



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES (CCHLA)
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA (DGE)

DANIEL CARLOS ALVES SANTOS

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO COSTEIRA (2010-2020)**

NATAL-RN

2022

DANIEL CARLOS ALVES SANTOS

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
COSTEIRA (2010-2020)**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia do Departamento de Geografia - DGE, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes - CCHLA da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Braz de Sousa

Natal-RN
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

DANIEL CARLOS ALVES SANTOS

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
COSTEIRA (2010-2020)**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Silvio Braz de Sousa – Presidente da banca
(Departamento de Geografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

Prof. Dr. Rodrigo de Freitas Amorim – 1º Membro (interno)
(Departamento de Geografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

Prof. MSc. Roberta Silva Marques – 2º membro (externo)
(Colégio Ciências Aplicadas – Natal/RN)

Data de aprovação: 11 / 02 / 2022.

Natal-RN
2022

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

Santos, Daniel Carlos Alves.

Vulnerabilidade ambiental em unidades de conservação costeira
(2010-2020) / Daniel Carlos Alves Santos. - Natal, 2022.
85f.: il. color.

Monografia (Graduação em Geografia) - Centro de Ciências
Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Braz de Sousa.

1. Unidades de Conservação - Monografia. 2. Mapeamento -
Monografia. 3. Vulnerabilidade Ambiental - Monografia. I. Sousa,
Silvio Braz de. II. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 502/504

AGRADECIMENTOS

Chegar aonde cheguei não é um processo fácil, principalmente se tratando de um curso de graduação, por isso inicio meus agradecimentos à minha família, em especial aos meus pais Vanúzia Alves e Wellington Macedo, a quem sou muito grato por ter tido durante todos esses anos o apoio de vocês. Passamos por diversas situações complicadas, principalmente em relação a estabilidade financeira, mas o incentivo aos meus estudos sempre foi uma prioridade para vocês, por isso, compartilho essa alegria de conseguir finalizar o curso. Espero cada vez mais poder proporcionar o conforto que vocês merecem e o orgulho que sempre sentiram de mim. Amo vocês.

Agradeço a essas mulheres maravilhosas que tive o prazer de conhecer e me tornar amigo durante esses anos de graduação: Cecília, Jaqueline e Emilly. Vocês tornaram os momentos dentro e fora da universidade mais especiais. Saibam que podem contar comigo para tudo, no que tiver ao meu alcance. Jaqueline, espero um dia tirar nossa ideia de empresa de consultoria do papel. Cecília, vamos vencer muito ainda na vida, espero ter você sempre comigo.

Ao subgrupo “Artigos e Trabalhos Acadêmicos” que nunca foi usado para falar de trabalho, mas que me deixaram próximo de vocês dois: Sahra e Airon. Com vocês me sinto confortável para falar de tudo, até o que não deveria falar. Em especial, agradeço muito por ter me reconectado com você Sahra, nossa amizade começou a muitos anos lá no tempo do IF e perdura até hoje, com muitos altos e baixos, e tenho um carinho muito especial por você.

Ao curso de Técnico Integrado de Geologia do Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) - Campus Natal Central. Embora não tenha tido um desempenho acadêmico que me orgulhe hoje em dia, reconheço imensamente o papel que essa instituição teve em minha construção pessoal enquanto indivíduo social e a preparação para lidar com problemas e dificuldades na vida acadêmica. A experiência que adquiri nessa escola me fez chegar na UFRN com muito mais coragem e capacidade de lidar com tudo que estava pela frente.

Ao Laboratório de Processamento de Dados e Gestão Territorial (LAPROTER) que, embora não tenha tido oficialmente a experiência “presencial”, pude contar com a ajuda de todos vocês durante a execução dos trabalhos em diferentes projetos de pesquisa. Obrigado Vanessa, Thiago, Carlisson, Bruno, Bruna.

Ao maior divisor de águas da minha vida acadêmica e meu orientador: Silvio Braz de Sousa. Nossa história de parceria em trabalhos começou ainda em meu segundo semestre na UFRN, mas desde sempre você acreditou no meu potencial e ressaltou

minhas qualidades e méritos. Meritocracia é uma ilusão, embora eu admita que seja esforçado, é preciso que alguém te ajude a abrir as portas no mundo acadêmico. Muito do que consegui conquistar durante minha trajetória na UFRN foram graças ao seu apoio e incentivo: viajei a primeira vez sozinho e de avião para participar de um congresso nacional, participei de grandes projetos de pesquisa a nível nacional (Amazônia Azul, Projeto Falésias e Painel de Segurança Hídrica). Obrigado por toda a confiança e amizade.

Embora reconheça a ajuda de cada um no processo que me trouxe até aqui, agradeço muito a mim mesmo por ter conseguido chegar aonde cheguei. Nesses últimos quatro anos de graduação me abstive em diversos momentos de desenvolver diferentes tipos de relações, tudo em detrimento de focar nos estudos. Desde 2020, em virtude da pandemia do Novo Coronavírus, tem sido cada vez mais difícil manter a cabeça centrada e uma saúde mental.

A todos aqueles que não mencionei aqui, deixo um sincero muito obrigado.

Versos Íntimos

*Vês! Ninguém assistiu ao formidável
Enterro de tua última quimera.
Somente a ingratidão – esta pantera –
Foi tua companheira inseparável!*

*Acostuma-te à lama que te espera!
O homem, que nesta terra miserável,
Mora, entre feras, sente inevitável
Necessidade de também ser fera.*

*Toma um fósforo. Acende teu cigarro!
O beijo, amigo, é a véspera do escarro,
A mão que afaga é a mesma que apedreja.*

*Se a alguém causa inda pena a tua chaga,
Apedreja essa mão vil que te afaga,
Escarra nessa boca que te beija!*

(Augusto dos Anjos, p.94)

RESUMO

As preocupações acerca da conservação dos recursos naturais têm ocupado cada vez mais o campo de debate científico, civil e político desde a década de 1970, em virtude das mudanças climáticas e a acelerada conversão de coberturas naturais para substituição por atividades antrópicas. Nesse sentido, o estabelecimento de Unidades de Conservação (UC) tem sido utilizado recorrentemente como instrumento normativo e de materialização das políticas públicas com intuito de preservar e conservar o meio ambiente. No Brasil, essas unidades são gerenciadas através do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) nos âmbitos federais, estaduais, municipais e particulares. No estado do Rio Grande do Norte (RN), existem 23 unidades consolidadas, sendo 12 localizadas nos Municípios Defrontantes com o Mar (MDM) em contextos espaciais de alta produção do setor agropecuário. Assim, este estudo se propõe a avaliar a vulnerabilidade ambiental das unidades existentes no litoral potiguar e de suas áreas adjacentes no período de 2010 a 2020. Para isso, utilizamos uma metodologia baseada em diferentes variáveis tais como o mapeamento de cobertura e uso da terra (2020), a mensuração do desmatamento da cobertura vegetal entre 2010 e 2020, além dos incentivos públicos de acesso ao crédito rural entre 2017 e 2019. Assim, identificamos que as unidades APA Piquiri-Una e PNM Cidade do Natal apresentam vulnerabilidade alta em decorrência da elevada cobertura antrópica em suas zonas de amortecimento e circundante. Além disso, as UCs tiveram um desmatamento acumulado de 26.385 hectares entre 2010 e 2020 e a massiva presença de atividades de agricultura (31.422 hectares) e pastagem (15.354 hectares) em seus limites internos. Tais resultados apontam para a necessidade de melhor gestão das UCs potiguares, no que diz respeito ao estabelecimento de políticas públicas que possam conciliar a preservação com o desenvolvimento econômico.

Palavras-chave: Unidades de Conservação; Mapeamento; Vulnerabilidade Ambiental.

ABSTRACT

Concerns about the conservation of natural resources have increasingly occupied the field of scientific, civil, and political debate since the 1970s, due to climate change and conversion of land cover to the detriment of anthropic uses. In this sense, the establishment of Protected Areas (APs) has been recurrently used as a normative instrument and as a materialization of public policies aimed at preserving and conserving the environment. In Brazil, these units are managed through the National System of Nature Conservation Units (SNUC) at the federal, state, municipal and private levels. In the state of Rio Grande do Norte (RN), there are 23 consolidated areas, 12 of which are located in the Municipalities Facing the Sea (MDM) in spatial contexts of high production of the agricultural sector. Thus, this study proposes to evaluate the environmental vulnerability of the existing units in the potiguar coast and its adjacent areas in the period from 2010 to 2020. For this, we used a methodology based on different variables such as land cover and land use mapping (2020), measurement of deforestation of vegetation cover between 2010 and 2020, and public incentives to access rural credit between 2017 and 2019. Thus, we identified that the APA Piquiri-Una and PNM Cidade do Natal units present high vulnerability because of the high anthropic cover in their buffer and surrounding areas. In addition, the PAs had an accumulated deforestation of 26,385 hectares between 2010 and 2020 and the massive presence of agriculture (31,422 hectares) and pasture activities (15,354 hectares) in their internal limits.

Keywords: Protected Areas; Mapping; Environmental Vulnerability;

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica;

AP – Áreas Protegidas;

APA – Área de Proteção Ambiental;

BACEN – Banco Central do Brasil;

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente;

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais;

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

GEE – *Google Earth Engine*;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente;

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

LAPROTER – Laboratório de Processamento de Dados e Gestão Territorial;

MDM – Municípios Defrontantes com o Mar;

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional;

MN – Monumento Natural;

NDBI - *Normalized Difference Built-up Land Index*;

NICFI - Iniciativa Norueguesa para o Clima e Florestas;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PAM – Produção Agrícola Municipal;

PE – Parque Estadual;

PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro;

PNM – Parque Natural Municipal;

PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente;

PNRM – Política Nacional para os Recursos do Mar;

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos;

PNSB – Política Nacional de Saneamento Básico;

PPM – Pesquisa da Pecuária Municipal;

RAPPAM - *Rapid Assessment and Priorization of Protected Area Management*;

RDS – Reserva de Desenvolvimento Sustentável;

RN – Rio Grande do Norte;

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural;

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática;

SIG – Sistema de Informação Geográfica;

SNCR - Sistema Nacional de Crédito Rural;

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza;

UC – Unidade de Conservação;

UICN – União Internacional para Conservação da Natureza;

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte;

UPI – Unidades de Proteção Integral;

URRS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas;

UUS – Unidades de Uso Sustentável;

VANT - Veículos Aéreos Não Tripulados;

WWF – *World Wide Fund for Nature*;

ZA – Zona de Amortecimento;

ZC – Zona Circundante;

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DEFRONTANTES COM O MAR NO RN (2022)	19
FIGURA 2: ORGANOGRAMA ESQUEMÁTICO DOS PROCEDIMENTOS TÉCNICO-METODOLÓGICOS	31
FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DO DESMATAMENTO	34
FIGURA 4: FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DA METODOLOGIA DE CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA	36
FIGURA 5: ÁREA DESMATADA NOS MUNICÍPIOS DEFRONTANTES COM O MAR (MDM) E 40	
FIGURA 6: PERCENTUAL RELATIVO DE ÁREA DESMATADA NOS MDM E O RN (2010 – 2020)	41
FIGURA 7: ÁREA DESMATADA E PERCENTUAL DE DESMATAMENTO NOS MDM/RN (2010 - 2020)	42
FIGURA 8: EVOLUÇÃO DA ÁREA COLHIDA NO MUNICÍPIO DE CEARÁ-MIRIM/RN (2010 – 2020)	42
FIGURA 9: EVOLUÇÃO DA ÁREA COLHIDA NO MUNICÍPIO DE RIO DO FOGO/RN (2010 – 2020)	42
FIGURA 10: PERCENTUAL DE DESMATAMENTO NAS UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL E USO SUSTENTÁVEL NOS MDM/RN (2010-2020)	43
FIGURA 11: ÁREA DESMATADA E PERCENTUAL DE DESMATAMENTO NAS UCs LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2010-2020)	44
FIGURA 12: ÁREA DESMATADA E PERCENTUAL DE DESMATAMENTO NAS ZAs LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2010-2020)	44
FIGURA 13: COBERTURA E USO DA TERRA (2020) E DESMATAMENTO (2010-2020) NA ZA RDS PONTA TUBARÃO NO RN	45
FIGURA 14: ÁREA DESMATADA E PERCENTUAL DE DESMATAMENTO NAS ZCs LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2010-2020)	46
FIGURA 15: PERCENTUAL DE DESMATAMENTO POR UC, ZA E ZC NOS MDM/RN (2010-2020)	47
FIGURA 16: PERCENTUAL DE DESMATAMENTO POR UC, ZA E ZC NOS MDM/RN (2010-2020)	47
FIGURA 17: CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	49
FIGURA 18: COBERTURA E USO DA TERRA NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DOS MDM/RN (2020)	50

FIGURA 19: USO ANTRÓPICO E COBERTURA NATURAL NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	51
FIGURA 20: CRÉDITO RURAL DESTINADO AO CUSTEIO PARA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR (2017 – 2020)	53
FIGURA 21: CRÉDITO RURAL DESTINADO AO CUSTEIO PARA INVESTIMENTO EM MÁQUINAS, UTENSÍLIOS E EQUIPAMENTOS (2017 – 2019).....	54
FIGURA 22: CRÉDITO RURAL DESTINADO PARA INVESTIMENTO EM ESTRUTURA PARA IRRIGAÇÃO (2017-2019)	55
FIGURA 23: USO ANTRÓPICO E COBERTURA NATURAL NAS ZA’S LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	56
FIGURA 24: COBERTURA E USO DA TERRA NAS ZA’S LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	57
FIGURA 25: COBERTURA E USO DA TERRA NAS ZCS LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	59
FIGURA 26: PERCENTUAL DE USO ANTRÓPICO E COBERTURA NATURAL NAS ZCS LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	59
FIGURA 27: CRÉDITO RURAL TOTAL POR MUNICÍPIO NO RN (2017 – 2019).....	62
FIGURA 28: CAPTAÇÃO DE CRÉDITO RURAL NOS MDM/RN (2017-2019).....	63
FIGURA 29: CRÉDITO RURAL DESTINADO AO CUSTEIO PARA INVESTIMENTO EM FRUTICULTURA (2017 – 2019).....	64
FIGURA 30: COBERTURA E USO DA TERRA NAS A.P.A. BOMFIM-GUARAÍRA E PIQUIRI-UNA NO RN (2020).....	66
FIGURA 31: COBERTURA E USO DA TERRA NA A.P.A. PIQUIRI-UNA (2020).....	67
FIGURA 32: DESMATAMENTO (2010-2019) E COBERTURA E USO DA TERRA NA A.P.A. BOMFIM-GUARAÍRAS (2020).....	69
FIGURA 33: PERDA DE SOLOS (USLE) NOS MDM/RN (2020)	71
FIGURA 34: CRÉDITO RURAL DESTINADO A INVESTIMENTO EM MELHORIAS DE PASTAGENS (2017 – 2019).....	73
FIGURA 35: LOCALIZAÇÃO DA A.P.A. DE GENIPABU NO LITORAL ORIENTAL DO RN	74
FIGURA 36: ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NOS MDM/RN (2020)	77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: PERCENTUAL DE CONVERSÃO EM ÁREA ANTRÓPICA (ATÉ 2020) E PERCENTUAL E HECTARES DE DESMATAMENTO (2010-2020) NAS UC, ZAS E ZCS	48
TABELA 2: USO ANTRÓPICO E COBERTURA NATURAL NAS UC'S LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	51
TABELA 3: PERCENTUAL DE USO ANTRÓPICO E ÁREAS OCUPADAS POR AGRICULTURA, PASTAGENS E MANCHA URBANA NAS UCs LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020).....	52
TABELA 4: PERCENTUAL DE USO ANTRÓPICO E ÁREAS OCUPADAS POR AGRICULTURA, PASTAGENS E MANCHA URBANA NAS ZA'S LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)....	58
TABELA 5: PERCENTUAL DE USO ANTRÓPICO E ÁREAS OCUPADAS POR AGRICULTURA, PASTAGEM E MANCHA URBANA NAS ZCS LOCALIZADAS NOS MDM/RN (2020)	60
TABELA 6: CRÉDITO RURAL PARA INVESTIMENTO EM PROTEÇÃO DO SOLO E MELHORIA DE PASTAGENS NOS MDM/RN (2017 – 2019).....	70

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DEFRONTANTES COM O MAR NO RN.....	20
QUADRO 2: CATEGORIAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (SNUC)	24
QUADRO 3: CATEGORIAS DE COBERTURA E USO DA TERRA DA COLEÇÃO 6 DO MAPBIOMAS.....	33
QUADRO 4: CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	39
QUADRO 5: CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	75
QUADRO 6: CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DO USO TURÍSTICO:.....	75
QUADRO 7: CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO PARA PLANO DE MANEJO.....	75
QUADRO 8: PESOS ATRIBUÍDOS PARA CADA VARIÁVEL PARA AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DOS MDM/RN	76

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
ÁREA DE ESTUDO	17
JUSTIFICATIVA	18
OBJETIVOS	20
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA	22
POLÍTICAS AMBIENTAIS PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA	22
<i>Áreas Protegidas (AP) e Unidades de Conservação (UC)</i>	23
<i>Zonas de Amortecimento e Circundante</i>	26
SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE DE DADOS	27
VULNERABILIDADE AMBIENTAL	29
CAPÍTULO 2: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
DADOS UTILIZADOS	32
<i>Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM)</i>	32
<i>Crédito Rural</i>	32
<i>Coleção 6 do Mapbiomas</i>	33
<i>Dados orbitais: Landsat 8 – OLI e RapidEye (Planet)</i>	34
PROCESSOS E PRODUTOS	35
<i>Classificação de cobertura e uso da terra</i>	35
<i>Metodologia RAPPAM</i>	38
<i>Modelagem espacial da Vulnerabilidade ambiental</i>	38
CAPÍTULO 3: VULNERABILIDADE AMBIENTAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO LOCALIZADAS NOS MUNICÍPIOS DEFRONTANTES COM O MAR NO RN	40
CARACTERIZAÇÃO DO DESMATAMENTO (2010-2020)	40
CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA E USO DA TERRA (2020)	48
CENÁRIO POLÍTICO-ECONÔMICO DE INVESTIMENTO E CUSTEIO DE ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS NO RN (2017-2019)	60
VULNERABILIDADE AMBIENTAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO LOCALIZADAS NOS MDM DO RN	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79

INTRODUÇÃO

As discussões contemporâneas acerca da conservação da natureza, sua delimitação e proteção, vem se intensificando cada vez mais a partir da década 1970 (FRANCO, SCHITTINI, BRAZ, 2015), em virtude das preocupações globais acerca das mudanças climáticas e dos constantes e acelerados processos de conversão da cobertura da terra por diferentes usos antrópicos: setor agropecuário, produção energética, expansão urbana entre outros. Nesse contexto, se observa, no desenvolvimento das sociedades, o aumento da demanda por recursos naturais, ocasionando intervenções e impactos nos ambientes (ROSS, 1994). Essa característica resulta, na medida em que a necessidade por esses recursos aumenta, na modificação e intensificação de impactos e vulnerabilidade dos ambientes naturais. Tendo em vista que essas mudanças na dinâmica e padrão de cobertura e uso da terra se intensificam em direção a ambientes naturais, podemos observar o aumento da pressão antrópica sobre seus recursos e biodiversidade, resultando, entre outras possibilidades, no aumento de vulnerabilidade dessas áreas e de conversões permanentes de seus recursos naturais.

Nesse contexto, urge a necessidade de conservação e proteção de porções do território de forma a garantir o equilíbrio ecossistêmico da biodiversidade e recursos naturais, garantindo as gerações futuras o acesso a estes recursos. Nesse sentido, a delimitação e consolidação de Áreas Protegidas (AP) e Unidades de Conservação (UC) surgem como estratégia e instrumento de mitigação e combate a processos destrutivos dos recursos naturais. Além do estabelecimento dessas áreas, a gestão sustentável de seus recursos, de forma participativa e integrando agentes locais (ADAMS & HUTTON, 2007; COLCHESTER, 2004; DURAND et al., 2011 apud VÀZQUEZ-VILLA, 2020).

No cenário global, as primeiras tentativas de conservação de porções do território se consolidaram ainda no século XIX, a partir da instituição do Parque Nacional de Yellowstone nos Estados Unidos da América (FRANCO; SCHITTINI; BRAZ, 2015), aumentando ao longo dos anos a proporção de áreas estabelecidas. Até o ano de 2016, mais de 217 mil áreas de proteção foram criadas no mundo, equivalente a mais de 20 milhões de quilômetros quadrados ou 14,7% da superfície terrestre e 4,12% da cobertura oceânica (BAILEY *et al.*, 2015; FRANCO, SCHITTINI, BRAZ, 2015; UNEP-WCMC and IUCN, 2016 *apud* CANTEIRO; CÓRDOVA-TAPIA; BRAZEIRO, 2018). Segundo o *World Wild Fund for Nature* (WWF, 2019), o percentual médio mundial de áreas protegidas nos territórios nacionais é de 29%. Esse número expressivo de áreas

regulamentadas e protegidas acabam por se solidificarem cada vez mais em virtude da valorização da sustentabilidade e do turismo que visa a valorização das experiências em áreas naturais. Segundo Balmford *et al.* (2015, *apud* CANTEIRO; CÓRDOVA-TAPIA; BRAZEIRO, 2018), esse segmento de turismo tinha recebido mais de oito milhões de visitantes até 2015.

No Brasil, a proteção dessas áreas é regulamentada através do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) desde julho de 2000 (Lei Nº 9.985/2000), possuindo cerca de 2.201 unidades estabelecidas, sendo: 335 federais, 908 estaduais, 295 municipais e 663 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN). Segundo a WWF Brasil (2019), o país possui 1,6 milhões de km² demarcados como unidade de conservação, equivalente a aproximadamente 18% do território nacional; além de 963 mil km² (26,4%) de unidades recobrando os mares brasileiros. Em relação aos biomas, esse percentual de proteção concentra-se na Amazônia (28%), Mata Atlântica (9,5%), Caatinga (8,8%), Cerrado (8,3%), Pantanal (4,6%) e Pampa (3%).

Entretanto, apesar da existência destas estratégias políticas de salvaguardar os recursos naturais, a partir da demarcação territorial de UCs, leis e portarias, a conservação do ambiente ainda pode enfrentar impactos, tais como: desmatamento, queimadas por/ou pressão de atividades antrópicas (VÁZQUEZ-VILLA, 2020). Nesse sentido, compreender a atual situação de vulnerabilidade dessas porções territoriais é essencial para garantir uma gestão eficiente. Assim, adota-se nesse trabalho a seguinte pergunta norteadora: em que medida a dinâmica territorial de cobertura e uso da terra nas unidades de conservação do RN atribuem-nas o estado de vulnerabilidade ambiental no período de 2010 a 2020?

Área de estudo

Para realização deste trabalho, adotou-se enquanto área de estudo as Unidades de Conservação (UC) localizadas nos Municípios Defrontantes com o Mar (MDM) no estado do Rio Grande do Norte (RN), litoral nordestino do Brasil (Figura 1). Segundo Santos e Jerônimo (2013), o estado potiguar possui um total de 23 unidades de conservação existentes, sendo: quatro no âmbito federal, 11 estaduais, duas municipais e seis do tipo RPPN; além de possuir quatro em processo de criação e/ou estabelecimento. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o estado do RN possui uma área territorial de 52.809,601 km² (5.280.960,1 hectares), dos quais apenas 2,4% são recobertos por UCs, equivalente a mais de 2.533 km² (253.000 hectares)

segundo o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA, 2021). Desse total, 75% localizadas na zona costeira (SANTOS; JERÔNIMO, 2013), demonstrando a importância da zona costeira para o contexto de preservação ambiental do estado.

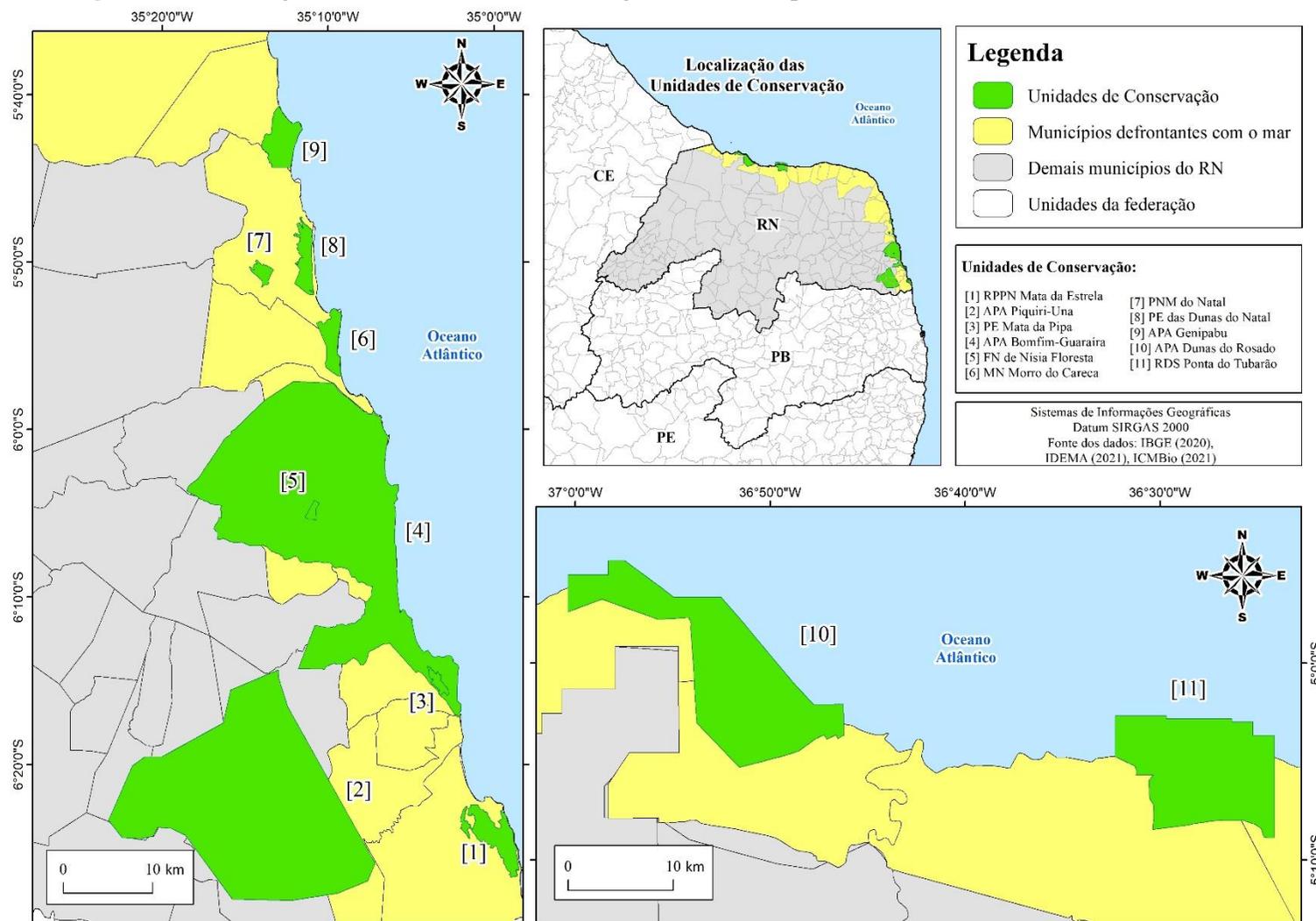
Devido ao recorte da área de estudo, do total de 23 UCs existentes no RN, apenas são consideradas (Quadro 1): uma no âmbito federal a Floresta Nacional de Nísia Floresta; oito no âmbito estadual a Área de Proteção Ambiental (APA) Bomfim-Guaraíra, APA Genipabu, APA Piquiri-Una, APA Dunas do Rosado, Parque Estadual Mata da Pipa, Parque Estadual Dunas do Natal “Jornalista Luiz Maria Alves”, Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Ponta do Tubarão e Monumento Natural Morro do Careca; um no âmbito municipal o Parque Natural Municipal da Cidade do Natal “Dom Nivaldo Monte”; e duas no âmbito privado a RPPN Mata da Estrela, RPPN Fazenda Santa Helena. Em síntese, estas 12 UCs ocupam uma área de 1.197,3 km² (119.733 hectares) do território potiguar.

Justificativa

Justifica-se a realização desse trabalho partindo da perspectiva que as Unidades de Conservação são importantes instrumentos de gestão territorial, portanto mensurar seu estado de conservação e vulnerabilidade ambiental pode contribuir para a formulação de diretrizes e tomadas de decisão de gestores e comitês técnicos. Além disso, considerando a forma de abordagem dessa temática na literatura geográfica potiguar, percebe-se uma carência relativa a estudos que aprofundem suas análises quanto a questão de vulnerabilidade ambiental utilizando metodologias que não se restrinjam apenas as características fisiográficas, mas também o caráter jurídico-legal envolvendo essas áreas. Portanto, adotou-se uma proposta metodológica que incluísse o processamento de dados em nuvem associado a produtos de sensoriamento remoto, como análise histórica de desmatamento e cobertura e uso da terra.

Por fim, justifica-se também em virtude do desenvolvimento do projeto “Pesquisa sobre Potencialidade Econômica da Amazônia Azul – Fronteira Leste Brasileira”, uma parceria entre a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Assim, este trabalho foi desenvolvido no âmbito desse trabalho.

Figura 1: Localização das Unidades de Conservação nos municípios defrontantes com o mar no RN (2022)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022), adaptado do IDEMA e ICMBio (2021).

Quadro 1: Unidades de Conservação nos Municípios Defrontantes com o Mar no RN

Unidade de Conservação	Tipo	Esfera	Criação	Plano de Manejo	Área Total (ha)	Municípios constituintes
A.P.A. Bonfim-Guaraira	UUS	Estadual	1999	Sim	42.974,1	Arês; Goianinha; Nísia Floresta; São José de Mipibu; Senador Georgino Avelino; Tibau do Sul.
A.P.A. Dunas do Rosado	UUS	Estadual	2018	Não	16.584,3	Areia Branca; Porto do Mangue.
A.P.A. Genipabu	UUS	Estadual	1995	Sim	1.749,9	Extremoz; Natal.
A.P.A. Piquiri-Una	UUS	Estadual	1990 ¹	Sim	40.395,5	Canguaretama; Espírito Santo; Goianinha; Pedro Velho; Várzea.
F.N. de Nísia Floresta	UUS	Federal	2001	Não	168,8	Nísia Floresta.
M.N. do Morro do Careca	UPI	Estadual	2011	Sem informação	1.099,6	Natal; Parnamirim.
P.E. Mata da Pipa	UPI	Estadual	2006	Sim	290,7	Tibau do Sul.
P.E. Dunas de Natal	UPI	Estadual	1977	Sim	1.135,1	Natal.
P.M. N. Cidade do Natal	UPI	Municipal	2011	Não	349,8	Natal.
R.D.S. Ponta do Tubarão	UUS	Estadual	2003	Não	12.925,1	Guamaré; Macau.
R.P.P.N. Fazenda Santa Helena	UUS	Particular	2006	Não	21,6	São Bento do Norte.
R.P.P.N. Mata da Estrela	UUS	Particular	2000	Não	2.038,9	Baía Formosa.
Total					119.733	

Objetivos

Sabendo-se que o aspecto vulnerável de um ambiente é resultado de processos socioambientais, devemos traçar estratégias que permitam sua identificação e modelagem. Segundo Deschamps (2008), a vulnerabilidade pode ser identificada a partir da inter-relação de diferentes fatores, por exemplo: desmatamento da cobertura natural, cobertura e uso da terra e o cenário político-econômico de incentivo e custeio de atividades agropecuárias em municípios de uma localidade. Portanto, de forma a compreender o atual estado de vulnerabilidade ambiental das Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais existentes nos municípios defrontantes com o mar do estado do Rio Grande do Norte, estabeleceu-se o seguinte objetivo geral: compreender em que medida a dinâmica espacial de cobertura e uso da terra, estado de conservação e políticas ambientais atuais dos municípios defrontantes com o mar no RN, e áreas

¹ Criada em 1990, tendo sua área total ampliada em 2011.

adjacentes, influenciam no estado de vulnerabilidade ambiental dessas localidades no período de 2010 a 2020.

Na tentativa de solucionar esse questionamento proposto no objetivo geral, elencou-se três objetivos específicos de forma a auxiliar no desenvolvimento deste trabalho e na proposição de soluções. Os objetivos específicos foram: a) caracterizar a cobertura e uso da terra e seus respectivos conflitos espaciais nos municípios defrontantes com o mar no RN e suas áreas adjacentes no ano de 2020; b) analisar a relação de influência desses conflitos espaciais sobre o estado de conservação das unidades em seus limites internos e adjacentes; c) analisar o atual estado de vulnerabilidade ambiental das Unidades de Conservação e áreas adjacentes existentes nos municípios defrontantes com o mar no estado do RN.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA

Na tentativa de compreender as temáticas propostas nesse trabalho, busca-se com esse capítulo teórico aprofundar o entendimento acerca das políticas ambientais existentes para a conservação da natureza, o papel do sensoriamento remoto nessa abordagem e por fim a vulnerabilidade ambiental.

Políticas ambientais para a conservação da natureza

Uma das principais dificuldades no processo de proteção de áreas naturais do território, refere-se a diferentes ameaças e pressões existentes tanto no seu entorno quanto em seus limites internos. Segundo Figueroa e Sánchez (2008), essas principais adversidades na proteção do ambiente é: o desmatamento, a fragmentação dos habitats, a poluição do meio, a invasão por espécies exóticas, queimadas, caça ilegal além da expansão urbana e crescimento econômico do setor agropecuário. Contudo, o impacto dessas ameaças aos recursos naturais dessas áreas não é homogêneo, visto que dependem de diferentes fatores externos: efetividade da gestão, contexto sociopolítico, situação de conservação atual e acesso a recursos financeiros. Nesse sentido, as políticas, leis, decretos e resoluções ambientais de um país se constituem enquanto instrumentos normativos eficazes no que condiz a gestão dessas áreas naturais, principalmente quando seu monitoramento ocorre através de múltiplas escalas e de maneira integrada (ROQUE *et al.*, 2018), garantindo o acompanhamento de situação desses ecossistemas e o direcionamento de ações políticas.

No contexto brasileiro, diferentes políticas foram institucionalizadas a partir do século XX no intuito de garantir a gestão dos recursos e a sua preservação. Cita-se as seguintes políticas voltadas direta ou indiretamente para proteção, preservação ou uso dos recursos naturais: o Código Florestal brasileiro (Decreto Nº 23.793/1934), a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA – Lei Nº 6.938/1981), o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC – Lei Nº 7.661/1988), a política de Recursos Hídricos (Lei Nº 9.433/1997), a Lei dos Crimes Ambientais (Lei Nº 9.605/1998), a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM – Decreto Nº 5.377/2005), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei Nº 12.365/2010), o Novo Código Florestal brasileiro (Lei Nº 12.651/2012) e a atualização da Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB – Lei Nº 14.026/2020).

Entre a regulamentação dessas políticas, destacamos o papel fundamental do primeiro Código Florestal, aprovado em 1934 (Decreto Nº 23.793/1934), pois estabelece as primeiras restrições jurídicas as “florestas nativas” a partir dessa decretação. Já se tratando especificamente das UCs, o principal marco no contexto histórico brasileiro ocorreu três anos após a decretação do Código Florestal, tratando-se da demarcação do Parque Nacional do Itatiaia, em 1937, localizado na Serra da Mantiqueira na região Sudeste do Brasil (FRANCO; SCHITTINI, 2015).

Áreas Protegidas (AP) e Unidades de Conservação (UC)

Desde o século XIX, observa-se contínuos esforços no intuito de garantir a preservação ambiental em diferentes territórios, concretizando-se a partir do estabelecimento de Áreas Protegidas (APs) ou Unidades de Conservação (UCs) (PRESSEY, 1996 *apud* PETTORELLI *et al.*, 2016). Especificamente no Brasil, a demarcação de UCs começa ocorrer na primeira metade do século XX, com a criação do Parque Nacional do Itatiaia, mas se potencializa somente na segunda metade do século XX com o crescimento percentual de áreas na década de 1980 (FRANCO; SCHITTINI, 2015).

Quanto ao entendimento terminológico da palavra referente a preservação de ambientes naturais, verifica-se na literatura internacional a predominância do uso de *Protected Areas* (Áreas Protegidas), enquanto na literatura nacional observa-se recorrência no uso de Unidades de Conservação. Embora o entendimento de ambas seja bastante similar, apresentaremos neste trabalho a conceituação específica para cada termo.

De acordo com a União Internacional para Conservação da Natureza (UICN ou *International Union for Conservation of Nature – IUCN*), as APs podem ser definidas enquanto (BORRINI-FEYERABEND *et al.*, 2017, p.5)

um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, com objetivo específico e manejado através de meios eficazes, sejam jurídicos ou de outra natureza, para alcançar a conservação da natureza no longo prazo, com serviços ecossistêmicos e valores culturais associados. (BORRINI-FEYERABEND *et al.*, 2017, p.5).

A partir desse entendimento, as APs são compreendidas enquanto “componente essencial das estratégias de conservação” (BORRINI-FEYERABEND *et al.*, 2017, p.5), com objetivo de possuir o manejo eficaz de forma a garantir a preservação de seus recursos naturais. Ainda de acordo com a UICN, são propostas diferentes categorias de

classificação das APs. A terminologia utilizada para cada categoria tem o intuito de abranger uma maior diversidade de compreensão, podendo ser adaptada de acordo com o contexto nacional de cada país. Segundo Borrini-Feyerabend *et al.* (2017, p.9) existem sete categorias: Reserva Natural Estrita; Área Silvestre; Parque Nacional; Monumento Natural; Área de Manejo de Habitats/Espécies; Paisagem Terrestre/Marinha Protegida e Áreas Protegidas com uso sustentável dos recursos naturais.

Em contrapartida, na literatura nacional, o termo mais utilizado recorrentemente é o de Unidades de Conservação (UCs), instituído pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecido a partir da Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Em seu conjunto de normativas, especificamente no Art. 2°, Inciso I, temos a definição de Unidade de Conservação enquanto

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (Lei N° 9.985/2000, Art. 2°, Inciso I).

A normatização e delimitação desse espaço territorial não garante apenas a conservação do patrimônio ambiental do país, mas também permite a permanência e resistência de comunidades tradicionais nessas localidades (SANTOS; JERÔNIMO, 2013). Ainda segundo a Lei supracitada, as UCs podem ser classificadas quanto ao nível de permissividade do uso e exploração de seus recursos naturais, sendo: Unidades de Proteção Integral (UPI) e Unidades de Uso Sustentável (UUS). Ambas as categorias ainda são subdivididas em cinco tipos de UPI e sete tipos de UUS (

Quadro 2).

Quadro 2: Categorias das Unidades de Conservação (SNUC)

Unidade de Proteção Integral (UPI)	Unidade de Uso Sustentável (UUS)
I – Estação Ecológica	I – Área de Proteção Ambiental
II – Reserva Biológica	II – Área de Relevante Interesse Ecológico
III – Parque Nacional	III – Floresta Nacional
IV – Monumento Natural	IV – Reserva Extrativista
V – Refúgio de Vida Silvestre	V – Reserva da Fauna
	VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	VII – Reserva Particular do Patrimônio Natural

Fonte: Adaptado da Lei N° 9.985/2000, Art. 8° e 14°.

A partir dessa categorização, é possível compreender as dinâmicas espaciais que permeiam essas unidades, associando-as aos seus objetivos de conservação. Assim, as UPI possuem o objetivo de “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nessa Lei” (Lei Nº 9.985/2000, Art. 7º § 1º). Ou seja, o nível de permissividade a utilização e exploração dos recursos nessas áreas é mais restrito. Os objetivos específicos de cada categoria das UPI são descritos nos Art. 9º a 13º (Lei Nº 9.985/2000):

Art. 9º. A Estação Ecológica tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas (Lei Nº 9.985/2000, Art. 9º).

Art. 10º. A Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 10º).

Art. 11º. O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 11º).

Art. 12º. O Monumento Natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 12º).

Art. 13º. O Refúgio de Vida Silvestre tem como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 13º).

Já as UUS possuem o objetivo de “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” (Lei Nº 9.985/2000, Art. 7º § 2º). Ao contrário das UPI, a permissividade a utilização e exploração dos recursos naturais é maior, permitindo a ocupação humana em seus limites internos e o uso comedido para atividades de lazer e recreação. As características dos objetivos específicos de cada categoria das UUS podem ser observadas nos Art. 15º ao 21º (Lei Nº 9.985/2000).

Art. 15º. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 15º).

Art. 16º. A Área de Relevante Interesse Ecológico é uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a

compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 16º).

Art. 17. A Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 17º).

Art. 18. A Reserva Extrativista é uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 18º).

Art. 19. A Reserva de Fauna é uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 19º).

Art. 20. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável é uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 20º).

Art. 21. A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. (Lei Nº 9.985/2000, Art. 21º).

Por fim, segundo Santos e Jerônimo (2013), é recomendado que os territórios possuam uma cobertura de pelo menos 10% de seu território voltado para a proteção de áreas naturais através das UCs. De maneira a atingir esse objetivo, diferentes estratégias políticas podem ser adotadas com intuito de promover a criação de novas áreas de conservação. A este exemplo, o IDEMA instituiu o Programa de Conservação e Recuperação Ambiental no estado do RN (SANTOS; JERÔNIMO, 2013).

Zonas de Amortecimento e Circundante

De maneira que possamos alcançar o objetivo deste trabalho, torna-se necessário compreender as UC não apenas observando seus limites internos, mas também analisando as interrelações com suas adjacências no período de 2010 a 2020. Pois, uma UC está diretamente associada ao seu entorno, cuja dinâmica, alterações e usos da terra impactam direta e indiretamente a dinâmica espacial interna (PERELLO *et al.*, 2012 *apud* LOPES *et al.*, 2021). Além de suas influências nessas áreas, torna-se necessário considerá-las em virtude de seu caráter essencial para a gestão, manutenção e conservação das unidades (ROBISON *et al.*, 2013 *apud* LOPES *et al.*, 2012). Para isso, utiliza-se na jurisdição

brasileira duas classificações de áreas adjacentes as UC, são elas: Zona de Amortecimento (ZA) e Zona Circundante (ZC).

Na legislação brasileira, a Lei Nº 9.985/2000 é responsável por definir o entendimento das ZAs, sendo “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (Lei Nº 9.985/2000, Art. 2º Inciso XVIII), onde são definidos uma área de até três quilômetros, cujas atividades antrópicas devem ser restritas de forma a garantir a minimização dos impactos.

Já as Zonas Circundantes, são regidas de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) Nº 013, de 06 de dezembro de 1990. Nesta resolução, em seu Art. 2º, essas áreas são definidas enquanto “áreas circundantes das Unidades de Conservação, num raio de dez quilômetros, qualquer atividade que possa afetar a biota deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente.” (Resolução CONAMA Nº 013/1990, Art. 2º).

Além de permitirem a observação do desenvolvimento de atividades antrópicas no entorno das unidades, a delimitação das ZAs e ZCs permitem analisar o avanço e/ou expansão da pressão antrópica sobre essas áreas, principalmente considerando os processos de fragmentação de habitat que podem ser ocasionados dependendo do cenário ocorrido. Portanto, se configuram como eficazes instrumentos que auxiliam no desenvolvimento da gestão, manutenção e conservação das UCs (ROBISON *et al.*, 2013 *apud* LOPES *et al.*, 2021).

Sensoriamento remoto na análise de dados

O uso de ferramentas com base no sensoriamento remoto e geoprocessamento tem, cada vez mais, ganhado espaço e utilização em diferentes âmbitos de aplicação (PARANHOS FILHO; LASTORIA; TORRES, 2008), além de apresentarem eficácia no monitoramento de unidades de conservação (PETTORELLI *et al.*, 2016). Nesse sentido, faz-se necessário compreendermos esse campo temático de maneira aprofundada.

Segundo Jensen (2009), o sensoriamento remoto pode ser compreendido como a coleta de informações de um determinado objeto a partir de um ponto distante utilizando diferentes instrumentos remotos, em que a energia eletromagnética é coletada. Além disso, segundo Paranhos Filho *et al.* (2021, p.6), o sensoriamento remoto é definido como “todos os métodos usados para coletar dados e informações à distância do objeto ou fenômenos em estudo por algum tipo de dispositivo de gravação”. A coleta dessas informações pode ocorrer através de diferentes sistemas sensores: os ativos ou passivos.

Os sistemas passivos referem-se a energia eletromagnética refletida ou emitida por um objeto/área, enquanto os sistemas ativos possuem sua própria fonte de emissão de energia eletromagnética.

No decorrer dos avanços científicos, foram desenvolvidos diferentes ferramentas e métodos que permitissem a observação e mensuração da superfície terrestre. Entre as primeiras tentativas de realizar essas observações ocorreram através do uso de balões de ar quente, pipas, foguetes, aviões e por fim, satélites orbitais (JENSEN, 2009). No desenvolvimento histórico, os maiores avanços tecnológicos referentes ao sensoriamento remoto ocorreram em virtude da Primeira e Segunda Guerra Mundial, na primeira metade do século XX, sendo o primeiro satélite orbital lançado em 1957, através da extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URRS), denominado de *Sputnik-1*. No contexto brasileiro, os produtos de sensoriamento remoto são recorrentemente utilizados não apenas para o processo de monitoramento de unidades de conservação (ROQUE, 2018), sendo amplamente difundidos através de instituições/organizações como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e o Projeto MapBiomass.

Uma das formas mais comumente utilizadas para aplicação do sensoriamento remoto no desenvolvimento de pesquisas de monitoramento e avaliação de unidades de conservação, ocorre através das análises de cobertura e uso da terra. Para que a discriminação dessas classes ocorra utiliza-se procedimentos de Classificação Digital de Imagens (SOUSA, 2017), ao qual permitem associar um elemento do espaço a uma categoria determinada. Segundo Paranhos Filho (2021), essa classificação pode ser realizada através métodos Automáticos Não Supervisionados ou Automáticos Supervisionados. Ambas se diferenciam pelo nível de participação do pesquisador durante o processamento dessas informações, visto que na classificação não supervisionada não há interação na determinação das classes, já na supervisionada ocorre através de definição de áreas de treinamento, indicadas pelo pesquisador.

Embora o acesso a bancos de dados e informações obtidas por sensoriamento remoto estejam cada vez mais acessíveis, ainda se enfrenta dificuldades quanto ao processamento de grandes volumes de informações, principalmente em relação as capacidades técnicas de Tecnologia da Informação (TI) nas pesquisas (GORELICK *et al.*, 2017). Uma das soluções que surgiram nos últimos anos é o processamento de dados através de sistemas em nuvem, comumente utilizando algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*), aprendizagem profunda (*deep learning*) e inteligência artificial. Uma dessas soluções é o *Google Earth Engine* (GEE), desenvolvida pela

empresa norte-americana *Google*. Esta é uma plataforma com sistema em nuvem que permite de forma fácil e rápida o acesso a processamentos com alta performance de desempenho, sem que seja necessário do usuário a utilização de máquinas de processamento robustas (GORELICK *et al.*, 2017). Permitindo ao usuário o acesso a uma ampla biblioteca gratuita de informações. Entre o conjunto de informações acessíveis, cita-se: série Landsat 4 a 8 surface *reflectance*, Landsat 5 *TM*, Landsat 7 *ETM+* e Landsat 8 *OLI/TIRS*; série Sentinel 1 A/B e 2A; série MODIS; série ASTER; série SRTM; GPM, TRMM entre outras.

Vulnerabilidade ambiental

Visto a necessidade de se aferir o caráter de vulnerabilidade as UC neste trabalho, faz-se necessário compreender esse segmento de abordagem a partir de diferentes conceituações na literatura internacional e nacional. Contudo, é necessário compreendermos inicialmente que o caráter de vulnerabilidade, embora possua uma padronização, é singular ao contexto espacial do recorte de estudo, modificando-se em diferentes localidades (ARENATO *et al.*, 2015).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2004, p.16), a vulnerabilidade refere-se a susceptibilidade de uma localidade aos impactos de perigo, seja por fatores físicos, sociais, econômicos ou ambientais constatado pela afirmação a seguir, em tradução livre do inglês², “As condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos ou ambientais, que aumentam a susceptibilidade de uma comunidade ao impacto de riscos (ONU, 2004, p.16). Na literatura nacional, a temática da vulnerabilidade ambiental é amplamente discutida sobre diferentes aspectos e elementos, tornando uma definição única bastante onerosa. Sendo assim, neste trabalho essa temática será discutida sobre a perspectiva de Ross (1994, p.66), que por vezes denomina-a de fragilidade, em que o aspecto vulnerável de uma área se dará pela capacidade desse ambiente de não suportar as intervenções antrópicas que modificam intensamente seus sistemas naturais, de forma que se observa a perda de qualidade de suas características.

Nesse sentido, podemos aferir o entendimento de vulnerabilidade ambiental através das condições atuais de uma localidade, cujas características encontram-se em situação de fragilidade quando comparadas às suas condições normais esperadas, aferindo-a condição vulnerável. Segundo Silva *et al* (2020, p.162) “essa abordagem

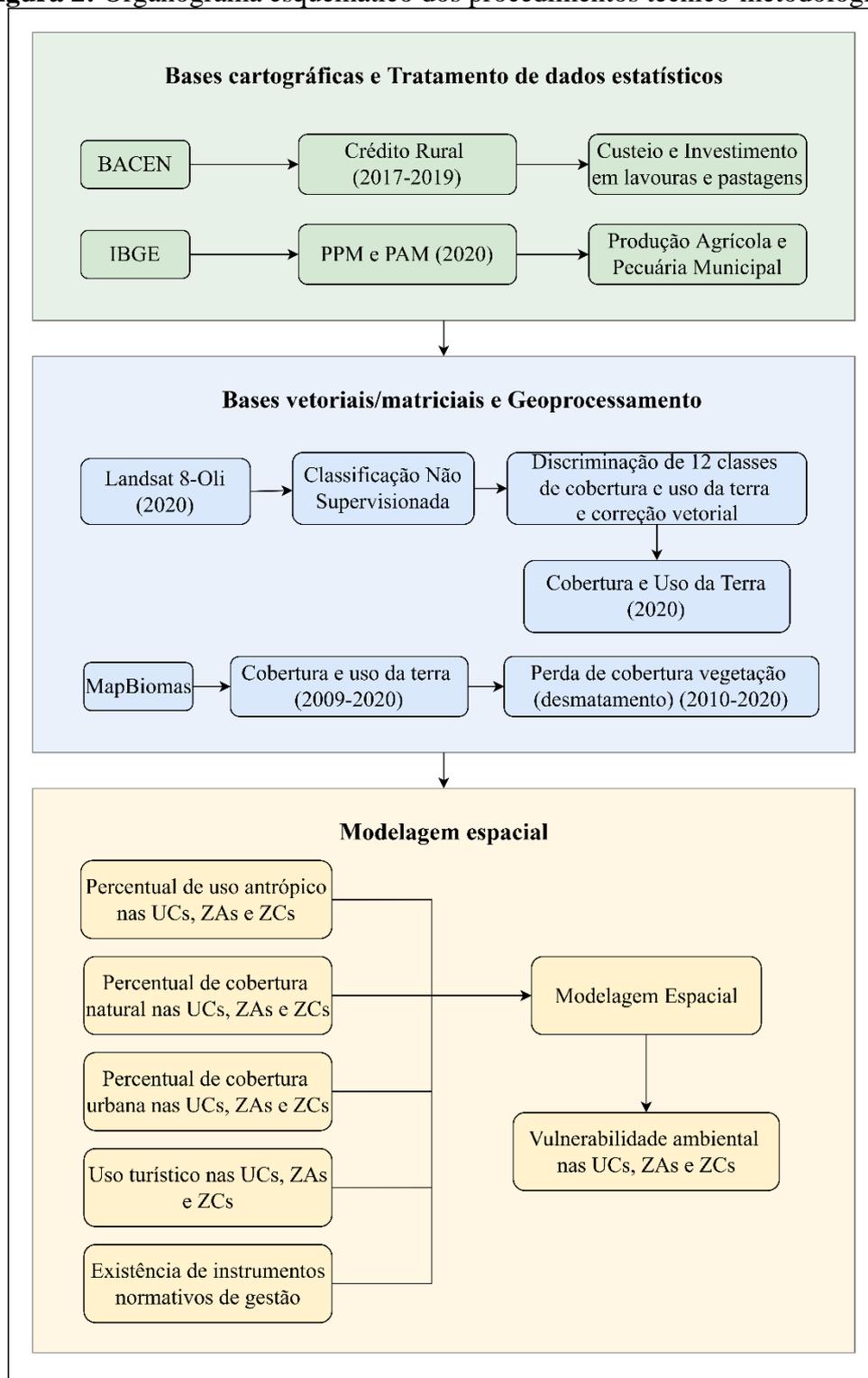
² “The conditions determined by physical, social, economic, and environmental factors or processes, which increase the susceptibility of a community to the impact of hazards” (ONU, 2004, p.16).

proporciona um conhecimento da situação do meio ambiente que pode ser tomado como ponto de partida para se atingir o desenvolvimento de forma racional, preservando áreas de maior relevância ambiental” (SILVA *et al.*, 2020, p. 162). Portanto, podendo ser aplicado no contexto das UC nos MDM.

CAPÍTULO 2: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De forma a realizarmos os objetivos desse trabalho, em relação a modelagem de vulnerabilidade das UCs e suas áreas adjacentes, fez-se necessário adotar os seguintes procedimentos técnico-metodológicos (Figura 2). Para isso, esse trabalho foi segmentado em três momentos operacionais.

Figura 2: Organograma esquemático dos procedimentos técnico-metodológicos



O primeiro momento, refere-se a sondagem e coleta das bases cartográficas existentes e o seu consecutivo tratamento estatístico das informações. Foram consultados o Banco Central do Brasil (BANCEN), especificamente os dados de Crédito Rural para os anos de 2017 a 2019; e o IBGE, com os dados de Produção Agrícola Municipal (PAM) e a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) referente ao período de 2010 a 2020. A partir dessas informações foi possível realizar interrelações entre os quantitativos de produção agrícola e pecuária e investimentos e custeios para o setor agropecuário.

No segundo momento, foram realizadas as consultas nas bases de dados vetoriais e matriciais, além das principais operações de geoprocessamento. Para obtermos a Cobertura e Uso da Terra para o ano de 2020 das UCs, ZAs, ZCs e MDM; utilizou-se imagens da série Landsat 8-OLI. Já para a mensuração de perda de cobertura vegetal, consultou-se a Coleção 6 do Projeto MapBiomas.

Por fim, no terceiro momento, foi realizado a modelagem espacial, interrelacionando as diferentes variáveis consideradas neste trabalho no intuito de se obter a vulnerabilidade ambiental das UCs, ZAs e ZCs.

Dados Utilizados

Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM)

As informações referentes ao PAM e PPM foram coletadas diretamente no IBGE, através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Em específico para o PAM foram considerados as informações sobre total de área colhida em hectares (ha) na escala municipal. Devido ao recorte espacial desse trabalho, foram coletadas informações apenas referentes aos municípios que possuem em seus limites internos, alguma das UCs, ZAs ou ZCs consideradas.

Crédito Rural

As informações acerca do Crédito Rural foram coletadas através do BACEN, referente ao período de 2017 a 2019. Das informações disponibilizadas, foram consideradas na análise os valores totais (em reais), do crédito rural destinado ao custeio, investimento e comercialização de produtos agrícolas. Além disso, também foram consideradas variáveis referentes ao melhoramento de pastagens, tais como: proteção do solo e melhoramento de pastagem. Ambas as variáveis auxiliam a compreender que medidas estão sendo tomadas pelos produtores norte-rio-grandenses em relação a minimização de impactos ao ambiente.

Foram consultados os dados disponibilizados em 2021 pelo Projeto MapBiomas – Coleção Versão 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Os recortes espaciais utilizados inicialmente foi o estado do RN, sendo em sequência recortado para os MDM e as UCs, ZAs e ZCs em estudo. Essas informações de cobertura e uso da terra são geradas a partir de métodos de classificação pixel a pixel a partir de dados da série Landsat. Para isso, utilizam-se de algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*) e a plataforma de processamento em nuvem *Google Earth Engine* (GEE). A partir do Quadro 3, observa-se todas as classes consideradas no mapeamento de cobertura e uso da terra pelo Projeto MapBiomas. Esse mapeamento é constituído por 26 classes distribuídas em quatro níveis temáticos. As principais classes categóricas (nível 1) são: Floresta; Formação Natural não Florestal, Agropecuária, Área não Vegetada, Corpo D'água e Não Observado.

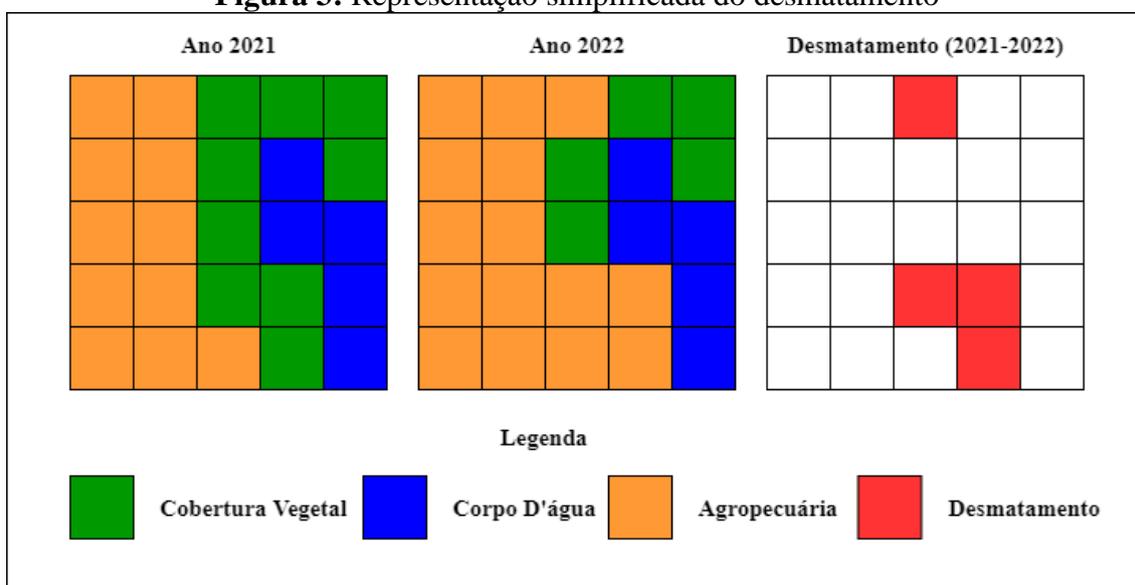
Quadro 3: Categorias de cobertura e uso da terra da Coleção 6 do MapBiomas

Classe Nível 1	Classe Nível 2	Classe Nível 3	Classe Nível 4
Floresta	Formação Florestal	-	-
	Formação Savânica	-	-
	Mangue	-	-
	Restinga Arborizada (beta)	-	-
Formação Natural não Florestal	Campo Alagado e Área Pantanosa	-	-
	Formação Campestre	-	-
	Apicum	-	-
	Afloramento Rochoso	-	-
	Outras Formações Não Florestais	-	-
Agropecuária	Pastagem	-	-
	Agricultura	Lavoura temporária	Soja Cana Arroz (beta) Outras lavouras temporárias Café (beta)
		Lavoura perene	Citrus (beta) Outras lavouras perenes
		Silvicultura	-
	Mosaico de agricultura e pastagem	-	-
Área não vegetada	Praia, Duna e Areal	-	-
	Área Urbanizada	-	-
	Minação	-	-
	Outras áreas não vegetadas	-	-
Corpo D'água	Rio, Lago, Oceano	-	-
	Aquicultura	-	-
Não observado	-	-	-

Fonte: Projeto MapBiomas – Coleção 6.

Visto a necessidade de mensurar o desmatamento nas UCs, ZAs e ZCs, utilizou-se nesse trabalho uma adaptação da compreensão dessas classes indicadas pelo Projeto MapBiomas. Para isso, foram consideradas apenas as categorias referentes as classes Floresta e Formação Natural não Florestal. Ambas as classes foram consideradas nas análises enquanto cobertura de vegetação que recobrem o território. Nesse sentido, analisou-se a perda dessa cobertura de vegetação entre um ano e outro, permitindo que observássemos essas perdas. Metodologicamente, neste trabalho consideramos que essa perda de vegetação na transição entre anos se configura enquanto desmatamento (Figura 3).

Figura 3: Representação simplificada do desmatamento



Esse entendimento pode ser visualizado a partir da Figura 3, em que temos uma representação matricial, cujos quadrados equivalem a um pixel de 30 metros, das classes de cobertura vegetal, corpo d'água, agropecuária e desmatamento. Na medida em que temos a transição entre os anos de 2021 para 2022, parte da cobertura vegetal do exemplo é suprimida em detrimento de usos agropecuário. Essa transição de perda da vegetação, é o que consideramos enquanto desmatamento, independente do uso pelo qual tenha ocorrida a supressão

Dados orbitais: Landsat 8 – OLI e RapidEye (Planet)

Foram utilizados arquivos matriciais da série Landsat 8 – OLI, referente ao ano de 2020, para gerar os produtos de cobertura e uso da terra. Essas informações foram coletadas a partir da plataforma GEE, a partir de técnicas pixel a pixel que garantem não apenas a melhor escolha do mosaico, mas evitando ruídos nos arquivos matriciais. As

imagens Landsat foram coletadas referente aos 24 municípios costeiros do RN. Esses arquivos foram utilizados na composição colorida R6 G5 B4, possuindo resolução espacial de 30 metros.

Além das informações orbitais da série Landsat, também foram coletadas imagens da constelação de satélites multiespectrais *RapidEye* lançados em 2008, para realização de acurácia global dos mapas de cobertura e uso da terra e para a matriz de confusão. Esses dados estão disponíveis prontos para uso (*ready to use*) em virtude da Iniciativa Norueguesa para o Clima e Florestas (NICFI), entre o Ministério de Clima e Meio Ambiente da Noruega e a *Kongsberg Satellite Services, Planet* e *Airbus*. Esse conjunto de imagens possui resolução espacial de 4,7 metros, com disponibilidade mensal a partir do ano de 2015 e expectativa de duração até dezembro de 2023 (PLANET, 2022)

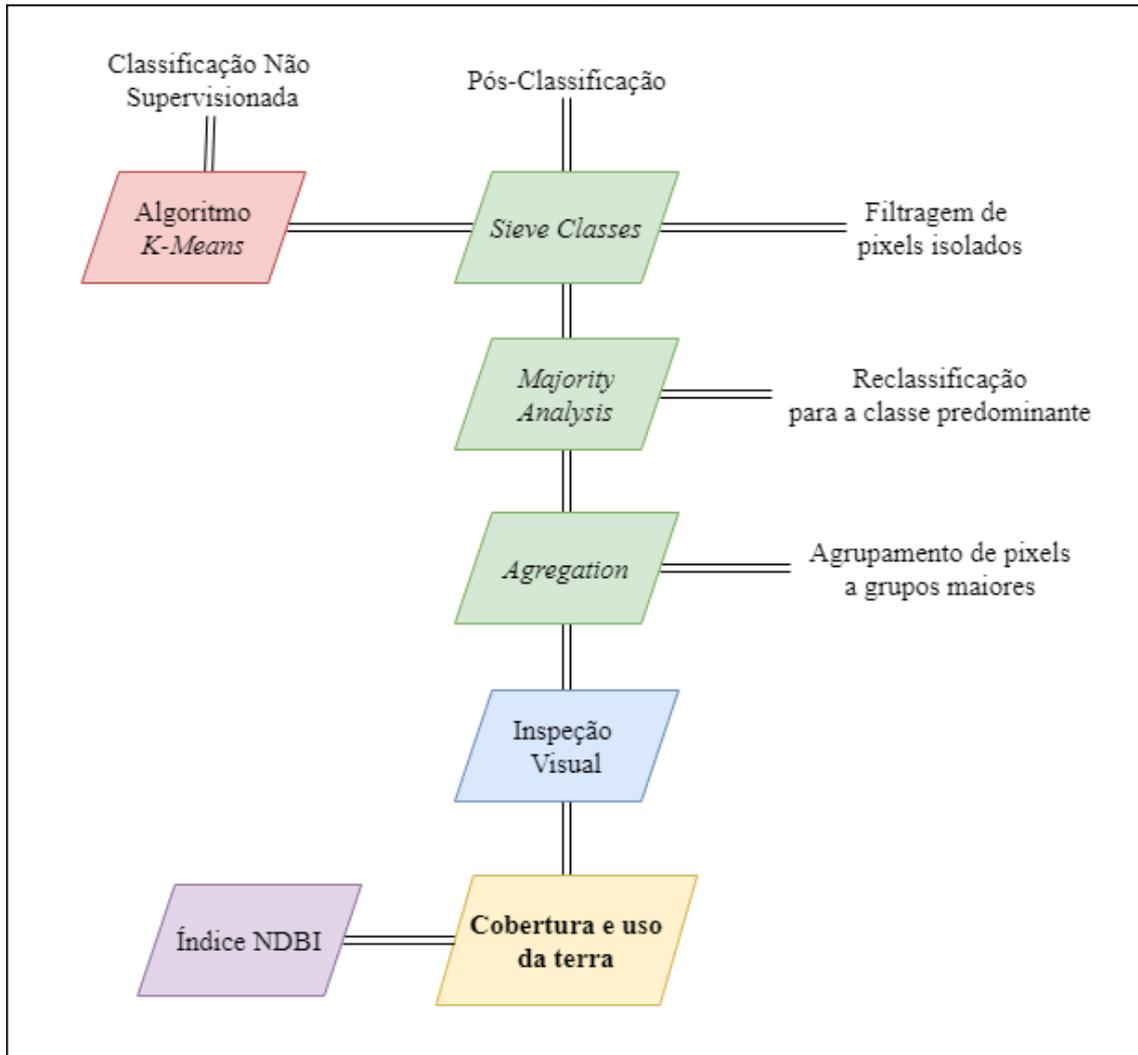
Processos e Produtos

Classificação de cobertura e uso da terra

Para a geração do produto de cobertura e uso da terra para o ano de 2020 (Figura 4), utilizou-se do processo de classificação não supervisionada por meio do algoritmo *k-means*, assumindo oito classes, erro aceitável de 5% e dez números de iterações máximas. Com o resultado dessa classificação, aplicou-se filtros de pós-classificação para filtragem de pixels isolados, a partir da ferramenta do tipo *Sieve Classes*, o qual filtra pixels isolados na imagem classificada, a partir da análise da vizinhança imediata do pixel analisado, admitindo um número de filtragem até 10 pixels agrupados, o que considerando a resolução de 30 metros da banda Landsat equivale a uma área máxima de 9.000 metros quadrados (9 km²), o que é compatível com a escala de mapeamento proposta (1:100.000).

Após a aplicação da filtragem de pixels isolados, foi efetuada a aplicação de uma análise de maioria (*majority analysis*), na qual os pixels isolados identificados pela ferramenta *Sieve Classes*, foram reclassificados para a classe predominante na vizinhança. Para este filtro de maioria adotou-se uma grade (*kernel*) de 21x21 pixels e com peso 1 para o pixel central. Por fim, foi aplicado um filtro de agregação (*agregation*), que agrega um agrupamento de pixels menores a um grupo maior, no qual também foi assumido um agrupamento de 10 pixels.

Figura 4: Fluxograma simplificado da metodologia de Classificação de cobertura e uso da terra



Após a filtragem de pós classificação, deu-se início a inspeção visual e correção vetorial. Neste momento adotou-se onze classes principais de mapeamento: Agricultura; Área úmida intermitente; Aquicultura; Aquicultura/Salinas; Área úmida hipersalina; Complexo industrial; Dunas; Silvicultura; Mancha Urbana; Mangue; Mosaico de Ocupação; Pastagens; Pivô Central; Vegetação; Água; Área desmatada. Tais classes refletem a dinâmica espacial estudada, bem como, a capacidade de identificação de alvos dos analistas em uma imagem OLI Landsat. De maneira a permitir uma visualização geral da área de estudo, entende-se por cobertura natural as classes de área úmida intermitente, área úmida hipersalina, dunas, mangue, vegetação e água; já a cobertura antrópica é compreendida pelas classes de agricultura, aquicultura, aquicultura/salinas, complexo industrial, silvicultura, mancha urbana, mosaico de ocupação, pastagens, pivô central e área desmatada.

É importante ressaltar, que as áreas urbanas foram delimitadas por um processo específico. Para isso, utilizou-se da metodologia proposta por Zha *et al.* (2003) e validado por Hanqiu (2007) e Sousa e Ferreira Junior (2014), que é a extração por meio do índice espectral *Normalized Difference Built-up Land Index* (NDBI). Esse índice tem como base o fato de que áreas construídas apresentam maiores reflectâncias no infravermelho de ondas médias, comparativamente ao infravermelho de ondas curtas. Assim, é gerado por meio da aplicação do NDBI um plano de informação preliminar que foi inspecionado e corrigido configurando-se a mancha urbana adotada no mapa.

Também foram utilizadas camadas auxiliares de fontes secundárias durante o processo de inspeção visual, tais como os planos de informação com Campo de Petróleo (adquirido na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM) e os aerogeradores (adquirido na Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL).

No que diz respeito a dúvidas que podem surgir quanto as classes do mapa, iremos comentar as características das classes que podem causar dubiedade, a classe “Aquicultura/Salinas” diz respeito a áreas com tanques, em que se tem diferentemente da classe “Aquicultura” a possibilidade de serem utilizados para produção de sal. É importante considerar que em uma imagem Landsat é impossível distinguir com certeza qual atividade tem sido realizada no tanque em questão, ademais, há muita proximidade entre estruturas que se destinam para esses dois fins, em algumas vezes são até vizinhas. Por meio das imagens se tem evidência de que esse tanque é usado para produção de sal em função da resposta espectral. Desta maneira, infraestruturas assim foram consideradas “Aquicultura/Salinas”. Por sua vez, a classe “mosaico de ocupação” diz respeito a coberturas antrópicas que são impossíveis de serem individualizadas em inspeção visual da imagem Landsat, tais como, pequenas áreas de agricultura em conjunto com pastagens e infraestrutura construída.

Em relação as classes identificadas, destaca-se que não ocorreu validação a partir de atividades de campo, visto o cenário pandêmico de Sars-CoV-2 (novo coronavírus). Contudo, realizou-se a validação através de produtos secundários de sensoriamento remoto, tais como as imagens do satélite RapidEye, resolução de 4,7 metros, e imagens de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) já existentes no acervo do Laboratório de Processamento de Dados e Gestão Territorial (LAPROTER). A partir disso, foi obtido uma acurácia global do mapeamento de 70,65%.

Metodologia RAPPAM

A metodologia desenvolvida por Ervin (2003) e traduzida pela *World Wide Fund for Nature* - WWF Brasil, denominada de *Rapid Assessment and Priorization of Protected Area Management* (RAPPAM – Avaliação Rápida das Prioridades de Manejo em Unidades de Conservação), permite observar as fragilidades, potencialidades e estado de vulnerabilidade das UC, delineando e auxiliando os tomadores de decisão quanto as melhores alternativas a serem estabelecidas. Em relação aos objetivos específicos dessa metodologia, destaca-se a identificação de pontos fortes e fracos do manejo das unidades, avaliação de diferentes pressões e ameaças nas unidades, identificação de áreas de importância e vulnerabilidade e auxílio na melhoria e efetividade das unidades de manejo (ERVIN, 2003a).

A metodologia RAPPAM original (ERVIN, 2003a), de forma geral, segue as seguintes etapas: a) determinação do escopo da avaliação; b) avaliação das informações existentes sobre a unidade; c) aplicação de questionários para avaliação rápida; d) análise dos dados e e) indicação de diretrizes futuras adequadas a serem tomadas por gestores. No âmbito deste trabalho, esse desenvolvimento será adaptado, seguindo-se apenas as etapas a), b), d) citadas anteriormente. Essa adaptação se faz necessária devido aos objetivos propostos nessa pesquisa, além das condições sanitárias no qual vivenciamos, no contexto da pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2). Essa metodologia, além de permitir desenvolver políticas e diretrizes voltadas para a questão do manejo ambiental, ainda permite mensurar o estado de vulnerabilidade das unidades.

Além da possibilidade de avaliação das vulnerabilidades das UCs, utilizou-se esta metodologia em virtude da possibilidade da realização de análises multiescalares entre diferentes unidades, visto que a partir da metodologia RAPPAM é possível realizar avaliações locais das unidades e comparações entre ambas (ERVIN, 2003a), independente do universo amostral existente.

Na literatura internacional e nacional, essa metodologia já foi aplicada em diferentes contextos, sendo bastante eficaz. Cita-se os casos em que já foram aplicados: Xavier *et al.* (2019) no Brasil, Almeida *et al.* (2016), Barreto e Drummond (2017), Brandão e Schiavetti (2017), Lu, Kao e Chao (2012) e Prestes, Perello e Gruber (2018).

Modelagem espacial da Vulnerabilidade ambiental

A partir do conjunto de dados apresentados nesse trabalho, é possível realizar uma modelagem da vulnerabilidade ambiental das UCs localizadas nos municípios costeiros

do RN. Essa modelagem ocorre por meio da ponderação das diferentes variáveis apresentadas, com intuito de alcançar a visualização da situação de vulnerabilidade nas unidades em estudo. Para isso, serão consideradas nesse trabalho os critérios presentes no Quadro 4: desmatamento (2010-2020), percentual de cobertura antrópica, percentual de cobertura urbana, presença de uso turístico e existência de plano de manejo nas UCs, ZAs e ZCs.

Quadro 4: Critérios de classificação da vulnerabilidade ambiental nas Unidades de Conservação

Variáveis	Tipo	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4
Desmatamento entre 2010 - 2019	UC	Menor que 10% da extensão da UC	Entre 10 e 20% da extensão da UC	Entre 20 e 30% da extensão da UC	Maior que 30% que a extensão da UC
	ZA	Menor que 10% da extensão da ZA	Entre 10 e 30% da extensão da ZA	Entre 31 e 49% da extensão da ZA	Maior que 50% que a extensão da ZA
	ZC	Entre 0 e 25% da extensão da ZC	Entre 25% e 50% da extensão da ZC	Entre 50% e 70% da extensão da ZC	Maior que 70% da extensão da ZC
% de cobertura antrópica	UC	Menor que 20% da extensão da UC	Entre 20 e 50% da extensão da UC	Entre 50 e 75% da extensão da UC	Maior que 75% da extensão da UC
	ZA	Menor que 50% da extensão da ZA	Entre 50 e 70% da extensão da ZA	Entre 70 e 79% da extensão da ZA	Maior que 80% da extensão da ZA
	ZC	Menor que 70% da extensão da ZC	Entre 70 e 80% da extensão da ZC	Entre 80% e 89% da extensão da ZC	Maior que 90 % da extensão da ZC
% cobertura urbana	UC	Menor que 20% da extensão da UC	Entre 20% e 30% da extensão da UC	Entre 30% e 50% da extensão da UC	Maior que 50% da extensão da UC

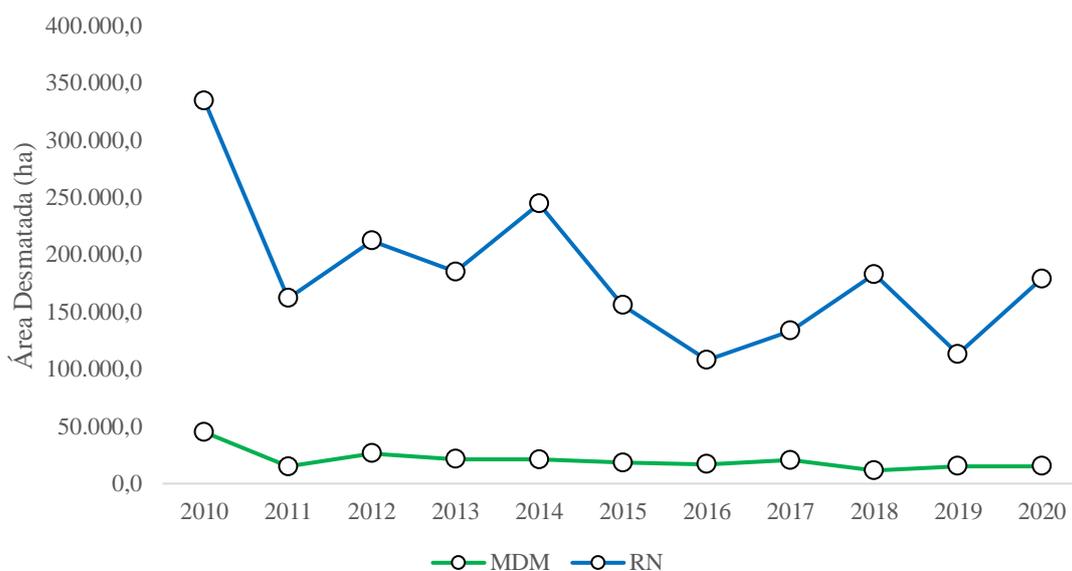
A partir desses critérios estabelecidos, é possível determinar um intervalo de vulnerabilidade entre 1 a 4, sendo: 1 - normal; 2 – média; 3 – alta e 4 – extrema.

CAPÍTULO 3: VULNERABILIDADE AMBIENTAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO LOCALIZADAS NOS MUNICÍPIOS DEFRONTANTES COM O MAR NO RN

Caracterização do desmatamento (2010-2020)

Considerando o recorte temporal de uma década (2010 a 2020), constata-se que os desmatamentos no estado do RN foram superiores a 100.000 hectares em todos os anos (Figura 5). Nesse período, o total acumulado de desmatamento registrado foi de aproximadamente 1.831.889 ha, o que representa 38,1% da área total do RN. Além disso, a média anual de desmatamento nesse período foi de aproximadamente 183.190 ha, o que equivale a um percentual médio de 3,8 % da área do estado sendo desmatada por ano entre 2010 e 2020.

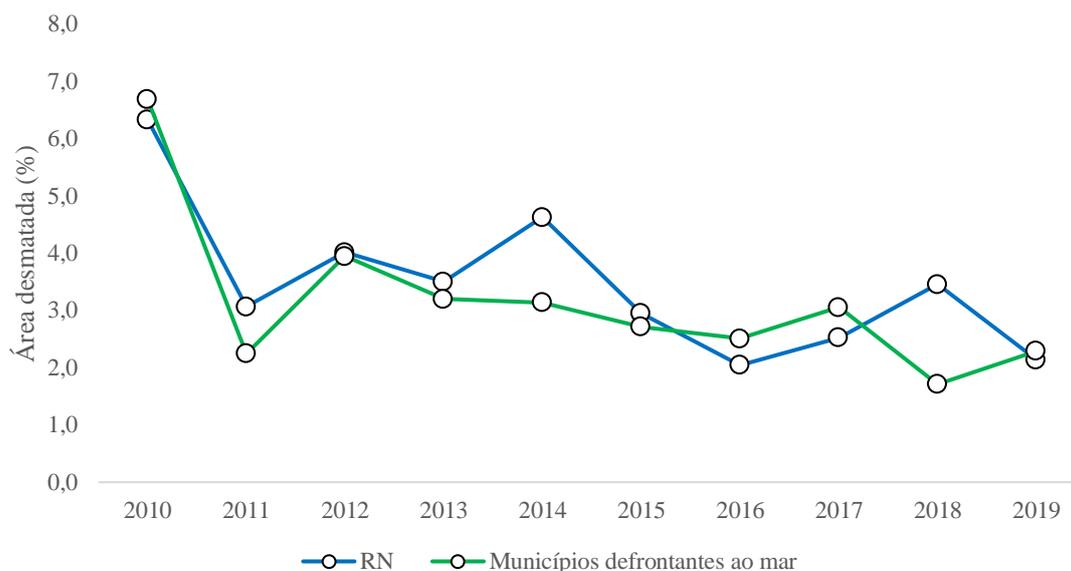
Figura 5: Área desmatada nos Municípios Defrontantes com o Mar (MDM) e no RN (2010 – 2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Em 2010, teve-se o maior registro de perda de vegetação natural no RN, registrando uma área total de aproximadamente 334.597 ha desmatados, equivalente a 6,3% da extensão territorial total do RN. Na Figura 6, comparando os percentuais de desmatamento em relação a área total do RN e dos MDM, constata-se que entre 2011 e 2015 o desmatamento nos municípios litorâneos foi menor do que o percentual do estado, embora os valores mantenham-se bastante aproximados.

Figura 6: Percentual relativo de área desmatada nos MDM e o RN (2010 – 2020)

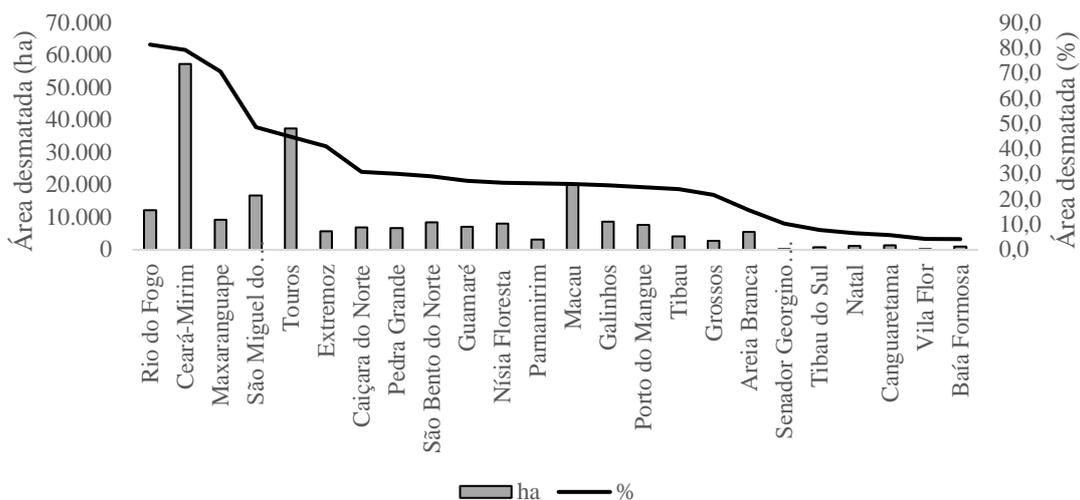


Fonte: MapBiomias (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Ainda no período analisado (2010 – 2020), a área desmatada nos MDM foi equivalente a aproximadamente 232.915 ha, representando 35% da área total desses municípios. Do total de 24 municípios, 67% tiveram desmatamento total entre 1.000 ha e 10.000 ha, enquanto 12% registraram desmatamentos inferiores a 1.000 ha (Figura 7). Os municípios com maior registro de desmatamento são: Ceará-Mirim (57.265 ha), Touros (37.442 ha) e Macau (20.255 ha). Mesmo que grande parte dos municípios litorâneos tenham apresentado desmatamento relativamente menor (até 10.000 ha), a proporção em relação ao tamanho de suas áreas é significativa, principalmente em municípios de menor extensão territorial. Em 75% desses municípios (18 municípios), a área desmatada foi superior a 20% em relação a extensão total de seus territórios. Destaca-se Rio do Fogo e Ceará-Mirim em que essas proporções foram, respectivamente, de 81% e 79% de suas áreas no período de 2010 a 2020. Ressalta-se que esses municípios passaram por expansão de atividades agrícolas, principalmente, a fruticultura de banana (Figura 8 e Figura 9).

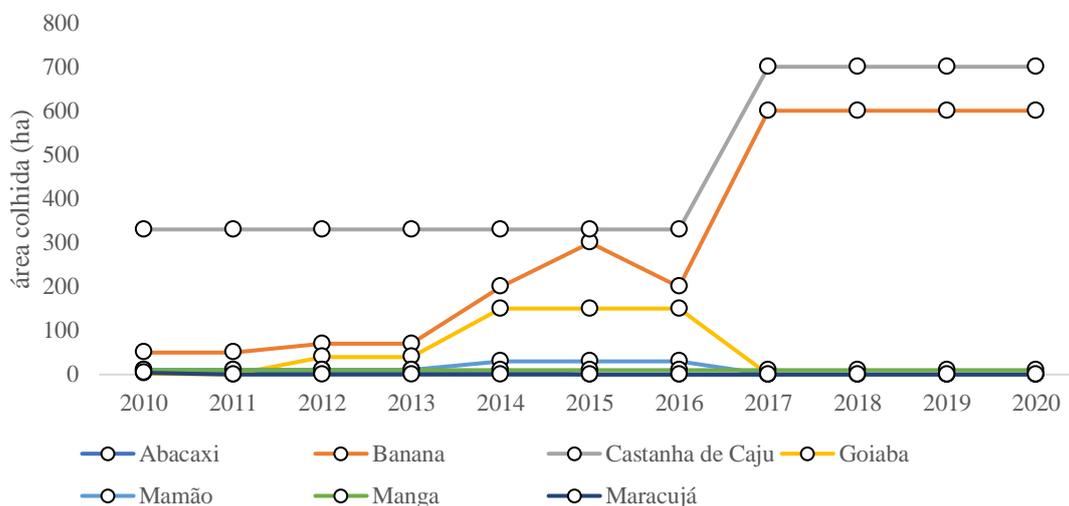
É importante ressaltar que alguns municípios, não apresentam grandes áreas desmatadas entre 2010 e 2019, justamente por terem um cenário de intensa conversão de uso e cobertura da terra, como é o caso dos municípios do sul do litoral oriental do RN, tais como Baía Formosa e Canguaretama.

Figura 7: Área desmatada e percentual de desmatamento nos MDM/RN (2010 - 2020)



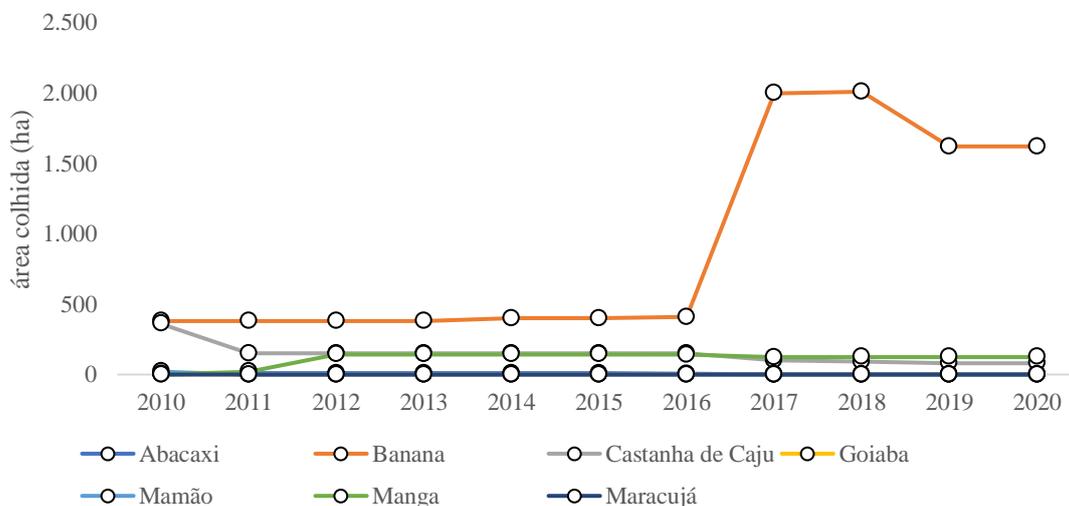
Fonte: MapBiomias (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Figura 8: Evolução da área colhida no município de Ceará-Mirim/RN (2010 – 2020)



Fonte: PAM – IBGE (2020)

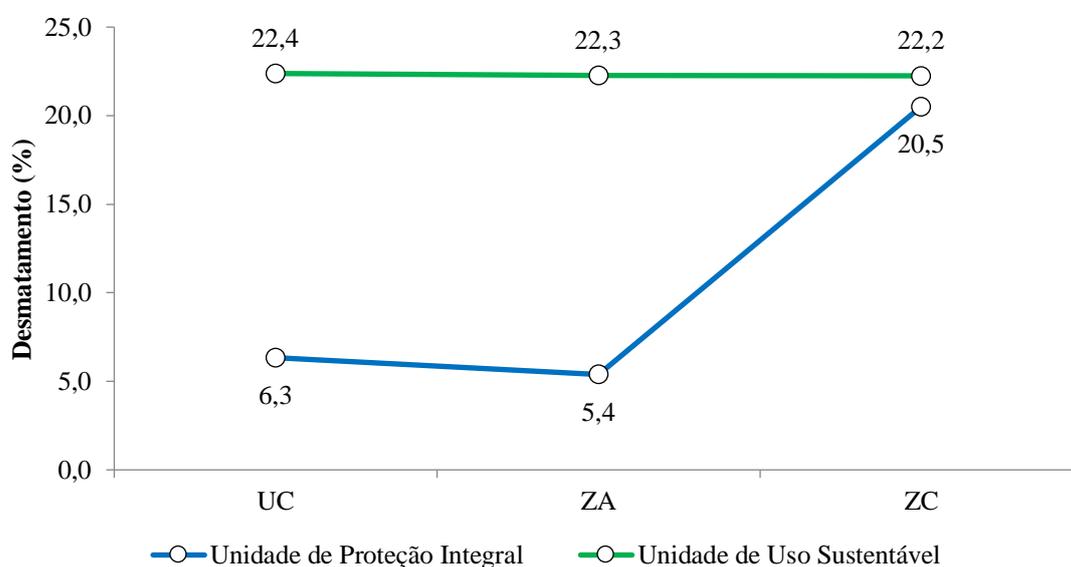
Figura 9: Evolução da área colhida no município de Rio do Fogo/RN (2010 – 2020)



Fonte: PAM – IBGE (2020).

Em relação a porção continental das UCs, ZAs e ZCs, essas possuem uma área total somada de 700.495 ha, distribuídos em 12 unidades nos MDM. Ao direcionarmos a atenção aos dados de desmatamento nessas áreas, constata-se que entre 2010 a 2020 foram desmatados uma área de 153.245 ha, o que equivale a 22% da área das UCs, ZAs e ZCs. Observando a Figura 10, é possível compreender que o desmatamento ocorreu de forma mais intensa nas Unidades de Uso Sustentável (UUS), com médias acima de 22% nos três segmentos. Já nas Unidades de Proteção Integral (UPI) os percentuais médios foram menores, oscilando com maior intensidade nas ZCs, cuja conversão da cobertura da terra ocorre com maior intensidade para usos antrópicos.

Figura 10: Percentual de desmatamento nas Unidades de Proteção Integral e Uso Sustentável nos MDM/RN (2010-2020)

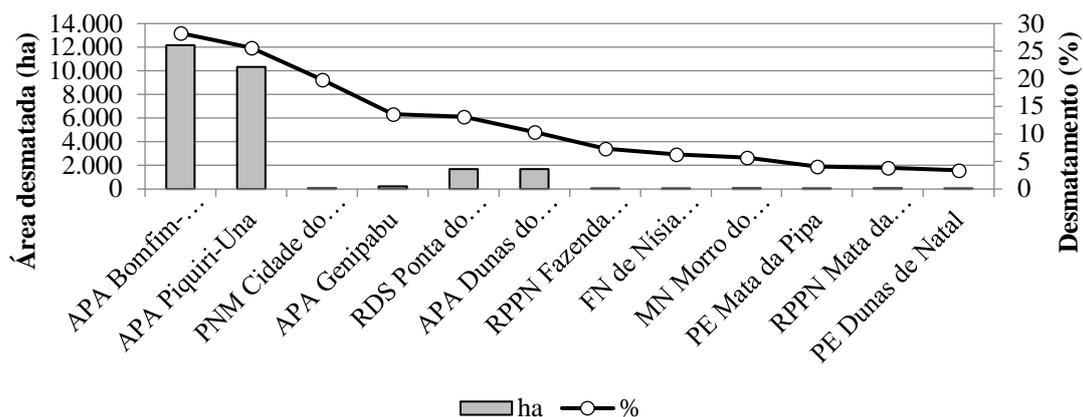


Fonte: MapBiomas (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Tratando especificadamente dos limites das UCs que possuem territórios nos MDM, essas possuem uma área total de 119.733 ha, dos quais 26.385 ha foram alvo de desmatamento no período em análise, ou seja, equivalente a 22% da área total. Desse desmatamento constatado, as UUS apresentaram maior desmatamento, equivalente a 22% (26.203 ha) do total de área das UCs, enquanto as UPI registraram um desmatamento de 6% (182 ha), sendo, portanto, menos desmatadas.

A partir da Figura 11, é possível observar que os desmatamentos foram mais pronunciados nas seguintes unidades: A.P.A. Bomfim-Guaraíra e A.P.A. Piquiri-Una, respectivamente de 12.145 ha e 10.328 ha, o que equivale a 28% e 26% de suas áreas protegidas. Já no P.E. Mata da Pipa e Dunas do Natal, os percentuais de desmatamento foram inferiores a 5%.

Figura 11: Área desmatada e percentual de desmatamento nas UCs localizadas nos MDM/RN (2010-2020)

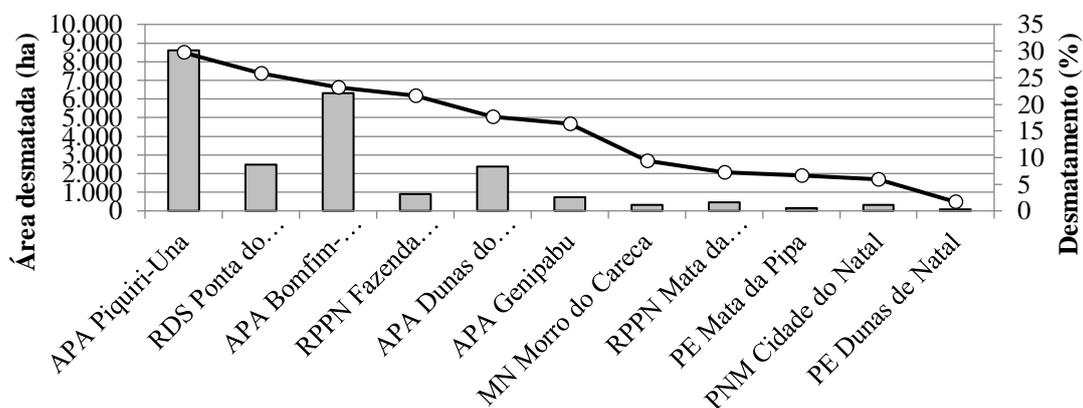


Fonte: MapBiomias (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Em relação as ZAs, estas possuem uma área total de 110.172 ha, sendo registrado um desmatamento total entre 2010 e 2020 de 22.714 ha, equivalente a 21% da área total. Entretanto, esse desmatamento ocorreu com diferentes intensidades nos dois tipos de unidades. Nas UUS, o percentual de desmatamento foi de 23% (21.848 ha) enquanto nas UPI esse percentual foi de apenas 5% (866 ha) em relação ao tamanho das respectivas ZAs. É importante ressaltar que a área das ZAs das UUS é seis vezes maior que as UPI.

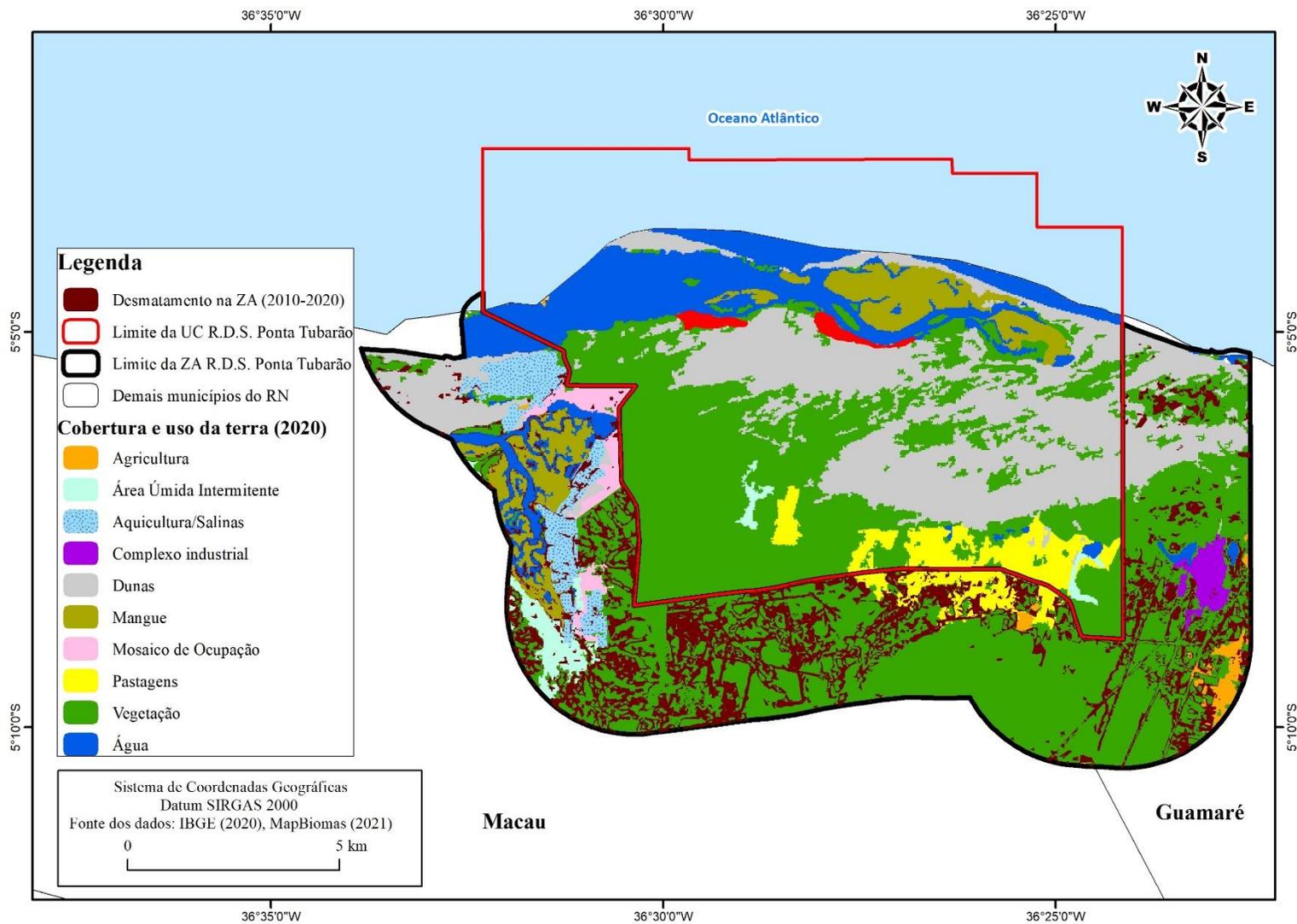
A partir da observação da Figura 12, é possível identificar o percentual de área desmatada por cada ZA. A supressão de cobertura natural ocorre com maior intensidade na A.P.A. Piquiri-Una (8.595 ha ou 30%), R.D.S. Ponta do Tubarão (2.472 ha ou 26%), e A.P.A. Bomfim-Guaraíra (6.316 ha ou 23%). Quando associamos esses percentuais de desmatamento ao tipo de cobertura e uso da terra na R.D.S Ponta do Tubarão (Figura 13), constatamos que 80,4% (8.229,7 ha) de sua área corresponde a cobertura natural e apenas 13,6% (1.297 ha) a área antrópica.

Figura 12: Área desmatada e percentual de desmatamento nas ZAs localizadas nos MDM/RN (2010-2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Organizado pelo Autor (2022).

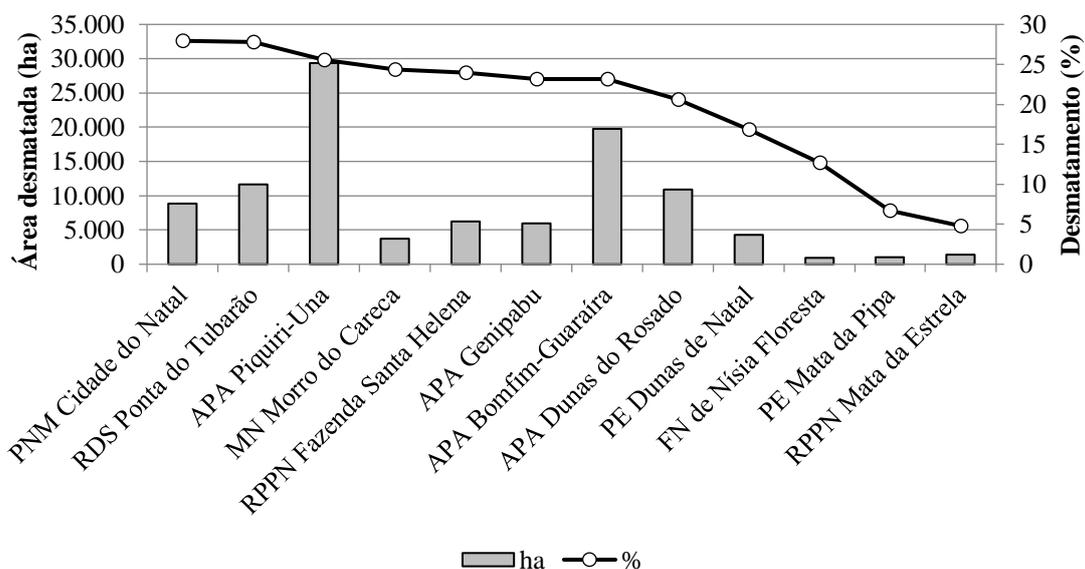
Figura 13: Cobertura e uso da terra (2020) e desmatamento (2010-2020) na ZA RDS Ponta Tubarão no RN



Por fim, em relação as ZCs, essas possuem área total de 470.590 ha dos quais foram identificados um desmatamento acumulado de 104.146 ha como áreas que sofreram supressão da vegetação natural entre 2010 e 2020, equivalente a 22% da área. Assim como observamos nas UCs e ZAs, temos uma tendência de maior desmatamento em UUS do que em UPI. As de Uso Sustentável, tiveram perdas de vegetação equivalente a 22% de sua área, respectivamente 86.292 ha. Já as de Proteção Integral, perderam 21% de suas áreas, percentual equivalente a 17.854 ha.

Observando o Figura 14, acerca do percentual de área desmatada por ZCs nos MDM, identificamos que 83% das ZCs (total de dez zonas) possuem percentual de desmatamento superior a 10% de suas áreas. O maior percentual de desmatamento ocorreu no PMN Cidade do Natal, em que a taxa foi de 28%, equivalente a 8.818 ha. Entretanto, esses valores de desmatamento se mantêm altos em grande parte das unidades, por exemplo, em oito ZCs esse percentual é superior a 20%. Apenas nas ZC's da R.P.P.N Mata da Estrela e P.E. Mata da Pipa esses percentuais são inferiores a 10%.

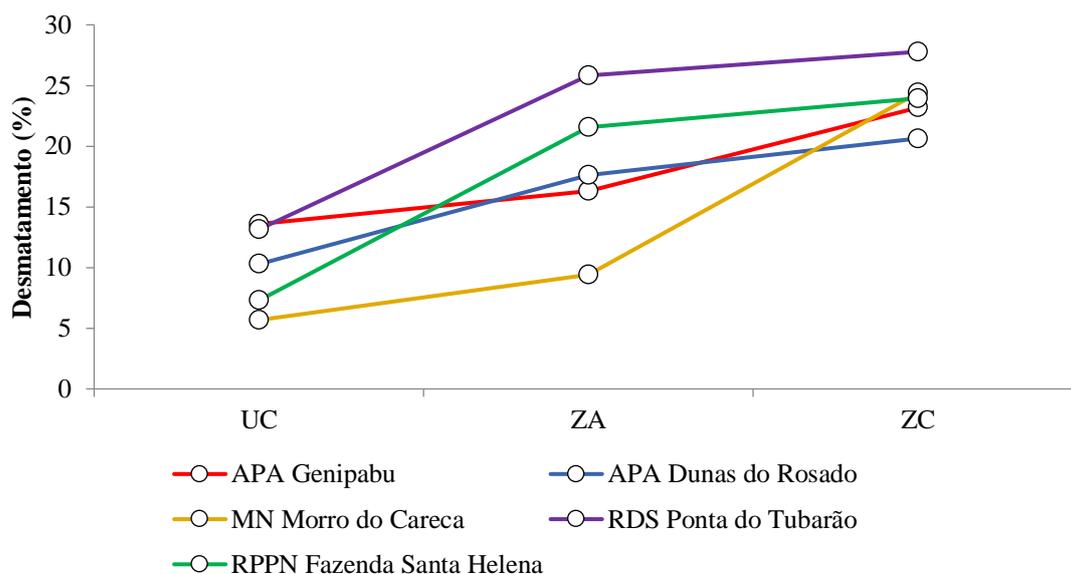
Figura 14: Área desmatada e percentual de desmatamento nas ZCs localizadas nos MDM/RN (2010-2020)



Fonte: MapBiomas (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Após a constatação dessas informações, podemos identificar dois padrões de pressão antrópica sobre as unidades a partir dos dados de desmatamento. O primeiro refere-se as UCs cujo desmatamento é progressivamente elevado em seu entorno (ZAs e ZCs), mas que em seu limite interno possui percentuais menores (Figura 15). Esse padrão é identificado em cinco unidades observadas na Figura 15.

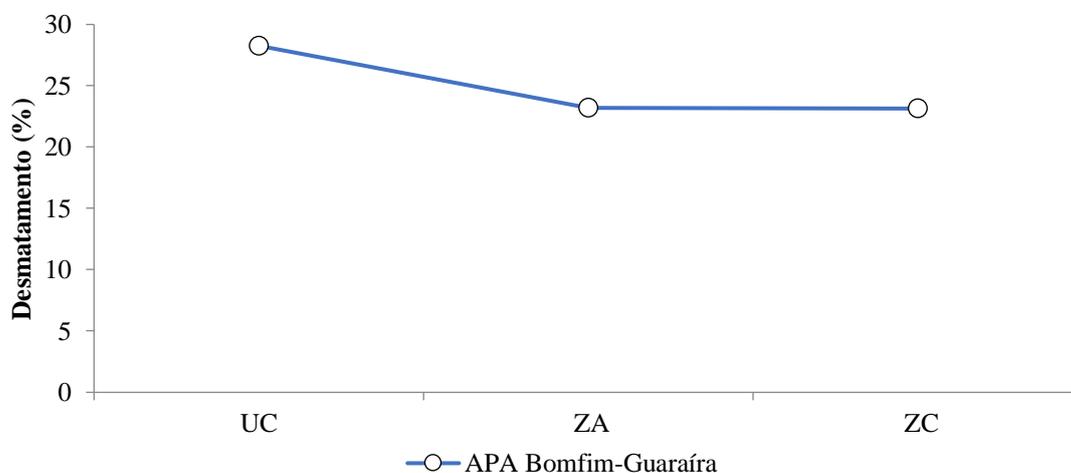
Figura 15: Percentual de desmatamento por UC, ZA e ZC nos MDM/RN (2010-2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Já o segundo padrão refere-se as UCs cujo percentual de desmatamento é maior em seu limite interno do que nas suas áreas adjacentes (Figura 16). Observa-se apenas uma unidade cujo desmatamento refere-se a esse segundo padrão na APA Bomfim-Guaráira. Relacionando aos dados da Tabela 1, constata-se que na A.P.A. Piquiri-Una, os percentuais de área antrópica são elevados em todos os limites: a UC com 80,6%, ZA com 85,6% e ZC com 83,3%, destacando-se a ZA. Dessa forma, podemos constatar que o entorno dessa UC's apresenta um elevado nível de conversão da cobertura natural para uso antrópico. Podemos associar essa antropização ao desmatamento, mostrando uma tendência de expansão desse passivo ambiental sobre os limites internos dessa UCs, caracterizados a partir desse desmatamento.

Figura 16: Percentual de desmatamento por UC, ZA e ZC nos MDM/RN (2010-2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Tabela 1: Percentual de conversão em área antrópica (até 2020) e percentual e hectares de desmatamento (2010-2020) nas UC, ZAs e ZCs

Unidade de Conservação	Tipo	Área antrópica (% em 2020)			Desmatamento em 2017 a 2019 (ha)		Área desmatada em relação a área total (% entre 2010-2020)		
		UC	ZA	ZC	UC	ZA	UC	ZA	ZC
APA Bonfim-Guarairas	UUS	44	77	75	2706	1250	28	23	23
APA das Dunas do Rosado	UUS	2	21	37	267	594	10	18	21
APA de Genipabu	UUS	42	57	56	70	171	14	16	23
APA. Piquiri-Una	UUS	81	86	83	2527	2172	26	30	26
FN Nísia Floresta	UUS	3	50	72	3	0	6	0	13
MN do Morro do Careca	UPI	3	55	74	10	53	6	9	24
PE Mata da Pipa	UPI	4	60	60	2	33	4	7	7
PE Dunas de Natal	UPI	4	91	70	7	22	3	2	17
PNM Cidade do Natal	UPI	4	90	73	10	55	20	6	28
RDS Ponta do Tubarão	UUS	6	14	14	170	298	13	26	28
RPPN Fazenda Santa Helena	UUS	0	15	9	0	166	7	22	24
RPPN Mata da Estrela	UUS	2	52	51	15	162	4	7	5
Total acumulado (ha)					5786	4979			

Fonte: MapBiomas (2021). Organizado pelo Autor (2022).

Conciliando essas informações de desmatamento ao tipo de uso da terra existente nessas mesmas unidades (Tabela 1), podemos observar que as ZAs e ZCs possuem um percentual de área antrópica superior ao encontrado nos limites das UCs destacadas nas Figura 15 e Figura 16. Portanto, é nas ZAs e ZCs, em que o percentual de antropização é maior. Ainda na Tabela 1, ressalta-se que duas unidades se localizam predominantemente em manchas urbanas, da cidade de Natal, indicadas pelas tarjas amarelas sendo: P.E. das Dunas de Natal e P.N.M. Cidade do Natal.

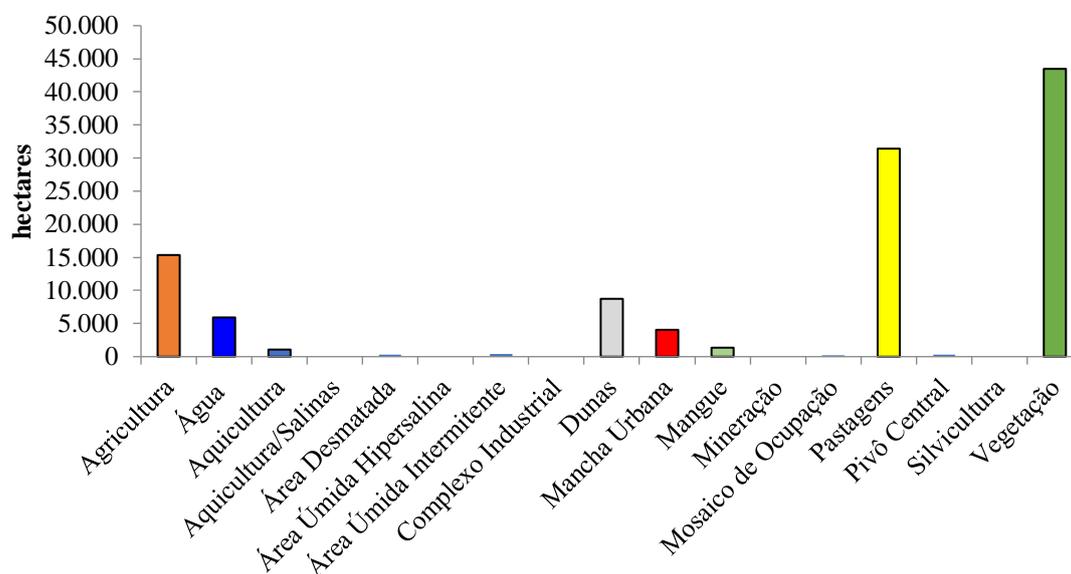
Além disso, ainda na Tabela 1, podemos destacar as unidades que apresentam os maiores indicativos de pressão decorrente dos desmatamentos acontecidos entre 2010 e 2020. Essas unidades são: A.P.A. Bomfim-Guarairas, A.P.A. Piquiri-Una, R.D.S Ponta do Tubarão e R.P.P.N. Fazenda Santa Helena. A exceção da R.F.C. de Tibau do Sul, o restante dessas unidades destacadas apresentou percentuais médios de desmatamento predominantemente superior a 18%, no período entre 2010 a 2020.

Caracterização da cobertura e uso da terra (2020)

A classe de cobertura e uso da terra predominante nas UCs é a de vegetação, com respectivamente 43.479 ha, equivalente a 38,6 % da área total das UCs (Figura 17 e Figura 18). Em seguida, destacam-se as classes de pastagens e agricultura que ocupam uma área 31.422 ha e 15.354 ha, respectivamente e equivalente a 27,9% e 13,6% da extensão total

das UCs, justas ocupam, portanto, 41,6% do território protegido. Em menor representatividade, tem-se as classes de dunas, mancha urbana e água que ocupam áreas respectivas de 8.737 ha (7,8%), 4.055 ha (3,6%) e 5.924 ha (5,3%).

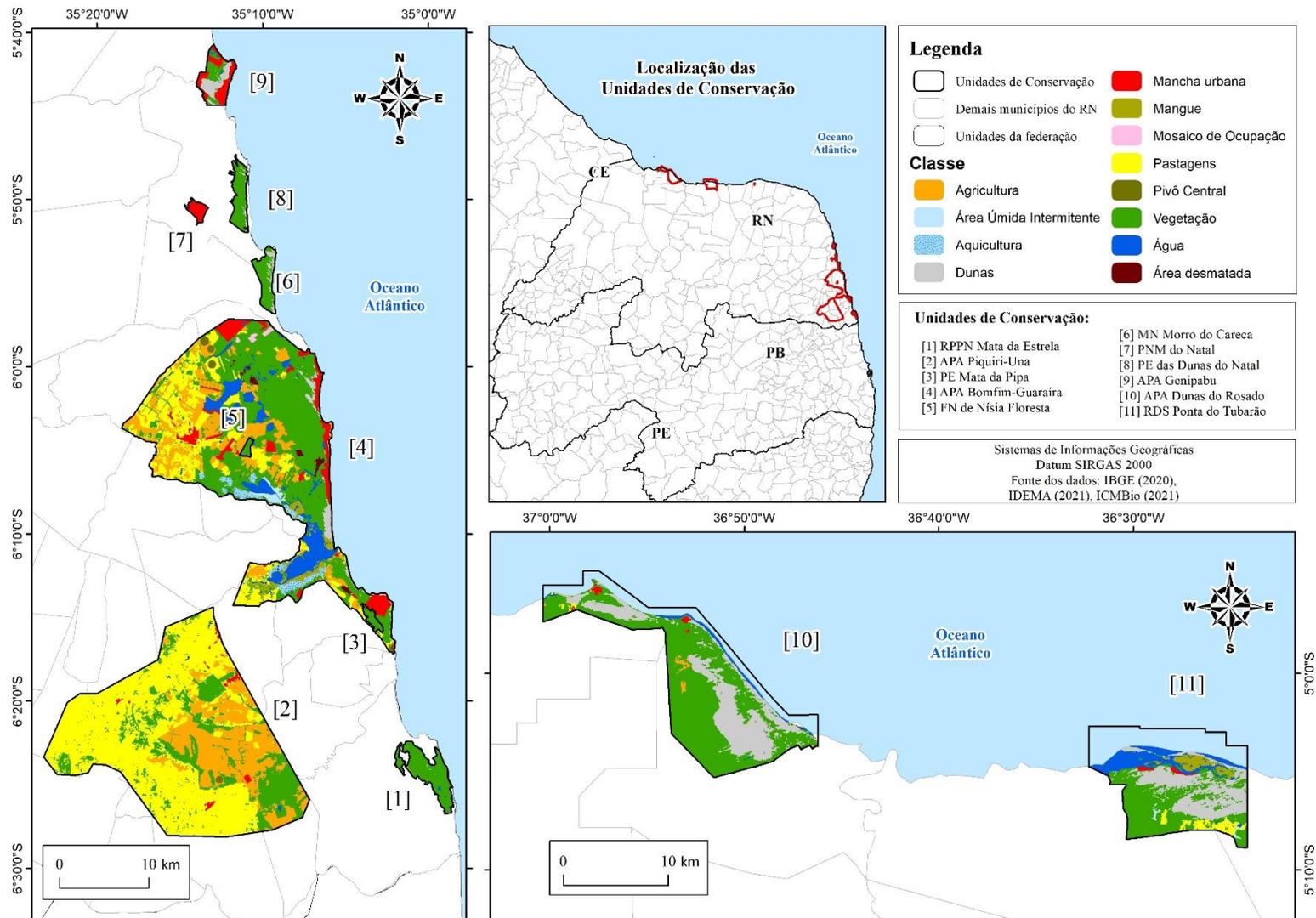
Figura 17: Classes de Cobertura e Uso da Terra nas Unidades de Conservação localizadas nos MDM/RN (2020)



Na Figura 18³ observa-se um panorama geral do uso e cobertura da terra (2020) em 12 UCs localizadas ao longo dos MDM, sendo nove no litoral oriental e três no litoral setentrional. As nove UC's localizadas no litoral oriental apresentam visualmente uma heterogeneidade maior de cobertura e uso da terra, destacando-se por extensas áreas direcionadas para atividades do setor agropecuário além de significantes áreas de mancha urbana, em virtude das cidades de Natal e Parnamirim. Já nas três UC's localizadas no litoral setentrional, temos um cenário mais homogêneo, destacando-se as classes de cobertura de dunas, vegetação e água, sendo menos explorados.

³ A R.P.P.N. Fazenda Santa Helena não foi representada na cartografia exposta por não possuir expressiva extensão territorial que permitisse a distinção da cobertura e uso da terra na escala adotada.

Figura 18: Cobertura e uso da terra nas Unidades de Conservação dos MDM/RN (2020)



A partir dessas informações de cobertura e uso da terra para o ano de 2020, foi possível identificar que 52.641 ha são de uso antrópico e 59.873 ha são de cobertura natural, representando respectivamente 47% e 53% da área total dessas UCs. Observando a distribuição de uso antrópico e cobertura natural nas 12 UCs (Figura 19 e Tabela 2), constatamos que em uma unidade o uso antrópico ocupa área superior a 50% do total de seu limite, na A.P.A. Piquiri-Una (32.082 ha - 81%). Entretanto, em nove unidades (75% do total) o percentual de cobertura natural é superior a 75%, destacando-se a UC R.P.P.N. Fazenda Santa Helena que possui 100% de sua área ocupada por cobertura natural, equivalente a 22 ha.

Figura 19: Uso antrópico e cobertura natural nas Unidades de Conservação localizadas nos MDM/RN (2020)

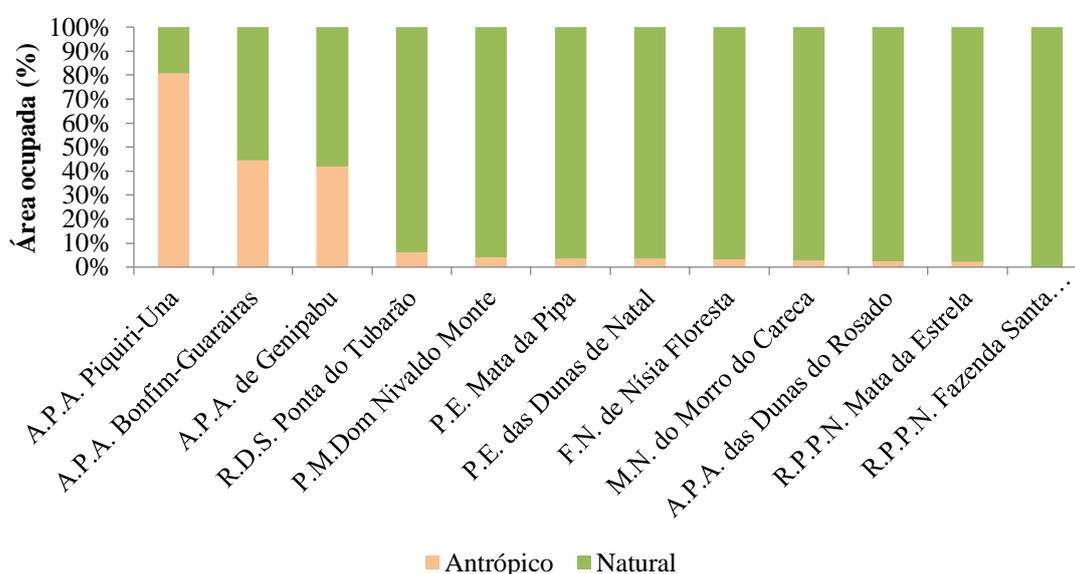


Tabela 2: Uso antrópico e cobertura natural nas UC's localizadas nos MDM/RN (2020)

Unidade de Conservação	Tipo	Área Total	Cobertura e Uso			
			Antrópico	%	Natural	%
A.P.A. Piquiri-Una	UUS	39.800	32.082	81	7.718	19
A.P.A. Bonfim-Guarairas	UUS	42.280	18.778	44	23.502	56
A.P.A. Genipabu	UUS	1.732	723	42	1.009	58
R.D.S. Ponta do Tubarão	UUS	9.545	589	6	8.956	94
P.N.M. Cidade do Natal	UPI	350	14	4	336	96
P.E. Mata da Pipa	UPI	287	10	4	277	96
P.E. das Dunas de Natal	UPI	1.123	40	4	1.083	96
F.N. de Nísia Floresta	UUS	167	5	3	161	97
M.N. do Morro do Careca	UPI	1.071	29	3	1.042	97
A.P.A. das Dunas do Rosado	UUS	14.133	327	2	13.806	98
R.P.P.N. Mata da Estrela	UUS	2.005	44	2	1.961	98
R.P.P.N. Fazenda Santa Helena	UUS	22	0	0	22	100
Total		112.514	52.641	47	59.873	53

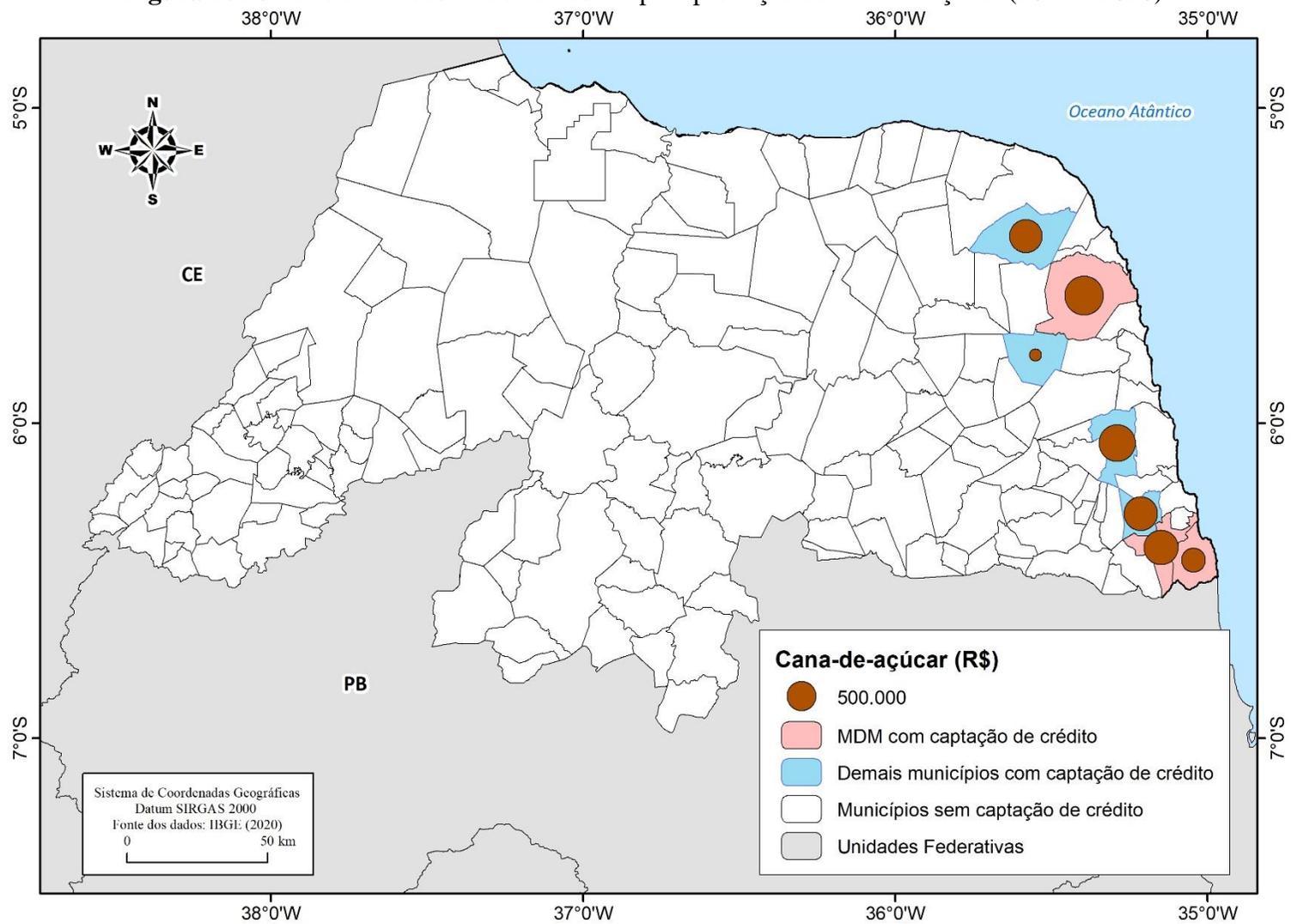
Na Tabela 3 é possível observar as UCs e seus percentuais de uso antrópico proporcionais as suas áreas, respectivamente associado aos principais tipos de uso existentes nessas localidades: agricultura, pastagem e mancha urbana.

Tabela 3: Percentual de uso antrópico e áreas ocupadas por agricultura, pastagens e mancha urbana nas UCs localizadas nos MDM/RN (2020).

Unidade de Conservação	Tipo	Área Total	Uso antrópico (%)	agricultura		pastagem		mancha urbana	
				ha	%	ha	%	ha	%
A.P.A. Piquiri-Una	UUS	39.800	81	8.488	21	23.231	58	308	1
A.P.A. Bonfim-Guarairas	UUS	42.280	44	6.694	16	7.608	18	2.731	6
A.P.A. de Genipabu	UUS	1.732	42	0	0	2	0	721	42
R.D.S. Ponta do Tubarão	UUS	9.545	6	2	0	488	5	96	1
P.N.M. Cidade do Natal	UPI	350	4	0	0	0	0	14	4
P.E. Mata da Pipa	UPI	287	4	1	0	0	0	10	3
P.E. das Dunas de Natal	UPI	1.123	3	0	0	4	0	35	3
F.N. Nísia Floresta	UUS	167	3	3	2	3	2	0	0
M.N. do Morro do Careca	UPI	1.071	3	2	0	13	1	15	1
A.P.A. das Dunas do Rosado	UUS	14.133	2	134	1	60	0	125	1
R.P.P.N. Mata da Estrela	UUS	2.005	2	31	2	13	1	0	0
R.P.P.N. Fazenda Santa Helena	UUS	22	0	0	0	0	0	0	0
Total Acumulado (ha)		112.514		15.351	14	31.421	28	4.055	4

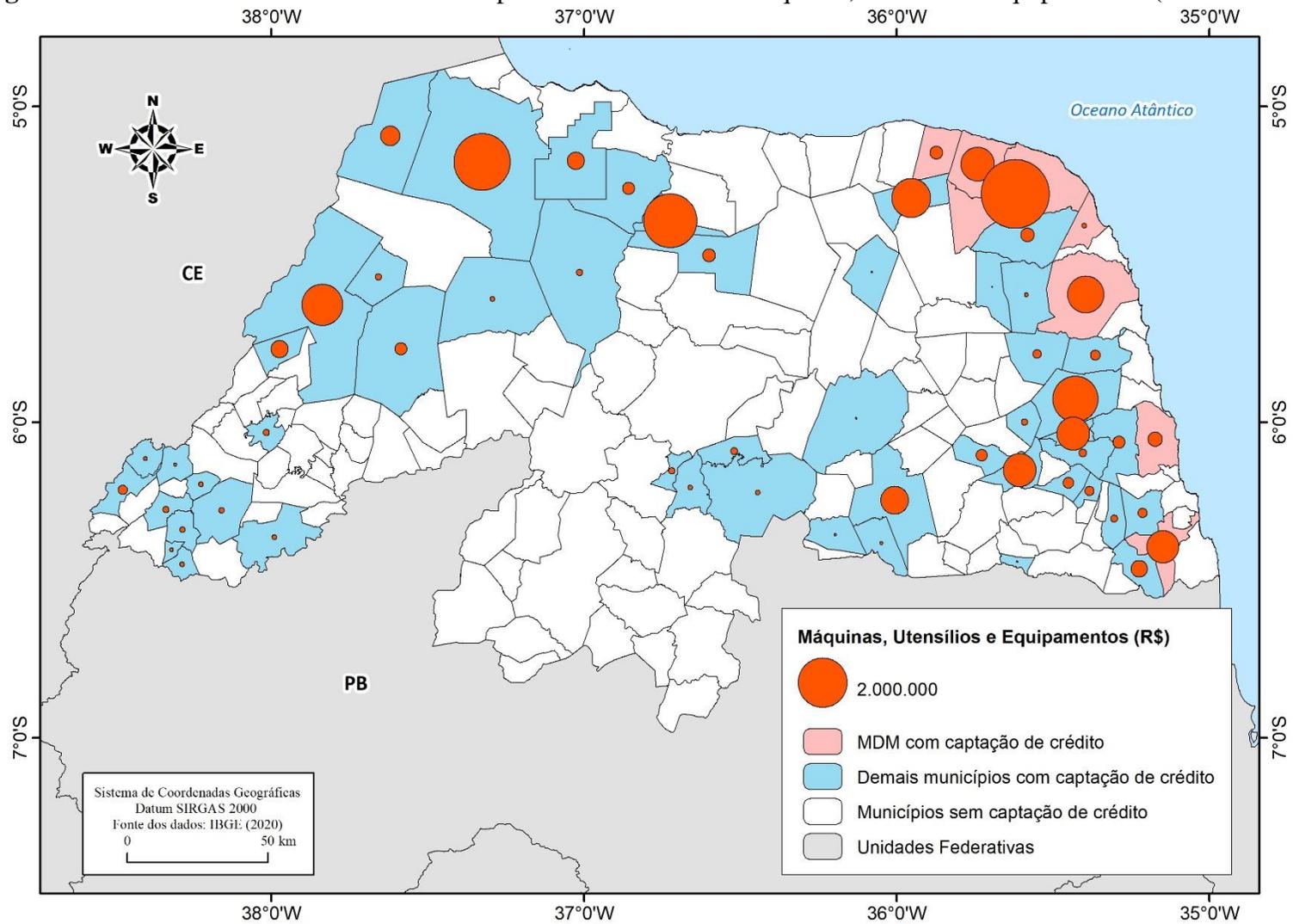
Na A.P.A. Piquiri-Una, 81% de sua área é recoberta por cobertura antrópica, dos quais há predominância de atividades ligadas a agropecuária em que 31.719 ha são ocupados por agricultura e pastagem, equivalente a 80% da área total dessa unidade de conservação. Em menor intensidade, esse cenário também é observado na A.P.A. Bomfim-Guarairas, em que 34% de sua área total é ocupado por atividades agropecuárias, respectivamente a uma área de 14.302 ha. Nos municípios que tem territórios incluídos nestas duas UCs, principalmente, Canguaretama, Pedro Velho e Nísia Floresta, há também captação significativa de crédito rural, para o custeio agrícola de cana-de-açúcar, investimento em aquisições de máquinas, utensílios e equipamentos, e em estrutura para irrigação entre 2017 e 2019 (Figura 20, Figura 21 e Figura 22).

Figura 20: Crédito Rural destinado ao custeio para produção de cana-de-açúcar (2017 – 2020)



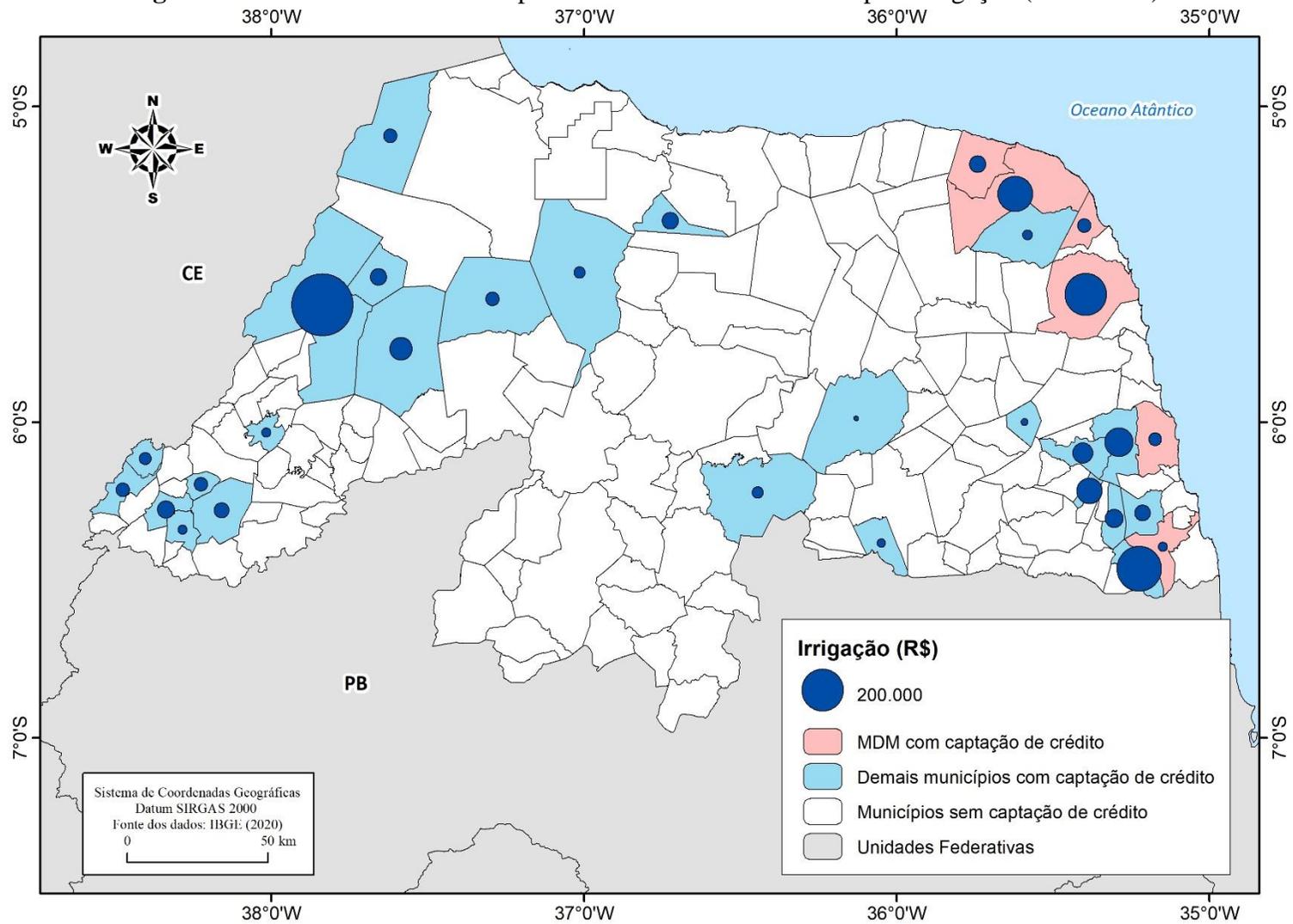
Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos autores.

Figura 21: Crédito Rural destinado ao custeio para investimento em Máquinas, utensílios e equipamentos (2017 – 2019)



Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos autores.

Figura 22: Crédito rural destinado para investimento em estrutura para irrigação (2017-2019)



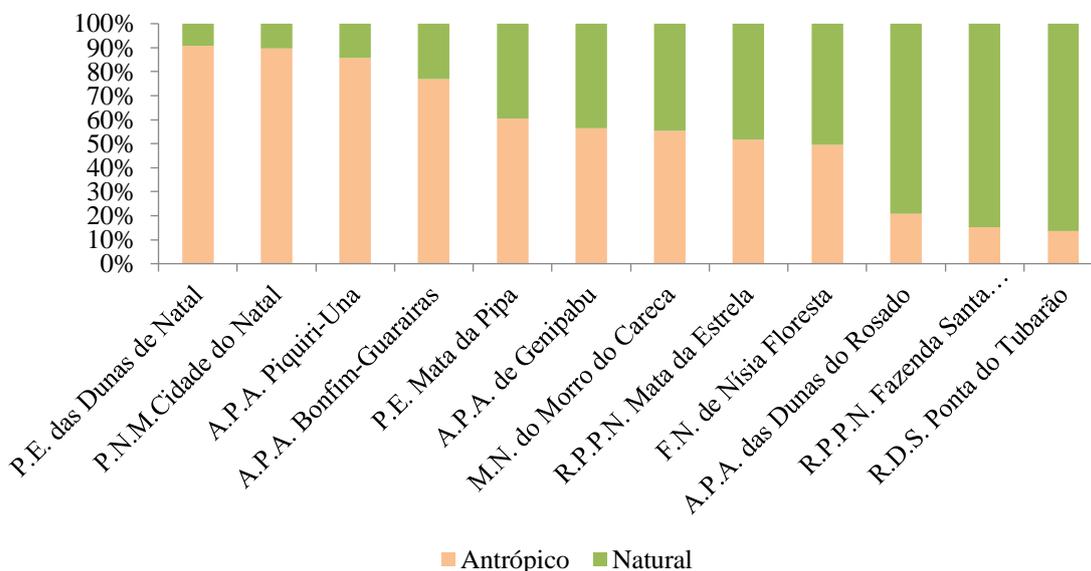
Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos autores.

Para as UCs com forte influência urbana, a A.P.A. de Genipabu, em que se têm 41,6% de sua área urbanizada, respectivamente 721 ha. De maneira a compreender amplamente a tendência de pressão antrópica e o passivo ambiental sobre as UCs, considerou-se também observar a cobertura e uso da terra nas ZAs e ZCs das 12 UCs em recorte. Embora que, de acordo com o Art.25 da Lei N°9.985/2000, unidades classificadas como APA e RPPN não são obrigadas a possuir uma ZA estabelecida.

Considerando a existência de uma ZA, com 3 km de extensão, para todas as UCs, estas apresentam uma área territorial de 112.138 ha, dos quais 69.232 ha são de uso antrópico e 42.905 ha são de cobertura natural; representando, respectivamente, 62% e 38% da área total dessas ZAs.

Observando a Figura 23, constata-se que para nove UCs (75%), suas respectivas ZAs possuem uso antrópico maior que 50% de suas áreas. Este fato registra uma tendência de pressão antrópica sobre a maioria das UCs, a partir desse aumento de passivo ambiental nas áreas adjacentes. Em quatro ZAs, essa proporção de uso antrópico é superior a 70%, sendo: P.E. das Dunas de Natal (4.613 ha ou 91%), P.N.M. Cidade do Natal (4.207,3 ha ou 90%), A.P.A. Piquiri-Una (24.462 ha ou 86%) e A.P.A. Bomfim-Guarairas (20.497,1 ha ou 77%).

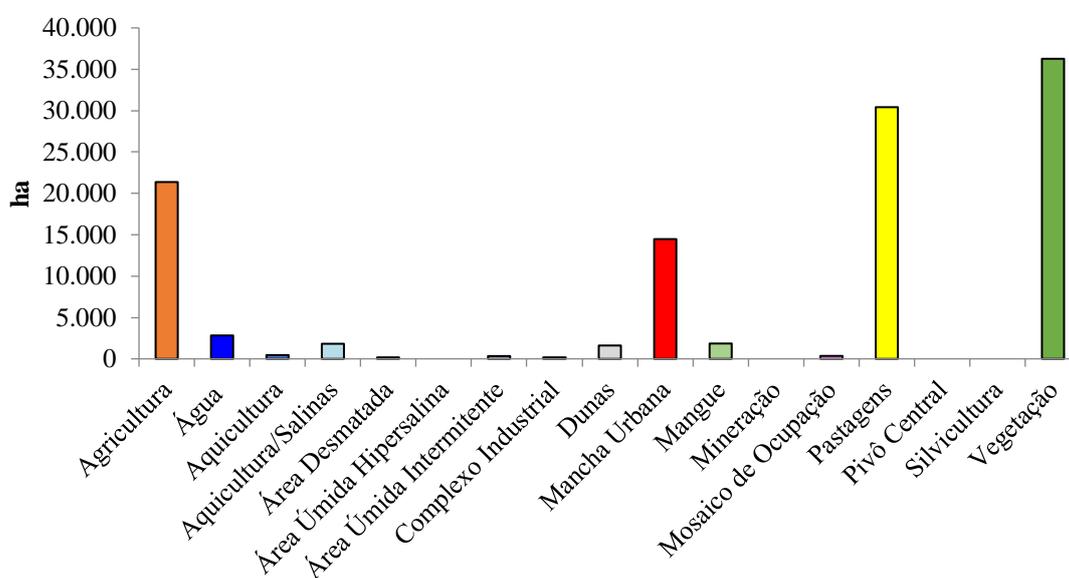
Figura 23: Uso antrópico e cobertura natural nas ZA's localizadas nos MDM/RN (2020)



De forma geral, a cobertura e uso da terra nas ZAs é caracterizada por quatro principais classes (Figura 24): vegetação, pastagens, mancha urbana e agricultura. A vegetação ocupa uma área de 36.268 ha, respectivamente 32% do total de área das ZAs. Em seguida têm-se as pastagens com 30.419 ha, mancha urbana com 14.474 ha e

agricultura com 21.370 ha; essas áreas representam respectivamente 27%, 13% e 19% da área total das ZAs.

Figura 24: Cobertura e uso da terra nas ZA's localizadas nos MDM/RN (2020)



O número de ZAs que possuem coberturas naturais ocupando áreas superiores a 70% diminuiu em comparação com as UCs. Enquanto nas UCs a cobertura natural acima de 70% era observada em nove unidades, nas ZAs essa proporção cai para três unidades. Essas ZAs são: R.D.S Ponta do Tubarão (8.230 ha ou 86%), R.P.P.N. Fazenda Santa Helena (3.538 ha ou 85%) e A.P.A. das Dunas do Rosado (10.581 ha ou 79%).

A partir da Tabela 4, observa-se as principais classes de cobertura e uso da terra nas ZAs e sua ocupação. Constata-se que para as unidades P.E. Dunas de Natal, P.N.M. Cidade do Natal, A.P.A. de Genipabu e M.N. do Morro do Careca por estarem localizados próximas ou integrarem centros urbanos apresentam, majoritariamente, seu uso antrópico relacionado a classe de manchas urbanas. Já na A.P.A. Piquiri-Una, A.P.A. Bomfim-Guaráras, P.E. Mata da Pipa, R.P.P.N. Mata da Estrela e F.N. de Nísia Floresta apresentam o uso antrópico relacionado a atividades de agricultura e pastagens. Este cenário é mais evidente na A.P.A. Piquiri-Una em que as áreas de pastagens ocupam 63% (17.977 ha) da ZA dessa unidade, enquanto 21% (6.057 ha) são destinados para agricultura. Já na A.P.A. Bomfim-Guaráras 39% (10.436 ha) são destinados para pastagens e 32% (8.520 ha) para cultivo agrícola.

Ainda de acordo com a Tabela 4, podemos indicar que cinco unidades apresentam significativa pressão sobre suas Zonas de Amortecimento. São elas: A.P.A. Piquiri-Una, A.P.A. Bomfim-Guaráras e A.P.A. de Genipabu. Nessas zonas, o uso antrópico mostra-se expressivo (maior que 70% da extensão de suas respectivas ZAs), principalmente

associado a conversão da cobertura natural em áreas de agricultura, pastagem e mancha urbana.

Tabela 4: Percentual de uso antrópico e áreas ocupadas por agricultura, pastagens e mancha urbana nas ZA's localizadas nos MDM/RN (2020)

Unidade de Conservação	Tipo	Área Total	Uso antrópico (%)	agricultura		pastagem		mancha urbana	
				ha	%	ha	%	ha	%
P.E. das Dunas de Natal	UPI	5.088	91	0	0	11	0	4.602	90
P.M. Dom Nivaldo Monte	UPI	4.686	90	0	0	0	0	4.136	88
A.P.A. Piquiri-Una	UUS	28.591	86	6.057	21	17.977	63	174	1
A.P.A. Bonfim-Guarairas	UUS	26.669	77	8.520	32	10.436	39	1.393	5
P.E. Mata da Pipa	UPI	2.028	60	566	28	658	32	0	0
A.P.A. de Genipabu	UUS	4.461	57	3	0	8	0	2.220	50
M.N. do Morro do Careca	UPI	2.824	55	21	1	4	0	1.534	54
R.P.P.N. Mata da Estrela	UUS	5.985	52	2.961	49	51	1	63	1
F.N. Nísia Floresta	UUS	4.753	50	1.312	28	684	14	282	6
A.P.A. das Dunas do Rosado	UUS	13.357	21	1.474	11	293	2	54	0
R.P.P.N. Fazenda Santa Helena	UUS	4.170	15	315	8	0	0	17	0
R.D.S. Ponta do Tubarão	UUS	9.527	14	142	1	295	3	0	0
Total Acumulado (ha)		112.138		21.370	19	30.419	27	14.474	13

Em relação as ZCs (faixa de 10 km a partir dos limites das UCs), estas apresentam uma extensão territorial de 446.772 ha, dos quais 266.534 ha são de uso antrópico e 180.238 ha são de cobertura natural; respectivamente, representam 60% e 40% do total de área das ZCs. Assim como observado nas ZAs, o uso antrópico é superior a cobertura natural nas ZCs (Figura 25). A classe de vegetação possui maior predominância, ocupando uma área de 144.394 ha equivalente a 32% da área total. Em seguida tem-se a ocupação de área por pastagens em 109.882 ha e agricultura em 85.323 ha, respectivamente de 25% e 19% da área total. Por fim, destaca-se também a classe de mancha urbana, ocupando uma área de 56.277 ha o que representa 13% de toda extensão territorial das ZCs.

Nove ZCs possuem mais de 50% de suas áreas ocupadas por uso antrópico (Figura 26 e Tabela 5). Os três casos em que esse uso antrópico é mais representativo são: A.P.A. Piquiri-Una (90.727 ha ou 83%), A.P.A. Bomfim-Guaraira (61.318 ha ou 75%) e M.N. Morro do Careca (9.320 ha ou 74%). Já em relação a cobertura natural, apenas três unidades (25%) apresentam uma cobertura natural superior a 50%, são elas: R.P.P.N. Fazenda Santa Helena (23.639 ha ou 91%), R.D.S. Ponta do Tubarão (35.831 ha ou 86%) e A.P.A. das Dunas do Rosado (33.249 ha ou 63%).

Figura 25: Cobertura e uso da terra nas ZCs localizadas nos MDM/RN (2020)

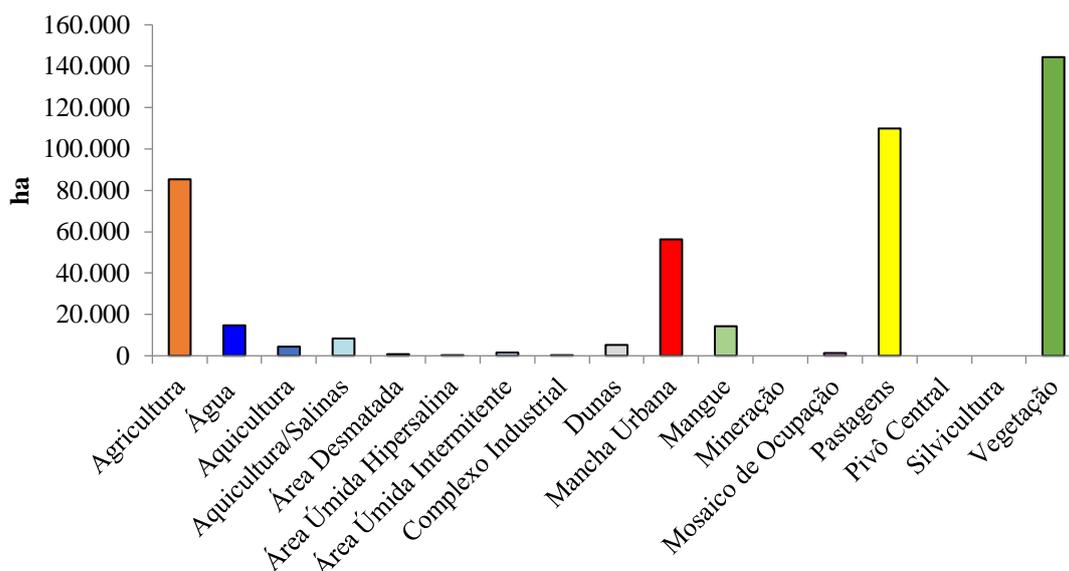
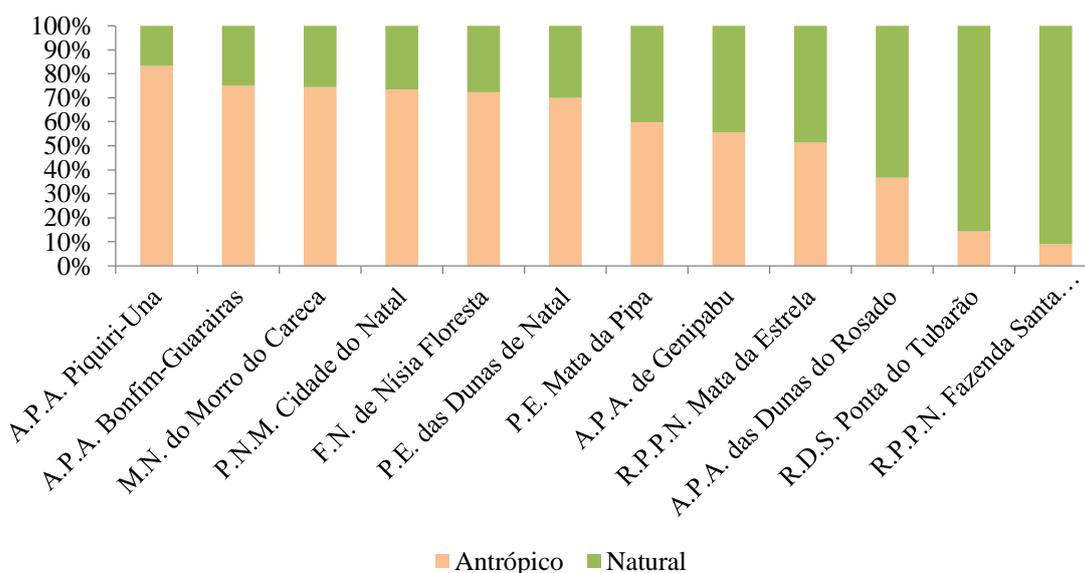


Figura 26: Percentual de uso antrópico e cobertura natural nas ZCs localizadas nos MDM/RN (2020)



Na Tabela 5 observa-se a relação desse uso antrópico identificado nas ZCs com as principais classes de cobertura e uso da terra mapeadas para essas zonas. Verifica-se novamente que, as ZCs localizadas próximas ou integrantes de áreas urbanizadas apresentam a principal relação da área de uso antrópico com a classe de mancha urbana. Essas zonas com predominância de mancha urbana são: M.N. do Morro do Careca (8.512 ha ou 68%), P.N.M. Cidade do Natal (14.226 ha ou 51%), P.E. Das Dunas de Natal (13.990 ha ou 63%) e A.P.A. de Genipabu (10.159 ha ou 40%), todas integrantes ou próximas a mancha urbana da cidade do Natal (RN). Já na A.P.A. Piquiri-Una, A.P.A. Bomfim-Guarairas, F.N. de Nísia Floresta e o P.E. Mata da Pipa apresentam as maiores

proporções de uso antrópico voltado para atividades de agricultura e pastagem. Destaca-se a ZC da A.P.A. Piquiri-Una por possuir 61.778 ha de pastagens e 27.699 ha de agricultura, equivalente a 57% e 25% de sua área. Além disso, nota-se que em quatro ZC dessas unidades, uma significativa pressão referente aos usos de agricultura, pastagem e mancha urbana que compõem a cobertura de uso antrópico.

Tabela 5: Percentual de uso antrópico e áreas ocupadas por agricultura, pastagem e mancha urbana nas ZCs localizadas nos MDM/RN (2020)

Unidade de Conservação	Tipo	Área Total	Uso antrópico (%)	agricultura		pastagem		mancha urbana	
				ha	%	ha	%	ha	%
A.P.A. Piquiri-Una	UUS	108.906	83	27.699	25	61.779	57	261	0
A.P.A. Bonfim-Guarairas	UUS	81.713	75	21.261	26	31.204	38	8.144	10
M.N. do Morro do Careca	UPI	12.511	74	115	1	689	6	8.512	68
P.M. Dom Nivaldo Monte	UPI	27.989	73	63	0	5.583	20	14.226	51
F.N. Nísia Floresta	UUS	7.448	72	3.410	46	1.804	24	74	1
P.E. das Dunas de Natal	UPI	22.245	70	24	0	986	4	13.990	63
P.E. Mata da Pipa	UPI	14.364	60	6.717	47	1.386	10	124	1
A.P.A. de Genipabu	UUS	25.625	56	420	2	2.152	8	10.159	40
R.P.P.N. Mata da Estrela	UUS	25.589	51	11.773	46	349	1	143	1
A.P.A. das Dunas do Rosado	UUS	52.601	37	10.959	21	2.492	5	204	0
R.D.S. Ponta do Tubarão	UUS	41.803	14	2.087	5	779	2	277	1
R.P.P.N. Fazenda Santa Helena	UUS	25.977	9	796	3	679	3	162	1
Total Acumulado (ha)		446.772		85.323	19	109.882	25	56.277	13

Cenário político-econômico de investimento e custeio de atividades agropecuárias no RN (2017-2019)

De forma a garantir o financiamento e desenvolvimento de atividades agropecuárias no país, o BACEN, por meio do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), destina recursos para o custeio, investimento, comercialização e industrialização de atividades agropecuárias (BACEN, 2020). As principais finalidades desses recursos são de custear e cobrir as despesas das atividades produtivas já existentes; o investimento em bens e serviços para expansão e modernização das atividades; a viabilização dos produtores e ou cooperativas em comercializar seus produtos no mercado e, por fim, a agregação de valor à produção através da industrialização.

No período de 2017 a 2019, o estado do RN captou aproximadamente um total de R\$ 1,4 bilhões, dos quais, referentes à crédito rural destinados ao custeio, investimento, comercialização e industrialização de atividades agrícolas e pecuárias. Quanto ao crédito rural total para ligadas a agricultura, estes atingiram o total de R\$ 702.676.815, enquanto

o crédito pecuário registrou a captação de R\$ 672.898.012. Conforme se observa na Figura 27, constata-se uma disparidade ampla na arrecadação de crédito rural total nos municípios, com desvio padrão aproximado de R\$ 33,6 milhões.

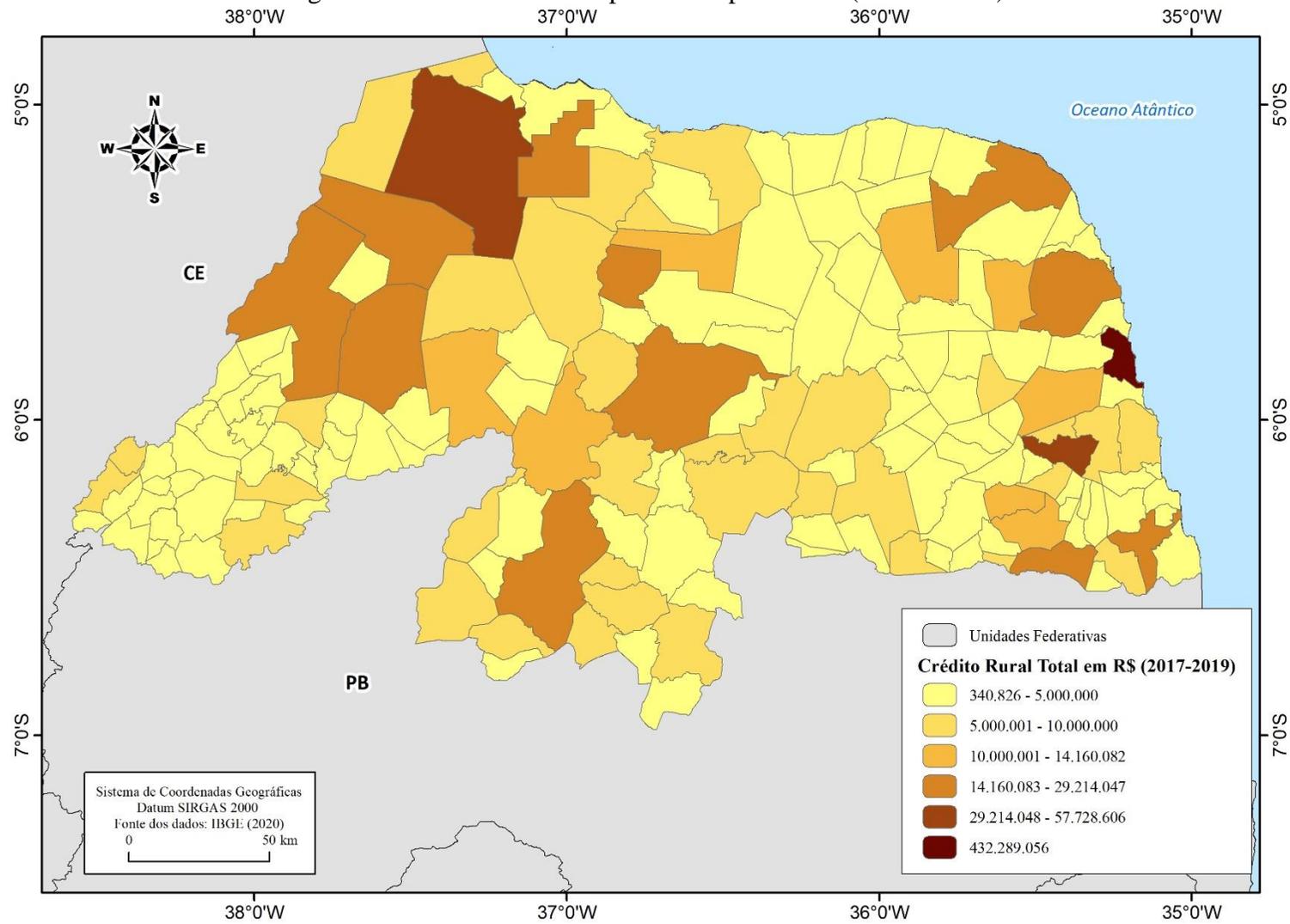
Dos 167 municípios potiguares, apenas Natal, Mossoró e Monte Alegre captam recursos superiores a R\$ 30 milhões. Desses três, Natal é o município potiguar com maior destinação de recursos sendo aproximadamente R\$ 432,3 milhões (31,4% do total), voltados principalmente para a comercialização de produtos agrícolas (98,2% do crédito rural captado por Natal é para comercialização agrícola e apenas 1,7 para pecuária), devido a capital potiguar representar o principal eixo de comercialização e exportação no estado. Portanto, Natal não desenvolve captação significativa para atividades de custeio e investimento agrícola e pecuário.

Em seguida, no agreste potiguar, têm-se o destaque para o município de Monte Alegre, que captou em aproximadamente R\$ 57 milhões, dos quais R\$ 50 milhões são destinados a comercialização de produtos agrícolas. Por fim, o terceiro município com maior arrecadação de crédito rural no estado é Mossoró, extremo oeste do RN, com valor aproximado de R\$ 44 milhões, desse total R\$ 25 milhões são para investimento agropecuário e R\$ 19 milhões para custeio de atividades agropecuárias. Os 164 municípios restantes no estado arrecadam valores totais de até R\$ 30 milhões em crédito rural, destacando-se Apodi, Canguaretama, Serra do Mel e Ipanguaçu, respectivamente recebendo recursos aproximados de R\$ 29 milhões, R\$ 23 milhões, R\$21 milhões e R\$ 20 milhões.

Em relação aos MDM/RN, destaca-se novamente Natal e Canguaretama seguido de Ceará-Mirim, Touros, Tibau, Macau e Nísia Floresta, que captaram recursos totais aproximados entre R\$ 5 milhões a R\$ 23 milhões (Figura 28⁴). De forma geral, os municípios litorâneos captaram no triênio (2017 e 2019) 40% do total de recursos de crédito rural destinados ao RN, totalizando aproximadamente R\$ 545 milhões. Entretanto, desconsiderando a cidade de Natal, que como já foi informado, possui 93% de sua captação especificamente para comercialização e que possui uma arrecadação acima da média, os 23 municípios defrontantes com o mar passam a representar apenas 8,2% dos investimentos no estado.

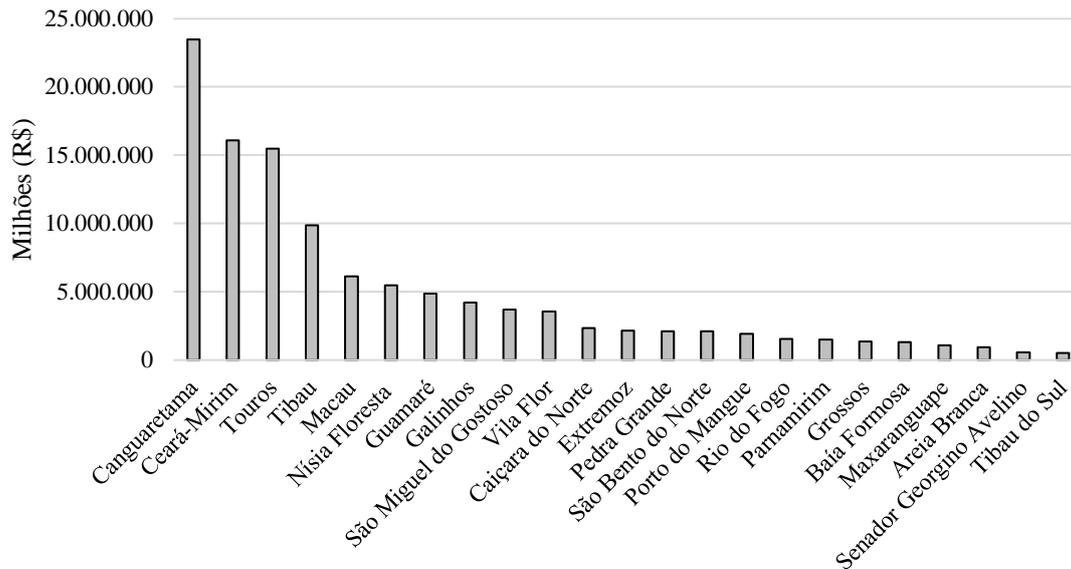
⁴ Desconsiderou-se na representação os valores totais (R\$) captados pela cidade de Natal/RN devido sua disparidade em relação ao restante dos municípios, dificultando a visualização das informações representadas.

Figura 27: Crédito rural total por município no RN (2017 – 2019)



Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos autores.

Figura 28: Captação de crédito rural nos MDM/RN (2017-2019)

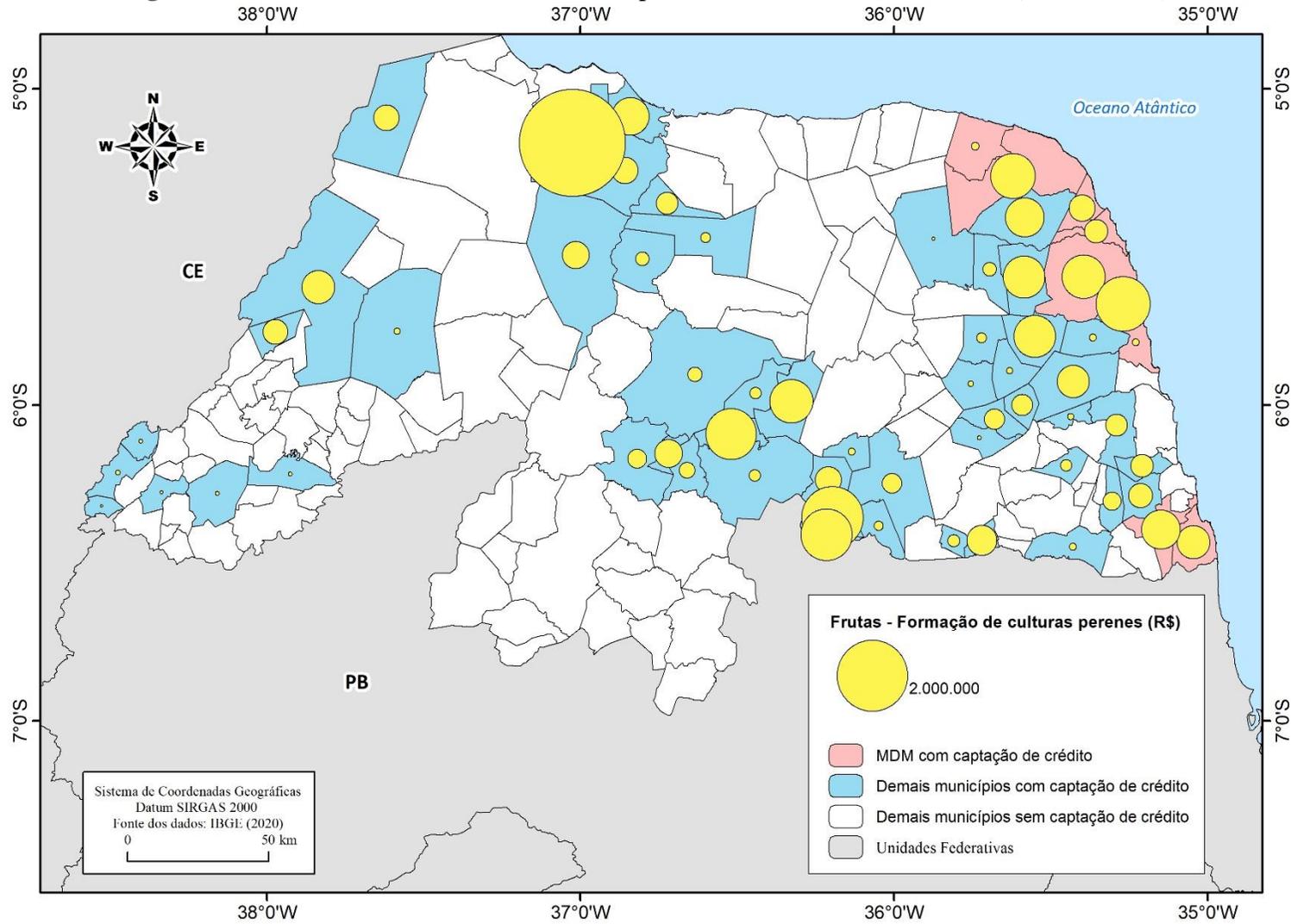


Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos autores

Observa-se que áreas com consolidada produção agrícola, possuem boa captação de recursos de crédito rural, tais como Canguaretama e sua produção de cana-de-açúcar. Porém, há áreas que já diagnosticadas com desmatamento intenso nos últimos 10 anos, bem como, nas Figura 20, Figura 21, Figura 22, aparecem como captadoras de crédito de investimento em máquinas, utensílios e equipamentos, e em estrutura para irrigação, que são os municípios de Touros, Ceará-Mirim e Extremoz. Esses municípios têm se destacado principalmente pelo aumento de sua área colhida de banana e mesmo possuindo em seus territórios apenas uma Unidade de Conservação que é a A.P.A. Genipabu, é importante serem mencionados como municípios que tem sido alvos de mudança agrícola, vindo a se somar aos municípios do vale do açu, como locais de captação de crédito para fruticultura (Figura 29).

Portanto, o litoral oriental, tem caminhado para um cenário de intensificação da produção de frutas na sua parte central e norte, bem como, para a intensificação da produção de cana-de-açúcar na região ao sul. Ressalta-se porém, que Ceará-Mirim, também registrou significativa captação de crédito para o custeio produtivo de cana-de-açúcar, e Porto do Mangue também captou créditos para investimentos em fruticultura. Os dados de créditos rurais explorados, estão em linha com os dados de desmatamento e de cobertura e uso da terra levantados nesta pesquisa.

Figura 29: Crédito Rural destinado ao custeio para investimento em fruticultura (2017 – 2019)



Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos auto

Vulnerabilidade ambiental das Unidades de Conservação localizadas nos MDM do RN

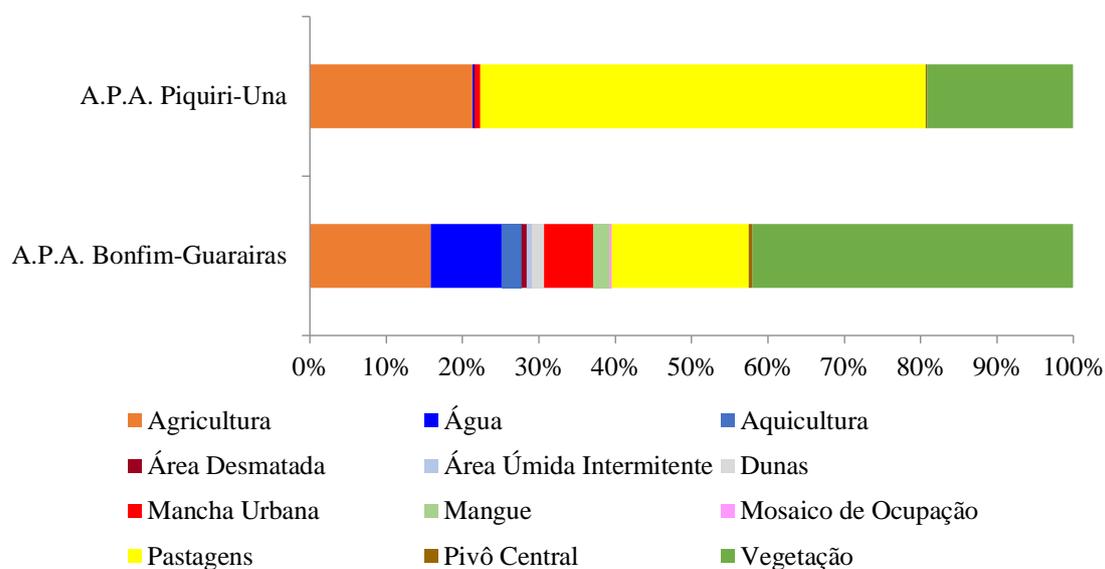
Após a observação do contexto de desmatamento e cobertura e uso da terra nas UCs e suas áreas adjacentes (ZAs e ZCs), é possível identificar duas principais unidades cuja dinâmica retratada mostra-se conflitiva com as determinações impostas durante o processo de criação e estabelecimento de Unidades de Conservação no Brasil. Essas unidades identificadas foram a A.P.A. Bomfim-Guaraíra e A.P.A. Piquiri-Una. De acordo com o Inciso II, Art.7 da Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000, essas duas unidades são classificadas enquanto Unidades de Uso Sustentável (UUS) cujo objetivo é conciliar o uso dos recursos naturais com a conservação da natureza. Especificadamente em relação as características de uma Área de Proteção Ambiental (APA), o Art.15 dessa mesma lei dispõe que,

Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (Regulamento). (BRASIL, 2000).

As duas APAs apresentam plano de manejo consolidado e publicado pelo IDEMA (2013). De acordo com o IDEMA (2013), a unidade de Piquiri-Una apresentava uma área antrópica equivalente a 76% de sua cobertura no ano de 2013. Comparando-se aos dados de cobertura e uso da terra obtidos para o ano de 2020, essa unidade apresenta 80,6% de sua área ocupada por cobertura antrópicas, representado um aumento de 6,1% entre os anos de 2013 a 2020.

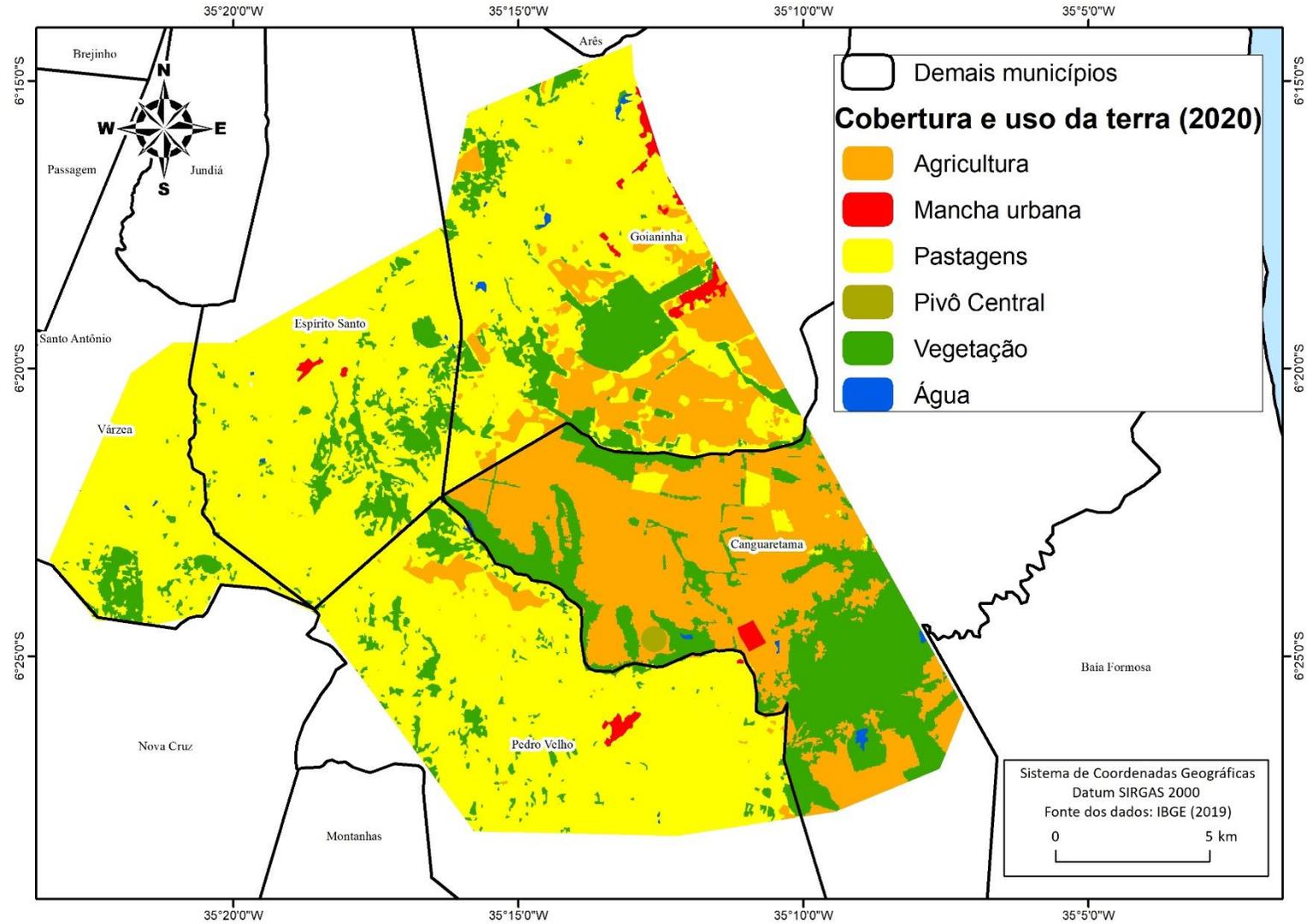
A partir da Figura 30 e observa-se a distribuição de cobertura e uso da terra em 2020 na UC de Piquiri-Una. Constata-se por toda a unidade a presença de diferentes usos antrópicos, principalmente relacionados as classes de agricultura e pastagem. É possível observar resquícios da vegetação, principalmente nos limites dos municípios de Canguaretama e Goianinha. Na medida em que temos um desmatamento de 37% (2010-2019), observa-se que 81% da cobertura da terra nessa APA é utilizada para uso antrópico, dos quais 58,4% é pastagem e 21,3% é agricultura e apenas 19,2% de vegetação (Figura 30). Além disso, é possível identificar desmatamento nas áreas de vegetação, principalmente na porção sudeste próximo ao município de Canguaretama.

Figura 30: Cobertura e uso da terra nas A.P.A. Bomfim-Guarairá e Piquiri-Una no RN (2020)



Ainda é possível correlacionar essas informações de cobertura e uso da terra e desmatamento aos recursos de crédito rural destinados aos municípios constituintes dessa unidade, no período de 2017 a 2019. Os municípios que constituem essa unidade são Canguaretama, Espírito Santo, Goianinha, Pedro Velho e Várzea. Entre eles, Canguaretama é o município do RN que mais arrecada em crédito rural para custeio de atividades agrícolas e pecuárias, superando R\$ 20 milhões; enquanto o município de Várzea é o 38º no total de arrecadação de crédito rural para investimento em atividades agropecuárias no RN, superando R\$ 5 milhões. Associando esse uso antrópico da unidade aos recursos de crédito rural para custeio das atividades, nota-se que em Canguaretama, existe um significativo montante destinado a cultura de cana de açúcar e carcinicultura, respectivamente de R\$ 698,4 mil e R\$ 17,7 milhões. No município de Goianinha também se constata o custeio do plantio de cana de açúcar, em aproximadamente R\$ 660,9 mil. Portanto, têm-se na unidade de Piquiri-Una um passivo ambiental que cerca as áreas de vegetação, decorrentes de um processo histórico de ocupação e ordenamento do território voltados para as práticas do setor agrícola e pecuário.

Figura 31: Cobertura e uso da terra na A.P.A. Piquiri-Una (2020)



Já na Figura 32, têm-se a distribuição da cobertura e uso da terra (2020) juntamente com a distribuição do desmatamento (2010-2020) na A.P.A. Bomfim-Guaráiras. Nessa unidade, 44,4% de sua área é ocupada por uso antrópico, dos quais 18% referem-se a classe de pastagem, 15,6% a agricultura e 6,5% a mancha urbana (Figura 30). Já em relação a cobertura natural, as classes predominantes são de vegetação e água, respectivamente equivalem a 42% e 9,3% da área total da unidade. Como pode ser observado na figura, as atividades agrícolas e de pastagem concentram-se principalmente nos limites do município de São José de Mipibu e Nísia Floresta.

Os municípios que compõem essa unidade são: Arês, Goianinha, Nísia Floresta, São José de Mipibu, Senador Georgino Avelino e Tibau do Sul. Relacionando as informações de cobertura e uso da terra e desmatamento nessa unidade aos recursos de crédito rural destinados a esses municípios (2017-2019), constata-se que Nísia Floresta e São José de Mipibu arrecadaram, respectivamente, R\$ 3,7 milhões e R\$ 1,1 milhões para custear atividades agrícolas. Nesses mesmos municípios, respectivamente, R\$ 649 mil e R\$ 2,5 milhões foram arrecadados para investimento em atividades agrícolas. Desses valores de custeio agrícola, o município de São José de Mipibu destinou aproximadamente R\$ 769,7 mil para o plantio de cana de açúcar. Já em relação aos investimentos em atividades agrícolas em São José de Mipibu, teve-se uma maior variação entre diferentes cultivos: mandioca (R\$ 71 mil), banana (R\$ 52 mil), goiaba (R\$ 47,8 mil) e mamão (R\$ 16,6 mil).

Por fim, é interessante citar que os municípios que têm territórios nas UCs A.P.A. Bomfim-Guaráira e A.P.A. Piquiri-Una, mesmo possuindo estratégica utilização agrícola de terras, não mobiliza créditos rurais significativos para a conservação e produção sustentável. Apenas três municípios do RN captam recursos de crédito rural o investimento em proteção do solo (Tabela 6), e Porto do Mangue é o único MDM captador, registrando captação de apenas R\$ 14.050,00. Portanto, os MDM e os municípios que desenvolvem agricultura massiva nas UCs não captam crédito para proteger os solos, entre os quais, chamamos a atenção para Baía Formosa, Canguaretama, Vila Flor, Tibau do Sul e Nísia Floresta, como municípios que deveriam ter incentivo a captação desse tipo de crédito. Cabe ressaltar que esses municípios registram significativa perda anual de solos, principalmente os municípios de Canguaretama e Baía Formosa que registram entre 4,8 e 30 toneladas perdidas por ano em grande parte de seus territórios (Figura 33).

Figura 32: Desmatamento (2010-2019) e cobertura e uso da terra na A.P.A. Bomfim-Guaráiras (2020)

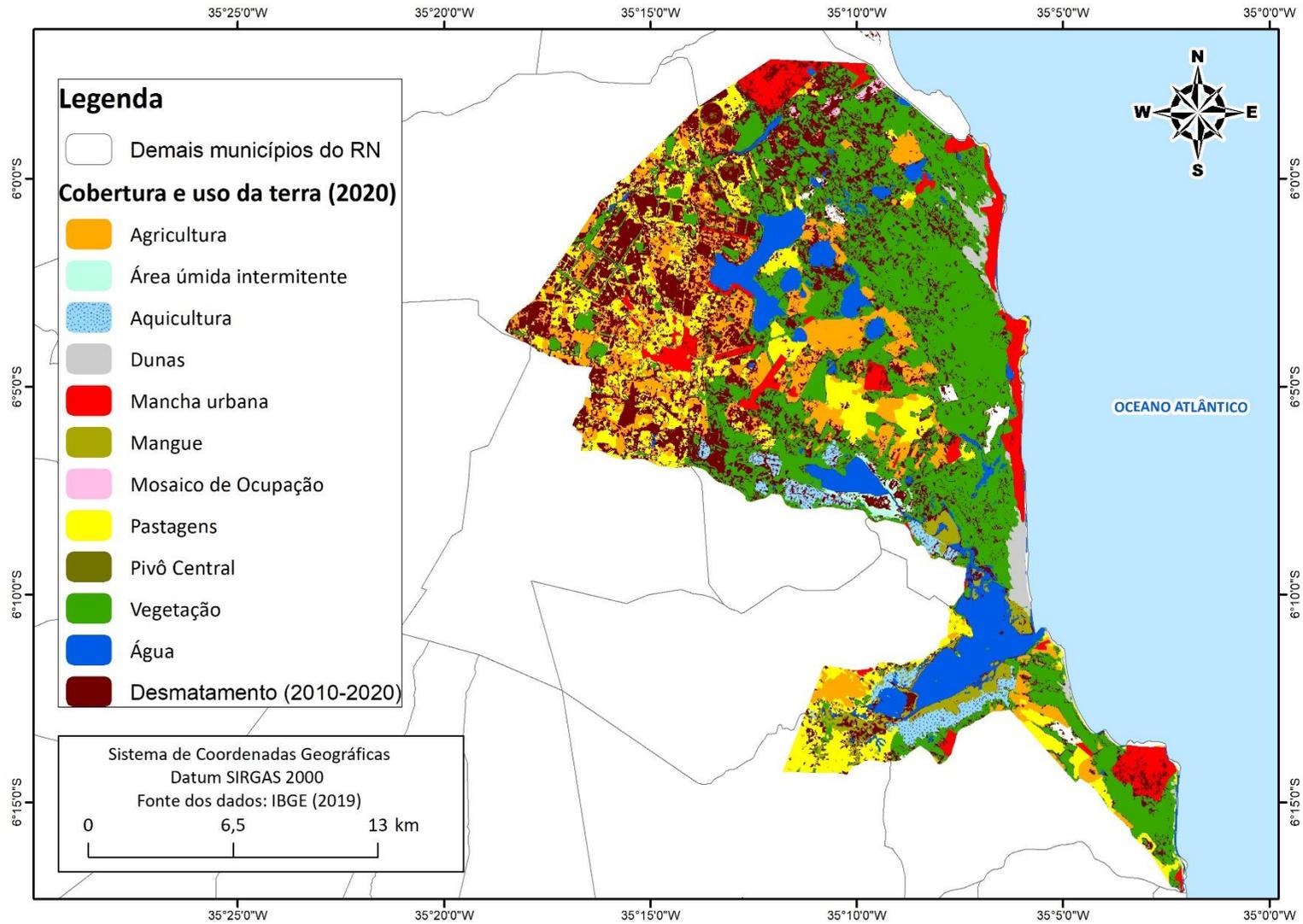
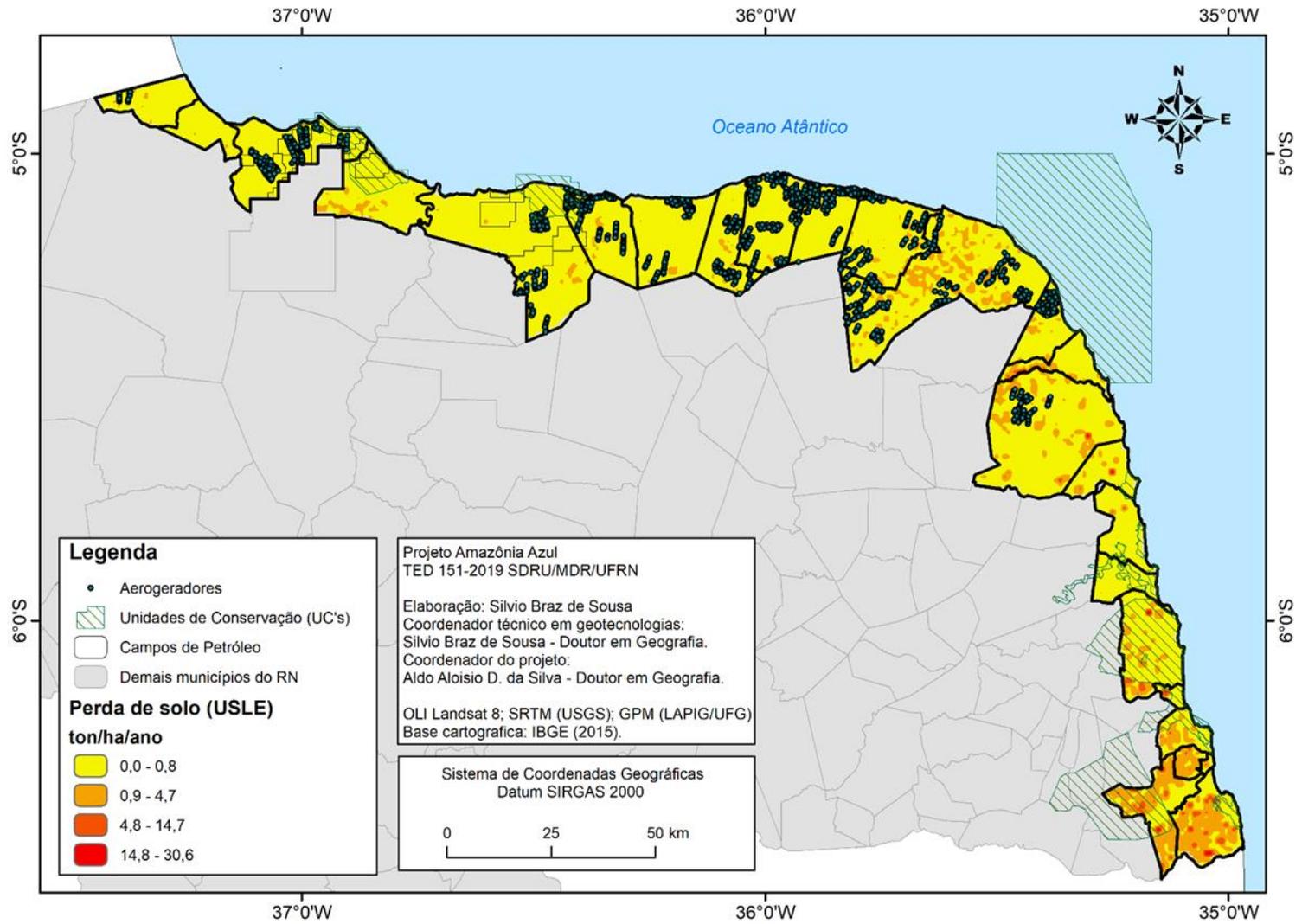


Tabela 6: Crédito rural para investimento em proteção do solo e melhoria de pastagens nos MDM/RN (2017 – 2019)

Municípios	Proteção do solo				Melhoramento de Pastagem				Cobertura e Uso da Terra (2020)	
	Área (ha)	R\$	% nos MDM	% no RN	Área (ha)	R\$	% nos MDM	% no RN	Agricultura (ha)	Pastagem (ha)
Areia Branca	0	0	0	0	0	0	0	0	1.169	533
Baía Formosa	0	0	0	0	0	0	0	0	12.710	164
Caiçara do Norte	0	0	0	0	23	29.230	6	0	1.798	1.066
Canguaretama	0	0	0	0	15	21.976	5	0	13.452	872
Ceará-Mirim	0	0	0	0	34	53.209	11	0	11.842	16.682
Extremoz	0	0	0	0	12	13.200	3	0	471	1.450
Galinhos	0	0	0	0	25	63.642	14	0	1.499	1.080
Grossos	0	0	0	0	0	0	0	0	60	978
Guamaré	0	0	0	0	8	7.150	2	0	2.973	293
Macau	0	0	0	0	13	22.763	5	0	1.879	1.182
Maxaranguape	0	0	0	0	5	12.237	3	0	2.216	556
Natal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nísia Floresta	0	0	0	0	0	0	0	0	5.511	2.238
Parnamirim	0	0	0	0	0	0	0	0	181	39
Pedra Grande	0	0	0	0	138	22.815	5	0	640	2.634
Porto do Mangue	5	14.050	100	8	0	0	0	0	4.036	255
Rio do Fogo	0	0	0	0	4	4.800	1	0	1.725	15
São Bento do Norte	0	0	0	0	13	19.678	4	0	1.324	846
São Miguel do Gostoso	0	0	0	0	51	58.758	13	0	3.431	2.665
Senador Georgino Avelino	0	0	0	0	0	0	0	0	312	0
Tibau	0	0	0	0	0	0	0	0	4.784	179
Tibau do Sul	0	0	0	0	0	0	0	0	3.257	1.321
Touros	0	0	0	0	58	136.611	29	1	20.395	10.283
Vila Flor	0	0	0	0	0	0	0	0	3.068	84
Total nos MDM	5	14.050			398	466.070			98.734	45.414
Total no RN	56	170.197			279.235	27.269.803				

Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos autores.

Figura 33: Perda de solos (USLE) nos MDM/RN (2020)



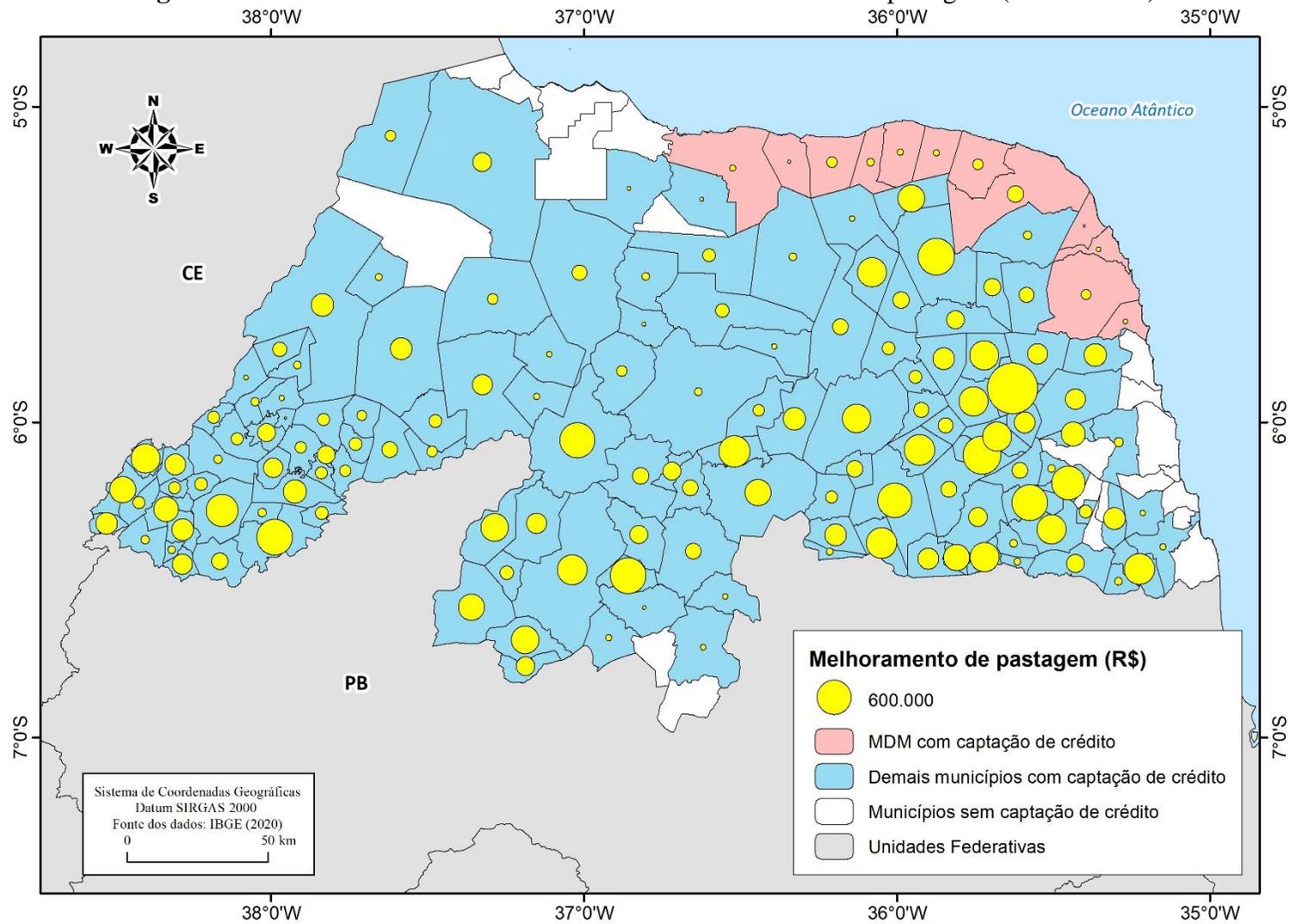
Fonte: Retirado do Projeto Amazônia Azul (2020).

Ainda quanto os créditos voltados para melhoria das explorações no ponto de vista ambiental, temos os créditos para investimento em melhoria das pastagens (Figura 34). Dentre os MDM, Touros, Galinhos e São Miguel do Gostoso, captam respectivamente R\$ 136,6 mil, R\$ 63,6 mil e R\$ 58,7 mil, embora esses recursos sejam poucos, também são direcionados para pequenas áreas – inferiores a 150 ha por município (Tabela 6). No entanto, os valores captados por esses municípios, equivalem respectivamente, a 29,3%, 13,7% e 12,6% do total de investimento para melhoria de pastagens nos MDM.

Quanto ao restante dos municípios litorâneos, onze não captaram nenhum valor para melhoria de suas pastagens, entre eles cita-se novamente municípios que compõem o território da A.P.A Bonfim-Guaraira, tais como: Tibau do Sul, Vila Flor, Senador Georgino Avelino e Nísia Floresta. Vale destacar que o município de Vila Flor, dentre os litorâneos, possui um dos maiores recursos para investimento em atividades do setor pecuário (aproximadamente R\$ 3,2 milhões), entretanto, os contratos localizados nesse município não direcionam nenhum recurso para o melhoramento das pastagens e proteção do solo.

Por fim, é importante destacar a A.P.A. de Genipabu, localizada entre os municípios de Extremoz e Natal no litoral oriental do RN. Esta unidade possui uma área total de 1.750 ha, dos quais 58% são de cobertura natural e 42% recoberto por usos antrópicos. As principais classes de cobertura e uso da terra referente a unidade são mancha urbana com 721 ha (42%), dunas com 498 ha (29%) e vegetação com 479 ha (28%). A partir da Figura 35, podemos observar através de uma imagem Planet (resolução 5 metros), os limites da A.P.A. de Genipabu. Percebe-se que a classe de mancha urbana, predominante nessa unidade, localiza-se nos entornos da UC cercando os remanescentes de vegetação e dunas. Além da mancha urbana do município de Extremoz, destaca-se a proximidade da UC com a mancha urbana da cidade de Natal em sua porção sul da unidade. Sabe-se que nessa região, devido as características paisagísticas e fisiográficas, têm-se um intensivo turismo de massa que ocasiona a ocupação e degradação das coberturas naturais dessa unidade além do intensivo processo de especulação imobiliária que ocorre na região (TEIXEIRA; VENTICINQUE, 2014).

Figura 34: Crédito Rural destinado a investimento em melhorias de pastagens (2017 – 2019)



Fonte: Banco Central do Brasil (2020). Organizado pelos autores.

Figura 35: Localização da A.P.A. de Genipabu no litoral oriental do RN



De maneira a avaliar efetivamente os riscos e vulnerabilidades existentes nas UCs, aplicou-se uma metodologia de forma a classificar em quatro principais tipos essa vulnerabilidade: normal, média, alta e extrema. Para isso, utilizou-se nove variáveis na proposição do índice: percentual de desmatamento na UC, ZA e ZC; percentual de cobertura antrópica na UC, ZA e ZC; percentual de cobertura urbana na UC; intensidade do uso turístico na UC e para computar o componente implementação se utilizou a existência ou não de Plano de Manejo para as unidades.

Para as variáveis de desmatamento, cobertura antrópica e cobertura urbana atribuiu-se diferentes pesos (Quadro 5). Já para a intensidade de atividades turísticas nas UC, atribuiu-se um adicional de 2 pontos para as unidades com intensivo uso turístico (Quadro 6). Por fim, para a existência de plano de manejo, atribuiu-se um adicional de 2 pontos para unidades sem Plano de Manejo (Quadro 7). A partir da atribuição desses diferentes

pesos, é possível diferenciar as unidades a partir de um índice, adequando a legenda conforme os pesos.

Quadro 5: Critérios de classificação do índice de vulnerabilidade das Unidades de Conservação

	Tipo	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4
Desmatamento (2010-2020)	UC	menor que 10% da extensão da UC	entre 10 e 20% da extensão da UC	entre 20 e 30% da extensão da UC	maior que 30% que a extensão da UC
	ZA	menor que 10% da extensão da ZA	entre 10 e 30% da extensão da ZA	entre 31 e 49% da extensão da ZA	maior que 50% que a extensão da ZA
	ZC	entre 0 e 25% da extensão da ZC	entre 25% e 50% da extensão da ZC	entre 50% e 70% da extensão da ZC	Maior que 70% da extensão da ZC
% de cobertura antrópica	UC	Menor que 20% da extensão da UC	entre 20 e 50% da UC	entre 50 e 75% da UC	maior que 75%
	ZA	Menor que 50%	Entre 50 e 70%	entre 70 e 79%	maior que 80%
	ZC	menor que 70%	entre 70 e 80%	entre 80% e 89%	maior que 90 %
% Cobertura urbana	UC	Menor que 20% da extensão da UC	Entre 20 e 30% da extensão da UC	Entre 30% e 50% da extensão da UC	Maior que 50% da extensão da UC

Quadro 6: Critério de classificação do uso turístico:

Uso Turístico nas UC	
Intenso	Peso 3
Moderado/Fraco	Peso 0

Quadro 7: Critério de classificação para Plano de Manejo

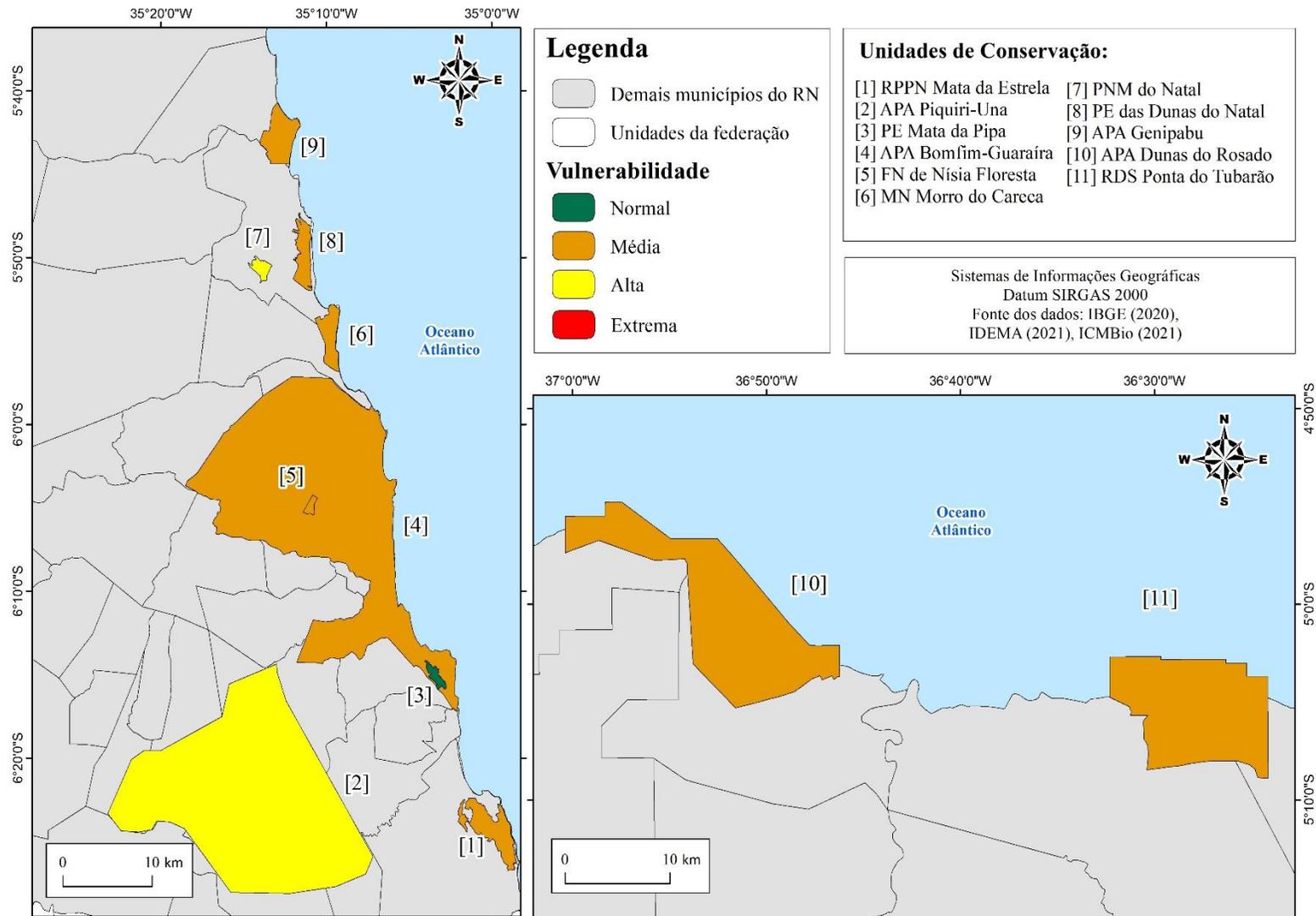
Plano de Manejo (PM)	
Possui	Peso 0
Não Possui	Peso 2

No Quadro 8, visualiza-se a síntese dos pesos atribuídos a cada UC, ZA e ZC em estudo. A partir da Figura 36, observar-se a vulnerabilidade ambiental das Unidades de Conservação localizadas nos Municípios Defrontantes com o Mar (MDM). Das 12 unidades em análise, apenas o P.E. Mata da Pipa apresentou índice de vulnerabilidade normal. Do restante, oito unidades (67%) foram classificadas com vulnerabilidade média e três unidades com índice de vulnerabilidade alta: A.P.A. Bomfim-Guarairas, A.P.A. Piquiri-Uma e P.N.M. Cidade do Natal. Na metodologia proposta, nenhuma das unidades em análise foi classificada com índice de vulnerabilidade extrema. Nota-se que as três unidades com vulnerabilidade alta se localizam no litoral oriental do RN.

Quadro 8: Pesos atribuídos para cada variável para as Unidades de Conservação dos MDM/RN

Unidade	des_UC	des_ZA	des_ZC	antro_UC	antro_ZA	antro_ZC	urban_UC	uso_turistico	PM	Vulnerabilidade
A.P.A. Bonfim-Guarairas	3	2	1	2	3	2	1	3	0	2
A.P.A. das Dunas do Rosado	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2
A.P.A. de Genipabu	2	2	1	2	3	1	3	3	0	2
A.P.A. Piquiri-Una	3	2	2	4	4	3	1	1	0	3
F.N. de Nísia Floresta	1	0	1	1	2	2	1	1	2	2
M.N. do Morro do Careca	1	1	1	1	3	2	1	3	2	2
P.E. Mata da Pipa	1	1	1	1	3	1	1	1	0	1
P.E. das Dunas de Natal	1	1	1	1	4	1	1	3	0	2
P.N.M. Cidade do Natal	2	1	2	1	4	2	1	3	2	3
R.D.S. Ponta do Tubarão	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2
R.P.P.N. Fazenda Santa Helena	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2
R.P.P.N. Mata da Estrela	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2

Figura 36: Índice de vulnerabilidade ambiental nas Unidades de Conservação nos MDM/RN (2020)



Tratando especificamente das unidades com vulnerabilidade alta, observa-se que na A.P.A. Piquiri-Una por possuir elevado percentual de desmatamento no período entre 2010 e 2020 (26% em relação a sua extensão total) foi atribuído um peso 3 na ponderação realizada. Ao mesmo tempo, por possuir um alto percentual de uso antrópico nos limites internos de sua UC (81%) e ZA (91%), os pesos atribuídos a essas duas variáveis foi quatro, indicando níveis elevados e alarmantes de desmatamento e antropização nessa UC. Em suas zonas adjacentes (ZA e ZC) os índices se mantiveram elevados, com peso dois em relação ao desmatamento na ZA (30%) evidenciando uma pressão sobre os limites estabelecidos da UC. Já em sua ZC, o peso atribuído ao desmatamento diminuiu para dois (26% de desmatamento) e três em relação ao percentual de cobertura antrópica (83%), sendo atribuído ao cultivo de cana-de-açúcar (TEIXEIRA. VENTICINQUE, 2014). Mesmo apresentando elevados índices de conversão de área para uso antrópico em seus limites internos e externos, além de altas taxas de desmatamento, a A.P.A. Piquiri-Una não apresenta índice de vulnerabilidade extrema pois possui um Plano de Manejo, entre outras estratégias que propõe um Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) para a área. Por possuir esse plano, a classificação de vulnerabilidade atribuída é alta.

Em relação ao P.N.M. Cidade do Natal, este teve uma avaliação de vulnerabilidade indicada como alta. Os indicadores nos evidenciam que a zona de amortecimento desta unidade apresenta um elevado nível de antropização (90%), atribuído peso 4, principalmente por esta se localizar dentro da mancha urbana da cidade de Natal/RN. Ou seja, se configurando enquanto uma unidade de conservação urbana. Outro fator determinante para nos indicar a vulnerabilidade alta desta unidade, refere-se ao seu grande contingente turístico, visto que nos limites internos da unidade, é permitido a prática de atividades físicas.

Por fim, destacamos uma importante colocação de Teixeira e Venticinque (2014), acerca dos caminhos a serem seguidos para o fortalecimento da efetividade das unidades de conservação no RN. Os autores destacam o papel fundamental do planejamento na gestão destas unidades, principalmente na necessidade de elaboração de seus planos de manejo, para que de fato o controle dos recursos nessa unidade possa ser normatizado. Além disso, destaca-se também a importância do desenvolvimento de pesquisas e trabalhos científicos, principalmente relacionados a temática do monitoramento e acompanhamento das condições das unidades, pois proporcionam não apenas uma constante avaliação, mas também permitem a efetividade de fiscalização por parte dos órgãos competentes pela UC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desmatamentos estão ocorrendo de forma acelerada nos últimos 10 anos no RN, apresentando uma média anual de 183.190 ha, o que equivale a uma média anual de 3,8% perdas da cobertura vegetal no do território do estado. Por sua vez, em 10 anos (2010 - 2020), os Municípios Defrontantes com o Mar (MDM) registraram um desmatamento acumulado de 211.530 ha, o que equivale a 33,8% do território dos MDM.

Ceará-Mirim, Touros e Macau são os municípios litorâneos que registram maior desmatamento em números absolutos entre 2010 e 2020, além disso, Rio do Fogo pela intensa conversão relativa de seu território. Em consonância com tais dados, estes municípios têm sido identificados nas estatísticas de ocupação das terras (IBGE) e captação de crédito rural, como local de expansão da fruticultura. Em fato, Ceará-Mirim, é um *Hot Spot* de desmatamentos e captação de créditos para investimentos agrícola e pecuário. Em outra via, Canguaretama, município que passou por um processo de intensa conversão da terra para uso agrícola, também é destaque em relação ao custeio de atividades agrícolas e pecuárias.

Em contraponto a expressividade dos desmatamentos, as Unidades de Conservação (UC) são pouco numerosas e pouco protegidas. São apenas 12 UC's, das quais oito são de uso sustentável e ocupam um total de 116.858 entre continente e mar. É importante ressaltar que na porção continental apenas 2.875 ha estão sob regime de proteção integral, o que corresponde a apenas 2,4% das áreas protegidas.

Desconsiderando as unidades localizadas integralmente em áreas urbanas, temos as Áreas de Proteção Ambiental Piquiri-Una, Bonfim-Guarairas e Genipabu como as mais antropizadas, possuindo 81%, 44% e 42% de cobertura antrópicas. Tais UCs se localizam em áreas de grande produção agrícola (A.P.A. Piquiri-Uma e A.P.A. Bonfim-Guaraira) e intensa influência da especulação e ocupação urbana (A.P.A. Genipabu). Além disso, as ZAs e ZCs também apresentaram altas taxas de desmatamento e extensas coberturas antrópicas. Gerando não só um cenário de pressão ambiental sobre as UCs, mas de consolidação das atividades econômicas que modificaram o uso e cobertura da terra nas áreas protegidas.

Esta consolidação, é mais evidenciada quando se observa a captação de crédito rurais para investimentos e custeio agrícola e pecuário. Os MDM captaram entre 2017 e 2019, um total de R\$ 39,4 milhões, o que representa 24,7% do total captado pelo RN. No entanto, é observado que uma quantidade muito reduzida de crédito é direcionada para manejo ambientais, tais como melhoria das pastagens e proteção do solo. Municípios com

expressividade em produção agrícola, e que inclusive registram as maiores perdas de solo anuais, possuem captação incipiente ou nula para estas destinações. Tal fato, enseja que seja interessante o incentivo a coleta de tais créditos, que podem, não só melhorar a produtividade, bem como, representar melhoria ambiental significativa, garantindo por exemplo a sustentabilidade produtiva em relação a uma futura escassez de solos.

A análise de vulnerabilidade não registrou nenhuma unidade considerada com risco extremo, todavia a A.P.A. Piquiri-Una e P.N.M. Cidade do Natal apresentaram alta vulnerabilidade. Em fato, foram registradas nessas unidades altos índices de desmatamentos e coberturas antrópicas. Por sua vez, as demais UCs estão registrando vulnerabilidade média. Tais dados apontam para um aprimoramento da gestão das unidades, inclusive para o desenvolvimento de planos de manejo que faltam para 10 UCs, bem como, para o disciplinamento de uso e cobertura da terra, principalmente nas Zonas de Amortecimento, as quais se encontram com alto grau de degradação. Sabemos que a aplicação das ZA e ZC na gestão das unidades é pouco praticada quando observamos o contexto das áreas protegidas do RN, contudo consideramos importante utilizar essas localidades adjacentes as unidades, para que pudéssemos compreender o contexto de conversão da cobertura natural para diferentes usos antrópicos.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. T.; OLÍMPIO, J. L. S.; PANTALENA, A. F.; ALMEIDA, B. S.; SOARES, M. O. Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area. **Ocean & Coastal Management**, 125, 29-37, 2016
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.008>

ARETANO, Roberta *et al.* Mapping Ecological Vulnerability to Fire for Effective Conservation Management of Natural Protected Areas. **Ecological Modelling**, v. 295, p. 163-175, jan. 2015.

Banco Central do Brasil. **Crédito Rural**. 2020. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/creditorural>>. Acesso em: 15 de out. de 2020.

BAILEY, Karen M. *et al.* Land-cover change within and around protected areas in a biodiversity hotspot. **Journal of Land Use Science**, 2015, p.154-176.
DOI: 10.1080/1747423X.2015.1086905.

BARRETO, C. G.; DRUMMOND, J. A. L. Strategic planning in Brazilian protected areas: uses and adjustments, **Journal Of Environmental Management**, 200, 79-87, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.064>.

BORRINI-FEYERABEND, G. *et al.* Governança de Áreas Protegidas: da compreensão à ação. **Série Diretrizes para melhores Práticas para Áreas Protegidas**, v. 20, 2017 Gland, Suíça: UICN. 124pp.

BRASIL. Decreto Nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. **D.O.U. 09 de fev. de 1934, p.2882**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e da outras providências. **D.O.U. 02 de set. de 1981, p.16509**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e da outras providências. **D.O.U. 18 de maio de 1988, p.8633**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. Lei Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **D.O.U. 09 de jan. de 1997, p.470**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispões sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras

providências. **D.O.U. 13 de fev. de 1998, p.1.** Disponível em:
<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 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. **D.O.U. 19 de jul. de 2000, p.1.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em 09 de abr. de 2021.

_____. Decreto Nº 5.377, de 23 de fevereiro de 2005. Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar – PNRM. **D.O.U. 24 de fev. de 2005, p.1.** Disponível:
<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5377.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis NºS 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; Revoga as Leis NºS 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória Nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **D.O.U. 28 de maio de 2012, p.1.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da MetrÓpole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. **D.O.U. 16 de jul. de 2020, p.1.** Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em: 02 fev. 2020.

BRANDÃO, C. S.; SCHIAVETTI, A.. Efetividade da gestão do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil: uma avaliação temporal. **Gaia Scientia**, 11 (2), 32-44, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21707/gaia.v11.n02a03>

CANTEIRO, Marcelo; CORDOVA-TAPIA, Fernando; BRAZEIRO, Alejandro. Tourism impact assessment: a tool to evaluate the environmental impacts of touristic activities in natural protected areas. **Tourism Management Perspectives**, [S.L.], v. 28, p. 220-227, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tmp.2018.09.007>.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 013, de 06 de dezembro de 1990. **D.O.U. 28 dez. 1990.** Disponível em:
<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res1390.html>>. Acesso em: 09 de abr. de 2021.

- DESCHAMPS, Marley. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, 2008. p. 191-219.
- DUDLEY, Nigel. (Editor). **Guidelines for Applying Protected Area Management Categories**. Gland, Switzerland: IUCN. . WITH Stolton, S., P. Shadie and N. Dudley (2013). IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types, Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 21, Gland, Switzerland: IUCN. xxpp. 2008.
- ERVIN, Jamison. **Metodologia do WWF para Avalia o Rápida e a Prioriza o do Manejo de Unidades de Conserva o (RAPPAM)**. São Paulo, SP, WWF-Brasil. 70 p. 2003a. (Tradu o WWF-Brasil).
- ERVIN, Jamison. **Rapid Assessment of Protected Area Management Effectiveness in Four Countries**. BioScience, vol. 53, n.9, set. 2003b.
- FIGUEROA, Fernanda; SÁNCHEZ-CORDERO, Víctor. Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. **Biodivers Conserv**, v. 17, p.3223-3240, 2008. Springer Science+Business Media B,V. DOI 10.1007/s10531-008-9423-3.
- FREITAS, Carlos Machado *et al.* Vulnerabilidade socioambiental, redu o de riscos de desastres e constru o da resiliência – li es do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Revista da Associa o Brasileira de Saúde Coletiva – Ciência e Saúde Coletiva**, 2012, p.1577-1586.
- FRANCO, José Luiz de Andrade; SCHITTINI, Gilberto de Menezes; BRAZ, Vivian da Silva. História da conserva o da natureza e das áreas protegidas: panorama geral. **Historiae**, Rio Grande, v.6, n.2, p.233-270, 2015. Disponível em: <<https://www.seer.furg.br/hist/article/view/5594/3503>>. Acesso em: 01 fev. 2022.
- GARCIA, Fanuel Nogueira; FERREIRA, Laerte Guimarães; LEITE, Juliana Ferreira.  reas Protegidas no Bioma Cerrado: fragmentos vegetacionais sob forte pressão. In: S mpo­sio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba. **Anais do XV S mpo­sio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**. Inpe, 2011. p. 4086-4093.
- GORELICK, Noel *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p.18-27, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- HANQIU, XU. Extraction of Urban Built-up Land Features from Landsat Imagery Using a Thematic Oriented Index Combination Technique. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, 1381-1391, 2007.
- IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. 2021. **IDEMA, Unidades de Conserva o da Natureza Estaduais do RN**. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=334&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=Unidades+de+Conserva%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 01 fev. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 15 jan.2022.

_____. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

_____. **Área da unidade territorial: Área territorial brasileira**, 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

JENSEN, John R.. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p. Tradução de José Carlos N. Epiphany et. al.

LOPES, Manoela Sacchis *et al.* Buffer Zone Delimitation of Conservation Units Based on Map Algebra and AHP Technique: a Study from Atlantic Forest Biome (Brazil). **Biological Conservation**, [S.L.], v. 253, p. 108905, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108905>.

LU, D. J.; KAO, C. W.; CHAO, C. L.. Evaluating the Management Effectiveness of Five Protected Areas in Taiwan Using WWF's RAPPAM. **Environmental Management**, 50(2), 272-282, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-012-9875-9>.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Notícias**, 2010. CONAMA define zona de amortecimento de UC sem plano de manejo. Disponível em: <<https://mma.gov.br/informma/item/6717-conama-define-zona-de-amortecimento-de-uc-sem-plano-de-manejo>>. Acesso em: 12 de out. de 2020.

ONU (Organização das Nações Unidas). 2004. **Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives**. Geneve, Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction.

PARANHAS FILHO, Antonio Conceição; LASTORIA, Giancarlo; TORRES, Thais Gisele. **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: Introdução às Geotecnologias**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2008. 198 p.

_____, Antonio Conceição *et al.* **Geotecnologias para aplicações ambientais**. Maringá, PR: Uniedsul, 2021, p.394.

PETTORELLI, N. et al. Monitoring Protected Areas from Space. In: JOPPA, Lucas N. et al.(org.). **Protected Areas: Are They Safeguarding Biodiversity? Conservation Science and Practice**. [S.I.]: John Wiley & Sons, 2016, p.242-259.

PLANET. **NICFI Program Resource Center**, 2022. Disponível em: <<https://developers.planet.com/nicfi/>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

PRESTES, L. D.; PERELLO, L. F. C.; GRUBER, N. L. S. Métodos para avaliar efetividade de gestão: o caso particular das Áreas de Proteção Ambiental (APAs). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 44(1), 340-359, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v44i0.54880>

Projeto MapBiomias – Coleção v.6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 22 jan. 2022.

ROQUE, Fabio de Oliveira et al. A network of monitoring networks for evaluating biodiversity conservation effectiveness in Brazilian protected areas. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, p. 177-185, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.003>

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 8, p. 63-74, 1994. DOI: 10.7154/RDG.1994.0008.0006. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>. Acesso em: 10 abr. 2021.

SANTOS, Estevão A. L.; JERÔNIMO, Carlos E. de M. Unidades de Conservação da Natureza: Diagnóstico do Programa Estadual de Unidades de Conservação-PEUC no Rio Grande do Norte-Brasil. **Revista Monografias Ambientais (REMOA)**, v.11, n.11, jan-abr, 2013.

SOUSA, Silvio Braz; FERREIRA JUNIOR, Laerte Guimarães. Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra: uma abordagem utilizando dados de sensoriamento remoto óptico multitemporais e provenientes de múltiplas plataformas. RBC. **Revista Brasileira de Cartografia (Online)**, v. 66, p. 321-336, 2014.

SOUSA, Silvio Braz. **Dinâmica territorial e padrões espaciais da pecuária brasileira**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2017, 182 f.

TEIXEIRA, Marília Gomes; VENTICINQUE, Eduardo Martins. Fortalezas e fragilidades do Sistema de Unidades de Conservação Potiguar. **Desenvolvimento e meio ambiente**, vol. 29, p.113-126, 2014.

VÁZQUEZ-VILLA, Blanca M. *et al.* Environmental Governance and Conservation. Experiences in Two Natural Protected Areas of Mexico and Costa Rica. **Journal Of Land Use Science**, [S.L.], v. 15, n. 6, p. 707-720, 8 set. 2020. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/1747423x.2020.1817167>.

World Wide Fund for Nature – WWF (2019). **Unidades de Conservação no Brasil** (Ficha Técnica). Disponível em:
<https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/factsheet_uc_tema03_v2.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2022.

XAVIER, Renata Azevedo et al. Proposta de Classificação de Uso do Solo para Avaliar Pressões (Método RAPPAM) em uma Unidade de Conservação no Sul do Brasil. **Scientia Plena**, [S.I.], v. 11, n. 2, 2015.

ZHA, Y.; GAO, J.; NI, S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from tm imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 3, p. 583–594, 2003.