



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

VANESSA CRISTIANE SANTOS

**USO E COBERTURA DA TERRA NO SISTEMA LACUSTRE  
BONFIM: planejamento e manejo ambiental para conservação de  
recursos hídricos**

**NATAL  
2022**

VANESSA CRISTIANE SANTOS

**USO E COBERTURA DA TERRA NO SISTEMA LACUSTRE BONFIM:  
planejamento e manejo ambiental para conservação de recursos hídricos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de título de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Orientado por: prof. Dr. Silvio Braz de Sousa

**NATAL  
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, Vanessa Cristiane.

Uso e cobertura da terra no Sistema Lacustre Bonfim:  
planejamento e manejo ambiental para conservação de recursos  
hídricos / Vanessa Cristiane Santos. - Natal, 2022.  
43f.: 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. Uso e cobertura da terra - Monografia. 2. Lagoa do Bonfim  
- Monografia. 3. Geoprocessamento - Monografia. 4. Planejamento  
ambiental - Monografia. I. Sousa, Silvio Braz de. II. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 556.18(813.2)

Elaborado por Heverton Thiago Luiz da Silva - CRB-15/710

VANESSA CRISTIANE SANTOS

**USO E COBERTURA DA TERRA NO SISTEMA LACUSTRE BONFIM:  
planejamento e manejo ambiental para conservação de recursos hídricos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de título de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Aprovado em: 11/02/2022

**BANCA EXAMINADORA**

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

Componente da Banca Examinadora – Prof. Dr. Rodrigo de Freitas Amorim  
(Departamento de Geografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

Componente externo da Banca Examinadora – Prof. Msc. Roberta Silva Marques  
(Colégio Ciências Aplicadas – Natal/RN)

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que me deu o dom da vida, e com sua infinita bondade fez com que meus objetivos fossem alcançados e superados durante todos esses anos de estudos. Aos meus pais e ao meu irmão, por sempre me incentivarem a estudar e me apoiarem em todos os momentos, principalmente nos difíceis.

Agradeço a Fernando José Wolkmer por ter sido o grande influenciador do meu gosto pela Geografia, espero que, onde o senhor estiver, esteja alegre por esta conquista.

Aos amigos, que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional ao longo dos anos e durante todo o período em que me dediquei a este trabalho, especialmente: Amanda Alves, Isabelly Araujo, Laís Pereira, Sarah Soares, Carlos Bacurau e Jules Brendo.

Agradeço a minhas primas por todo o apoio e pelas conversas, em especial à Elaine Cristina, Eliane Medeiros e Eduarda Medeiros.

Às minhas tias Francisca Oliveira e Josefa Oliveira, por me acolherem em suas casas durante grande parte da minha formação.

A Bledson Kivy, pelo apoio de sempre, que ao longo desses meses me deu muita força e apoio para vencer esta etapa da vida acadêmica.

Deixo um agradecimento especial ao professor Silvio Braz de Sousa, por ter aceitado ser meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Agradeço aos amigos que a UFRN me deu, com quem convivi diariamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e por toda a troca de experiências, que me ajudou a crescer como pessoa e como profissional. Em especial, a Airon Sarug, Alyne Karollayne, Juliana Xavier, Mayara Cristina, Rayane Raquel e Thais Fernanda, sem vocês a carga do curso teria sido muito maior, obrigada por tanto. Agradeço também aos amigos do Laproter, Daniel Carlos e Thiago Simonetti.

Por fim, agradeço às pessoas e professores com quem convivi ao longo do curso, que me ajudaram e incentivaram, e que, certamente, tiveram impacto na minha formação acadêmica.

## RESUMO

A Lagoa do Bonfim vem sendo explorada pela Adutora Monsenhor Expedito, ao longo de mais de vinte anos, como o principal manancial para o abastecimento da região agreste do estado do Rio Grande do Norte, abastecendo mais de 250 mil pessoas regularmente. Diante desta perspectiva, o estudo do uso e cobertura da terra no Sistema Lacustre Bonfim (SLB) é de extrema importância para a conservação dos recursos hídricos da região. Com o atual desenvolvimento do Sensoriamento Remoto, das técnicas de Geoprocessamento e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o monitoramento das mudanças ocorridas na superfície terrestre tornaram-se mais assertivas, baratas e rápidas. Nessa perspectiva, o presente trabalho teve como base a análise dos impactos causados pelas alterações no uso e na cobertura da terra no SLB presentes no ano de 2021. Essas análises foram realizadas por meio de imagens RapidEye, em ambiente SIG, utilizando as técnicas de classificação digital de imagens não supervisionadas, conforme as quais o software é inteiramente responsável pela identificação das classes de uso e cobertura da terra na imagem. Após a categorização, a imagem deve ser analisada manualmente, visando uma maior acurácia da classificação, de modo que as áreas com erros de classificação serão reclassificadas para sua classe correta. Como resultados, se registrou a constatação da urbanização na área de recarga do SLB, onde atualmente existem mais localidades destinadas à agricultura do que a vegetação nativa. Essa ocupação desordenada, principalmente nas proximidades das lagoas, possui papel importante para o declínio deste sistema. Além disso, a degradação ambiental na localidade está associada ao não cumprimento de normas legais, como a ocupação das áreas de APPs das lagoas, situação que gera riscos não só para o SLB, mas para a segurança hídrica de milhares de potiguares.

**Palavras-chave:** uso e cobertura da terra; geoprocessamento; Lagoa do Bonfim; planejamento ambiental.

## ABSTRACT

The Lagoa do Bonfim has been used by the Monsenhor Expedito Adductor, for over twenty years, as the main source of supplying for the dry region of the state of Rio Grande do Norte, supplying water for more than 250,000 people regularly. Given this perspective, the study of land's use and land's coverage in the Lacustre Bonfim System (LBS) is extremely important for the conservation of water resources in the region. With the current development of Remote Sensing, Geoprocessing techniques and Geographic Information Systems (GIS), the monitoring

of changes in the Earth's surface has become more assertive, cheaper and faster. From this perspective, the present work was based on the analysis of the impacts caused by changes in land's use and coverage in the LBS in the years 2020 and 2021. These analysis were carried out through Rapideye images, in a GIS environment, using the techniques of digital classification of unsupervised images, according to which the software is entirely responsible for identifying the land's use and land's coverage classes in the image. After categorization, the image must be manually checked, aiming a greater accuracy of classification, where areas with classification errors must be reclassified to their correct class. As a result, the perception of urbanization in the recharge area of the LBS was registered, where there are currently more locations for agriculture than native vegetation. This disorderly occupation, especially in the vicinity of the lakes, plays an important role in the decline of this system. In addition, environmental degradation in the locality is associated with non-compliance with legal norms, such as the occupation of PPAs in the lagoons, a situation that generates risks not only for the LBS, but also for the water security of thousands of potiguares.

Keywords: land's use and land's coverage; geoprocessing; Lagoa do Bonfim; environmental planning.

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

APABG – Área de Proteção Ambiental, Bonfim-Guaraíras

APP – Área de Preservação Permanente

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NGA – National Geospatial-Intelligence Agency

MDT – Modelo Digital de Terreno (MDT)

PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica

SEMAHR – Secretária do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SLB – Sistema Lacustre Bonfim

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

ZPA's – Zonas Especiais de Proteção Ambiental

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO–METODOLÓGICA</b> .....	7
1.1 Uso e Cobertura da terra.....	7
1.2 Geotecnologias aplicadas ao monitoramento do uso e cobertura da terra.....	8
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS</b> .....	9
2.1 Dados Utilizados .....	9
2.1.1 Dados Landsat .....	10
2.1.2 Dados RapidEye.....	10
2.1.3 Dados SRTM.....	11
2.2 Produtos e processos .....	12
2.2.1 Delimitação de área de recarga superficial do SLB .....	12
2.2.2 Mapeamento do uso e cobertura da terra.....	14
<b>3 USO E COBERTURA DA TERRA NO SISTEMA LACUSTRE BONFIM: PLANEJAMENTO E MANEJO AMBIENTAL PARA CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	19
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	31
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização acelerada e sem o devido planejamento nas áreas litorâneas brasileiras é um fator que repercute no uso e cobertura da terra dessas regiões. Salienta-se que essa reprodução desordenada começou a ser difundida em maior escala a partir da década de 1950, em decorrência do processo de industrialização do país. O desenvolvimento econômico do Brasil figurou como o grande catalisador dessa nova configuração espacial, não só litorânea, mas nacional (SANTOS, 1993).

A dinamização do setor industrial foi também responsável pelo advento do fenômeno da segunda residência, disseminado por todo o litoral brasileiro, principalmente próximo das capitais e grandes aglomerados urbanos. De acordo com Moraes (2007), além da industrialização, outros condicionantes foram agentes da urbanização descompassada nas áreas litorâneas, sendo esses: movimentos de migração em direção ao litoral; ações do estado diante do desenvolvimento de infraestruturas nessas zonas; e o fenômeno do turismo.

A partir destas considerações, percebe-se que as atividades humanas são notáveis contribuidoras para a geração de impactos e mudanças no uso e cobertura da terra de uma localidade. Os estudos de tais perturbações são de fundamental importância à vista do entendimento das consequências ambientais que surgem nestas áreas, em razão das ocupações não planejadas. Além disso, considerando o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), conhecer a dinâmica de uso e ocupação da terra de uma região permite a compreensão atualizada sobre a realidade disposta no espaço, favorecendo um melhor planejamento e as tomadas de decisões.

O monitoramento de uso e cobertura da terra vem sendo impulsionado por meio do emprego das geotecnologias, seus instrumentos e ferramentas, os quais possibilitam melhor eficiência e precisão na modelagem ambiental. No Rio Grande do Norte (RN), tal arranjo não é diferente, visto a sua localização geográfica e extenso litoral, com diversos atrativos turísticos encontrados em seu território. Consequentemente, a reprodução espontânea e desordenada das cidades litorâneas repercute em um cenário de apropriação inadequada dos meios naturais, além de afetar a qualidade dos recursos hídricos, mais abundantes nessas localidades (MEDEIROS et al., 2015).

O Sistema Lacustre Bonfim (SLB), localizado no litoral sul do RN, mais precisamente no município de Nísia Floresta, é um complexo lagunar interligado entre as seguintes lagoas: Bonfim, Redonda, Boa Água, Ferreira Grande, Carcará e Urubu. A Lagoa do Bonfim é a

principal dentre as citadas, e será nosso objeto de estudo essencial. Em virtude de sua localização e beleza cênica, o entorno da Lagoa do Bonfim tem a maior parte da sua extensão utilizada como local de reprodução do fenômeno da segunda residência, dispondo da materialização de vários empreendimentos voltados para este fim, como condomínios fechados, clubes de recreação e sítios. Esse arranjo acaba por influenciar o uso e ocupação da terra nas proximidades da lagoa e até mesmo em suas Áreas de Preservação Permanente (APP), situação que gera estresse perante as funções ecossistêmicas dispostas na localidade.

Ademais, a Lagoa do Bonfim é utilizada pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) como manancial de abastecimento da maior parte da mesorregião do agreste potiguar. Por consequência, a adutora Monsenhor Expedito é outra variável a ser considerada diante à aferição da quantidade e qualidade da água do SLB.

Em decorrência destas problemáticas, várias análises considerando os impactos gerados pela ocupação desordenada das áreas próximas a este complexo lagunar e o advento do Sistema Adutor Monsenhor Expedito já foram realizadas, cabendo citar as contribuições de (PEREIRA et al., 2000; LUCENA, 1999; MEDEIROS et.al., 2015; CASTRO et. al., 2015).

Portanto, a justificativa para a realização deste trabalho está pautada na importância que o SLB exerce em relação à disponibilidade de recursos hídricos no RN. Este estudo visa o entendimento de como a atual dinâmica do uso e a ocupação da terra na localidade atua na degradação ambiental desse ecossistema, e sua influência em relação à segurança hídrica dos potiguares que usufruem do sistema.

A pesquisa tem como objetivo geral analisar o uso e a cobertura da terra no município de Nísia Floresta, com foco na gestão do Sistema Lacustre Bonfim. Quanto aos objetivos específicos, têm-se: 1) Delimitar a porção da superfície terrestre que contribui para o abastecimento do SLB; 2) Determinar as classes que compõem o uso e cobertura da terra na superfície de abastecimento do SLB; 3) identificar as pressões e conflitos resultantes do uso e cobertura da terra na área; 4) possibilitar uma melhor gestão e preservação do SLB, considerando a segurança hídrica estadual.

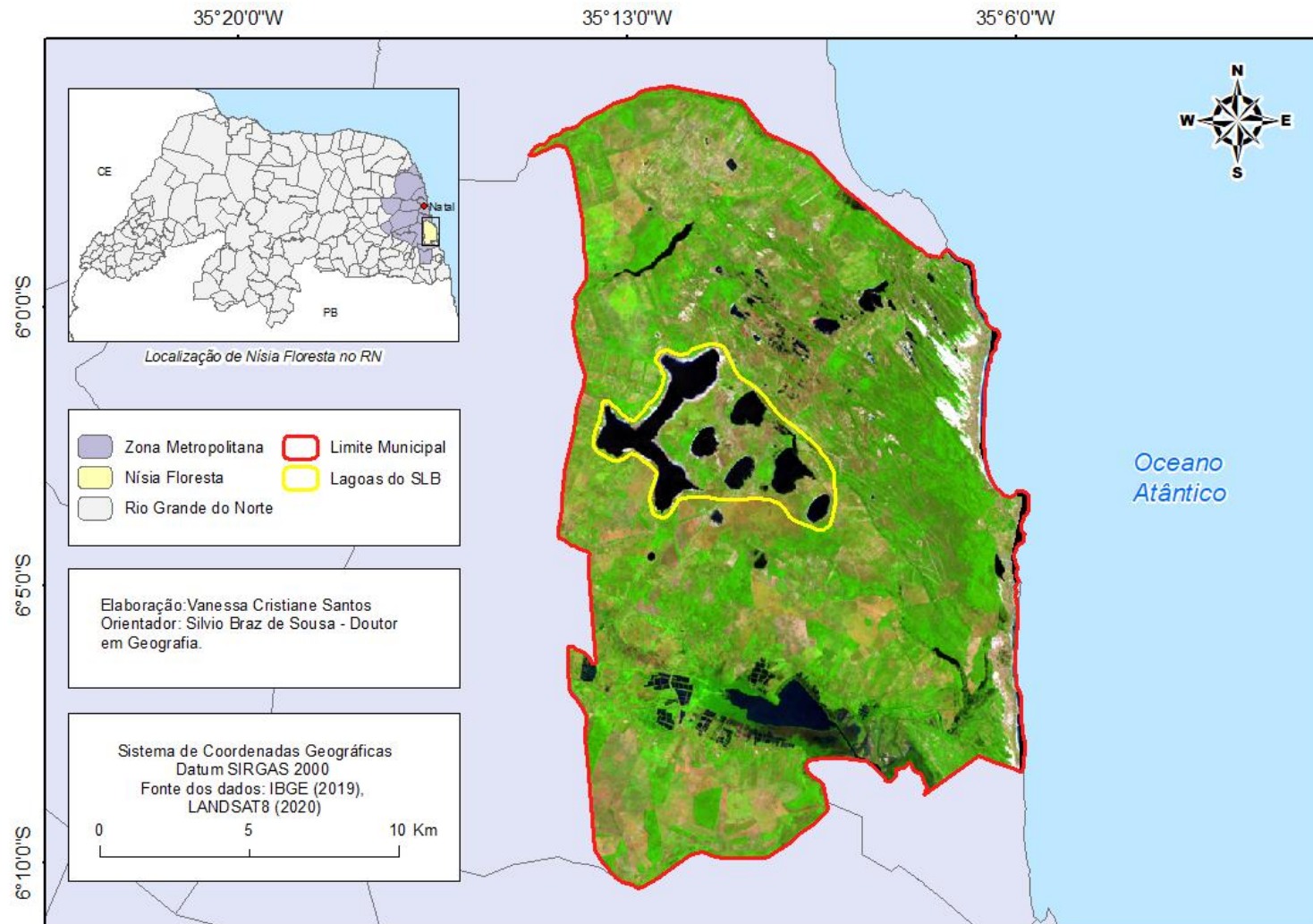
### **Caracterização da área de estudo**

O SLB está localizado no município de Nísia Floresta, zona metropolitana de Natal/RN, a cerca de 30 km da capital potiguar. O sistema é composto pelas lagoas do Bonfim, Boa Água, Ferreira Grande, Redonda, Urubu e Carcará, como mostra a Figura 1. No que lhe concerne, a

Lagoa do Bonfim é a maior do estado do Rio Grande do Norte e a mais importante do sistema. Conforme a Secretária do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMAHR, 2021), a lagoa apresenta lâmina superficial de 9 km<sup>2</sup> de extensão e uma capacidade de acumulação de 84.268.200,00 m<sup>3</sup>. Ademais, pode atingir uma profundidade máxima de 33 metros (PEREIRA et al., 2000).

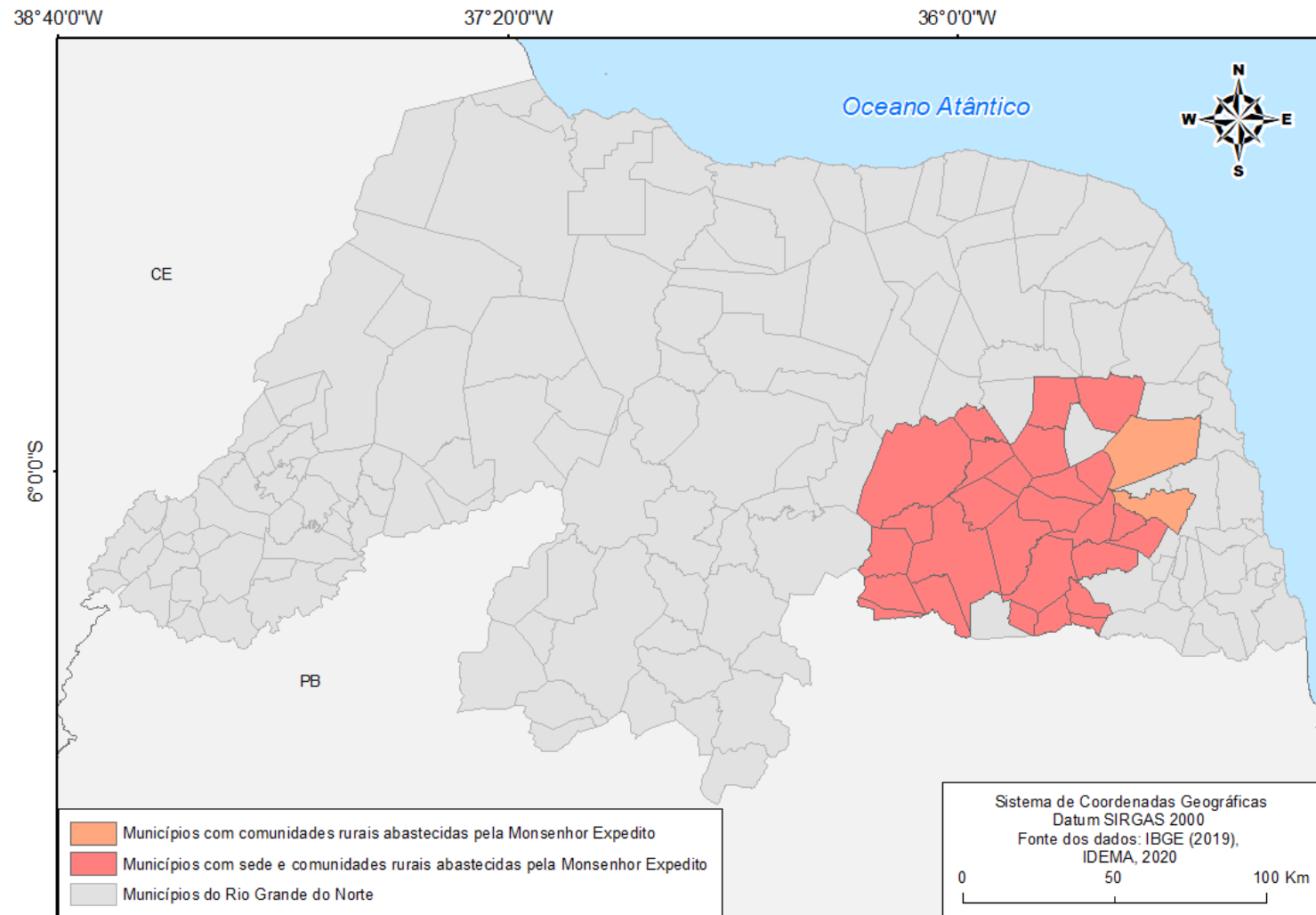
Além disso, segundo o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA, 2020), a Lagoa do Bonfim é responsável pelo abastecimento de 29 sedes municipais e 271 comunidades rurais em 32 municípios do RN, os quais totalizam cerca de 250 mil pessoas, através do sistema adutor Monsenhor Expedito, como é evidenciado na Figura 2.

Figura 1 – Mapa de Localização do SLB



Elaboração: Autora.

Figura 2 – Mapa dos municípios do RN atendidos pela adutora Monsenhor Expedito até 2020



Elaboração: Autora.

Considerando a classificação de Koppen-Geiger, a região estudada está inserida no domínio do clima As, o qual é caracterizado por possuir uma estação com seca no verão e chuvas no inverno, com precipitação média de 1.500 mm anuais (NUNES, 2009, p.28-29). O embasamento hidrogeológico do SLB é formado pela Formação Barreiras, contendo sedimentos areno-argilosos, além de rochas carbonáticas e quartzarenitos do período cretáceo, com pouca condutividade hidráulica. Ademais, pode-se encontrar ainda os lençóis eólicos e os campos de dunas parabólicas fixas, com origem no Quaternário (PEREIRA et al., 2000).

Ainda em conformidade com Pereira et al. (2000), a localidade de estudo não possui elevadas condições para o escoamento superficial, pois o processo de infiltração acaba sendo privilegiado, resultado das boas características de permeabilidade dispostas nessas unidades, principalmente na zona dos sedimentos eólicos.

De acordo com a SEMAHR (2021), o SLB está inserido na Bacia F. Litorânea Leste de Escoamento Difuso, localizado entre as bacias do Rio Pium (ao norte), Trairi (ao sul), tendo ao leste o Oceano Atlântico. Sua bacia é pequena, com aproximadamente 60 km<sup>2</sup>, sendo classificada como endorreica.

As lagoas componentes deste complexo possuem interligações entre si, variando entre canais naturais e conexões hidráulicas específicas, convertendo-se em exultórios de águas subterrâneas. Tal sistema inclui um único dreno, o qual parte das lagoas do Urubu e Ferreira Grande, o Riacho da Boa Cica, tornando-se afluente do Rio Trairi pela margem esquerda (LUCENA, 1999).

Quanto à vegetação, a localidade é característica da Mata Atlântica, Floresta estacional semidecidual e decidual (CESTARO, 2002). Ademais, tal vegetação pode ser encontrada em pequenos fragmentos residuais espalhados, principalmente em áreas privadas próximas à Lagoa do Bonfim, como os remanescentes encontrados no Eco posto do IDEMA, no Acampamento Elim e nos condomínios Chácara Bonfim e Reserva Bonfim, respectivamente.

A região do Sistema Lacustre Bonfim está inserida na Área de Proteção Ambiental Bonfim-Guaraíras (APABG). Essa APA foi criada através do Decreto Estadual do Rio Grande do Norte nº 14.369, de 22 de março de 1999. O Art. 2º deste decreto afirma que a APABG tem como objetivo ordenar o uso, proteger e preservar os ecossistemas dunar, Mata Atlântica, manguezal, lagoas, rios e demais recursos hídricos; além das espécies vegetais e animais (RIO GRANDE DO NORTE, 1999).

# 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO–METODOLÓGICA

## 1.1 Uso e Cobertura da terra

O conceito de uso da terra representa a percepção de como o espaço geográfico está sendo ocupado e utilizado pela sociedade. Conseqüentemente, estudar o uso da terra consiste em buscar informações sobre toda a utilização por parte da sociedade ou da categorização da tipologia vegetacional que reveste o solo (ROSA; SANO, 2014).

A cobertura da terra, em contrapartida, descreve os elementos bióticos ou não, os quais recobrem a superfície terrestre (IBGE, 2013). Sendo assim, existe uma extensa simbiose entre esses conceitos, pois a destinação do uso das terras em certa porção da superfície terrestre implicará na sua cobertura.

Dessa forma, conhecer o uso e a cobertura da terra de uma área é de suma importância para determinar a qualidade ambiental da região, já que a reprodução desordenada do espaço acarreta a deterioração do ambiente. Considerando Santos (2007), a estrutura do planejamento deve conter recortes significativos, relacionados com a realidade, condicionando o entendimento da natureza, das peculiaridades e das funções totalitárias. Por consequência, o mapeamento do uso e cobertura da terra ajuda no cumprimento da premissa do ideal de bom planejamento (ARAÚJO; MENEZES; SANO, 2007).

Ainda segundo Rosa e Sano (2014), o conhecimento atualizado da ocupação e da utilização da superfície terrestre tem papel central perante o dever dos planejadores e gestores, em todas as escalas de poder, visto que essas informações são essenciais na determinação dos indicadores ambientais da área estudada. Portanto, obter referências precisas sobre o espaço de análise é o principal requisito para um bom planejamento ser viável. Logo, sem o real entendimento do cenário, as tomadas de decisão não serão devidamente efetivas.

No que tange à qualidade dos recursos hídricos, o uso e a cobertura da terra são conceitos fundamentais, pois a vegetação disposta nas zonas ripárias condiciona a proteção do solo e da água, exercendo um papel essencial na dinâmica de qualquer bacia hidrográfica (RODRIGUES; GARCIA; PINTO, 2014). Quanto às áreas de recarga, essas também dependem da dinâmica imposta pelo uso e cobertura da terra. Logo, quanto melhor for o ordenamento ocupacional nessas localidades, maior será o nível de preservação. Conseqüentemente, o grau de conservação repercutirá diretamente na potencialidade da exploração duradoura dos mananciais (MELO NETO; CHAGAS; MELLO JÚNIOR, 2013).

## 1.2 Geotecnologias aplicadas ao monitoramento do uso e cobertura da terra

De acordo com Fitz (2008), as geotecnologias são novas tecnologias relacionadas com as Geociências, as quais possibilitam os avanços das pesquisas, melhoria na organização, planejamento e manejo do espaço geográfico. Este viés tecnológico começou a ser propagado com a evolução dos computadores e dos avanços das ciências espaciais, ainda no século XX. Graças ao advento do mundo informacional, as geotecnologias passaram a figurar como facilitadoras de análises mais assertivas sobre a superfície terrestre, viabilizando o aumento na produtividade e a diminuição dos custos desses estudos.

Atualmente, os dados geoespaciais estão sendo distribuídos como jamais tinham sido, abrangendo o escopo de pesquisa das mais distintas ciências. À vista disso, o emprego destas tecnologias no monitoramento do uso e cobertura da terra é um agente potencializador do conhecimento da realidade. Dentre as geotecnologias destacam-se: Sensoriamento remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o Geoprocessamento.

Considerando Florenzano (2011), o sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite a obtenção de dados e imagens da superfície terrestre por meio da própria energia emitida ou refletida pela superfície. Nesse sentido, o conceito de sensoriamento remoto representa a técnica de obtenção e de aplicação das informações de um objeto sem nenhuma interação física com ele (LIU, 2015).

Por meio de dados obtidos por sensoriamento remoto é possível entender as dinâmicas dispostas na superfície terrestre e suas transformações ao longo do tempo, elucidando os impactos causados no uso e cobertura da terra nas mais diferentes escalas e localidades. Sendo assim, a sensibilidade da interpretação humana é expandida, facilitando a categorização desse processo. Nos últimos 30 anos, a evolução das técnicas do sensoriamento remoto foi grandiosa, tendo em vista a inclusão de diversos sensores responsáveis por gerar as mais diferentes imagens, detentoras de um enorme potencial na gestão do uso e cobertura da terra (ROGAN; CHEN, 2003).

Sendo assim, na atualidade, a ciência Geográfica utiliza os SIGs na interpretação e caracterização dos ambientes estudados (TAVEIRA; CUBAS, 2020). Os SIGs são empregados por diversas ciências, e demonstram a interdisciplinaridade embutida nesses sistemas. Dessa maneira, o próprio usuário deve ser capaz de decidir qual o melhor SIG para a sua necessidade, pois as configurações e indicações de uso de um SIG estarão pautadas em seu viés de desenvolvimento e acessibilidade.

Novamente, conforme Fitz (2008), um SIG pode ser definido como um sistema composto da junção de softwares, que abarcam equipamentos, dados e pessoas. Tal sistema tem como intenção armazenar, coletar, manipular, analisar, recuperar e visualizar dados referenciados no espaço a partir de um sistema de coordenadas reconhecido. Portanto, os SIGs são ferramentas importantes na classificação do uso e cobertura da terra, em razão de auxiliarem nas interpretações das imagens digitais.

Por sua vez, o geoprocessamento é compreendido como a ciência que integra a cartografia digital, os SIGs e o processamento digital de imagens. Nesse sentido, o geoprocessamento é um recurso que foi implantado com o intuito de proporcionar a melhoria na representação dos estudos sobre a superfície terrestre (MOURA, 2014). Elucidando a definição estruturada por Leonardi (2020), o geoprocessamento é o conjunto das técnicas de coleta, armazenamento, tratamento e análise, de uso integrado em algum objetivo específico.

Logo, a análise do uso e cobertura da terra vem sendo melhorada ao longo das últimas décadas, a partir da integração entre os produtos oriundos do sensoriamento remoto, SIGs e das técnicas do geoprocessamento, o que tem melhorado sistematicamente o nível de acurácia (posicional, temporal e temática) dos mapeamentos.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS**

### **2.1 Dados Utilizados**

As imagens OLI Landsat foram aplicadas na elaboração de mapas com escalas de menos detalhes e irão auxiliar no processo de validação das categorias de uso e cobertura da terra. Para a delimitação da área que contribui com o abastecimento do SLB foram utilizados dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

Já no mapeamento do uso e cobertura da terra do SLB, de sua área de recarga e do município de Nísia Floresta, utilizou-se, essencialmente, de imagens RapidEye, as quais possuem resolução espacial de 5 metros, 36 vezes melhor que a resolução das imagens OLI Landsat, já mencionadas.

Salienta-se que a utilização bem-sucedida destes dados necessita de uma seleção cuidadosa, além da aplicação de conjuntos de técnicas de processamento de imagens (ROGAN; CHEN, 2003).

### 2.1.1 Dados Landsat

Os dados OLI Landsat utilizados correspondem às imagens do satélite Landsat-8, as quais estão disponíveis gratuitamente no *website* do Serviço Geológico dos Estados Unidos<sup>1</sup>. Esses produtos dispõem de um recorte temporal correspondente ao ano de 2020. Ademais, as imagens possuem nove bandas, incluindo uma banda pancromática, com resolução espacial de 30 metros, o que torna esses dados satisfatórios para as aplicações propostas em algumas seções deste trabalho.

Vale salientar que o sensor OLI consegue capturar dados com precisão radiométrica em uma faixa de 12 bits. Além disso, as imagens podem ser capturadas nas bandas espectrais do visível, infravermelho de ondas curtas, infravermelho próximo e pancromática. Tal configuração tende a melhorar o contraste entre o sinal e o ruído geral das imagens, o que permite uma melhor caracterização do uso e cobertura da terra.

Após a escolha das imagens da região do município de Nísia Floresta e do SLB, estas passaram por um processo de filtragem de nuvens e de possíveis ruídos atmosféricos, para a que fosse possível uma melhor visualização das cenas. Depois, foram incorporadas ao software ArcMap 10.8, para a delimitação da área do município, o que possibilitou a geração de mapas em escalas menos detalhadas neste mesmo SIG.

### 2.1.2 Dados RapidEye

No caso das imagens RapidEye, destaca-se que são de acesso restrito, e eram comerciais até novembro de 2020. Essas imagens começaram a ser disponibilizadas gratuitamente na página da internet da Planet<sup>2</sup>, sendo resultado da parceria entre o Ministério do Clima e Meio Ambiente da Noruega e as empresas Planet e Airbus.

Tais imagens foram cedidas em função dos elevados e recentes índices de desmatamento das florestas tropicais no mundo. Ademais, as imagens RapidEye são adequadas para a geração de mapas consistentes e em escala apropriada ao projeto.

Por conseguinte, os dados RapidEye foram processados na plataforma Google Earth Engine, onde foi utilizado o processamento de dados baseado em “nuvem”, termo empregado na definição de uma rede de servidores disponíveis para executar as operações ordenadas pelos usuários de forma remota. No ambiente virtual desta plataforma é possível acessar séries

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.planet.com/>.

temporais, aplicações de algoritmos compatíveis com a manipulação e tratamento de dados, além de aplicações em problemas reais.

Dessa forma, assim como nas imagens OLI Landsat, foi realizado um processo de filtragem, com intuito de retirar as interferências atmosféricas e as nuvens que podem obstruir a visibilidade da superfície terrestre, influenciando de forma negativa o mapeamento de áreas costeiras, principalmente por existir extensa cobertura de nuvens, as quais inviabilizam mapeamentos de uso e cobertura da terra. Por fim, foi executado um *compositie* com os melhores pixels presentes no recorte temporal de 2021 da área do SLB e do município de Nísia Floresta.

### 2.1.3 Dados SRTM

Os dados SRTM são resultados da missão de mesmo nome, a qual aconteceu em decorrência da parceria entre a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e a National Geospatial-Intelligence Agency (NGA). Os dados de Radar foram coletados a bordo do ônibus espacial Endeavour, entre os dias 11 e 22 de fevereiro, do ano de 2000.

De acordo com a NASA (2014), o principal propósito dessa missão foi originar um banco de dados a nível mundial, voltado para o desenvolvimento de um Modelo Digital de Terreno (MDT), considerado como base o imageamento das porções terrestres localizadas entre os paralelos 56°S e 60°N.

Em conformidade com os dados OLI Landsat, as bases do SRTM foram captadas na página da internet do Serviço Geológico dos Estados Unidos<sup>3</sup>, onde são disponibilizadas gratuitamente ao público em geral. Salienta-se que a resolução radiométrica desses dados é de 15 bits e os MDTs possuem 90 metros de resolução vertical para áreas não pertencentes aos Estados Unidos.

Vale destacar que esses dados já foram amplamente testados e validados nas mais diversas áreas de estudo, como demonstram os trabalhos de (GROHMANN; RICCOMINI; STEINER, 2017; ALVES SOBRINHO et.al., 2010). Sendo assim, as bases oriundas do SRTM foram aplicadas na delimitação da região da superfície terrestre que contribui com o abastecimento do SLB, por meio da criação de um MDT específico para a localidade.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

## **2.2 Produtos e processos**

Os produtos apresentados nesta pesquisa são resultado do emprego de variadas técnicas do geoprocessamento, com o auxílio do sensoriamento remoto e de SIGs. Estes procedimentos servem como alicerce do teor demonstrativo para os resultados e preposições aqui discutidas, pois evidenciam a extensa escala de usos destes métodos.

Salienta-se que a escolha dessa escala temporal, com imagens do ano de 2021, justifica-se em razão de o trabalho priorizar a caracterização do atual uso e cobertura da terra na região do SLB e como essa configuração afeta na manutenção do sistema. Portanto, o recorte temporal escolhido retrata a disposição recente das mudanças impostas ao espaço estudado.

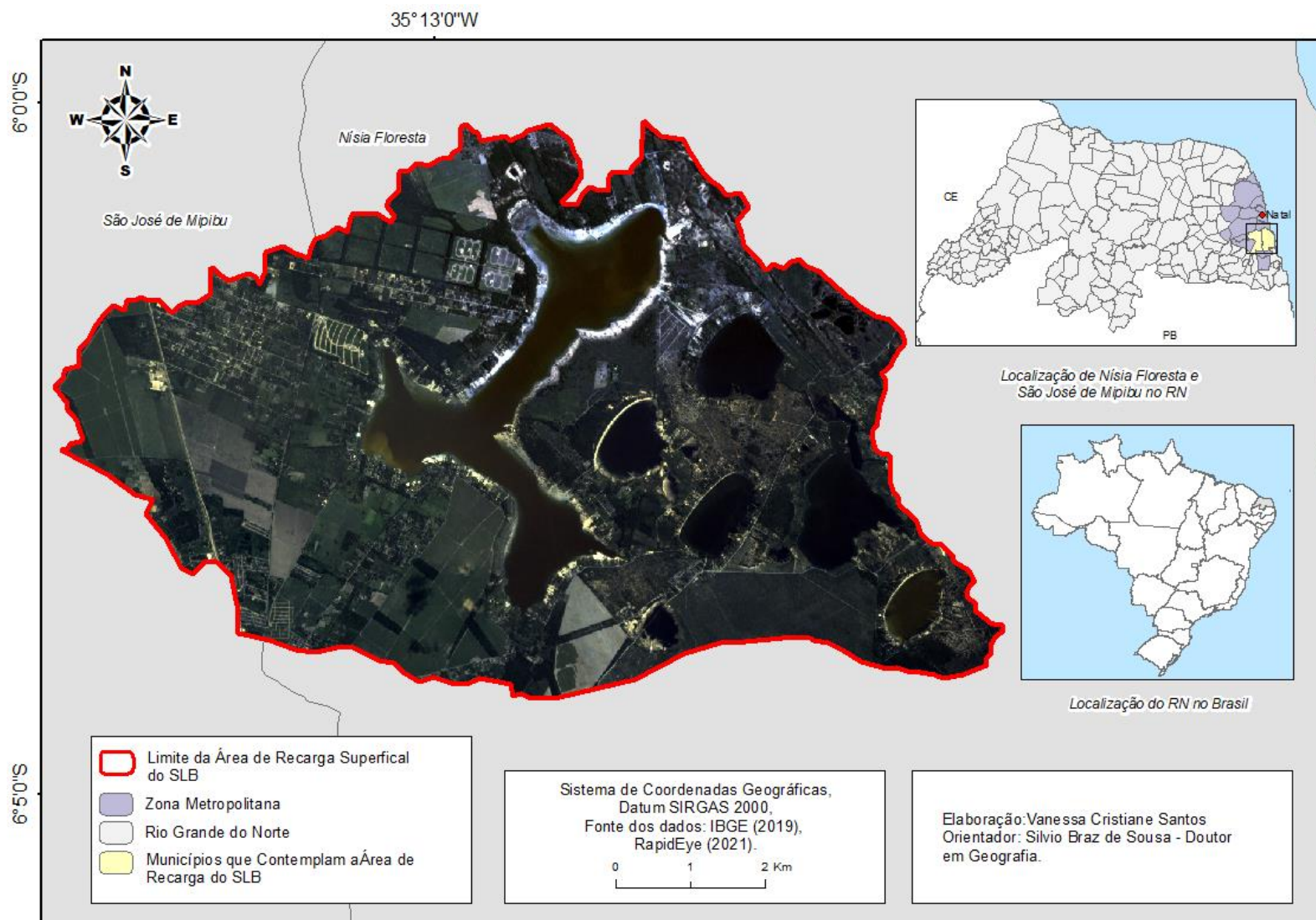
### **2.2.1 Delimitação de área de recarga superficial do SLB**

A delimitação da área de recarga do SLB foi realizada por intermédio do uso das bases do SRTM, através da criação de um MDT. Considerando Aspiazú, Alves e Valente (1990), um MDT é o resultado da aquisição, processamento e utilização de dados digitais, visando à caracterização e criação de modelos do relevo de determinada região da superfície terrestre.

Os MDTs são oriundos de amostras da área de estudo, as quais são testadas e demonstram a variabilidade da configuração do relevo na zona de interesse. Após a coleta dos dados do município de Nísia Floresta, estes foram tratados em ambiente SIG, prevendo a identificação da área de recarga superficial do SLB.

Depois foram geradas bacias hidrográficas na localidade, o que possibilitou a identificação da área de recarga superficial do SLB, por meio do refinamento dos perfis topográficos da região, tendo como resultante a Figura 3.

Figura 3 – Mapa da Área de Recarga Superficial do SLB



Elaboração: Autora.

Após a observação da Figura 3, percebe-se que a área de recarga superficial do SLB está inserida nos domínios dos municípios de Nísia Floresta e São José de Mipibu, com dimensão de 61,8 km<sup>2</sup>, segundo a resultante do MDT.

Dessa forma, é entendível a ampla importância da localidade perante a reposição hídrica do SLB, pois grande parte da precipitação ocorrida neste domínio é naturalmente direcionada às lagoas componentes do sistema estudado. Contudo, com o aumento da expansão urbana decorrida nesta zona, a superfície de recarga tende a enfrentar consideráveis perdas diante da capacidade de absorção, em decorrência das mudanças de uso e cobertura da terra.

Tal situação pode ocasionar a diminuição na captação de água, perda de sua qualidade e maior ameaça de declínio ao sistema, especialmente para a Lagoa do Bonfim, em decorrência da presença da Adutora Monsenhor Expedito e dos complexos de lazer localizados em suas margens.

Na presença destes fatos, conforme Rodrigues e Leite (2017), identificar as classes do uso e cobertura da terra é importante, pois garante a percepção de sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas. Dessa maneira, a caracterização da pesquisa pode trazer uma nova visão de como o planejamento do SLB deve ser tratado e dimensionado, já que os maiores problemas e potencialidades serão evidenciados.

Portanto, é necessária a realização de um minucioso estudo perante a atual dinâmica do uso e cobertura da terra na área de recarga do SLB, pois só assim será possível entender o nível de estresse que a reprodução de tipologias ocupacionais está gerando na recarga das lagoas do sistema.

### **2.2.2 Mapeamento do uso e cobertura da terra**

Dispondo dos dados base (imagens) para classificação digital de uso e cobertura da terra, esta foi submetida a um processo de classificação não supervisionado, por meio do algoritmo *k-means*, assumindo 8 classes, e erro aceitável de 5%, com 10 iterações, originando uma primeira versão da classificação. A partir dessa etapa, foram realizados os processos de pós-classificação, visando à filtragem de pixels isolados, usando uma ferramenta do tipo *Sieve Classes*. Tal método filtra pixels isolados na imagem classificada, a partir da análise da vizinhança imediata do pixel analisado.

Considerando esse procedimento, foi permitida a filtragem de até 10 pixels agrupados, o que, atentando à resolução espacial de 5 metros, equivale a uma área máxima de 125 m<sup>2</sup>. Esse resultado é compatível com a escala de mapeamento em detalhe e exatidão proporcionada pelas

imagens RapidEye, que são Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) classe A, escala 1:20.000, de acordo com as Normas Técnicas da Cartografia Nacional (ANTUNES; SIQUEIRA, 2013).

Posteriormente à aplicação da filtragem de pixels isolados, foi efetuada a aplicação de uma análise de maioria, na qual os pixels isolados identificados pela ferramenta *Sieve Classes* foram, por meio de um filtro de maioria, reclassificados para a classe predominante na vizinhança.

Vale destacar que, para este filtro de maioria, foi adotada uma grade (kernel) de 21 x 21 pixels, com peso 1 para o pixel central. Por fim, ocorreu a aplicação de um filtro de agregação, o qual realiza um agrupamento de pixels menores a um grupo maior, no qual também foi assumido um agrupamento de 10 pixels.



Após a filtragem e pós-classificação foi iniciada a parte final do processo de classificação, que é a inspeção visual e correção vetorial. Neste momento, foram encontradas 16 classes principais de mapeamento: Agricultura; Água; Área desmatada; Área úmida intermitente; Aquicultura; Complexo industrial; Dunas; Mancha urbana de média densidade; Mancha urbana de baixa densidade; Mangue; Mosaico de Ocupação; Pastagem; Pivô central; Posto de gasolina; Solo exposto e Vegetação. Vale salientar, que tais classes foram encontradas na região mapeada do município de Nísia Floresta, englobando também a área de recarga superficial do SLB.

Salienta-se que os mapas temáticos de uso e cobertura da terra, apesar de muito difundidos, não seguem padrões quanto às suas classes, visto que a identificação destas irá depender da escala do projeto, da área imageada e do conhecimento do responsável pela classificação. Tais classes irão refletir o universo da região de estudo, bem como a capacidade de identificação de alvos dos analistas em uma imagem RapidEye.


Por fim, após realizado todo o mapeamento de uso e cobertura da terra do município de Nísia Floresta e da área de recarga superficial do SLB, poderão ser traçadas regiões para detalhamento em nível de cadastro multifinalitário de imóveis rurais e urbanos, principalmente na área superficial de recarga do SLB. Esse procedimento irá permitir a identificação de edificações, propriedades e uma coleta de atributos que possam subsidiar as tomadas de decisão, em conjunto com as informações de área para cada classe de uso e cobertura da terra.

A seguir, no Quadro 1, encontra-se a sintetização da chave de interpretação utilizada nesta pesquisa, onde são apresentados os padrões de identificação para cada classe nas imagens Rapideye.

Quadro 1 – Chave de interpretação das imagens Rapideye

CLASSE	PADRÕES DE INTERPRETAÇÃO	IMAGEM RAPIDEYE
Agricultura	Formas geométricas bem definidas, Homogeneidade alta	
Água	Presença de água, cor azul e baixa rugosidade	
Área desmatada	Área com baixa rugosidade, sem uso	
Área úmida intermitente	Área com rugosidade média, presença de água e vegetação	
Aquicultura	Formas geométricas bem definidas, Presença de água e localização litorânea	

CLASSE	PADRÕES DE INTERPRETAÇÃO	IMAGEM RAPIDEYE
Complexo industrial	Área com alta rugosidade, presença de construções, cor branca	
Dunas	Depósitos arenosos no litoral, cor branca e sem rugosidade	
Mancha urbana de alta densidade	Alta rugosidade, Cor azul claro ou branca, grande heterogeneidade de alvos, maior concentração	
Mancha urbana de baixa densidade	Média rugosidade, cor azul claro ou branca, média rugosidade de alvos	
Mangue	Próximo ao mar, vegetação densa, áreas alagadas, rugosidade média, área homogênea, áreas planas em baixas latitudes	

CLASSE	PADRÕES DE INTERPRETAÇÃO	IMAGEM RAPIDEYE
Mosaico de ocupação	Área com ocupação não identificada	
Pastagem	Delimitação de propriedade, solo exposto, Cortes abruptos com a vegetação nativa, sem diversidade de espécies, Rugosidade baixa ou média	
Pivô central	Forma circular bem delineada, homogeneidade alta	
Solo exposto	Área sem cobertura vegetal e com textura lisa	
Vegetação	Rugosidade alta, alta densidade de árvores, diversidade de espécies	

Elaboração: Autora.

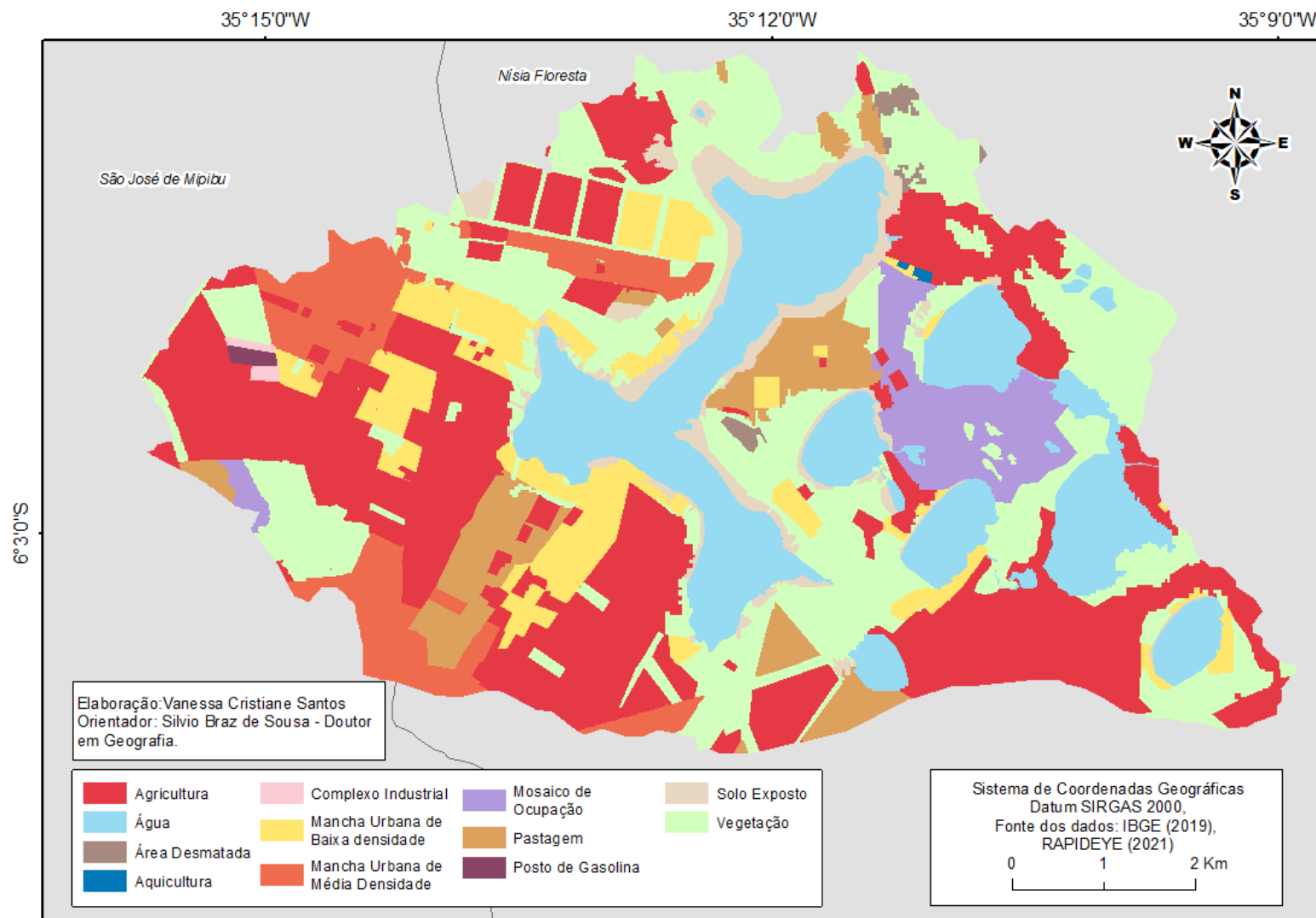
### **3 USO E COBERTURA DA TERRA NO SISTEMA LACUSTRE BONFIM: PLANEJAMENTO E MANEJO AMBIENTAL PARA CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

Como mencionado durante os capítulos anteriores deste trabalho, identificar as classes que compõem o uso e a cobertura da terra de uma região é de suma importância perante o entendimento da qualidade das dinâmicas socioambientais analisadas. Além disso, o conhecimento atualizado dessa temática é essencial na realização de planejamentos e manejos ambientais.

Sendo assim, neste capítulo, pretende-se analisar minuciosamente as classes de uso e cobertura da terra presentes no município de Nísia Floresta, com ênfase na área de recarga superficial do SLB. Estas serão relacionadas com as dimensões da área de recarga e do município de Nísia Floresta, de modo que reflitam como está configurada a atual dinâmica de uso e cobertura da terra nessas localidades. Portanto, cada classe será representada pelo seu percentual de cobertura em relação às totalidades das áreas mapeadas.

Dessa forma, os resultados desse processo irão elucidar possíveis causas de ameaças ao SLB, as quais serão debatidas diante da ótica da conservação dos recursos hídricos. Em primeiro lugar, ocorrerá o detalhamento da atual dinâmica de ocupação na área de recarga do SLB, presente na Figura 4. Posteriormente, será realizada a discussão de como a ocupação regional pode interferir na dinâmica do SLB.

Figura 4 – Mapa de uso e cobertura da terra para a área de recarga do SLB (2021)



Elaboração: Autora.

Como já apresentado neste trabalho, a área de recarga do SLB insere-se nos perímetros de dois municípios, sendo esses Nísia Floresta e São José de Mipibu, totalizando uma extensão de 61,81 km<sup>2</sup>, onde as áreas pertencentes a cada município correspondem a cerca de 51 km<sup>2</sup> e 10 km<sup>2</sup>, respectivamente.

A seguir está disposta a Tabela 1, referente ao mapeamento da área ocupada por cada tipo de cobertura e uso na área de recarga do SLB.

**Tabela 1 – Mapeamento das classes na área de recarga do SLB**

<b>CLASSE</b>	<b>ÁREA KM<sup>2</sup></b>	<b>ÁREA HA</b>	<b>%</b>
Agricultura	17,51	1750,50	28,33
Água	10,99	1098,53	17,78
Aquicultura	0,03	3,32	0,05
Área Desmatada	0,27	26,85	0,43
Complexo Industrial	0,09	9,41	0,15
Mancha Urbana de Baixa Densidade	4,63	463,28	7,50
Mancha Urbana de Média Densidade	3,97	397,15	6,43
Mosaico de Ocupação	2,58	257,61	4,17
Pastagem	3,51	351,37	5,69
Posto de Gasolina	0,09	9,06	0,15
Solo Exposto	2,42	241,85	3,91
Vegetação	15,70	1570,05	25,41
<b>TOTAL</b>	<b>61,79</b>	<b>6178,98</b>	<b>100</b>

Elaboração: Autora.

Na área de recarga, percebe-se que a classe com maior área mapeada foi a de agricultura, totalizando uma extensão de 17,51 km<sup>2</sup> e cerca de 28,33% da totalidade analisada. Tal situação demonstra o alto índice de transformações as quais a região foi condicionada ao longo do tempo, onde áreas naturais foram convertidas em terrenos voltados à monocultura da cana-de-açúcar ou coqueirais, em sua grande maioria. Em segundo lugar, tem-se a classe de vegetação, com 15,70 km<sup>2</sup> e 25,41% da área total. Como se pode compreender pelo mapa, a maior parte das regiões vegetadas estão nas proximidades das lagoas do SLB, demonstrando a presença de uma ampla área ainda conservada.

Em terceiro lugar, aparece a classe água, possuindo 10,99 km<sup>2</sup> e 17,78% da totalidade mapeada neste recorte. Essa classe é compreendida pelas lagoas do SLB e algumas outras

lagoas do município de Nísia Floresta. Todavia, a mais expressiva contribuição a esta classe é oriunda da Lagoa do Bonfim, a qual figura como a maior do Rio Grande do Norte e, conseqüentemente, de Nísia Floresta.

Em seguida, aparecem as manchas urbanas de baixa e média densidade, respectivamente. A primeira compreende uma área de 4,63 km<sup>2</sup> e 7,50% da área total da superfície de recarga. Já a mancha urbana de média densidade, possui 3,97 km<sup>2</sup> e 6,43% da totalidade. A grande extensão das zonas urbanas de média densidade está presente no município de São José de Mipibu, enquanto as zonas de baixa densidade se concentram em Nísia Floresta. Todavia, essa última classe está amplamente inserida nas margens das lagoas do SLB, especialmente na Lagoa do Bonfim.

A reprodução dessa classe nas margens da Lagoa do Bonfim está condicionada não só à expansão do distrito do Bonfim, mas à especulação imobiliária voltada aos condomínios de luxo que margeiam as áreas defrontantes com a lagoa. Estes empreendimentos abrigam estruturas voltadas ao lazer das classes mais altas da população, com a presença de campos de futebol, academias, piscinas, passando uma imagem de exclusividade, visto que até as margens da lagoa tornam-se privadas, só podendo ser acessadas pelos moradores e seus convidados.

Dessa forma, percebe-se a presença não só de problemas de ordem ambiental, mas também socioespaciais, originados a partir das dinâmicas de uso e cobertura da terra. Portanto, entende-se que as dinâmicas de cobertura e uso, além de poderem comprometer o ecossistema de qualquer região, também geram segregação espacial. Tendo em vista que a própria Lei complementar nº 001/2007, de 05 de novembro de 2007, a qual institui o Plano Diretor de Nísia Floresta, dispõe em seu Art. 95 que as lagoas, assim como as praias, rios e demais corpos d'água, são bens de ordem pública, os quais dispõem do uso comum, devendo ser assegurado o livre acesso em qualquer direção e sentido, exceto os trechos de interesse da segurança nacional ou abrangidos por áreas protegidas em legislação específica (NÍSIA FLORESTA, 2007).

Logo após, está a classe de pastagem, com 3,51 km<sup>2</sup>, correspondendo a 5,69% da área de recarga do SLB. Assim como no caso da agricultura, as pastagens são tipologias oriundas de uma substituição da vegetação natural por áreas antropizadas. A classe de mosaico de ocupação aparece na sexta posição do mapeamento, com 2,58 km<sup>2</sup>, os quais figuram como 4,17% as terras da área de recarga do SLB. Os mosaicos de ocupação correspondem a localidades onde a tipificação do uso não pode ser identificada, mas que não possuem sua cobertura natural. Essa tipologia concentra-se nas proximidades das lagoas de Boa Água, Redonda e Urubu. Após, tem-

se a classe de solo exposto, a qual detém 2,42 km<sup>2</sup>, coincidindo em 3,91% do mapeamento deste recorte. Tal categoria está amplamente disposta na vizinhança das lagoas do SLB, em especial a do Bonfim.

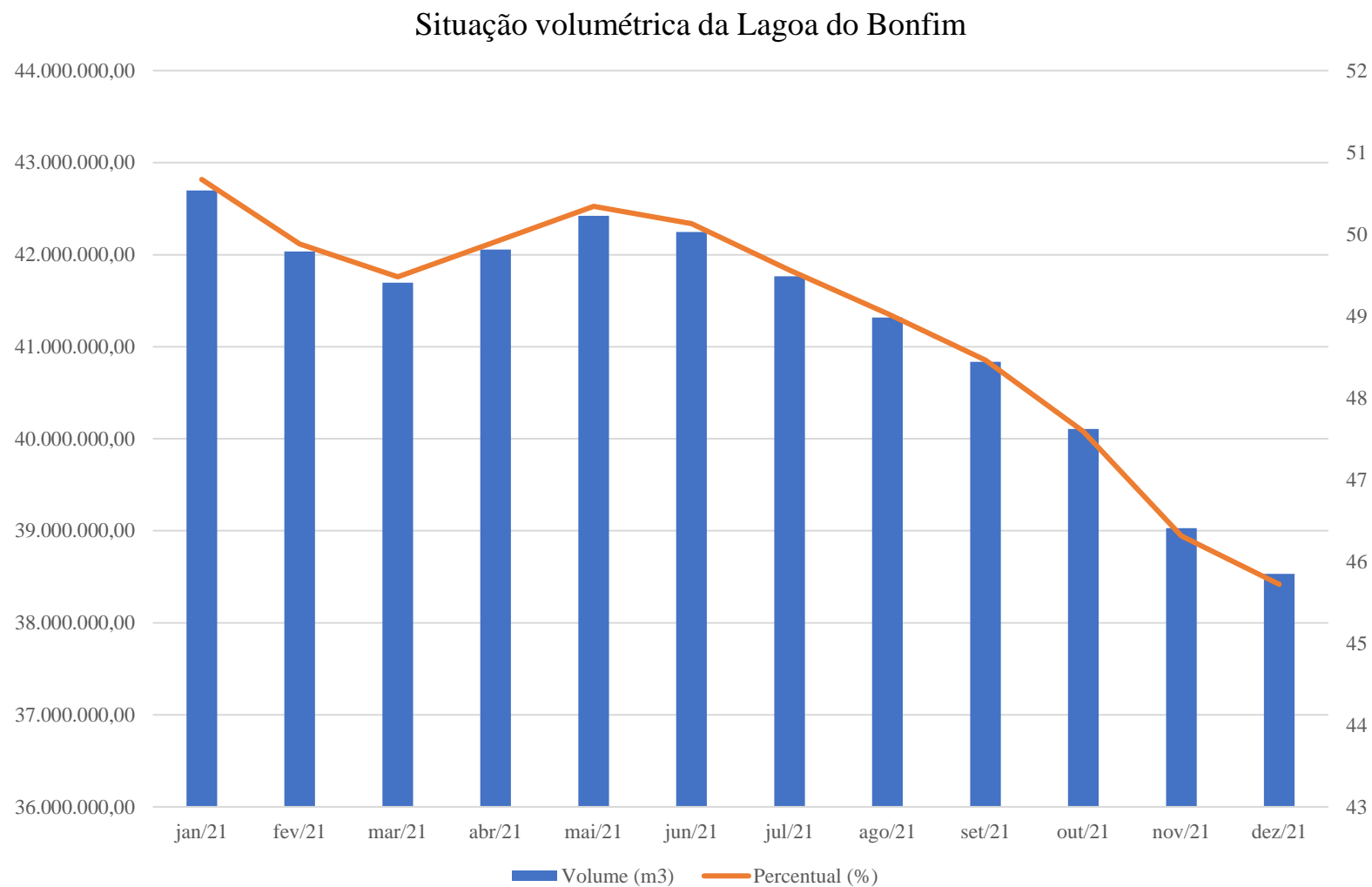
As classes de aquicultura (0,05%), área desmatada (0,43%), complexo industrial (0,15%) e posto de gasolina (0,15%) encontram-se dispostas em menores escalas, mas não devem e nem podem ser desconsideradas perante os estudos de recursos hídricos. A classe posto de gasolina figura como de alta importância, pois a presença dessa tipologia no interior de uma área de recarga superficial pode ser problemática, em decorrência dos produtos químicos utilizados nestes ambientes, os quais, se não tratados e conservados da maneira correta, podem contaminar o solo e comprometer a recarga do SLB.

Diante destas considerações, percebe-se que área de recarga superficial do SLB encontra-se amplamente modificada por ações humanas, onde a classe de agricultura já supera a área de vegetação presente em seus limites. Tal situação acarreta perdas perante a infiltração das águas pluviais, tendo em vista as alterações das coberturas vegetais por classes antrópicas. Considerando Mundia e Aniya (2006), as mudanças no uso e cobertura da terra foram aceleradas por fatores diversificados, incluindo o crescimento populacional e econômico, de modo que a expansão urbana, aleatória e não planejada, configurou não só a perda de florestas e áreas agrícolas, mas também a fragmentação e degradação das regiões naturais residuais.

Essas perdas, associadas com a retirada constante de água da Lagoa do Bonfim pela adutora Monsenhor Expedido e a falta de planejamento e ordenamento territorial, repercutem na diminuição da disponibilidade hídrica em todas as lagoas do SLB, onde a Lagoa do Bonfim é a mais prejudicada, em razão da sua importância diante do contexto hídrico estadual.

De acordo com a última medição, realizada em 22 de dezembro de 2021 pela SEMAHR, a Lagoa do Bonfim estava com apenas 45,55% da sua capacidade total, que é de 84.268.200,00 m<sup>3</sup>. Nos últimos anos, o nível da lagoa vem baixando consideravelmente, e sua reposição não está ocorrendo da maneira esperada, como é apresentado na Figura 6. Salienta-se que as outras lagoas componentes do SLB não são monitoradas pela SEMAHR, pois não chegam a superar a cota de 5.000.000m<sup>3</sup>, por tal razão não são aqui elencadas.

Figura 6 – Situação volumétrica da Lagoa do Bonfim para o ano de 2021



Fonte: SEMAHR (2021).

Como aponta o gráfico, em apenas doze meses, a Lagoa do Bonfim saiu de 50,67% da sua capacidade para somente 45,72%, tendo picos positivos apenas nos meses de maio e junho, os quais estão inseridos nos períodos de chuva no litoral do RN. Todavia, já em setembro, a lagoa regrediu para 47,59% de sua capacidade, a qual permaneceu em declínio.

É importante frisar que as dinâmicas do uso e cobertura da terra não são inteiramente responsáveis pela deterioração do SLB, mas exercem papel fundamental perante a atual situação do mesmo, já que a região e o município de Nísia Floresta nunca dispuseram de um real ordenamento territorial ou planejamento ambiental, não cumprindo as delimitações propostas em seu Plano Diretor, resultando na ótica conflituosa expressa nas páginas desta pesquisa.

Diante do Plano Diretor em vigor no município, publicado 2007, são determinadas, em seu Art. 12, as diretrizes de expansão urbana e desenvolvimento do território municipal. No inciso I, alínea “d”, deste dispositivo legal estão dispostas as proteções voltadas ao meio ambiente e à qualidade de vida da população, onde são previstos a conservação da cobertura vegetal e a paisagem natural; controle das atividades poluidoras; uso racional dos recursos naturais; preservação e recuperação de ecossistemas essenciais; e proteção dos recursos hídricos (NÍSIA FLORESTA, 2007).

Além disso, o Art. 15, §10, determina que, na zona urbana, seja instituída a zona especial de proteção ambiental, correspondente à faixa no entorno da Lagoa do Bomfim, a qual detém um vasto interesse de cunho ambiental, onde a ocupação só poderá ser consolidada a partir da maior cheia, de uma extensão de 100 m, considerados *non aedificandi*, respeitando a regulamentação do Código Municipal de Meio Ambiente (NÍSIA FLORESTA, 2007).

O Art. 17, por sua vez, institui a Zonas Especiais de Proteção Ambiental (ZPA's), o § 2º prevê a não ocupação ao redor das lagoas, rios, lagos, nascentes ou cursos d'água sem construções nas faixas limítrofes, sempre medida considerando o nível mais alto da margem do espelho d'água horizontal, com largura mínima de: trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura; cinquenta metros, para o curso d'água a partir de dez até cinquenta metros de largura; cem metros, para o curso d'água com mais de cinquenta metros até duzentos metros de largura; duzentos metros, para o curso d'água com mais de duzentos metros até seiscientos metros de largura; quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscientos metros de largura; cinquenta metros, ao redor de nascentes ou olho d'água, ainda que intermitente, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia contribuinte; cinquenta metros, ao redor de lagos e lagoas naturais, situadas em área urbana; cem metros, ao redor de lagos e lagoas

naturais que estejam situados em áreas rurais, exceto corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal deverá ser de cinquenta metros (NÍSIA FLORESTA, 2007).

Todavia, mesmo quinze anos desde a publicação, percebe-se que as determinações delimitadas no Plano Diretor em vigor não foram empregadas ou cumpridas na localidade do SLB, conforme as informações já apresentadas. Outro fator que repercute na dificuldade do ordenamento territorial na região é o fato de a ocupação humana ser anterior ao Plano Diretor, tendo em vista que algumas propriedades já existiam durante o período da Segunda Guerra Mundial, como no caso do Acampamento Elim, o qual serviu de base aos soldados aliados.

Ademais, a proteção do SLB também se encaixa no atual Código Florestal brasileiro, datado de 2012, o qual está estritamente ligado ao Art. 25 da Constituição Federal de 1988, que afirma: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

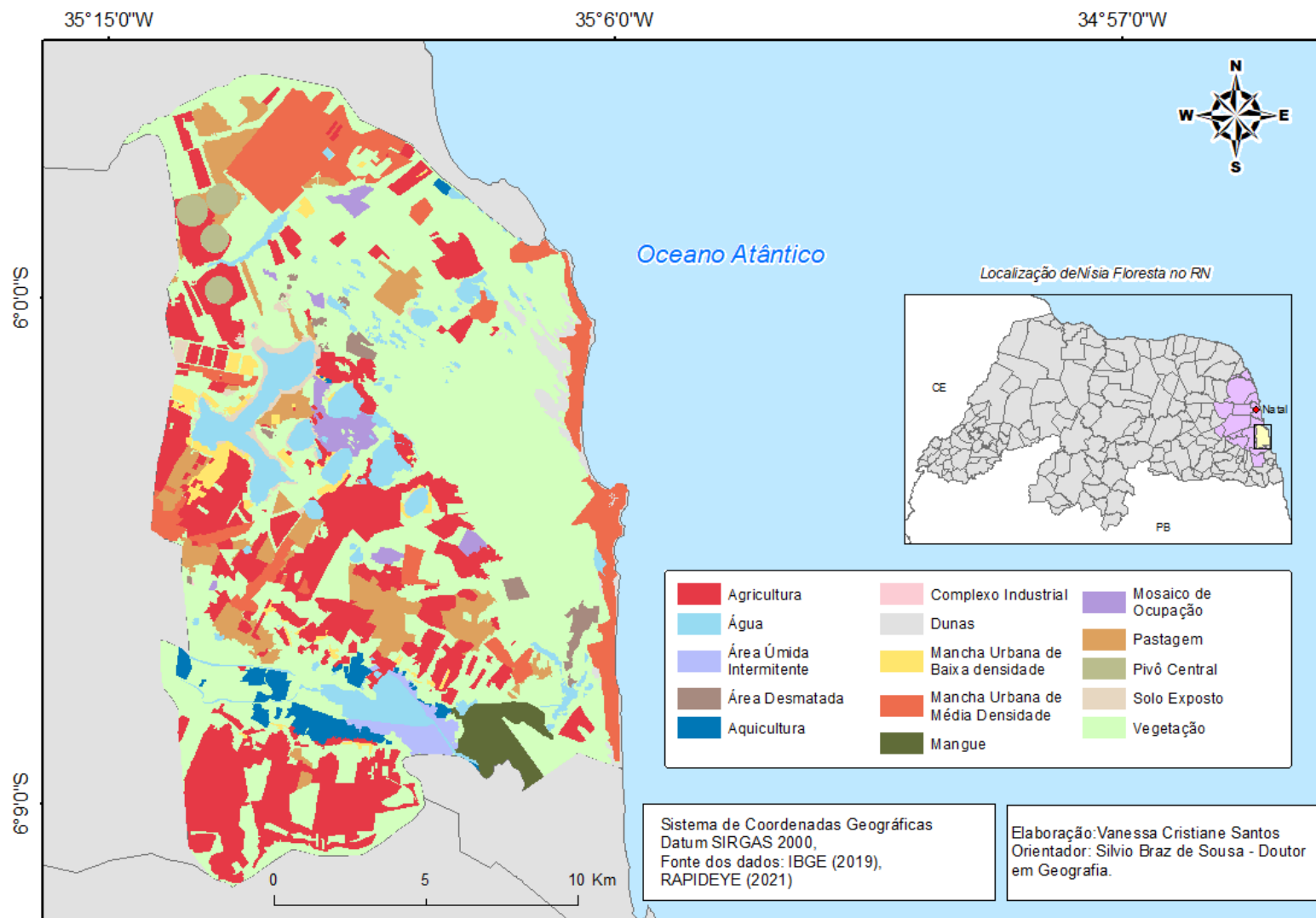
O Art. 4º do Código Florestal dispõe sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) nas zonas rurais e urbanas. Seu inciso I determina, assim como no Plano Diretor do município de Nísia Floresta, a proteção para cursos d'água, onde fica obrigada a proteção das faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, retirados os efêmeros, considerando desde a borda da calha do leito regular, com largura mínima de: trinta metros, para os cursos d'água de menos de dez metros de largura; cinquenta metros, para as lagoas naturais, com faixa de largura mínima de: cem metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal deverá ser de cinquenta metros e trinta metros, nas áreas urbanas (BRASIL, 2012).

Logo, é perceptível que o manejo e o ordenamento territorial do SLB não são metas inconcebíveis, pois os aparatos legais já estão formulados e selados em acordo com a lei, restando ao poder público incorporar tais disposições na esfera do real, impondo um planejamento ambiental concreto e baseado nas atuais dinâmicas de uso e ocupação vigentes no espaço estudado.

Após o entendimento da configuração do uso e cobertura na área de recarga superficial do SLB, será apresentada a abordagem regional, delimitada pelo recorte do município de Nísia Floresta. A observação do comportamento das classes no município de localização do SLB trará uma composição geral de como o planejamento e o ordenamento ambiental se dão nas outras áreas município. Abaixo será apresentada a Figura 7, a qual corresponde ao mapa de uso e

cobertura da terra de Nísia Floresta, sem considerar a parte da área de recarga pertencente a São José de Mipibu.

Figura 7 – Mapa de uso e cobertura do solo para o município de Nísia Floresta (2021)



Elaboração: Autora.

No recorte do município de Nísia Floresta foi identificado um número maior de classes do que na área de recarga do SLB, tendo em mente a maior extensão do perímetro municipal. Abaixo encontra-se a Tabela 2, apresentando todas as classes mapeadas, suas respectivas áreas e percentuais relacionados com o tamanho total.

**Tabela 2 – Mapeamento das classes no município de Nísia Floresta**

CLASSE	ÁREA EM KM <sup>2</sup>	ÁREA EM HÁ	%
Agricultura	60,21	6021,07	19,567
Água	19,99	1999,05	6,496
Área Úmida Intermittente	2,71	270,52	0,879
Aquicultura	5,11	510,73	1,660
Área Desmatada	2,59	258,60	0,840
Complexo Industrial	0,01	1,37	0,004
Dunas	3,12	311,57	1,013
Mancha Urbana de Baixa densidade	4,64	463,61	1,507
Mancha Urbana de Média Densidade	26,90	2690,39	8,743
Mangue	5,00	500,09	1,625
Mosaico de Ocupação	4,37	436,57	1,419
Pastagem	18,26	1825,94	5,934
Pivô Central	3,04	304,32	0,989
Solo Exposto	2,79	278,71	0,906
Vegetação	148,99	14898,80	48,418
<b>TOTAL</b>	<b>307,71</b>	<b>30771,35</b>	<b>100</b>

Elaboração: Autora.

Ao contrário do que pôde ser observado na Tabela 1, relativa à área de recarga, na Tabela 2, a classe de vegetação supera as porções de terra destinadas à agricultura, onde a primeira corresponde a 148,99 km<sup>2</sup>, cerca de 48%. A classe de agricultura aparece logo após, com 60,21 km<sup>2</sup> e 19,56% do total mapeado.

Dessa forma, entende-se que o município de Nísia Floresta detém extensas regiões preservadas em seu domínio, contando até mesmo com a presença de uma Flona, que é a Floresta Nacional de Nísia Floresta. De acordo com a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, as Flonas são áreas florestais, compostas por espécies nativas, com intuito de promover o uso múltiplo e sustentável dos recursos ali presentes e a pesquisa científica, com foco nos métodos de uso sustentável destas florestas (BRASIL, 2000).

A classe agricultura, assim como no mapeamento da área de recarga, é composta em sua maioria por plantações de cana-de-açúcar e coqueirais, os quais encontram-se espalhados por

todo o município, inclusive nas proximidades das regiões urbanizadas, como se evidencia no mapa acima.

Logo depois, tem-se a classe de mancha urbana de média densidade, a qual possui 26,90 km<sup>2</sup> e 8,74%. A espacialização dessa classe corresponde ao centro urbano de Nísia Floresta e seus maiores distritos, como é o caso de Barreta e Alcaçuz. Após, está a classe de água, possuindo 19,99 km<sup>2</sup>, cerca de 6,49% do perímetro mapeado. A expressividade desta tipologia é explicada pela presença das várias lagoas pertencentes ao município, além dos rios e riachos, configurando uma notável e extensa rede, a qual detém papel importante perante a ótica da distribuição de água no RN e para o turismo regional.

A classe de pastagem aparece logo em seguida, com 18,26 km<sup>2</sup> e 5,93% do total mapeado. Tendo em vista que as pastagens são classes decorrentes das mudanças de uso e cobertura da terra, entende-se que o município de Nísia Floresta conta com uma área não tão expoente desta classe, considerando o tamanho total do mesmo. Contudo, não se deve afirmar que essas mudanças não ocasionam impactos pela alteração em sua cobertura natural. Posteriormente, estão as classes de aquicultura e mangue, possuindo 5,11 km<sup>2</sup> (1,66%) e 5,00 km<sup>2</sup> (1,62%) da área mapeada, respectivamente. Os espaços destinados à aquicultura concentram-se ao sul de Nísia Floresta, nas proximidades de alguns corpos d'água. Da mesma forma, os manguezais também se localizam nestas proximidades.

A classe de mancha urbana de baixa densidade surge logo após, a qual representa 4,64 km<sup>2</sup>, correspondendo a 1,50% da área mapeada. Tal classe está amplamente concentrada nas proximidades das lagoas, assim como ocorreu no mapeamento da área de recarga superficial do SLB. Neste recorte, os mosaicos de ocupação possuem 4,37 km<sup>2</sup> e 1,41% do perímetro. As dunas são uma classe bem definida, estando localizadas nas proximidades das praias, e correspondem a 3,12 km<sup>2</sup> e 1,01% do total considerado.

A classe de pivô central, por sua vez, aparece nesse mapeamento, configurando-se como uma região em forma circular, irrigada, a qual compreende algum cultivo em seu interior. Os pivôs centrais totalizaram 3,04 km<sup>2</sup> e 0,98% do mapeamento. Nota-se que essa prática não é muito comum no município de Nísia Floresta, onde a agricultura mais tradicional é amplamente difundida, como já foi visto.

A classe de solo exposto é bem difundida nas proximidades das lagoas de Nísia Floresta, assim como aconteceu no mapeamento anterior. No contexto atual, essa classe é responsável por 2,79 km<sup>2</sup> e 0,90% do perímetro total. Em seguida, encontra-se a classe de área desmatada, com 2,59 km<sup>2</sup> e 0,84% do total mapeado. Apesar de não figurar entre as classes de maior

impacto no uso e cobertura da terra em Nísia Floresta, as áreas desmatadas são uma forma de mudança acumulativa, a qual provoca ainda mais modificações, como a perda de diversidade, e contribui para alterações sistêmicas, por meio de seu papel como fonte de carbono atmosférico (TUNER II, 1994). Por último, tem-se a classe de complexo industrial, representando apenas 0,01 km<sup>2</sup> e 0,004% da região mapeada.

Diante destas considerações, assim como foi elencado na área de recarga superficial do SLB, o município de Nísia Floresta não contou com o ordenamento do território eficiente, ao longo do seu desenvolvimento, de modo que as mudanças de uso e cobertura da terra figuram como expoentes dos problemas ambientais presentes na região. Dessa forma, observa-se que nem mesmo os aparatos legais conseguiram suprimir a dinâmica de reprodução do espaço, o que deu origem a impactos ainda maiores, como no caso do SLB, que, nos 23 anos de atuação da adutora Monsenhor Expedido, teve sua área de recarga superficial amplamente degradada, não só pela presença da adutora, mas pela configuração imposta pelo uso e cobertura da terra em todo o município.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados deste trabalho são importantes não só para a gestão do SLB, mas também para a conservação dos recursos hídricos a nível estadual, visto que mais de 90% dos municípios do Rio Grande do Norte estão localizados na área do polígono das secas (TROLEIS; SILVA, 2018). Sendo, portanto, municípios vulneráveis à falta de água e que necessitam deste recurso hídrico de forma contínua, tanto para dessedentação de humanos como de animais.

Esse processo de distribuição acontece por meio de infraestruturas, como no caso das adutoras, as quais, diariamente, levam água aos que mais necessitam. Todavia, sem o devido cuidado, planejamento e ordenamento territorial, os recursos hídricos tendem a ser afetados, como vem ocorrendo no SLB, trazendo riscos de enfraquecimento ao sistema, além de futuros comprometimentos no fornecimento de água para as populações abastecidas.

Na área de recarga do SLB, a classe de agricultura detém 17,51 km<sup>2</sup> de extensão, enquanto as áreas vegetadas contam com 15,70 km<sup>2</sup>, demonstrando que as regiões destinadas à agricultura já são mais proeminentes do que a classe de vegetação. Tal constatação evidencia o processo de antropização, o qual já está consolidado na localidade. Desse modo, constata-se

que cerca de 56% de toda a área de recarga já contém classes antrópicas, elucidando o amplo uso da região.

Considerando as localizações da classe de vegetação na área de recarga do SLB, tem-se a predominância dessas tipologias em regiões com altitudes entre 50 m e 80 m acima do nível do mar. A declividade nessas áreas varia majoritariamente entre 0° e 10°, caracterizando relevos mais planos, suaves ondulados e ondulados. A espacialização dessa classe na área de recarga ocorre, principalmente, nas proximidades das lagoas do SLB, fator que explica a concentração dos relevos mais planos. Além disso, também estão dispostas em pequenas manchas isoladas nas imediações das regiões dedicadas à agricultura. Ademais, com relação ao município de Nísia de Floresta, toda a localidade já conta com mais de 40% de sua área total modificada pela ação humana, fator que repercute na qualidade ambiental da região.

Por fim, os resultados obtidos por meio desta pesquisa demonstram a grande necessidade do monitoramento contínuo da dinâmica de uso e cobertura do solo no SLB, visando não só à distribuição dos recursos hídricos dispostos na localidade, mas também à preservação do ecossistema e sua beleza cênica. Desse modo, o emprego das técnicas do geoprocessamento é de grande interesse para esse tipo de monitoramento, tendo em vista a alta assertividade, baixos custos e rapidez possibilitados pelos avanços tecnológicos nesse campo.

Além disso, o entendimento atualizado das classes do uso e cobertura da terra na região é extremamente importante no desenvolvimento de planos ambientais que visem à melhora da qualidade local e ordenamento dos usos nas proximidades do SLB, principalmente em sua área de recarga superficial.

Infelizmente, o caminho da mudança não é fácil. Contudo, é possível, se existir empenho da sociedade e do poder público, tanto a nível municipal como estadual, tendo em mente a relevância da localidade. Diante destes fatos, a presente pesquisa tem como missão contribuir para o manejo e a conservação dos recursos hídricos no SLB, prevendo um melhor aproveitamento dos mesmos, por meio do desenvolvimento de planejamentos ambientais eficientes.

## REFERÊNCIAS

- ALVES SOBRINHO, Teodorico; OLIVEIRA, Paulo Tarso Sanches; RODRIGUES, Dulce Buchala Bicca; AYRES, Fabio Martins. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 46-57, fev. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/BCFw7SYRfd8scZBTt7pKmsG/?lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2021.
- ANTUNES, Mauro Antonio Homem; SIQUEIRA, Jéssica Caroline dos Santos. Características das imagens RapidEye para mapeamento e monitoramento e agrícola e ambiental. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. São José dos Campos: Inpe, 2013. p. 0547-0554. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.37.07/doc/p1253.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- ARAÚJO FILHO, Milton da Costa; MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. Sistema de Classificação de Uso e Cobertura da Terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 2, n. 59, p. 171-179, ago. 2007. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44902/23912>. Acesso em: 28 mar. 2021.
- ASPIAZÚ, Celestino; ALVES, Laci Mota; VALENTE, Osvaldo Ferreira. Modelos digitais de terrenos conceituação e importância. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 21, p. 27-36, dez. 1990.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf). Acesso em: 22 dez. 2021.
- BRASIL. **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 Lei 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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 22 dez. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 25 de maio de 2012**. 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, de 18 de julho de 2000; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm). Acesso em: 22 dez. 2021.
- CASTRO, Vera Lúcia Lopes de; CUNHA, Maria Cândida Barreto; MARTINS, Guttenberg; MEDEIROS, Rachel Araújo de. Comportamento do nitrato em poços tubulares no entorno da Lagoa do Bonfim – Nísia Floresta/RN. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], 2015. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28315>. Acesso em: 30 mar. 2021.

CESTARO, Luiz Antonio. **Fragmentos de florestas atlânticas no Rio Grande do Norte:** relações estruturais, florísticas e fitogeográficas. 2002. 164 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ecologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002. Disponível em:

[https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/1868/Tese\\_Doutorado\\_Luiz\\_Antonio\\_Cestaro.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/1868/Tese_Doutorado_Luiz_Antonio_Cestaro.pdf?sequence=1). Acesso em: 25 mar. 2021.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 123 p.

GROHMANN, Carlos Henrique; RICCOMINI, Claudio; STEINER, Samar dos Santos. Aplicações dos Modelos de Elevação SRTM em Geomorfologia. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 2, n. 2, p. 73-83, 2008. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rga/issue/viewIssue/176/3>. Acesso em: 05 ago. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais Técnicos em Geociências:** manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro: Ibge, 2013. 171 p. (ISSN 0103-9598). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281615>. Acesso em: 22 mar. 2021.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Bonfim-Guaraíra**. Natal: 2020. 125 p. Disponível em: [http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=942&ACT=&PAGE=0&P\\_ARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o](http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=942&ACT=&PAGE=0&P_ARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o). Acesso em: 24 mar. 2021.

LEONARDI, Ivan. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para Recursos Hídricos**. Curitiba: Contentus, 2020. 96 p.

LIU, William Tse Horng. **Aplicações de sensoriamento remoto**. 2 ed. [s.l.]: Oficina de Textos, 2015.

LUCENA, Leandson Roberto Fernandes de. **Implicações tectônicas na hidrologia do Aquífero Barreiras e Sistema lacustre do Bonfim, Nísia Floresta-RN**. 1999. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geofísica, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/18746?mode=full>. Acesso em: 25 mar. 2021.

MEDEIROS, Rachel Araújo de *et al.* A Expansão Urbana e seus efeitos no Sistema Aquífero Dunas/Barreira, no município de Nísia Floresta/RN. *In: IV Congresso Internacional De Meio Ambiente Subterrâneo*, 4., 2015, São Paulo. **Anais [...]**. 2019. p. 1-4. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29686/0>. Acesso em: 23 mar. 2021.

MELO NETO, José de Oliveira; CHAGAS, Rogério Moreira; MÉLLO JÚNIOR, Arisvaldo Vieira. Delimitação de áreas potenciais de recarga subterrânea na bacia hidrográfica do Rio Siriri, Sergipe. **Scientia Plena**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. 55-65, 25 jul. 2013. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/1089>. Acesso em: 04 ago. 2021.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Annablume, 2007. 232 p.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento: na gestão e planejamento urbano**. 3. ed. Engenho Novo: Editora Interciência, 2014. 314 p.

MUNDIA, Charles Ndegwa; ANIYA, Masamu. Dynamics Of Landuse/Cover Changes And Degradation Of Nairobi City, Kenya. **Land Degradation & Development**, New Jersey, v. 17, p. 97-108, jan. 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.702>. Acesso em: 27 dez. 2021.

NASA. Jet Propulsion Laboratory. California Institute of Technology. **U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data**. Shuttle Radar Topography Mission. 23 set. 2014. Disponível em: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Acesso em: dez. 2021.

NÍSIA FLORESTA (Município). **Lei Complementar nº 001/2007, de 05 de novembro de 2007**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Nísia Floresta e dá outras providências. Disponível em: <http://nisiastore.rn.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/LEI-DO-PLANO-DIRETOR-2007-PDF.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2021.

NUNES, Elias. **O Meio Ambiente na Grande Natal**. 2. ed. Natal: Imagem Gráfica, 2009.

PEREIRA, Roberto; SILVA JUNIOR, Gerson Cardoso da; GUIMARÃES JUNIOR; João Abner; FONSECA, Andréa Lessa da. Caracterização Hidrogeoquímica do Sistema Lacustre Bonfim, Rio Grande do Norte – Brasil. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], 2000. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23915>. Acesso em: 22 mar. 2021.

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 14.369, de 22 de março de 1999**. Cria a Área de Proteção Ambiental (APA) Bonfim/Guaraíra nos Municípios de Nísia Floresta, São José do Mipibú, Senador Georgino Avelino, Goianinha, Arês, Tibau do Sul, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.oads.org.br/leis/1951.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

RODRIGUES, Andréia da Cruz; GARCIA, Patricia Helena Mirandola; PINTO, André Luiz. Diagnóstico da Composição Ripária na Bacia Hidrográfica do Córrego Taboca, no município de Três Lagoas – MS – 2014. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, v. 6, n. 22, p. 178-192, nov 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/1424>. Acesso em: 30 mar. 2021.

RODRIGUES, Lidiane Perbelin; LEITE, Emerson Figueiredo. Dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Aquidauana, MS. In: Congresso Nacional de Geografia Física, 2017, Campinas. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017. p. 6817-6825. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1873>. Acesso em: 04 ago. 2021.

ROGAN, John; CHEN, Dongmei. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. **Progress In Planning**, Amsterdã, v. 4, n. 61, p. 301-325, maio 2004. Disponível em:

<https://www2.clarku.edu/departments/geography/pdfs/rogan%20&%20chen%202004.pdf>.

Acesso em: 22 dez. 2021.

ROSA, Roberto; SANO, Edson Eyji. Uso da terra e cobertura vegetal na Bacia do Rio Paranaíba. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, [s. l], v. 9, n. 19, p. 32-56, 2014.

Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/24277>. Acesso em: 29 mar. 2021.

SANTOS, Milton. **A urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993. 157 p.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SEMAHR. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Situação Volumétrica de Reservatórios do RN**. Disponível em:

<http://sistemas.searh.rn.gov.br/monitoramentovolumetrico>. Acesso em: 22 dez. 2021.

TAVEIRA, Bruna Daniela de Araújo; CUBAS, Monyra Gutierrez. **Geoprocessamento: fundamentos e técnicas**. Curitiba: Intersaberes, 2020. 202 p.

TROLEIS, Adriano Lima; SILVA, Bruno Lopes da. Do Polígono Das Secas À Vulnerabilidade Ao Colapso Hídrico: uma análise do território do rio grande do norte. **Geosertões**, Cajzeiras, v. 3, n. 5, p. 24-40, jan. 2018. Disponível em:

<https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/geosertoes/article/view/524>. Acesso em: 27 dez. 2021.

TURNER II, Billie Lee. Local faces, global flows: The role of land use and land cover in global environmental change. **Land Degradation & Development**, New Jersey, v. 5, n. 1, p. 71-78, jul. 1994. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.3400050204>. Acesso em: 27 dez. 2021.