil, Brasília (2005).

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília: ANEEL, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Informações de Geração, BIG - Banco de Informações. 2019.

ALMEIDA F. F. F.; HASSUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 2, 1977, Campina Grande, PB. Anais... Campina Grande, PB, 1977, p. 242-258.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, A. L. Cartografia Temporal e Análise Geoambiental da Dinâmica da Foz do Rio Piranhas-Açu, Região de Macau-RN, com base em Imagens Landsat 5-TM. 2001. 0 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

AMARANTE, O. A. C.; SILVA, F. J. L.; RIOS FILHO, L. G. Atlas do potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte. Camargo Schubert Engenharia Eólica, COSERN/Iberdrola Empreendimentos do Brasil, v. 47, 2003.

AMARANTE, Odilon A. C., *et al.* Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Brasília: MME, 2001.

AMARO, V. E.; LIMA, F. G. F.; SANTOS, M. S. T. An evaluation of digital elevation models to short-term monitoring of a high energy barrier island, Northeast Brazil. *International Journal of Geological and Environmental Engineering*, v. 76, n. 4, p. 317-324, 2013.

ANGELIM, L.A.A., MEDEIROS, V.C., NESI, J.R. Projeto Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. Programa Geologia do Brasil - PGB. Recife: CPRM/FAPERN, 2006.

ARARIPE, P.T.; FEIJÓ, F.J. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências*, RJ, 1994, v.8, n°.1.

ARAÚJO, S. M. V. G. de A.. In: GANEM, Roseli Senna (org.). *Legislação brasileira sobre meio ambiente*. Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015

ARRUMAR MAIA, 2010 PARA MAIA; BEZERRA; CLAUDINO-SALES, 2010 – Maia, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; CLAUDINO-SALES, V.. GEOMORFOLOGIA DO NORDESTE: CONCEPÇÕES CLÁSSICAS E ATUAIS ACERCA DAS SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO NORDESTINAS. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, Set. 2010. MAIA; BEZERRA; SALES, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001:2015: sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Terceira Edição. Data 06.10.2015.

AZEVEDO, J. P. M.; NASCIMENTO, R. S. N.; I. B.SCHRAM. Energia Eólica e Impactos Ambientais: um Estudo de Revisão. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba, 2016.

BAKKER, R. H. *et al.* Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress. *Science of the Total Environment*, vol. 425, p. 42-51. 2012.

BANCO MUNDIAL (WORLD BANK). *Environmental Assessment Sourcebook – Volume I and II – Policies, procedures, and cross sectorial issues*. Word Bank Technical Paper 139, Washington, 1991.

BARÃO, M. A. Avaliação crítica do licenciamento ambiental como ferramenta para o desenvolvimento sustentável – estudo de caso do setor hidrelétrico. Dissertação (PósGraduação em Engenharia de Recursos Hídricos). Curitiba, 2007.

BARCELLA M. S.; BRAMBILLA, F. R.. Energia Eólica e os Impactos Socioambientais: Estudo de Caso em Parque Eólico do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais*, Canoas, v.6, n.2, p. 5 a 18, 2012 / ISSN 1981-8858

BARRETO, A. M. F.; SUGUI, K., BEZERRA, F. H. R. TATUMI, S. H., YEE, M., GIANNINI, P. C. F. Geologia e Geomorfologia do Quaternário Costeiro do Estado do Rio Grande do Norte. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1-12, outubro 2004.

BECHELLI, C. B. Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, Porto Alegre. 2010.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BOLÒS CAPDEVILA, M. Manual de ciência del paisaje. Barcelona: Masson, 1992.

BRADSHAW, M. Global Energy Dilemmas: A Geographical Perspective. Geographical Association Annual Conference and Exhibition 2013. Disponível em <http://www2.le.ac.uk/departments/geography/people/mjb41>.

BRANNSTROM, C. *et al.* Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. Renewable & Sustainable Energy Reviews, v. 67, p. 62-71, 2017.

BRASIL (CEMA). Resolução nº 06 de 29 de julho de 2008 – Sergipe. Dispõe sobre procedimentos administrativos do licenciamento ambiental.

BRASIL (PNMA). Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. A Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, 1981.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental, 1997.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental, 1997.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Publicado no D.O.U.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Publicado no D.O.U.

BRASIL, Resolução CONAMA N° 462 de 24 de julho de 2014. Estabelecimento de procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA n.º 279, de 27 de julho de 2001, 2014.

BRASIL, Resolução CONAMA N° 462 de 24 de julho de 2014. Estabelecimento de procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA n.º 279, de 27 de julho de 2001, 2014.

BRASIL. (Decreto). Decreto n° 4.297 de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. (Resolução). Resolução CONAMA n° 302, de 20 de março de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2002a.

BRASIL. 1934, além do Código Florestal, foi criado o Código das Águas, da Pesca, da Caça e de Minas

BRASIL. Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas, coordenação e adaptação de Miriam Laila Absy, Francisca Neta A. Assunção, Sueli Correia de Faria, versão de Paula Yone Stroh ... [et al.] -- Brasília : Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.

BRASIL. CONAMA, Resolução n° 001/1986. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental

BRASIL. CONAMA, Resolução n° 279, de 27 de julho de 2001. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental.

BRASIL. CONAMA, Resolução n° 302, de 13 de maio de 2002b. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

BRASIL. CONAMA, Resolução n° 303, de 20 de março de 2002a. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

BRASIL. Decreto n° 2.661/98.

BRASIL. Decreto n° 4.340/2002. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.

BRASIL. Decreto nº 15.682 de 19/11/2014. Altera o regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006.

BRASIL. Decreto nº 15.682 de 19/11/2014. Altera o regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006.

BRASIL. Decreto nº 15.682 de 19/11/2014. Altera o regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006.

BRASIL. Decreto nº 23.793. Aprova o código florestal. Revogado pela Lei 4.771, de 1965.

BRASIL. Decreto nº 73.030/1973. Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e da outras providências.

BRASIL. Decreto nº 78.017/1976. Promulga o Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônicos do Brasil e da Colômbia.

BRASIL. Decreto nº 78.802/1976. Promulga o Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônicos do Brasil e do Peru.

BRASIL. Decreto nº 80.978/1977. Promulga a Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, de 1972.

BRASIL. Decreto-lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil.

BRASIL. Decreto-lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil.

BRASIL. Decreto-lei nº 11.516 de 28 de agosto de 2007. Dispõe a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

BRASIL. Decreto-lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do clima.

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

BRASIL. Decreto-lei nº 14.549, de 21 de dezembro de 2011 – Pernambuco. Altera a Lei nº 14.249, de 17 de dezembro de 2010.

BRASIL. Decreto-lei nº 6.902 de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental.

BRASIL. Decreto-lei nº 7.347 de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente.

BRASIL. Decreto-lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC.

BRASIL. Decreto-lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989. Cria o IBAMA.

BRASIL. Decreto-lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

BRASIL. Decreto-lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas.

BRASIL. Lei 10.438 de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no 9.648, de 27 de maio de 1998, no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 5.655, de 20 de maio de 1971, no 5.899, de 5 de julho de 1973, no 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências.

BRASIL. Lei 9.985/2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771/1965. Institui o novo Código Florestal. Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012.

BRASIL. Lei nº 10.257/2001 Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 6.513/1977. Dispõe sobre a criação de Áreas Especiais e de Locais de Interesse Turístico; sobre o Inventário com finalidades turísticas dos bens de valor cultural e natural; acrescenta inciso ao art. 2º da Lei nº 4.132, de 10 de setembro de 1962; altera a redação e acrescenta dispositivo à Lei nº 4.717, de 29 de junho de 1965; e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 6.766/1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.

BRASIL. Lei nº 6.803/1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9760 de 05 de setembro de 1946

BRASIL. Lei-Decreto nº 5.025, de 2004 – estabelece o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

BRASIL. Lei-Decreto nº 5.300/2004. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.

BRASIL. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. 1ª Resolução CIRM nº 01/90.

BRASIL. Projeto de Lei Nº 3729/2004. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, regulamenta o inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, e dá outras providências.

BRASIL. Resolução CIRM Nº 05 de 03 de dezembro de 1997. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II).

BRASIL. Tribunal de Contas da União - TC.025829/2010-6 /DNIT, Relator: André Luis de Carvalho/ Procurador Geral Lucas Rocha Furtado. Código eletrônico para localização na página do TCU na Internet: AC-2856-44/11-P. 2011.

BUSMAN, D. V.; AMARO, V. E.; SOUZA-FILHO, P. W. M. Análise estatística multivariada de métodos de vulnerabilidade física em zonas costeiras tropicais. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 3, 2016.

CARVALHO, D. L.; LIMA, A. V. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, Porto Alegre. 2010.

CARVALHO, M. A. V.; OYAMA, M. D. Variabilidade da Largura e Intensidade da Zona De Convergência Intertropical Atlântica: Aspectos Observacionais. Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.3, 305 - 316, 2013

CASTRO, Rui. Energias Renováveis e Produção Descentralizada. Introdução a Energia Eólica. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico – DEEC / Área Científica de Energia. Lisboa, 2007.

CEARÁ. Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015 – Ceará, Conselho Estadual do Meio Ambiente.

CEPEL. <http://www.cresesb.cepel.br>. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 02 de março de 2019.

CETESB. <https://cetesb.sp.gov.br>. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO. Nosso futuro comum: Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991 [1987].

CONAMA, 2002

CONSEMA, Resolução nº 010 de 25 de novembro de 2009 Piauí, Conselho Estadual do Meio Ambiente.

CONSEMA, Resolução nº 14, de 14 de dezembro de 2012 Santa Catarina, Conselho Estadual do Meio Ambiente.

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DA PCH CAVERNOSO II – Atualização 2009. Volume II – Análise dos impactos ambientais, medidas de compensação e mitigação, 2009.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V.; OLIVEIRA, F.C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Uerj – 5 a 9 de setembro. 2005.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Carta geológica: Folhas Macau SB.24-X-D-II e SB.24-X-D-V. Carta, color. 93 cm x 90 cm. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil – PGB. Projeto Carta Geológica Escala 1:100.000. 2009.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, v. 13, n. 5, p. 3821-3830, 2014. Decreto n 4,340/2002

Decreto Rio nº 40.722 de 8 de outubro de 2015. Regulamenta procedimentos destinados ao Sistema Licenciamento Ambiental Municipal.

DIAS, E. G. C. S. Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos de Mineração no Estado de São Paulo: a Etapa de Acompanhamento. São Paulo, 2001.

DINIZ, C. H. G. *et al.* Representação tridimensional de processos de erosão costeira em Ilhas Barreiras utilizando tecnologia de jogos. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 40, n.3, p. 147-158, 2017.

DINIZ, M.T.M, PEREIRA, V.H.C. 2015. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. *Boletim Goiano de Geografia*, 35(3): 488-506. Duarte *et al* (2013)

DREW, David. Processos interativos homem-meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

DUTRA, R. M. Viabilidade Técnico-Econômica da Energia Eólica Face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro. 2001. 309 p. Dissertação de Mestrado (COPPE/UFRJ) Rio de Janeiro - RJ.

ELETROBRÁS, Fundação Padre Leonel Franca, ATLAS DO Potencial Eólico Nacional. 1988.

ELETROBRÁS-CONSULPUC, Atlas do Levantamento Preliminar do Potencial Eólico Nacional, 1979.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: produção e uso de energia. Brasília: EPE, jun. 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf>

Estatuto do Havaí revisado de 2015, disponível em <https://law.justia.com/codes/hawaii/2015/title-13/chapter-201n/section-201n-32/>, visitado em 18/07/2019.

FERREIRA, H. T. Energia Eólica: barreiras a sua participação no setor elétrico brasileiro. 2008 (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2008.

FIDELIS, A. C.; FERREIRA, I. M. Estudo da paisagem numa abordagem geossistêmica. In: XI EREGEO – SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA: A Geografia no Centro-Oeste Brasileiro: Passado, Presente e Futuro. UFG – Jataí/GO, 2009.

FINUCCI, M. Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos. 2010. 230f. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

FONSECA, R. O. Compensação Ambiental: da Contradição à Valoração do Meio Ambiente. Soc. & Nat., Uberlândia, 27 (2): 209-222, mai/ago/2015

FRANCO, C. G. M.; AMARO, V. E.; SOUTO, M. V. S. Prognóstico da Erosão Costeira no Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte para os Anos de 2020, 2030 e 2040. Revista de Geologia, v. 25, n. 2, p. 37–55, 2012.

GALLARDO, a. L. C. F. Avaliação de Impacto: Instrumentos de suporte à tomada de decisão. s/d

GALLARDO, A. L. C. F.; SILVA, J.C. S.; GAUDERETO, G. L.; SOZINHO, D. W. F. A avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica). Vol. 43, Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental, dezembro 2016.

GARCIA, K. C.; PAZ, L. R. L. P., MATOS, D. F. M., GIANINNI, M.; TAVARES, M. Indicadores Ambientais para gestão da sustentabilidade de Empreendimentos Eólicos. Brazil Windpower, Rio de Janeiro, 2017.

- GIPE, PAUL, Wind Energy Comes of Age, John Wiley & Sons, Inc., USA, New York, 1995.
- GOLDEBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. REVISTA USP, São Paulo, n.72, p. 6-15, dezembro/fevereiro 2006-2007.
- GOMES, R. D. Ontologia Sistêmica: Construção do Espaço e Perspectiva Ambiental. GEOUSP - Espaço e Tempo, n. 25, p. 109 - 122, 2009.
- GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Caminhos para uma gestão participativa dos recursos energéticos de matriz renovável (Parques Eólicos) no Nordeste do Brasil. Mercator - Revista de Geografia da UFC, v. 15, n. 1, 2016.
- GOUVÊA, R. L. P.; SILVA, P. A. Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. R. BNDES, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 81-118, jun. 2018
- GRIGIO, A. M. Aplicação do sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): Simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. 2003. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Agência Nacional do Petróleo, Natal, 2005.
- GRIGIO, A.M.; AMARO, V. E.; DIODATO, M. A.; VITAL, H. Análise Multitemporal do uso e ocupação do solo, em áreas de atuação da indústria petrolífera, com base em produtos de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica: Município de Guamaré (RN). Revista de Geografia (São Paulo), Rio Claro- São Paulo, v. 30, 2005, n.1, p. 177-197.
- GRIGIO, Alfredo Marcelo. Evolução da paisagem do baixo curso do Rio Piranhas-Assu (1988-2024): uso de autômatos celulares em modelo dinâmico espacial para simulação de cenários futuros. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- GURSKI, B.; GONZAGA, R.; TENDOLINI, P. Conferência de Estocolmo: um Marco na Questão Ambiental. Administração de Empresas em Revista. Capa > v. 11, n. 12, 2012
- GWEC. Global Wind Report: Annual Market Update 2016. Belgium, 2017, 72p.
- HAGE, J. A. A. O poder político na energia e relações internacionais: o difícil equilíbrio entre o direito e a busca de segurança do Estado brasileiro. Rev. bras. polít. int. vol.51 no.1 Brasília 2008
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. Common international classification of ecosystem services (CICES), European Environment Agency, v. 33, 2012.
- HOFSTAETTER, Moema. Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. 2016. 160f. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

IAP (SUREHMA) e GTZ - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ & DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (IAP & GTZ). Manual de avaliação de impactos ambientais. Curitiba: SUREHMA.GTZ, 1992.

IAP (SUREHMA) e GTZ - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ & DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (IAP & GTZ). Manual de avaliação de impactos ambientais. Curitiba: SUREHMA.GTZ, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil/Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 176 p.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades, 2017.

IDEMA. CERBERUS. [http://sistemas.idema.rn.gov.br/default\\_cerberus.asp](http://sistemas.idema.rn.gov.br/default_cerberus.asp). Disponível em : [http://sistemas.idema.rn.gov.br/default\\_cerberus.asp](http://sistemas.idema.rn.gov.br/default_cerberus.asp).

IDEMA. <http://www.idema.rn.gov.br> Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/verProximosDias>.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas 1961 a 2013. Brasília, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - Manual Técnico de Uso da Terra, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - Manual Técnico da Vegetação Brasileira, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (PNUD), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cadastro Central de Empresas (CEMPRE). 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo, 2010. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades, 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Cabelo, PB: CEMAVE/ ICMBio. 2016.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (INEA), Resolução nº 32 de 15 de abril de 2011, Rio de Janeiro, 2011.

IPCC. Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima (em inglês Intergovernmental Panel on Climate Change -

IPEA. <http://www.ipea.gov.br>. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br> Acesso em: 07 de fevereiro de 2019.

JERONYMO, A. C. J.; BERMANN, C.; GUERRA, S. M. G. Considerações sobre a desconstrução do licenciamento ambiental brasileiro. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 26, 2012.

KATSAPRAKAKIS, D. A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2012) 2850– 2863.

KOMAR, P. D. *Beaches processes and sedimentation*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1976.

Lei Complementar Estadual nº 272/2004 e suas alterações; constantes das Lei Complementar nº 336/2006;

Lei Estadual nº 8.349 de 18 de julho de 2003. Cria a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, na região de Diogo Lopes e Barreiras nos Municípios de Macau e Guamaré no Rio Grande do Norte e dá outras providências.

LEMO, D. F. do A. Características de Aerogeradores e Aplicação no Brasil. Monografia de Especialização em Energia Eólica – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFRN. Natal/RN. 2011.

LIMA, C. C. de L. SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ATUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS E AO ESTUDO DA DINÂMICA DA PAISAGEM NO ESTUÁRIO DO RIO PIRANHAS-AÇU/ NE DO BRASIL. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

LIMA, J. A.; NASCIMENTO, F. R.; MEIRELES, A. J. Energias alternativas no Brasil: contradições da nova matriz elétrica e recursos naturais. In: SILVA, J. M. P. (Org); NASCIMENTO, F. R. (Org) e SILVA, C. N. (Org). *Grandes empreendimentos e impactos territoriais no Brasil*. Belém: GAPTA/UFPA, 2017. p. 367.

LOPES, L. G. N.; SILVA, A. G.; GOURLART, A. C. O. *Novos caminhos na análise integrada da paisagem: abordagem geossistêmica*, 2014.

LUZ, E. P. Simulação do ruído de aerogeradores em parques eólicos. Monografia. Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2018.

MAIA, D. S. N. Ruído de Parques Eólicos: Análise e Caracterização. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Portugal, 2010.

MEIRELES, A. J. A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais. Revista franco-brasileira de geografia, n. 11, 2011.

MELLO, M. T. C. Estudo de Viabilidade Técnico-Ambiental para Implantação de Parques Eólicos: Um Estudo de Caso em um Fragmento do Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte/Brasil. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

MELLO, M. T. C. SILVA, R. E. C. LEMOS, D. F. A. L. FERNANDES, E. O uso de técnicas de geoprocessamento na prospecção de áreas para aproveitamento de energia eólica. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2003

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico – econômico do Brasil, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Instrumentos de planejamento, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. IBAMA - Manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental. Brasília, 2001.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MP). Deficiências em estudos de impacto ambiental: síntese de uma experiência. – Brasília: Ministério Público Federal/4ª Câmara de Coordenação e Revisão; Escola Superior do Ministério Público da União, 2004. 38p.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE RESOURCES – MOECC. Checklist for Requirements under O. Reg. 359/09 Supplement to Application for Approval of a Renewable Energy Project. Ontário, Canadá.

MMA. <http://www.mma.gov.br>. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

MONTEIRO, C. A. F. Geossistemas: a história de uma procura. GEOgraphia, v. 3, n. 5, p. 97-98, 2001.

MONTEIRO, C. A. F. The environmental quality in the Ribeirão Preto region–SP: an attempt. Latin American Regional Conference Brazil, 1982.

MORGAN, R. K. Environmental Impact Assessment. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 307 p., 1998.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. In: VI SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Vitória, ES. Anais..., 2002.

NASCIMENTO, M. C. A Erosão Costeira e sua Influência sobre a Atividade Petrolífera: Alternativas Sustentáveis na Mitigação de Impactos Ambientais. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

NISSENBAUM, M. A.; ARAMINI, J. J.; HANNING, C. D. Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. *Noise Health*, vol. 14, p. 237-243. 2012.

OLIVEIRA, F. C.; MOURA, H. J. T. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. *Pretexto*, v.10, n.4, p.79-98, 2009.

PARAÍBA. Deliberação COPAM nº 3.267 de 15/05/2004 - Paraíba, Conselho de Proteção Ambiental.

PORTAL-ENERGIA. <https://www.portal-energia.com/>. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

PORTAL-ENERGIA. <https://www.portal-energia.com/>. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

Portaria FEPAM nº 118/2014 e 121/2014. Altera a lei nº 118/2014.

PUCRS. <http://www.politecnica.pucrs.br/>. Disponível em: <http://www.politecnica.pucrs.br/>. Acesso em: 25 de janeiro de 2019.

RADAMBRASIL, Projeto. Levantamento integrado dos recursos naturais do Brasil. Folha Jaguaribe-Natal. Ministério das Minas e Energia - MME, Rio de Janeiro (1981).

RANIERI, S. B. L. *et al.* Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de degradação das terras. *Revista Brasileira de Solo*, v.22, p.751-760. 1998.

Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências.

RIO DE JANEIRO. <http://www.rio20.gov.br>. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

RN. Lei Complementar nº 272, de 03 de março de 2004. Regulamenta os artigos 150 e 154 da Constituição Estadual, revoga as Leis Complementares Estaduais nº 140, de 26 de janeiro de 1996, e nº 148, de 26 de dezembro de 1996, dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual do Meio Ambiente, as infrações e sanções administrativas ambientais, as unidades estaduais de conservação da natureza, institui medidas compensatórias ambientais, e dá outras providências.

RN. Lei Ordinária Nº 6.621, de 12 de julho de 1994. Altera a Lei nº 6.621, de 12 de julho de 1994. (Poluição sonora).

RN. Resolução Nº 02/2014. Aprova nova versão do Anexo Único da Resolução Conema 04/2006 – Versão Outubro/2011 e revoga a Resolução Conema 02/2011.

RN. Resolução Nº 04/2006. Estabelece parâmetros e critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor/degradador, dos empreendimentos e atividades efetiva ou potencialmente poluidores ou ainda que, de qualquer forma, possam causar degradação ambiental, para fins estritos de enquadramento visando à determinação do preço para análise dos processos de licenciamento ambiental.

RODRIGUES, C. A teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. Revista do Departamento de Geografia, v. 14, p. 69-77, 2001.

ROSOLÉM, N. P.; ARCHELA, R. S. Geossistema, Território e Paisagem como método de análise geográfica. In: VI SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA/ II SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2010, Coimbra. Anais... Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

ROSS, J. L. S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. Geografia, tradições e perspectivas: Interdisciplinaridade, meio ambiente e representações, p. 119-138, 2009.

ROY, D.P.; WULDER, M.A.; LOVELAND, T.R.; WOODCOCK, C.E.; ALLEN, R.G.; ANDERSON, M.C.; HELDER, D.; IRONS, J.R.; JOHNSON, M.D.; KENNEDY, R.; SCAMBOS, T.A.; SCHAAL, C.B.; SCHOTT, J.R.; SHENG, Y.; VERMOTE, E.F.; BELWARD, A.S.; BINDSCHADLER, R.; COHEN, W.B.; GAO, F.; HIPPLE, J.D.; HOSTERT, P.; HUNTINGTON, J.; JUSTICE, C.O.; KILIC, A.; KOVALSKYY, V.; LEE, Z.P.; LYMBURNER, L.; MASEK, J.G.; MCCORKEL, J.; SHUAI, Y.; TREZZA, R.; VOGELMANN, J.; WYNNE, R.H.; ZHU, Z. 2014. Landsat-8: Science and Product Vision for Terrestrial Global Change Research. Remote Sensing Environment, 145, p. 154–172.

SANCHES, R. A. Avaliação de Impacto Ambiental e as Normas de Gestão Ambiental da Série ISO 14000: características técnicas e subsídios á integração. 2011. 270f. (Dissertação de Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental. Oficina de Textos, 2015.

SÁNCHEZ, L. E. Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil? Estudos Avançados. 10.1590/s0103-40142017.31890015. 31 (89), 2017

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental. Oficina de Textos, 2015.

SANCHÉZ, Luiz Enrique. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, A. L. S.; AMARO, V. E.; SANTOS, M. S. T. Avaliação de metodologia de aquisição de dados para representação de feições morfológicas de praias arenosas através de modelo digital de elevação. *Mercator*, v. 14, n. 2, p. 137-155, 2015.

SANTOS, A. L. S.; AMARO, V. E.; SANTOS, M. S. T. Avaliação de metodologia de aquisição de dados para representação de feições morfológicas de praias arenosas através de modelo digital de elevação. *Mercator*, v. 14, n. 2, p. 137-155, 2015. SEMA/IAP, 2007

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E. Dinâmica sazonal de processos costeiros e estuarinos em sistema de praias arenosas e ilhas barreira no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, 2013, p. 151-162.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SENADO. <https://www.senado.gov.br>. Disponível em: <https://www.senado.gov.br>. Acesso em: 18 de março de 2019.

SILVA, F. E.; AMARO, V. E.; MATOS, M. F. A. Análise Multitemporal do Campos de Dunas Móveis do Litoral setentrional do Rio Grande do Norte. *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPESOARES; ROSSETTI; CASSAB, 2003

SILVA, G. R. Características de vento da região nordeste: análise, modelagem e aplicações para projetos de centrais eólicas. 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

SILVA, N. F. Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica. Tese de Doutorado (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. *Métodos em Questão*. São Paulo, n. 6, 1977. 50p.

SOTCHAVA, V. B. Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre. *Biogeografia*. São Paulo, n.14, p.1-24, 1978.

SOUTO, M. V. S. Análise multitemporal dos elementos geoambientais da Planície estuarina de Região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra, Município de Macau. RN, v. 120, 2004. SOUTO *et al.*, 2006;

SOUTO, M. V. S. S. Análise da evolução costeira do litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, região sob influência da indústria petrolífera. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Agência Nacional do Petróleo. 2009.

STAUT, Fabiano. O Processo de Implantação de Parques Eólicos no Nordeste Brasileiro. 2011. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica,

Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <http://www.meau.ufba.br/site/publicacoes/o-processo-de-implantacao-deparques-eolicos-no-nordeste-brasileiros>

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz Energética Brasileira: uma perspectiva. São Paulo: CEBRAP, 2007.

TOLMASQUIN, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. Estudos avançados 26 (74), 2012.

Travassos, P.; Costa, H. M.; Saraiva, T.; Tomé, R.; Armelin, M.; Ramirez, F. I. & Neves, J. 2005. A energia eólica e a conservação da avifauna em Portugal. Lisboa, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA). 29p.

UFG. <https://revistas.ufg.br/>. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/>. Acesso em: 16 de julho de 2019.

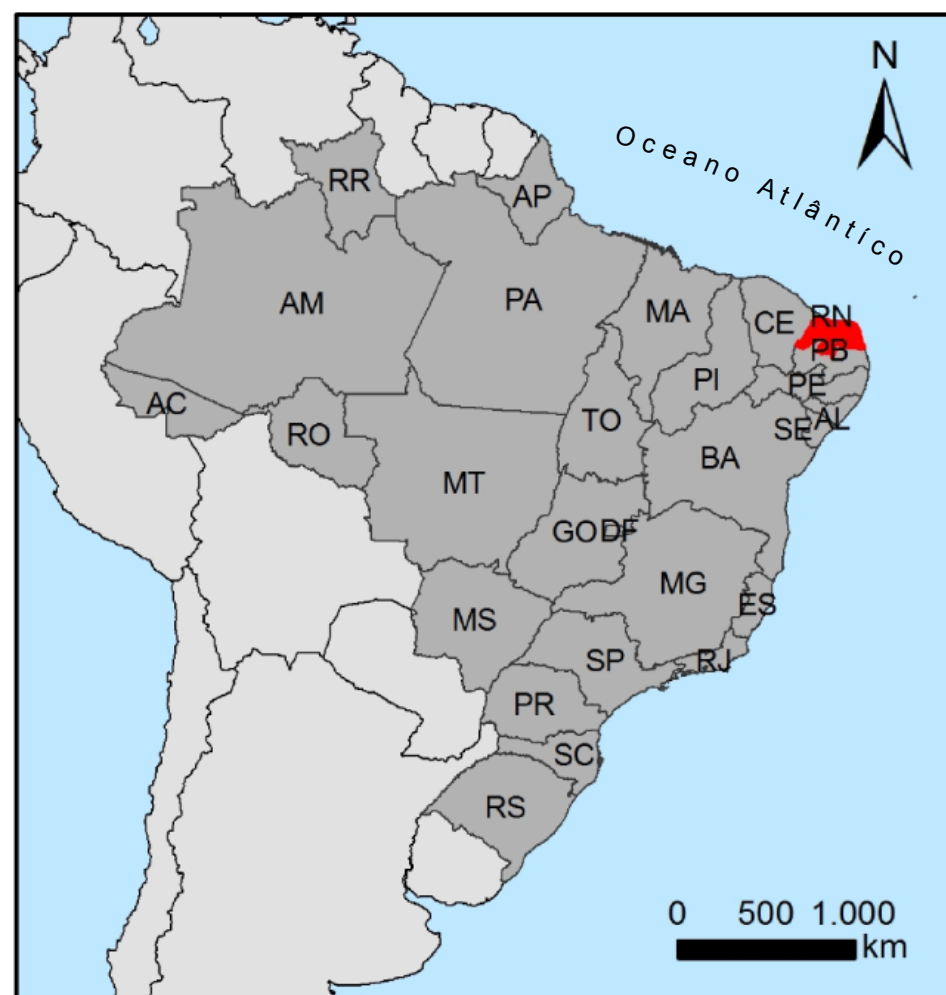
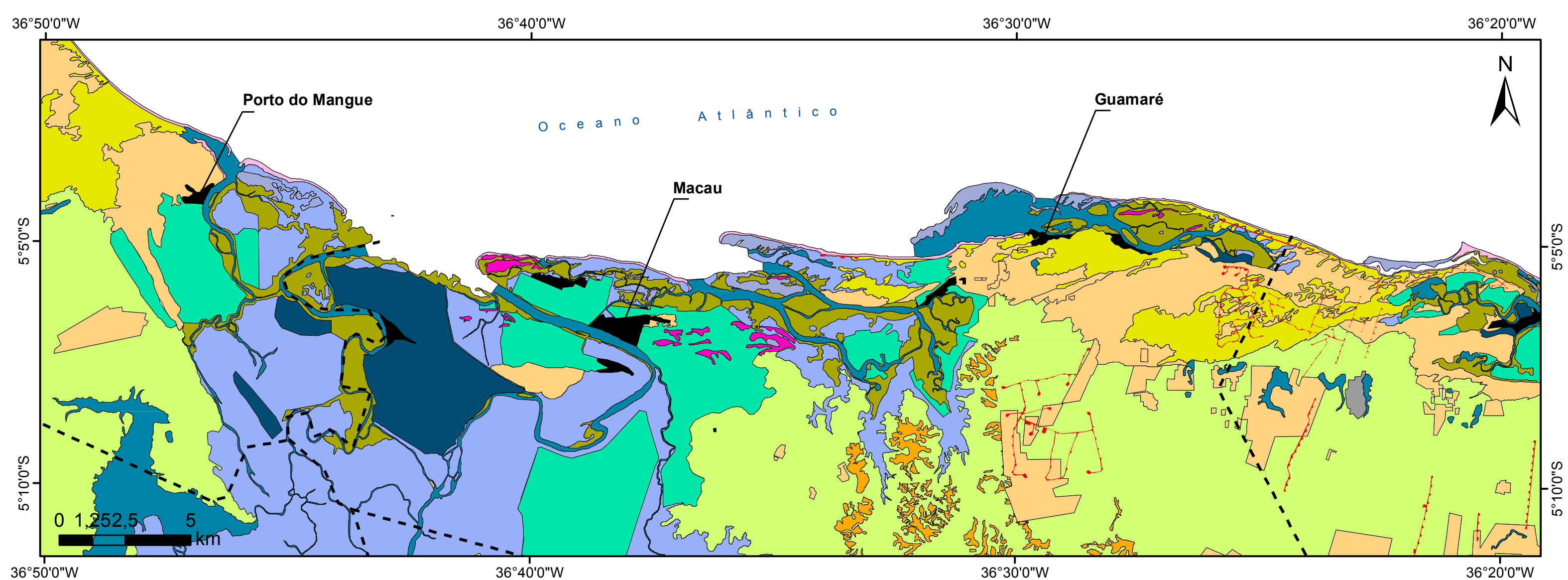
UHLMANN, G. W. Teoria Geral dos Sistemas - Do Atomismo ao Sistemismo: Uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto - Teoria. São Paulo: Instituto Siegen, 2002.

VALERA, Carlos Alberto. A avaliação ambiental integrada dos impactos cumulativos e sinérgicos dos empreendimentos minerários. Ministério Público de Minas Gerais. 2012.

WOOD, C. Environmental Impact Assessment: A Comparative Review. Harlow - Inglaterra: Longman, 1995.

WRIGHT, J. T. C.; SPERS, R. G. O país no futuro: aspectos metodológicos e cenários. Estudos Avançados, v. 20, n. 56, p.13-28, 2006.

## **APÊNDICE I**



## Legenda

--- Limites Municipais

## Classes de Uso e Cobertura do Solo

|                                                                                       |                              |                                                                                       |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Aglomerado Urbano            |  | Duna Fixa                 |
|  | Salina                       |  | Duna móvel                |
|  | Carcinicultura               |  | Faixa de Praia            |
|  | Exploração de Petróleo e Gás |  | Paleo-ilha Barreira       |
|  | Área de Cultura ou Pastagem  |  | Bancos Arenosos           |
|  | Solo Exposto                 |  | Corpo Hídrico             |
|  | Caatinga                     |  | Planície Fluvio-Estuarina |
|  | Manguezal                    |  | Parques Eólicos           |

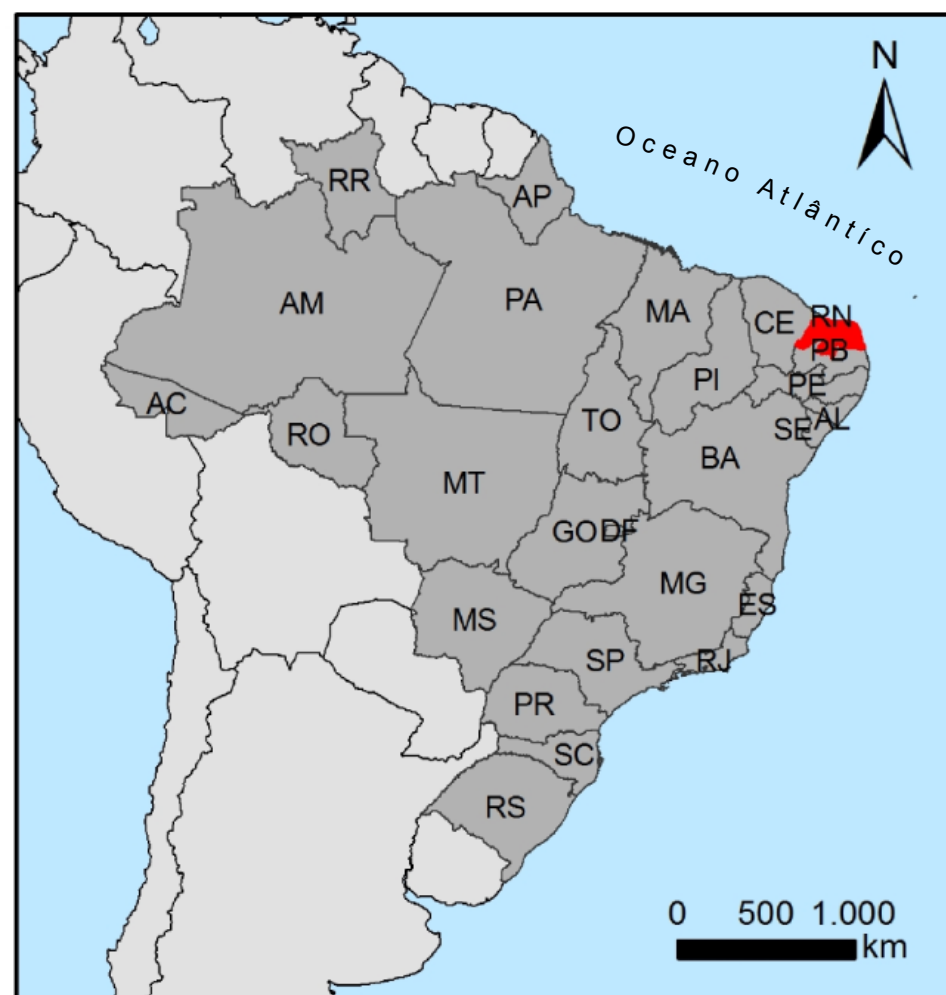
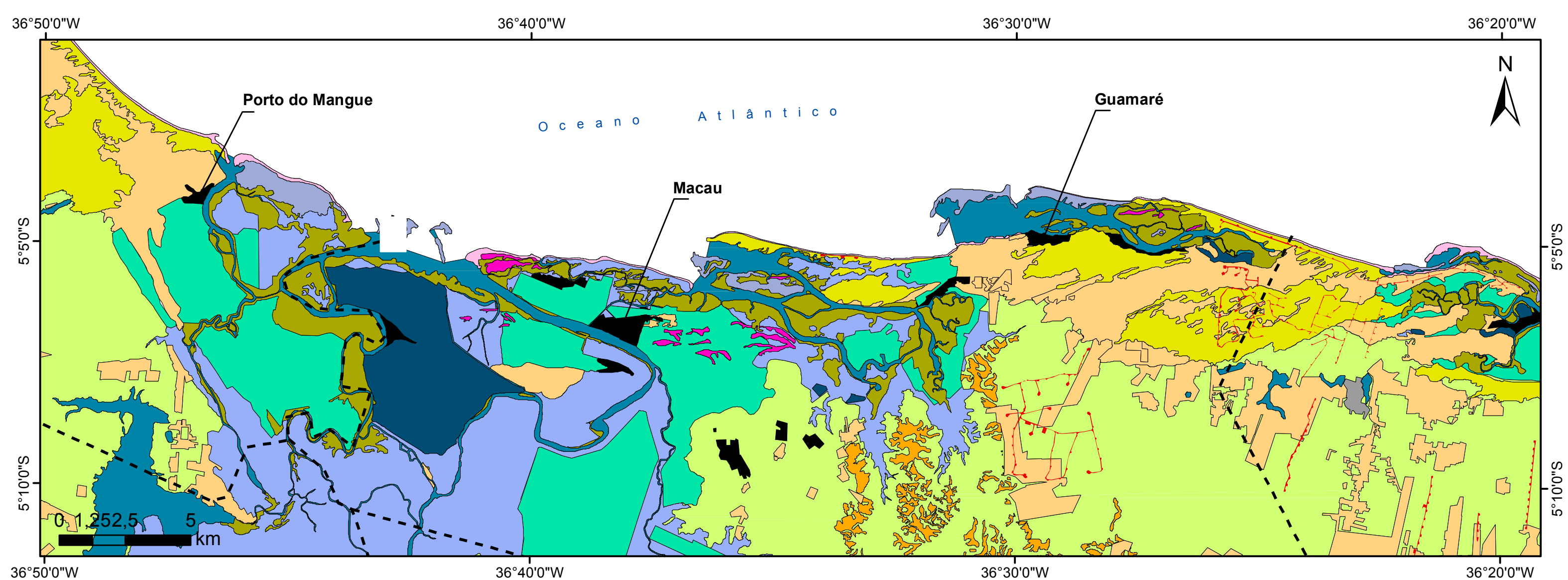
## MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO

**ANO 1988**

Mapeamento das Classes de  
Uso e Cobertura do Solo a partir  
das Imagens Landsat 5-TM (30/07/1988)

Elaboração Cartográfica: ArcGIS 10  
Tese de Doutorado  
Mariana Torres Correia de Mello  
Orientador: Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro

Sistema de Coordenadas Geográficas  
Datum SIRGAS 2000



## Legenda

--- Limites Municipais

## Classes de Uso e Cobertura do Solo

|  |                              |  |                           |
|--|------------------------------|--|---------------------------|
|  | Aglomerado Urbano            |  | Duna Fixa                 |
|  | Salina                       |  | Duna Móvel                |
|  | Carcinicultura               |  | Faixa de Praia            |
|  | Exploração de Petróleo e Gás |  | Paleo-ilha Barreira       |
|  | Área de Cultura ou Pastagem  |  | Bancos Arenosos           |
|  | Solo Exposto                 |  | Corpo Hídrico             |
|  | Caatinga                     |  | Planície Fluvio-Estuarina |
|  | Manguezal                    |  | Parques Eólicos           |

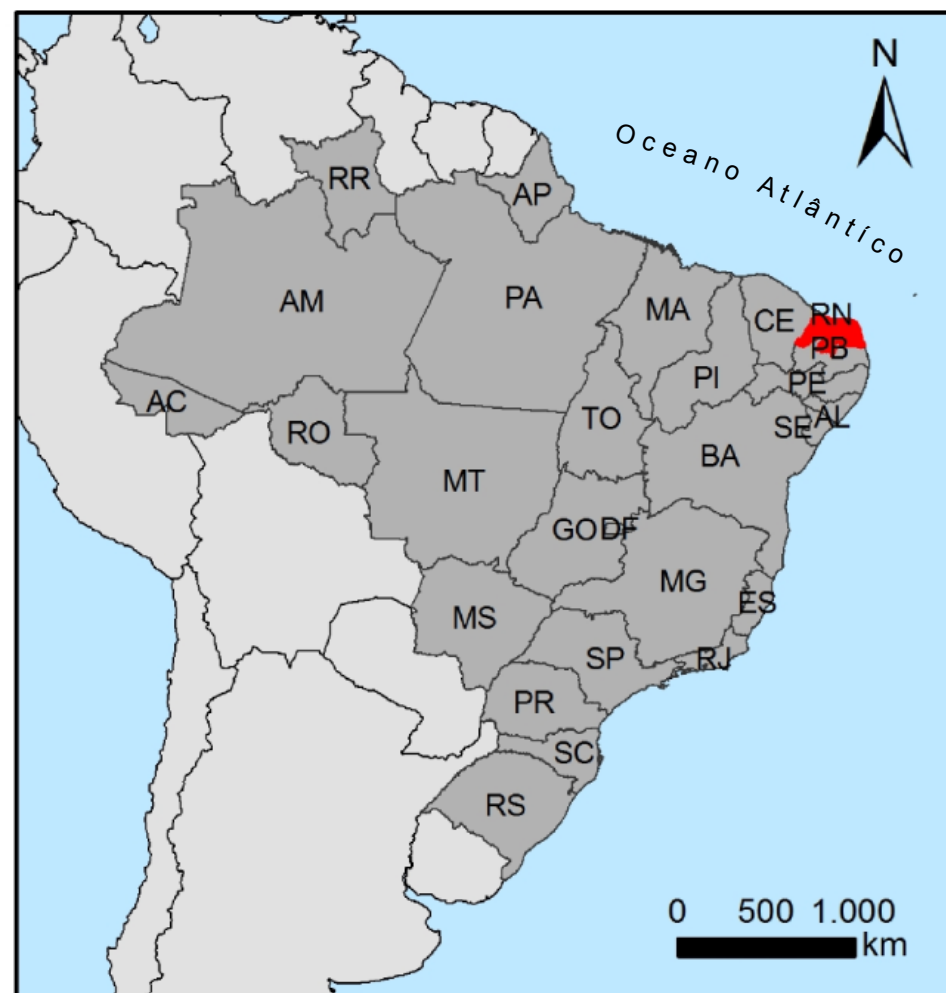
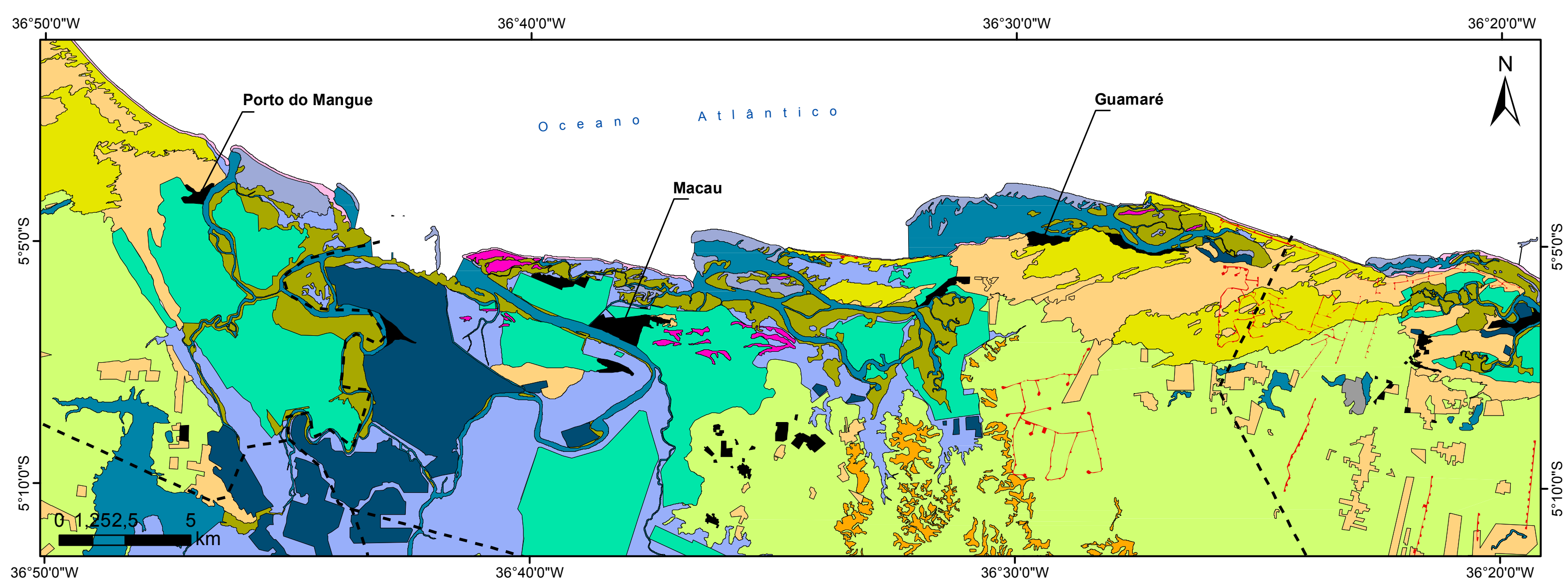
## MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO

**ANO 1998**

Mapeamento das Classes de  
Uso e Cobertura do Solo a partir  
das Imagens Landsat 5-TM (28/09/1998)

Elaboração Cartográfica: ArcGIS 10  
Tese de Doutorado  
Mariana Torres Correia de Mello  
Orientador: Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro

Sistema de Coordenadas Geográficas  
Datum SIRGAS 2000



## Legenda

--- Limites Municipais

## Classes de Uso e Cobertura do Solo

|  |                              |  |                           |
|--|------------------------------|--|---------------------------|
|  | Aglomerado Urbano            |  | Duna Fixa                 |
|  | Salina                       |  | Duna Móvel                |
|  | Carcinicultura               |  | Faixa de Praia            |
|  | Exploração de Petróleo e Gás |  | Paleo-ilha Barreira       |
|  | Área de Cultura ou Pastagem  |  | Bancos Arenosos           |
|  | Solo Exposto                 |  | Corpo Hídrico             |
|  | Caatinga                     |  | Planície Fluvio-Estuarina |
|  | Manguezal                    |  | Parques Eólicos           |

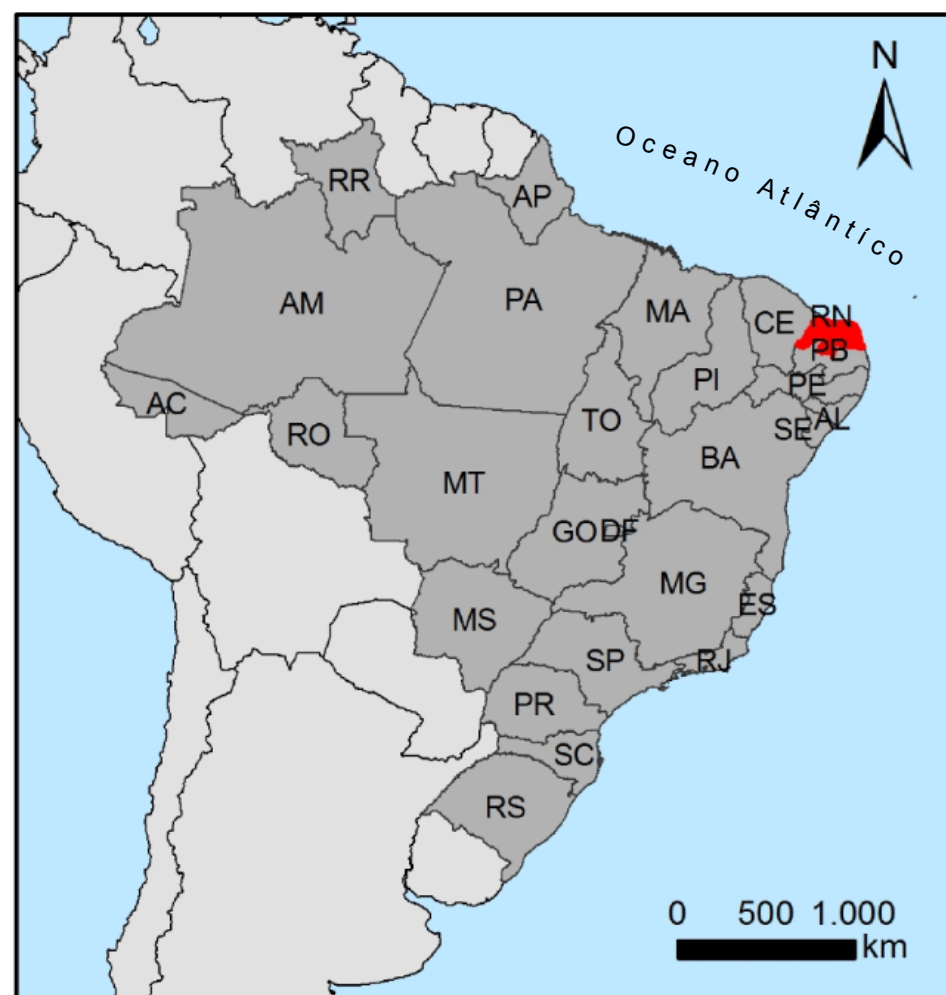
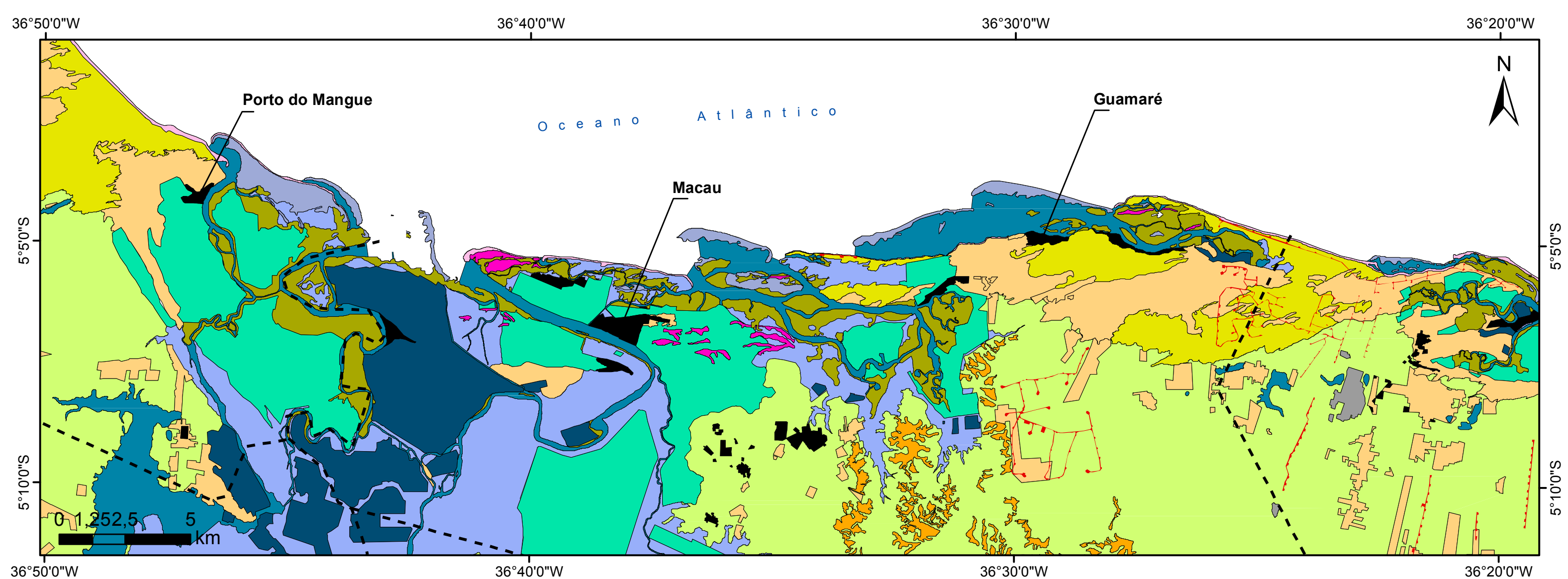
## MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO

**ANO 2008**

Mapeamento das Classes de  
Uso e Cobertura do Solo a partir  
das Imagens Landsat 5-TM (23/09/2008)

Elaboração Cartográfica: ArcGIS 10  
Tese de Doutorado  
Mariana Torres Correia de Mello  
Orientador: Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro

Sistema de Coordenadas Geográficas  
Datum SIRGAS 2000



## Legenda

 Limites Municipais

## Classes de Uso e Cobertura do Solo

|                                                                                                                    |                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Aglomerado Urbano            |  Duna Fixa                 |
|  Salina                       |  Duna Móvel                |
|  Carcinicultura               |  Faixa de Praia            |
|  Exploração de Petróleo e Gás |  Paleo-ilha Barreira       |
|  Área de Cultura ou Pastagem  |  Bancos Arenosos           |
|  Solo Exposto                 |  Corpo Hídrico             |
|  Caatinga                     |  Planície Fluvio-Estuarina |
|  Manguezal                    |  Parques Eólicos           |

## MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO

**ANO 2018**

Mapeamento das Classes de  
Uso e Cobertura do Solo a partir  
das Imagens Landsat 5-TM (19/01/2017)

Elaboração Cartográfica: ArcGIS 10  
Tese de Doutorado  
Mariana Torres Correia de Mello  
Orientador: Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro

Sistema de Coordenadas Geográficas  
Datum SIRGAS 2000

## **APÊNDICE II**

| Nº | LICENÇA DE INSTALAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ALEGRIA | MIASSABA<br>II | ARATUÁ I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|----------|---------------|----------------|-----------------|
| 1  | O empreendedor deverá implantar o projeto do Parque, levando em consideração as informações apresentadas ao IDEMA, devendo qualquer modificação ser apresentada para prévia análise deste Órgão                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                |          |               |                | NI              |
| 2  | O empreendedor será responsável por qualquer acidente ocorrido, que venha causar danos ao meio ambiente, devendo comunicar o fato de imediato a este órgão ambiental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                |          |               |                | NI              |
| 3  | O empreendedor deverá executar todas as medidas mitigadoras, planos e os programas ambientais previstos no relatório ambiental simplificado (RAS), assim como os solicitados pelo IDEMA nesta licença, para as fases de implantação e operação do empreendimento                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |          |               |                | NI              |
| 4  | O empreendedor fica ciente que só poderá adquirir materiais como: areia, brita e madeira de área devidamente licenciada por este instituto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                |          |               |                | NI              |
| 5  | O empreendedor deverá contratar um arqueólogo para o acompanhamento da instalação do parque eólico, objetivando salvar e preservar o patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico da Área, apresentando relatórios trimestrais ao IDEMA, como também o acompanhamento do IPHAN, em conformidade com a portaria 230 de 2002                                                                                                                                                                                |         |                |          |               |                | NI              |
| 6  | O empreendedor deverá desenvolver ações e promover a capacitação e treinamento da mão de obra local a ser absorvida nas atividades do empreendimento, como forma de compensar os impactos socioambientais na área de influência.                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |          |               |                | NI              |
| 7  | O empreendedor deverá considerar a realidade socioeconômica e cultural da área de influência, no sentido de integrar as manifestações culturais e as atividades econômicas com as atividades do empreendimento, contribuindo para a manutenção e desenvolvimento de tais atividades, como forma de promover o desenvolvimento sustentável.                                                                                                                                                                 |         |                |          |               |                | NI              |
| 8  | O empreendedor deverá apresentar relatórios semestrais de execução e desenvolvimento dos planos, programas e projetos de monitoramento e acompanhamento de impactos ambientais, como também da aplicação das medidas mitigadoras e potencializados dos impactos. Os mesmos devem ser apresentados com fotografias, listas de frequência, materiais utilizados, laudos, análises de sua eficácia e etc. Descrevendo o mais detalhadamente possível, comprovando todos os procedimentos e resultados obtidos |         |                |          |               |                | NI              |
| 9  | O empreendedor deverá no prazo de 90 (noventa) dias, colocar placa indicativa do empreendimento, conforme modelo anexo a presente licença, comunicando o fato a este instituto e enviando, se possível, comprovação fotográfica                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                |          |               |                | NI              |
| 10 | O empreendedor fica ciente que somente poderá realizar o transporte de todos os equipamentos que integram os aerogeradores após aprovação por parte do DNIT/DER, ficando obrigado de apresentar a este órgão o projeto aprovado por estes órgãos.                                                                                                                                                                                                                                                          |         |                |          |               |                | NI              |
| 11 | O empreendedor fica ciente que a linha de transmissão a qual fará a ligação do parque eólico à rede nacional é objeto de licenciamento ambiental separado, não estando contemplada nesta Licença Ambiental                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                |          |               |                | NI              |
| 12 | O empreendedor fica ciente que deverá realizar constantes avaliações quanto à aplicabilidade e eficácia dos planos, programas e projetos devendo sempre que necessário readequá-los para que os mesmos cumpram seus objetivos e metas, ou seja, a preservação, conservação e/ou recuperação ambiental                                                                                                                                                                                                      |         |                |          |               |                | NI              |
| 13 | O empreendedor caso encerre suas atividades, deverá comunicar a este instituto e apresentar um plano de desativação do empreendimento, em atendimento ao Art. 53 da Lei Complementar Estadual nº 272/04                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                |          |               |                | NI              |
| 14 | O empreendedor fica ciente que a instalação e operação do empreendimento deve atender todas as normas de segurança, sinalização, e demais legislação em vigor para empreendimento de geração de energia elétrica                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |          |               |                | NI              |
| 15 | O empreendedor fica proibido de dispor qualquer resíduo a céu aberto em áreas interna e externa ao empreendimento, mesmo em caso de emergência, incluindo os resíduos sólidos da construção civil que deverão seguir rigorosamente as recomendações quanto as suas destinações finais da administração pública municipal                                                                                                                                                                                   |         |                |          |               |                | NI              |
| 16 | O empreendedor deverá solicitar a renovação da presente Licença ou a licença de operação, no mínimo, 45 (quarenta e cinco) dias úteis antes do término do prazo de validade desta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                |          |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE INSTALAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ALEGRIA | MIASSABA<br>II | ARATUÁ I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|----------|---------------|----------------|-----------------|
| 17 | O empreendedor deverá atender os condicionantes constantes da Autorização para Supressão de Vegetação para Uso Alternativo do Solo nº 2009-028758/Sveg-0032 emitida pelo IDEMA;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                |          |               |                | NI              |
| 18 | O empreendedor deverá assinar, no prazo de 30 (trinta) dias, após a definição por parte da ANEEL, um termo de Compromisso visando a destinação do percentual de, no mínimo, 0,5% do valor global do empreendimento, para reparação de danos ambientais, conforme a Resolução CONAMA Nº 02/96; E O empreendedor deverá comparecer ao IDEMA, quando convocado, para assinar Termo de Compromisso, visando a determinação do percentual de, no mínimo 0,5% do valor global do empreendimento como medida compensatória, conforme Lei nº 9.985/2000, Decreto nº 4.340/2002, Lei Complementar Estadual nº 272/2004 e suas alterações; constantes das Lei Complementar nº 336/2006;                                                                                           |         |                |          |               |                | NI              |
| 19 | O empreendedor dica ciente que devera, antes de entrar em operação , ter autorização da COMAER quanto a localização, sinalização e operação do empreendimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |          |               |                | NI              |
| 20 | O empreendedor fica ciente que os níveis de ruídos dos aerogeradores do empreendimento devem atender o que estabelece a Lei Estadual n 6,621/1994                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                |          |               |                | NI              |
| 21 | O empreendedor fica ciente que o não cumprimento de quaisquer condicionantes da licença ambiental vigente, acarretará ao cancelamento deste ato normativo, inclusive sendo passível de sanções penais e civis / O empreendedor fica ciente que a licença ambiental emitida pelo órgão ambiental somente é válida com o cumprimento irrestrito de todas as condicionantes expostas por este documento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                |          |               |                | NI              |
| 22 | O empreendedor deverá acionar o IBAMA no caso de qualquer intervenção em área de fauna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                |          |               |                | NI              |
| 23 | O empreendedor devera apresentar no prazo de 90 (noventa) dias os seguintes projetos e documentos: - Estudo de Análise de Risco que deverá ser elaborado conforme o TR- Termo de Referência em anexo; Plano de controle e monitoramento de ruídos incluindo modelagem matemática com as escolinhas de concentração superposta nos mapas das áreas de influencia direta do empreendimento. Os planos deverão ser elaborados considerando as seguintes, dentre outras informações: levantamento de dados da situação atual e prevista para após a implantação do empreendimento par os períodos diurnos e noturnos, informações que constam na ficha técnica dos equipamentos, etc; Certidões de averbação das reservas legais das áreas de implantação do empreendimento |         |                |          |               |                | NI              |
| 24 | O empreendedor fica ciente que só poderá utilizar os serviços de empresas prestadoras de serviços de construção civil devidamente licenciadas, cabendo a empresa solicitar uma autorização especial para a instalação do canteiro de obras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                |          |               |                | NI              |
| 25 | O empreendedor deverá informar ao Órgão ambiental e solicitar vistoria ambiental ao termino da instalação do empreendimento , antes de entrar em operação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |          |               |                | NI              |
| 26 | O empreendedor fica ciente que deverá fazer a constante manutenção dos acessos e bases , assim como de toda área do projeto, sempre transferindo o material que estiver sendo depositado e barrado em alguma estrutura para o outro lado da mesma, no sentido da direção do vento, para que o mesmo continue em seu processo de erosão e deposição natural, para que não ocorra desestabilização dessas áreas e alteração da dinâmica costeira da área                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                |          |               |                | NI              |
| 27 | O empreendedor deverá acionar o IDEMA no caso de qualquer intervenção em área de fauna, solicitando autorização para captura, coleta e transporte de material biológico, até e principalmente em caso de supressão vegetal ( uma vez que a fauna será diretamente e indiretamente afetada)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                |          |               |                | NI              |
| 28 | O empreendedor deverá comunicar à empreiteira responsável pela execução das obras de implantação do empreendimento, da necessidade de apresentação do projeto do canteiro de obras, acompanhado das medidas de controle ambiental recomendadas pelo RAS no Plano Ambiental, para prévia análise deste Órgão;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                |          |               |                | NI              |
| 29 | O empreendedor não poderá instalar aerogeradores em Áreas de Preservação Permanentes - APP;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                |          |               |                | NI              |
| 30 | O empreendedor fica ciente que deverá implantar o projeto do empreendimento em conformidade com todas as normas legais e legislação ambiental vigentes, ressaltando: Código Florestal Lei nº 4.771/65 e Decreto nº 2.661/98; Decreto nº 5.300/2014; Lei Estadual nº 6.621/1994; NRB ABNT 7.771/1983; NBR ABNT 10.152/1987; e Resolução CONAMA nº                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                |          |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE INSTALAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                 | ALEGRIA | MIASSABA<br>II | ARATUÁ I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|----------|---------------|----------------|-----------------|
|    | 303/2002;                                                                                                                                                                                                                                       |         |                |          |               |                |                 |
| 31 | O empreendedor fica ciente que não poderá instalar aerogeradores na faixa dos 33 (trinta e três) metros da área de praia que integra terreno de marinha;                                                                                        |         |                |          |               |                | NI              |
| 32 | O empreendedor fica ciente que a sinalização da área dos aerogeradores devem ter aprovação do respectivo órgão competente ligado ao Ministério da Aeronáutica responsáveis por tal atividade;                                                   |         |                |          |               |                | NI              |
| 33 | O empreendedor deverá, quando da operação do empreendimento, executar o Plano de Monitoramento da Avifauna, devendo ser apresentado anualmente relatórios das respectivas atividades de monitoramento ao IDEMA;                                 |         |                |          |               |                | NI              |
| 34 | O empreendedor fica ciente que deverá ser assegurada a manutenção dos corpos d'água superficiais e subterrâneos da reserva, responsáveis pela saúde do estuário, abastecimento humano e animal, e pela manutenção da fertilidade do solo        |         |                |          |               |                | NI              |
| 35 | O empreendedor fica ciente que somente poderá utilizar áreas de empréstimo e bota-fora licenciadas pelo IDEMA                                                                                                                                   |         |                |          |               |                | NI              |
| 36 | O empreendedor fica ciente que deverá ser garantido o acesso livre as pessoas em toda a área de reserva, especialmente nas áreas de praia, direito assegurado pela Constituição Brasileira e demais dispositivos legais que regulamentam o tema |         |                |          |               |                | NI              |
| 37 | O empreendedor fica ciente que deverá ser garantido o acesso dos animais as áreas de bebedouros naturais                                                                                                                                        |         |                |          |               |                | NI              |
| 38 | O empreendedor fica ciente que os acessos e bases a serem construídos não impeçam o fluxo dos animais que possam utilizar as áreas de interesse.                                                                                                |         |                |          |               |                | NI              |
| 39 | O empreendedor fica ciente que deverá ser assegurada a proteção da fauna e da flora locais.                                                                                                                                                     |         |                |          |               |                | NI              |
| 40 | O empreendedor fica ciente que deverá realocar os aerogeradores, caso necessário, para que o mesmo esteja em uma distância mínima de 400 (quatrocentos) metros de quais quer habitações existentes.                                             |         |                |          |               |                | NI              |
| 41 | O empreendedor deverá manter na implantação dos acessos internos do empreendimento o relevo natural da área, de modo a minimizar os impactos ambientais decorrentes de tais intervenções;                                                       |         |                |          |               |                | NI              |
| 42 | O empreendedor não poderá interferir na área até a emissão da Autorização para desmatamento, emitida pelo IBAMA, devendo encaminhar uma cópia dessa Autorização ao IDEMA;                                                                       |         |                |          |               |                | NI              |
| 43 | O empreendedor fica ciente que os programas de gerenciamento de resíduos sólidos deverá ser executado integralmente, devendo ser reformulado e adequado em caso de não atendimento pleno do seu objetivo                                        |         |                |          |               |                | NI              |
| 44 | O empreendedor fica ciente de que as empresas que irão transportar e/ou destinar os resíduos gerados no canteiro de obras deverá dispor de licenças ambientais emitida por órgão competente                                                     |         |                |          |               |                | NI              |
| 45 | O empreendedor deverá proceder a limpeza e manutenção do sistema de efluentes sanitários, sempre que necessário, através de empresas especializadas e licenciadas pelo IDEMA                                                                    |         |                |          |               |                | NI              |
| 46 | O empreendedor fica ciente de que os poços tabulares deverão dispor de licença de obra hidráulica e outorga de uso da água, e deverão estar locados a uma distância mínima de 50 metros do sumidouro                                            |         |                |          |               |                | NI              |
| 47 | O empreendedor fica ciente que os programas e planos ambientais apresentados no processo n 2011-0459933/TEC/LI-0048 deverão contemplar a área do canteiro de obras                                                                              |         |                |          |               |                | NI              |
| 48 | O empreendedor deverá comunicar, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias, o início das obras do empreendimento para o devido acompanhamento por parte deste órgão ambiental;                                                                |         |                |          |               |                | NI              |
| 49 | O empreendedor deverá apresentar, quadrimestralmente, um Relatório fotográfico de acompanhamento das obras de implantação do parque;                                                                                                            |         |                |          |               |                | NI              |
| 50 | O empreendedor fica ciente que esta licença está sendo reemitida para alteração na caracterização do empreendimento, na qual foi acrescentado o canteiro de obras, e toma a licença de instalação emitida em 20/10/11 sem efeito.               |         |                |          |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE INSTALAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ALEGRIA | MIASSABA<br>II | ARATUÁ I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|----------|---------------|----------------|-----------------|
| 51 | O empreendedor fica ciente de que não poderá em hipótese nenhuma gerar processos erosivos e assoreamento no Canal de Maré ao lado do empreendimento                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                |          |               |                | NI              |
| 52 | O empreendedor deverá em um prazo de 90 (noventa) dias apresentar as seguintes complementações: - Apresentar os projetos executivos de todos os planos e programas apresentados e aprovados na ocasião da Licença Simplificada Prévia (2008-024512/TEC/LSP-0012). - Apresentar o Projeto Executivo de Monitoramento de Processos Erosivos e de Assoreamento do Canal de Maré localizados ao lado do empreendimento |         |                |          |               |                | NI              |
| 53 | O empreendedor deverá solicitar nova licença de Operação, no mínimo, 120 (cento e vinte) dias úteis antes do término do prazo de vencimento desta                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                |          |               |                | NI              |
| 54 | O empreendedor fica ciente que não poderá interferir no acesso da população à praia do Minhoto durante a instalação e operação do empreendimento, como também não poderá interferir e prejudicar os Ranchos de Pesca.                                                                                                                                                                                              |         |                |          |               |                | NI              |
| 55 | O empreendedor fica ciente que somente poderá intervir na área de domínio da Petrobrás após a autorização da mesma, devendo anexar este documento aos autos                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                |          |               |                | NI              |
| 56 | O empreendedor fica ciente que deverá executar o projeto conforme decreto Lei nº 9760 de 05 de setembro de 1946, não podendo haver qualquer intervenção em terrenos de Marinha                                                                                                                                                                                                                                     |         |                |          |               |                | NI              |
| 57 | O empreendedor não poderá executar a instalação do empreendimento durante a desova de tartarugas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                |          |               |                | NI              |
| 58 | O empreendedor deverá monitorar a linha de costa e, caso seja necessário qualquer interferência na mesma, o órgão ambiental deverá ser informado e este deve avaliar se essa interferência deverá ser feita e de que maneira                                                                                                                                                                                       |         |                |          |               |                | NI              |
| 59 | O empreendedor deverá monitorar a taxa de erosão na praia do Minhoto e o nível médio do mar pelo período mínimo de dez anos, enquanto o empreendimento estiver funcionando, devendo entregar esse estudo ao órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público                                                                                                                                                |         |                |          |               |                | NI              |
| 60 | O empreendedor deverá fazer um monitoramento do perfil da praia periodicamente pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento estiver funcionando, entregar esse estudo ao órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público                                                                                                                                                                   |         |                |          |               |                | NI              |
| 61 | O empreendedor deverá fazer um monitoramento das correntes litorâneas na praia do Minhoto pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento estiver funcionando, entregar esse estudo ao órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público                                                                                                                                                        |         |                |          |               |                | NI              |
| 62 | O empreendedor deverá fazer um monitoramento das ilhas móveis encontradas no litoral do município de Guamaré-RN pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento estiver funcionando, entregar esse estudo ao órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público                                                                                                                                  |         |                |          |               |                | NI              |
| 63 | O empreendedor deverá transportar os sedimentos que forem barrados pelas vias de acesso do empreendimento de modo a diminuir ao máximo o impacto deste sobre a dinâmica da área                                                                                                                                                                                                                                    |         |                |          |               |                | NI              |
| 64 | O Empreendedor fica ciente que deverá executar todos os programas de monitoramento relacionados à dinâmica costeira em toda área do empreendimento e também da reserva de desenvolvimento sustentável Ponta do Tubarão                                                                                                                                                                                             |         |                |          |               |                | NI              |
| 65 | O empreendedor fica ciente que diante os resultados de todos os monitoramentos deverá executar, caso necessário, medidas de engenharia solt(?) as quais venham mitigar e retardar o avanço da linha de costa e aberturas de canal, devendo as obras ser licenciadas neste órgão ambiental                                                                                                                          |         |                |          |               |                | NI              |
| 66 | O empreendedor deverá publicar no diário oficial do estado a concessão desta licença, conforme parágrafo 1 do art. 20 da lei complementar federal n 140/2011, devendo encaminhar cópia a este instituto, no prazo máximo de 10 (dez) DIAS, contados a partir da data de recebimento desta licença                                                                                                                  |         |                |          |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE INSTALAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                      | ALEGRIA | MIASSABA<br>II | ARATUÁ I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|----------|---------------|----------------|-----------------|
| 67 | O empreendedor fica proibido de dispor qualquer resíduo sólido e/ou efluente líquido em áreas interna e externa ao empreendimento, mesmo em caso de emergência;                                                                                                                                                                      |         |                |          |               |                | NI              |
| 68 | O empreendedor fica ciente que não poderá armazenar rejeitos de construção civil diretamente no solo, mesmo temporariamente, sob risco de contaminação. Deverá cumprir a resolução do CONAMA 307, além de destinar o bota-fora de obras seguindo as normativas da política nacional dos resíduos, Lei 12,305 de 02 de agosto de 2010 |         |                |          |               |                | NI              |
| 69 | O empreendedor fica ciente que deverá cumprir todas as condicionantes da Licença de Instalação do Parque Alegria II n 2009-031204/TEC/LI-0081, assim como cumprir todos os planos, programas e medidas mitigadoras constantes no plano básico ambiental apresentando e aprovado por este instituto                                   |         |                |          |               |                | NI              |
| 70 | O empreendedor fica ciente que deverá cumprir o Acordo Operacional assinado pela NEW ENERGY OPITIONS LTDA, e a empresa BRASVENTOS ARATUA I GERADORA DE ENERGIA S.A, visando reger a convivência entre a linha de transmissão e o empreendimento objeto desta licença.                                                                |         |                |          |               |                | NI              |
| 71 | O empreendedor fica ciente que deverá instalar os aerogeradores nas coordenadas: Aero 03: X 787,562 Y 9.434,673; Aero 04: X 787,867 Y 9.434,521; Aero 56: X 788,185 Y 9.434,398, que foram apresentados a este instituto na ocasião da licença                                                                                       |         |                |          |               |                | NI              |
| 72 | O empreendedor deverá registrar a área de reserva legal no cadastro ambiental rural - CAR, quando requerido pelo órgão ambiental                                                                                                                                                                                                     |         |                |          |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE OPERAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                  | ALEGRIA I E<br>II | MIASSABA<br>II | ARATUÁ<br>I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|
| 1  | O empreendedor fica ciente que a operação do empreendimento deve ser de acordo com as informações apresentadas ao IDEMA, devendo qualquer modificação ser comunicada para sua prévia análise por este órgão ambiental;                                                                                         |                   |                |             |               |                | NI              |
| 2  | O empreendedor fica ciente que será responsável por qualquer acidente que venha causar danos ao meio ambiente, devendo o fato ser comunicado, de imediato, ao IDEMA;                                                                                                                                           |                   |                |             |               |                | NI              |
| 3  | O empreendedor fica ciente que a operação do empreendimento deve atender todas as normas de segurança, sinalização e demais legislação em vigor para empreendimento de geração de energia elétrica;                                                                                                            |                   |                |             |               |                | NI              |
| 4  | O empreendedor fica ciente que os níveis de ruídos dos aerogeradores do empreendimento deve atender o que estabelece a Lei Estadual nº 6.621/1994;                                                                                                                                                             |                   |                |             |               |                | NI              |
| 5  | O empreendedor caso encerre suas atividades, deverá comunicar a este instituto e apresentar um plano de desativação do empreendimento, em atendimento ao Art. 53 da Lei Complementar Estadual nº 272/04                                                                                                        |                   |                |             |               |                | NI              |
| 6  | O empreendedor deverá solicitar a prorrogação dessa Licença, no mínimo, 120 (cento e vinte) dias úteis antes do término do prazo de validade desta.                                                                                                                                                            |                   |                |             |               |                | NI              |
| 7  | O empreendedor deverá no prazo de 90 (noventa) dias , colocar placa indicativa do empreendimento, conforme modelo anexo a presente licença, comunicando o fato a este instituto e enviando, se possível, comprovação fotográfica                                                                               |                   |                |             |               |                | NI              |
| 8  | O empreendedor fica ciente que não poderá depositar resíduos sólidos a céu aberto, nem descartar qualquer efluente líquido diretamente na superfície do solo da área interna e externa do empreendimento;                                                                                                      |                   |                |             |               |                | NI              |
| 9  | O empreendedor fica ciente que deverá executar o Plano de Operação e Manutenção dos equipamentos do empreendimento apresentado ao IDEMA;                                                                                                                                                                       |                   |                |             |               |                | NI              |
| 10 | O empreendedor fica ciente que a área utilizada para o Canteiro de Obras, quando este for desativado, deverá ser toda recuperada e mantida, inclusive com recomposição da cobertura vegetal nativa outrora existente;                                                                                          |                   |                |             |               |                | NI              |
| 11 | O empreendedor fica ciente que não poderá interferir no acesso e no trânsito da população nas respectivas áreas do empreendimento                                                                                                                                                                              |                   |                |             |               |                | NI              |
| 12 | O empreendedor fica ciente que os relatórios de monitoramento relativos a execução dos planos, programas e projetos a serem apresentados ao IDEMA devem ser assinados pelos seus respectivos responsáveis técnicos                                                                                             |                   |                |             |               |                | NI              |
| 13 | O empreendedor fica ciente que deverá executar todos os planos , projetos e programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos ambientais previstos no RDPA para a fase de operação do empreendimento, devendo anualmente ser apresentado relatório das respectivas atividades de monitoramento ao IDEMA |                   |                |             |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE OPERAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ALEGRIA I E<br>II | MIASSABA<br>II | ARATUÁ<br>I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|
| 14 | O empreendedor devera comparecer ao IDEMA , quando convocado, para assinar o Termo de Compromisso, visando a determinação do percentual de no mínimo 0,5% do valor global do empreendimento como medida compensatória , conforme Lei 9,985/2000, Decreto n 4,340/2002 e Lei complementar estadual n 272/2004 e suas alterações constantes na lei complementar n 336/2006 |                   |                |             |               |                | NI              |
| 15 | O empreendedor fica ciente que a licença ambiental emitida pelo órgão ambiental somente é valida com o cumprimento irrestrito de todas as condicionantes expostas por este documento                                                                                                                                                                                     |                   |                |             |               |                | NI              |
| 16 | O empreendedor fica ciente que o não cumprimento de quaisquer condicionantes da licença ambiental vigente acarretará no cancelamento deste ato normativo, inclusive sendo passível de sanções penais e civis                                                                                                                                                             |                   |                |             |               |                | NI              |
| 17 | O empreendedor fica ciente que devera realizar constantes avaliações quanto a aplicabilidade e eficácia dos planos, programas e projetos, devendo sempre que necessário readequá-los para que os mesmos cumpram seus objetivos e metas, ou seja, a preservação, conservação e/ou recuperação ambiental                                                                   |                   |                |             |               |                | NI              |
| 18 | O empreendedor fica ciente que não poderá depositar resíduos sólidos a céu aberto, nem descartar qualquer efluente liquido diretamente na superfície do solo a área interna e externa do empreendimento                                                                                                                                                                  |                   |                |             |               |                | NI              |
| 19 | O empreendedor deve publicar no diário oficial do estado a concessão desta licença, conforme parágrafo 1 do art 20 da lei complementar federal n 140/2011, devendo encaminhar copia a este instituto, no prazo máximo de 10 dias, contados a partir da data de recebimento desta licença                                                                                 |                   |                |             |               |                | NI              |
| 20 | O empreendedor fica ciente que deverá, antes de instalar os aerogeradores e operar o Parque Eólico, ter autorização da COMAER quanto à localização, sinalização e operação do empreendimento                                                                                                                                                                             |                   |                |             |               |                | NI              |
| 21 | O empreendedor fica ciente que tem um prazo de 45 (quarenta e cinco) dias para finalizar a drenagem dos acessos e bases, devendo solicitar ao Órgão ambiental uma visita técnica                                                                                                                                                                                         |                   |                |             |               |                | NI              |
| 22 | O empreendedor fica ciente que devera apresentar a este instituto relatórios anuais das respectivas atividades de monitoramento ao IDEMA                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                |             |               |                | NI              |
| 23 | O empreendedor deverá apresentar, num prazo de 60 (sessenta) dias, o parecer emitido pelo IPHAN referente a aprovação dos relatórios de prospecção, resgate e monitoramento arqueológico                                                                                                                                                                                 |                   |                |             |               |                | NI              |
| 24 | O empreendedor deverá apresentar um prazo de 30 (trinta) dias um cronograma atualizado da execução das obras do programa de recuperação de áreas degradadas - PRAD referente a áreas do canteiro de obras                                                                                                                                                                |                   |                |             |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE OPERAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ALEGRIA I E<br>II | MIASSABA<br>II | ARATUÁ<br>I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|
| 25 | O empreendedor fica ciente que deverá continuar executando os Programas Ambientais, devendo apresentar em um prazo de 60 (sessenta) dias à este Instituto um cronograma atualizado para execução destes para os próximos 04 (quatro) anos;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                |             |               |                | NI              |
| 26 | O empreendedor fica ciente que somente poderá realizar o transporte de todos os equipamento que integram os aerogeradores após aprovação por parte do DNIT e DER, ficando obrigado a apresentar ao IDEMA o projeto aprovado por estes órgãos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                |             |               |                | NI              |
| 27 | O empreendedor deverá acionar o IBAMA no caso de qualquer intervenção em área de fauna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                |             |               |                | NI              |
| 28 | O empreendedor deverá informar ao órgão ambiental e solicitar vistoria ambiental ao término da instalação do empreendimento, antes de entrar em operação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                |             |               |                | NI              |
| 29 | O empreendedor fica ciente que a área utilizada para o canteiro de Obras, quando este for desativado, deverá ser toda recuperada e mantida, inclusive com recomposição da cobertura vegetal nativa outrora existente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                |             |               |                | NI              |
| 30 | O empreendedor fica ciente que tem um prazo de 60 (sessenta) dias para anexar aos autos a averbação da reserva legal em cartório                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                |             |               |                | NI              |
| 31 | O empreendedor fica ciente que devesse continuar executando os planos ambientais devendo apresentar em um prazo de 60 dias, a este instituto, um cronograma atualizado para execução desses para os próximos quatro anos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                |             |               |                | NI              |
| 32 | O empreendedor fica ciente que deve implantar métodos que resultem na eliminação e/ou máxima redução da emissão de partículas de poeira na atmosfera, oriundas do trânsito de veículos e de maquinário, a fim de não prejudicar a saúde e bem estar dos funcionários envolvidos no trabalho e dos moradores das áreas de influência direta e indireta do empreendimento, não devendo ser utilizada água potável                                                                                                                                                                                                                            |                   |                |             |               |                | NI              |
| 33 | O empreendedor fica ciente que deve executar o plano de operação, manutenção e conservação dos equipamentos do empreendimento apresentado a este instituto, e comprovar sua aplicação e eficiência, a partir de relatórios semestrais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                |             |               |                | NI              |
| 34 | O empreendedor deve manter toda a área do empreendimento limpa e organizada devendo acondicionar, tratar e dispor adequadamente os resíduos sólidos e efluentes líquidos/sanitários gerados na atividade, bem como separar todo material reciclável e destiná-lo a cooperativas/usinas de reciclagem, não sendo permitido, em hipótese alguma, o acúmulo a céu aberto em áreas interna ou externa ao empreendimento, mesmo em caso de emergência, devendo depositá-los em local de fácil limpeza e protegido do alcance de animais, para evitar que o mesmo seja violado até ser recolhido e/ou enviado para local ambientalmente adequado |                   |                |             |               |                | NI              |
| 35 | O empreendedor fica ciente que só poderá utilizar os serviços de empresas devidamente licenciadas, devendo informar a construtora responsável a necessidade de solicitar uma AUTORIZAÇÃO ESPECIAL para a instalação do Canteiro de Obras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                |             |               |                | NI              |
| 36 | O empreendedor deverá apresentar Relatório Anual de Acidentes referente a máquinas e equipamentos, notadamente as pás dos aerogeradores;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                |             |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE OPERAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ALEGRIA I E<br>II | MIASSABA<br>II | ARATUÁ<br>I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|
| 37 | O empreendedor fica ciente que a linha de transmissão a qual fará a ligação do parque eólico à rede nacional é objeto de licenciamento ambiental separado, não estando contemplada nesta Licença Ambiental                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                |             |               |                | NI              |
| 38 | O empreendedor só poderá utilizar material de empréstimo (areia, argila, etc) de áreas devidamente licenciadas pelo IDEMA, bem como depositar "bota-fora" em áreas autorizadas por este instituto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                |             |               |                | NI              |
| 39 | O empreendedor deverá considerar a realidade socioeconômica e cultural da área de influencia, no sentido de integrar as manifestações culturais e as atividades econômicas com as atividades do empreendimento, contribuindo para a manutenção e desenvolvimento de tais atividades                                                                                                                                                                                                                                |                   |                |             |               |                | NI              |
| 40 | O empreendedor deverá apresentar relatórios trimestrais de execução e desenvolvimento dos planos, programas e projetos de monitoramento e acompanhamento de impactos ambientais , como também da aplicação das medidas mitigadoras e potencializadoras dos impactos , Os mesmos devem ser apresentados com fotografias, listas de frequências , materiais utilizados , laudos , análise de sua eficácia e etc. Descrevendo o mais detalhadamente possível, comprovando todos os procedimentos e resultados obtidos |                   |                |             |               |                | NI              |
| 41 | O empreendedor deverá desenvolver ações e promover a capacitação e treinamento da mão-de-obra local a ser absorvida nas atividades do empreendimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                |             |               |                | NI              |
| 42 | O empreendedor fica ciente que deverá continuar executando o Plano de Monitoramento da Avifauna, devendo ser apresentado anualmente relatórios das respectivas atividades de monitoramento ao IDEMA;                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                |             |               |                | NI              |
| 43 | O empreendedor deve monitorar a área do parque eólico evitando com isso a invasão da população para a atividade de caça e extração de madeira, na área do empreendimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                |             |               |                | NI              |
| 44 | O empreendimento devesse apresentar em um prazo de 60 (sessenta) dias o habite-se emitido pelo corpo de bombeiros referente a subestação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                |             |               |                | NI              |
| 45 | O empreendedor fica ciente que deverá seguir rigorosamente as recomendações impostas na autorização de supressão vegetal emitida pelo IDEMA - processo n 2011-042524/TEC/Sveg-0026                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                |             |               |                | NI              |
| 46 | O empreendedor fica ciente que deverá apresentar a este Instituto, os relatórios semestrais das respectivas atividades de monitoramento ambiental, bem como o PGR - Programa de Gerenciamento de Risco contemplando as medidas de prevenção de risco, ações emergenciais caso venha ocorrer acidentes nas turbinas e o Estudo de Análise de Risco, principalmente com relação as pás, evitando possíveis eventos indesejáveis;                                                                                     |                   |                |             |               |                | NI              |
| 47 | O empreendedor fica ciente que deverá executar todos os Planos, Programas e Projetos de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos Ambientais previstos no PBA que integra o RAS para a fase de operação do empreendimento, devendo anualmente ser apresentado relatório das respectivas atividades de monitoramento ao IDEMA;                                                                                                                                                                                    |                   |                |             |               |                | NI              |
| 48 | O empreendedor fica ciente que deverá comprovar a averbação em cartório das reservas legais referentes ao empreendimento quando da solicitação da retificação/atualização desta licença de operação ou quando do requerimento da licença de operação do empreendimento como um todo                                                                                                                                                                                                                                |                   |                |             |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE OPERAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ALEGRIA I E<br>II | MIASSABA<br>II | ARATUÁ<br>I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|
| 49 | O empreendedor fica ciente que deverá entregar um programa de acompanhamento e monitoramento dos processos erosivos (dinâmica costeira e sedimentar), programa de acompanhamento e monitoramento da dinâmica dos aquíferos e a possível influência do empreendimento e um programa de gerenciamento de resíduos sólidos para a operação do empreendimento                                                                                              |                   |                |             |               |                | NI              |
| 50 | O empreendedor fica ciente que deverá apresentar a este instituto relatórios semestrais das respectivas atividades de monitoramento ao IDEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                |             |               |                | NI              |
| 51 | O empreendedor deverá registrar a área de reserva legal no cadastro ambiental rural - CAR, quando requerido pelo órgão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                |             |               |                | NI              |
| 52 | O empreendedor fica ciente que deverá manter preservados todos os aspectos ambientais da área do empreendimento, principalmente no que as dunas, no controle dos processos erosivos e os corpos hídricos, além da manutenção da cobertura vegetal existentes;                                                                                                                                                                                          |                   |                |             |               |                | NI              |
| 53 | O empreendedor não poderá executar a instalação do empreendimento durante a desova de tartarugas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                |             |               |                | NI              |
| 54 | O empreendedor deverá apresentar no prazo de 30 (trinta) dias os seguintes projetos e documentos: Plano de acompanhamento e monitoramento de vestígios arqueológicos. Plano de monitoramento e acompanhamento da influência do parque eólico na desova de tartarugas marinhas na área do empreendimento e circunvizinhança, a ser executado durante toda a instalação e operação do empreendimento                                                     |                   |                |             |               |                | NI              |
| 55 | O empreendedor fica ciente que somente poderá intervir na área de domínio da Petrobrás após a autorização da mesma, devendo anexar este documento aos autos                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |                |             |               |                | NI              |
| 56 | O empreendedor deverá em um prazo de 90 (noventa) dias apresentar as seguintes complementações: - Apresentar os projetos executivos de todos os planos e programas apresentados e aprovados na ocasião da Licença Simplificada Prévia (2008-024512/TEC/LSP-0012). - Apresentar o Projeto Executivo de Monitoramento de Processos Erosivos e de Assoreamento do Canal de Maré localizados ao lado do empreendimento                                     |                   |                |             |               |                | NI              |
| 57 | O empreendedor deverá desenvolver e executar durante toda a operação do empreendimento os programas ambientais descritos na Licença Simplificada Prévia                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                |             |               |                | NI              |
| 58 | O empreendedor fica ciente que deverá executar o projeto conforme decreto Lei nº 9760 de 05 de setembro de 1946, não podendo haver qualquer intervenção em terrenos de Marinha                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                |             |               |                | NI              |
| 59 | O empreendedor fica ciente que deverá fazer a constante manutenção dos acessos e bases , assim como de toda área do projeto, sempre transferindo o material que estiver sendo depositado e barrado em alguma estrutura para o outro lado da mesma, no sentido da direção do vento, para que o mesmo continue em seu processo de erosão e deposição natural, para que não ocorra desestabilização dessas áreas e alteração da dinâmica costeira da área |                   |                |             |               |                | NI              |
| 60 | O empreendedor deverá monitorar a linha de costa e, caso seja necessário qualquer interferência na mesma, o órgão ambiental deverá ser informado e este deve avaliar se essa interferência deverá ser feita e de que maneira                                                                                                                                                                                                                           |                   |                |             |               |                | NI              |

| Nº | LICENÇA DE OPERAÇÃO<br>CONDICIONANTES AMBIENTAIS CONSOLIDADAS                                                                                                                                                                                                                             | ALEGRIA I E<br>II | MIASSABA<br>II | ARATUÁ<br>I | MIASSABA<br>3 | MANGUE<br>SECO | PARQUE<br>MACAU |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|
| 61 | O empreendedor deverá monitorar a taxa de erosão na praia do Minhoto e o nível médio do mar pelo período mínimo de dez anos, enquanto o empreendimento estiver funcionando , devendo entregar esse estudo no órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público                      |                   |                |             |               |                | NI              |
| 62 | O empreendedor deverá fazer um monitoramento do perfil da praia periodicamente pelo período mínimo de dez anos , e enquanto o empreendimento estiver funcionando, entregar esse estudo ao órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público                                         |                   |                |             |               |                | NI              |
| 63 | O empreendedor deverá fazer um monitoramento das correntes litorâneas na praia do Minhoto pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento estiver funcionando, entregar esse estudo ao órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público                               |                   |                |             |               |                | NI              |
| 64 | O empreendedor deverá fazer um monitoramento das ilhas móveis encontradas no litoral do município de Guamaré-RN pelo período mínimo de dez anos, e enquanto o empreendimento estiver funcionando, entregar esse estudo ao órgão ambiental e disponibilizar esses dados ao público         |                   |                |             |               |                | NI              |
| 65 | O empreendedor deverá transportar os sedimentos que forem barrados pelas vias de acesso do empreendimento de modo a diminuir ao máximo o impacto deste sobre a dinâmica da área                                                                                                           |                   |                |             |               |                | NI              |
| 66 | O Empreendedor fica ciente que deverá executar todos os programas de monitoramento relacionados à dinâmica costeira em toda área do empreendimento e também da reserva de desenvolvimento sustentável Ponta do Tubarão                                                                    |                   |                |             |               |                | NI              |
| 67 | O empreendedor fica ciente que diante os resultados de todos os monitoramentos deverá executar, caso necessário, medidas de engenharia solt(?) as quais venham mitigar e retardar o avanço da linha de costa e aberturas de canal, devendo as obras ser licenciadas neste órgão ambiental |                   |                |             |               |                | NI              |