

LARISSA MARIA GALVÃO RODRIGUES MOURA

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
DO MUNICÍPIO DE EXTREMOZ/RN E SEUS ASPECTOS AMBIENTAIS**

Artigo Científico apresentado ao Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, na Linha de Pesquisa de Sustentabilidade, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. Mário Tavares de Oliveira Cavalcanti Neto.

NATAL-RN

2023

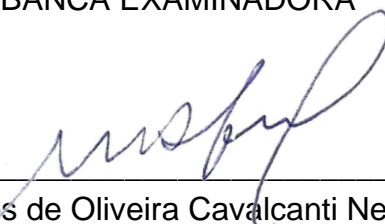
LARISSA MARIA GALVÃO RODRIGUES MOURA

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
DO MUNICÍPIO DE EXTREMOZ/RN E SEUS ASPECTOS AMBIENTAIS**

Artigo Científico apresentado ao Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, na Linha de Pesquisa de Sustentabilidade, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em 27/03/2023, pela seguinte Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA



Dr. Mário Tavares de Oliveira Cavalcanti Neto - Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Dr. Renato Dantas Rocha da Silva - Avaliador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dr. Alex Pinheiro Feitosa – Avaliador
Universidade Federal Rural do Semi Árido

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE EXTREMOZ/RN E SEUS ASPECTOS AMBIENTAIS

Larissa Maria Galvão Rodrigues Moura
Mário Tavares de Oliveira Cavalcanti Neto ¹

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo avaliar o processo de expansão urbana no município de Extremoz e suas implicações ambientais pertinentes. Para isto, foram elaborado mapa multitemporal, mapa de uso e ocupação do solo e foram procurados dados que corroboram a premissa que houve um crescimento urbano e as consequências deste crescimento para o município. Para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo em 2021 foram classificadas oito categorias dominantes de uso da terra na área de estudo: agropecuária, carcinicultura, corpos hídricos, duna, expansão urbana, zona urbana, vegetação densa e vegetação rala. O maior uso do solo no município é a agropecuária, que corresponde a 49,572 km², ou seja 34,99% do território. A dinâmica espacial e temporal das alterações de uso do solo foram quantificadas usando cinco imagens Landsat e a técnica de classificação supervisionada. Nas imagens Landsat 2001, 2005, 2010, 2015 e 2021 foi possível acompanhar o crescimento da área urbana em Extremoz. O maior crescimento urbano foi observado entre os anos de 2015 e 2021, com 24,23km², o que corresponde a um incremento de 269% apenas neste período. Com a expansão urbana aumentou-se também a pressão por ocupação em áreas de preservação ambiental e sem a devida fiscalização do poder público essa ocupação traz interferências ao meio ambiente.

Palavras-chave: Expansão urbana; análise multitemporal; crescimento urbano; Extremoz.

ABSTRACT: This work aims to evaluate the process of urban expansion in the municipality of Extremoz and its pertinent environmental implications. For this, a multitemporal map and a land use and occupation map were developed, and data were sought to corroborate the premise that there was urban growth and the consequences of this growth for the municipality. For the elaboration of the land use and occupation map in 2021, eight dominant categories of land use were classified in the study area: agriculture, shrimp farming, water bodies, dunes, urban expansion, urban zone, dense vegetation, and sparse vegetation. The largest land use in the municipality is agriculture, which corresponds to 49.572 km², or 34.99% of the territory. The spatial and temporal dynamics of land use changes were quantified using five Landsat images and the supervised classification technique. In the Landsat images from 2001, 2005, 2010, 2015, and 2021, it was possible to track the growth of the urban area in Extremoz. The greatest urban growth was observed between 2015 and 2021, with 24.23km², which corresponds to an increase of 269% in this period alone. With urban expansion, there was also increased pressure for occupation in environmental preservation areas, and without proper government supervision, this occupation brings interference to the environment.

Keywords: Urban expansion; multitemporal analysis; urban growth; Extremoz.

¹ Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável dos Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno cumulativo e está entre as atividades antrópicas mais importantes que impactam a mudança do uso do solo, sendo cada vez mais predominante. Por ser um processo dinâmico, desempenha um papel fundamental nas mudanças ambientais, na deterioração ecológica, na perda de biodiversidade e na transformação da sustentabilidade dos climas locais e das paisagens naturais (RIMAL, 2018).

A urbanização é caracterizada pelo desenvolvimento econômico, crescimento populacional contínuo podendo haver mudança no estilo de vida da comunidade. Os usos residenciais e comerciais, dentro das zonas urbanas, são impulsionadores importantes da mudança terrestre. A área e a dinâmica de superfícies impermeáveis podem ser usadas como um indicador essencial para avaliar o grau de expansão urbana na maioria das cidades. (GHAZARYAN, 2021).

A rápida urbanização nos países em desenvolvimento levou a uma infinidade de problemas nas grandes cidades como: enchentes, poluição do ar e sonora, desigualdades sociais e instabilidade política (SHAH, 2021).

Embora as áreas urbanas ocupassem uma pequena fração de terra em comparação com outros tipos de uso do solo, o rápido crescimento urbano em diferentes partes do mundo é resultante da rápida transformação das classes de uso do solo urbano, como terras agrícolas, florestas, zonas úmidas e massas de água (GETU, 2021).

O crescimento urbano advindo da modificação de um grande empreendimento para uma região mais isolada é definido por Saganeiti et al. (2018) como fenômeno de dispersão urbana. Nesse processo, um empreendimento de grande porte é instalado em uma região pouco desenvolvida, a fim de promover uma expansão urbana local, de forma rápida e sem o devido planejamento.

Espera-se que grande parte da nova área urbana seja oriunda de regiões agrícolas ao redor de centros urbanos, que frequentemente estão localizadas em áreas de grande valor agrícola. A perda dessas áreas para a expansão urbana tem implicações significativas para o desenvolvimento sustentável e uso e cobertura do solo, em geral à medida que aumentam as pressões demográficas (RIMAL, 2018).

A expansão urbana é definida como o crescimento excessiva de cidades, que acarreta o consumo excessivo de recursos. Esse fenômeno é resultado da baixa densidade espaços urbanos, não só no âmbito residencial, mas também nos setores comercial e industrial (MJIRI, 2020). Este crescimento rápido e desordenado da cidade é concentrado principalmente nas áreas suburbanas com baixa densidade populacional, possivelmente prejudicando a sustentabilidade urbana através de seus impactos econômicos, sociais e ambientais. (SAGANEITI et al., 2018).

O crescimento não planejado das cidades é iniciado pelo uso indiscriminado do solo e ocupação irregular devido a atividades humanas. Oliveira (2018) define o uso e ocupação do solo como sendo a junção das características de infraestrutura de uma cidade com as suas condicionantes ambientais, envolvendo as questões de políticas públicas urbanas de mobilidade, saneamento básico, gestão de recursos hídricos, preservação ambiental, habitação, rede de saúde, segurança e desenvolvimento socioeconômico.

De acordo com o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, 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. Este artigo

subsidiou a criação de novas legislações com foco na preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Em 2001 foi criado o Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, com o objetivo de definir normas de caráter público para o ordenamento territorial dos centros urbanos, com base no respeito às relações sociais e a proteção ambiental, a fim de promover o desenvolvimento sustentável das cidades (BRASIL, 2001; OLIVEIRA, 2018). O objetivo do desenvolvimento sustentável é promover um equilíbrio entre os fatores econômicos, sociais e ambientais (NIKOLOUDIS et al., 2020).

O termo paisagem refere-se ao próprio ambiente com as alterações antrópicas, idealmente planejado com um plano diretor amplamente discutido juntamente com a sociedade civil, poder público e privado. A paisagem representa a atividade humana e a expressão espacial de suas ações transferindo-as para o ordenamento territorial (MAURICE et al., 2014).

O plano diretor municipal é um instrumento estratégico de planejamento e gestão, com a finalidade de legislar sobre o ordenamento territorial das cidades. Este ordenamento é feito a partir do zoneamento o qual divide o município através de zonas, definindo seus usos e atividades. (OLIVEIRA, 2018).

O planejamento do desenvolvimento urbano é o processo de desenvolvimento de políticas de longo prazo para o futuro de uma região, devendo-se levar em consideração os aspectos técnicos, políticos, sociais e ambientais (NIKOLOUDIS et al., 2020).

Se políticas de planejamento e gestão urbana sustentáveis não forem adequadamente preparadas e utilizadas, a rápida expansão urbana, acarretará várias consequências socioeconômicas e ambientais (GETU, 2021). Globalmente, a mudança no uso da terra tem aumentado devido à urbanização e tornou-se um desafio para formuladores de políticas e planejadores (RIMAL, 2018).

Segundo Barros et al (2018), o crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais e, no decorrer desse tempo, podemos constatar o progresso dos centros urbanos à custa de degradação ambiental, com a conseqüente diminuição da oferta de recursos naturais.

A proteção ao meio ambiente tem se tornado um assunto amplamente discutido nos últimos anos pelos governos e sociedade. A degradação do meio ambiente pode ocorrer de vários fatores, entre eles: o desmatamento, a erosão, a poluição ambiental e a expansão urbana, principalmente nas regiões próximas aos centros urbanos, tendo em vista o crescimento das populações e a necessidade destas de ocupar novos espaços (OLIVEIRA et al., 2019), como observado em Extremoz/RN.

O município de Extremoz está localizado no litoral Leste do estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Este município possui uma diversidade de atividades socioeconômicas, agropecuária e o turismo, além de ecossistemas de grande relevância ambiental, relativos às lagoas, dunas e manguezais (Barros et al, 2018). O crescimento imobiliário e expansão da urbanização têm afetado a dinâmica do rio Doce, efluente da Lagoa de Extremoz, isso em longo prazo pode trazer prejuízos imensuráveis para a região metropolitana de Natal, principalmente no que diz respeito a qualidade da água (OLIVEIRA, 2018). O uso e ocupação do solo de forma não planejada pode ocasionar a poluição hídrica, podendo ocorrer de forma pontual ou difusa (CALIJURI, 2019).

Este trabalho procura avaliar as causas e conseqüências do crescimento urbano em Extremoz durante 20 anos. O objetivo geral consiste em avaliar, de forma

multitemporal, a expansão urbana do município de Extremoz e suas implicações ambientais. A fim de atingir o objetivo geral serão necessários que os objetivos específicos sejam alcançados, são eles: caracterizar os tipos de uso e ocupação do solo na área de estudo; identificar os conflitos ambientais, ou seja, locais onde há ocupação humana em áreas de preservação ambiental; e avaliar cronologicamente a expansão urbana no município de Extremoz. Este trabalho terá como produto os mapas gerados para avaliar o crescimento urbano em Extremoz, que podem servir de subsídios para políticas públicas municipais e melhorar a gestão municipal.

Compreender como ocorreram os impactos em decorrência dessa expansão pode explicar a crescente necessidade de pressão por ocupação nas áreas de preservação ambiental. Como exemplo, podemos citar a ocupação irregular ao entorno da lagoa de Extremoz (BARROS et al., 2018), e a pressão por ocupação na APA de Jenipabu (OLIVEIRA et al., 2019; BARROS et al., 2018).

2 METODOLOGIA

Com a finalidade de alcançar os objetivos propostos foram executados procedimentos técnicos que envolvem a revisão de literatura, coleta de dados de imagens de satélite e arquivos vetoriais, visita *in loco*, elaboração de mapas: multitemporal, uso e ocupação do solo e conflitos ambientais, assim como uma análise das interferências ambientais que o município de Extremoz vem sofrendo. A Figura 1 ilustra as etapas deste trabalho em forma de fluxograma.



Figura 1 – Fluxograma de metodologia e recursos utilizados.
Fonte: Autoria própria (2023).

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Com o intuito de investigar a expansão urbana após a instalação de grande empreendimento em uma região pouco desenvolvida, buscou-se identificar artigos científicos publicados entre 2012 e 2021 com a temática. Utilizou-se a produção científica nos principais eventos dentro do campo das ciências ambientais e afins, a partir de buscas na base de dados da *Scopus*.

A *Scopus* foi selecionada como fonte primária por ser uma das maiores bases de dados da literatura revisada por pares e por retornar 1.152 publicações para as strings de busca numa pesquisa preliminar com a utilização das chaves “*urban sprawl*” AND “*urban planning*”, na data de 20 de julho de 2021.

Da mesma forma, a definição das strings de busca foi antecedida por uma pesquisa preliminar, a partir da qual se determinou a conjunção indicada por abranger de forma mais pertinente o problema e alcançar os objetivos do estudo. Os resultados em português e em espanhol foram insatisfatórios, então houve a necessidade de se utilizar os termos unicamente na língua inglesa.

O quadro 1 apresenta os fundamentos estabelecidos para definir o problema, objetivo, fontes primárias, strings de busca e os critérios de inclusão e exclusão.

Quadro 1 – Critérios e fundamentos norteadores dessa revisão sistemática.

| |
|--|
| 1.1 Problema |
| Como se configuram as publicações científicas acerca da expansão urbana após a instalação de grande empreendimento em uma região pouco desenvolvida, durante o período de 2012 a 2021? |
| 1.2 Objetivo |
| Realizar uma Revisão Sistemática das publicações científicas acerca da expansão urbana, durante o período de 2012 a 2021. |
| 1.3 Fontes primárias |
| Scopus |
| 1.4 Strings de busca |
| <i>“urban planning” OR urbanization AND “urban sprawl” AND “spatio-temporal” OR airport OR zoning</i> |
| 1.5 Critérios de inclusão e exclusão |
| a. Período de 2012 a 2021. |
| b. Apenas artigos. |
| c. Publicações com ênfase na expansão urbana. |

Fonte: Autoria própria (2021).

O processamento da busca iniciou-se pelos termos *“urban planning” AND “urban sprawl”* com retorno de 1.152 resultados. Posteriormente foi realizada uma nova combinação de termos com o intuito de eliminar resultados que não eram pertinentes ao objetivo proposto. As strings de busca usados foram *“urban planning” OR urbanization AND “urban sprawl” AND “spatio-temporal” OR airport OR zoning* que reduziram os resultados para 126 publicações, sobre os quais foram aplicados critérios para a seleção dos artigos a serem analisados, em inglês.

Do total de publicações encontradas na plataforma (126 trabalhos) foram considerados apenas artigos publicados em revistas científicas no espaço temporal referente aos 10 últimos anos (2012 a 2021).

Em seguida decorreram quatro fases de leitura, sendo a primeira correspondente a leitura do título e palavras chaves, posteriormente a leitura do abstract, seguida da leitura da introdução e conclusão e, por fim, a leitura completa do artigo. Percorrida essa sequência, total de 126 artigos foram selecionados 31 artigos para análise.

A primeira fase foi iniciada pela leitura do título e palavras-chave dos 126 artigos, dos quais 79 foram mantidos. Nessa fase foi constatado se os artigos contemplavam a expansão urbana, planejamento urbano ou avaliação espaço temporal.

Na fase seguinte de leitura, referente à verificação do abstract, os critérios prévios foram confirmados e a eles incluídos a apuração dos artigos que não tinham a mensuração a análise espaço temporal. Foram excluídos artigos que abordavam modelagens e simulações sobre um cenário hipotético futuro de crescimento urbano. Dessa forma, das 79 obras, 41 foram mantidas.

Durante a terceira fase de leitura, referente a análise da introdução e conclusão, os critérios já adotados foram confirmados. Foram excluídos trabalhos que tinha uma abordagem voltada para a poluição do ar em grandes centros urbanos. Portanto, das 41 publicações avaliadas nesta etapa 35 foram mantidas.

A última fase trata-se da leitura completa dos artigos, deste modo foram lidas as 35 publicações selecionadas e 4 foram desconsiderados, uma vez que se aprofundavam na temática das mudanças climáticas provenientes da urbanização. Dessa forma, ao final das leituras, 31 artigos foram selecionados para serem submetidos a análise.

2.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Extremoz encontra-se localizado na faixa litorânea do Estado do Rio Grande do Norte, na microrregião de Natal e mesorregião Leste Potiguar. Este município ocupa uma área de aproximadamente 140,639 km², limita-se a norte e a oeste com Ceará-Mirim, a sul com Natal e São Gonçalo do Amarante e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 2). Distante cerca de 23,5 km da capital do estado, Extremoz faz parte da zona metropolitana de Natal e possui como principais vias de acesso as rodovias BR – 101, BR - 406, RN – 302, RN – 305 e RN – 307.

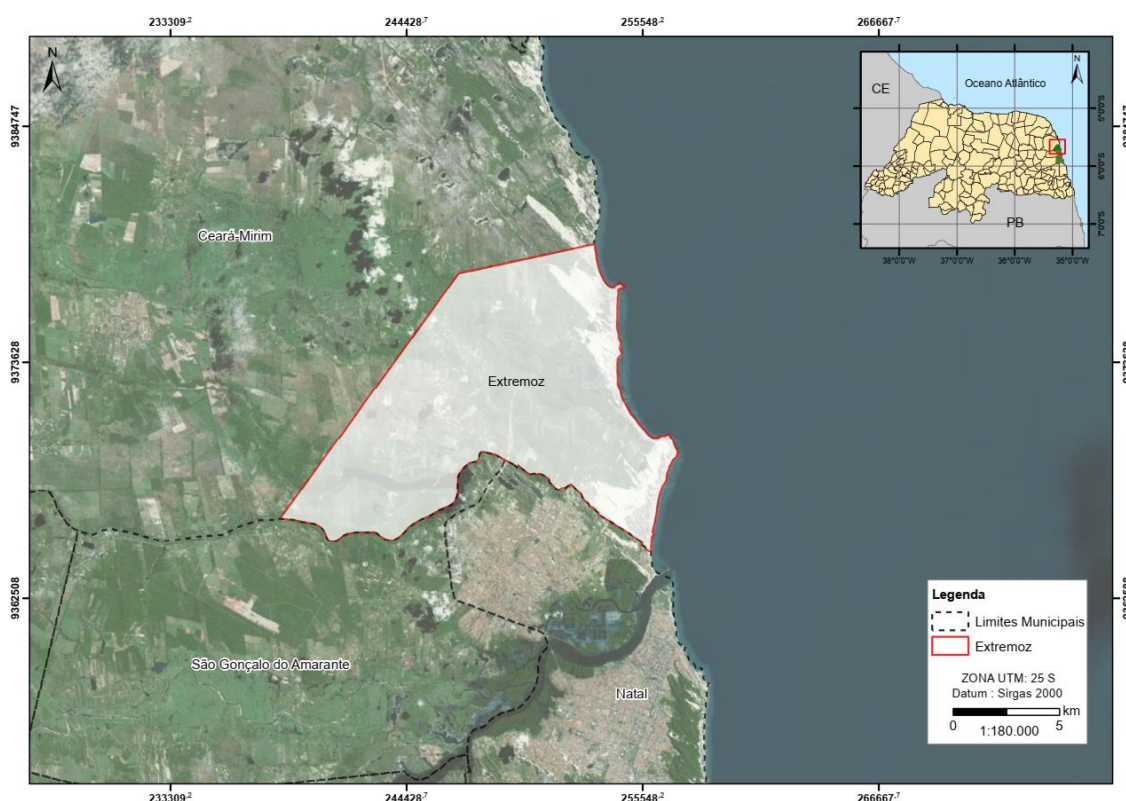


Figura 2 - Localização da área de estudo.

Fonte: Autoria própria (2021), a partir de dados vetoriais do IBGE e Imagem ESRI.

De acordo com Aguiar (2013), a área de estudo está no domínio Aw', clima tropical chuvoso quente com verão seco, da classificação de W.Köppen. E sobre influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), com chuvas de outono nos meses de março, abril e maio e nos meses de inverno, junho, julho e agosto.

Foram obtidos dados de precipitação junto a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN, 2023) com a finalidade de realizar a caracterização da precipitação da área de estudo. Inicialmente, os dados do período de 2001 a 2021 foram selecionados, porém, os dados dos anos de 2001 a 2009 foram descartados devido à sua incompletude, o que prejudicaria a análise.

Os dados de vento, umidade relativa do ar, insolação, temperatura e evapotranspiração foram obtidos da estação meteorológica de Natal, localizada no Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e disponibilizado no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Devido à ausência da estação climatológica na área de estudo, foram adotados os dados da estação climatológica mais próxima.

A precipitação média anual de Extremoz foi de 1.290,4 mm entre os anos de 2010 a 2021 (Gráfico 1). Neste período o ano de 2016 obteve a menor precipitação, com 825,9 mm, enquanto que 2011 teve a maior precipitação anual com 1.711 mm.

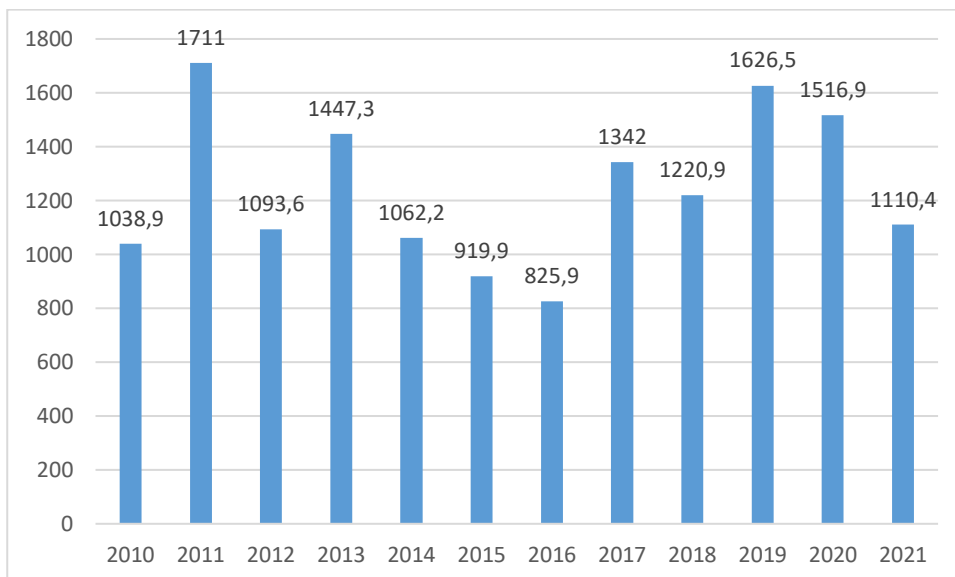


Gráfico 1 – Precipitação média anual no município de Extremoz/RN entre 2010-2021.
Fonte: EMPARN (2023), adaptado.

A estação chuvosa na área de estudo estende-se de fevereiro a julho, quando os totais mensais, em geral, excedem os 100 mm. De agosto a janeiro é considerado o período de estiagem, sendo os meses de outubro a dezembro os mais secos, com total de precipitação média menores que 30 mm (Gráfico 2).

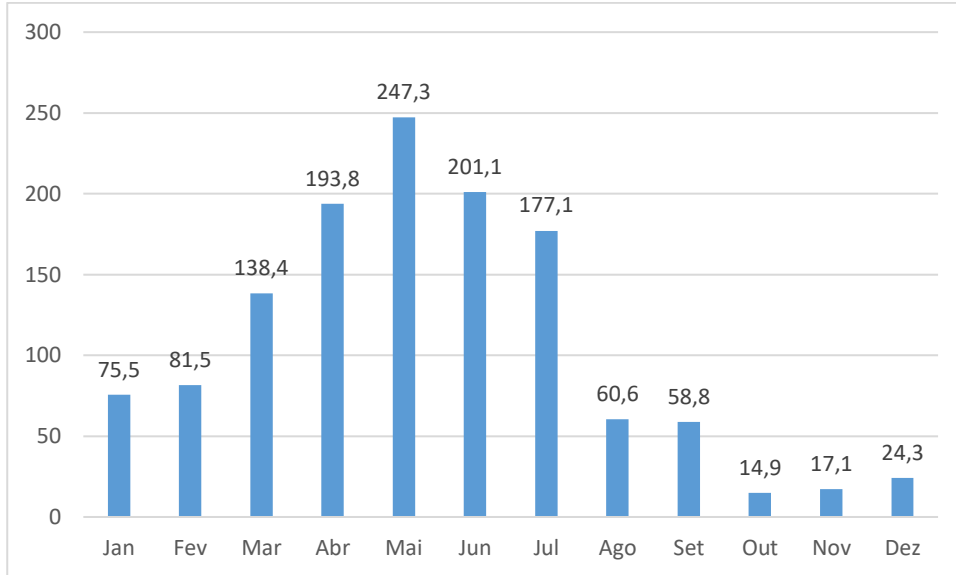


Gráfico 2 – Média das precipitações mensais no município de Extremoz/RN.
Fonte: EMPARN (2023), adaptado.

Os ventos que ocorrem na região sofrem influência da Massa Equatorial Atlântica, através dos ventos alísios de noroeste, e da Massa Tropical Atlântica, por intermédio dos ventos alísios de sudeste. Os ventos na região são considerados fracos a moderados, com velocidade média entre 2,57 m/s a 5,14 m/s. Durante os meses de agosto a outubro, a região sofre maior influência dos ventos alísios de sudeste que são responsáveis pela elevação da evapotranspiração e ressecamento da superfície da vegetação, devido a velocidade ser mais alta, com médias de 5 m/s (AGUIAR,2013; BARROS et al., 2017).

A média anual da umidade do ar para Extremoz é de 80%. A insolação que incide no município contribui para o aumento da temperatura, a média anual de insolação é de 2.800 horas, registrando o pico no mês de outubro com 290 horas, sendo os meses de outubro a dezembro com maior intensidade de insolação. Já a temperatura média diária é de 25,4 °C, variando durante o dia em média de 21,8 °C a 30,2 °C, com amplitude térmica média de 8,4 °C. As temperaturas mais baixas são observadas nos meses de junho a agosto, enquanto as mais altas de dezembro a março (AGUIAR, 2013).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CRPM, 2005) e o Instituto de desenvolvimento sustentável e Meio Ambiente (IDEMA, 2013) o município de Extremoz encontra-se localizado entre 3 bacias hidrográficas, sendo 49,45% do seu território pertencente a Bacia Hidrográfica do rio Ceará-Mirim, 20,03% contido na Bacia Hidrográfica do rio Doce e 28,53% na Faixa Litorânea Norte de Escoamento Difuso. Seus principais rios são: Guajiru, do Mudo, Doce e Ceará-Mirim e possui duas importantes lagoas: Extremoz e Guamoré. A Figura 3 é a representação gráfica das bacias hidrográficas do município de Extremoz, ilustrando seus principais rios e lagoas.

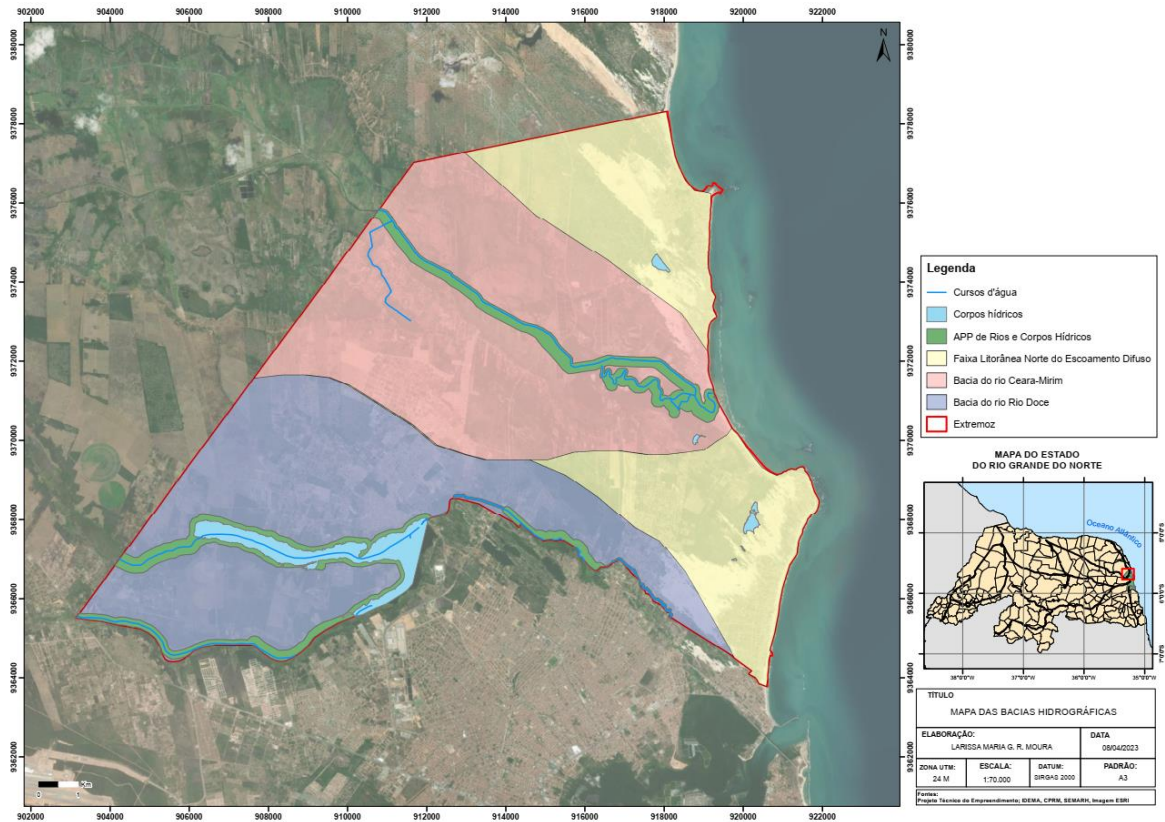


Figura 3 – Mapa das bacias hidrográficas.

Fonte: Autoria própria (2023), a partir de dados vetoriais do IDEMA e Imagem ESRI.

No que diz respeito as águas subterrâneas da área de estudo, o lençol freático pertence ao Aquífero Barreiras, podendo estar confinado, semiconfinado e em algumas áreas pode ser livre, com águas de excelente qualidade química, com baixos teores de sódio. O Aquífero Aluvião é constituído por pelos sedimentos geralmente arenosos depositados nos leitos e terraços dos rios e riachos de maior porte. Estes depósitos caracterizam-se pela alta permeabilidade e boas condições de realimentação, a qualidade da água, em geral, é boa e pouco explorada (IDEMA, 2013; BARROS et al., 2018).

Com relação aos aspectos fisiográficos, a vegetação de Extremoz pertence ao bioma da Mata Atlântica (BARROS et al., 2018). A formação vegetal do município corresponde a formação tabuleiros litorâneos próximo às áreas de intervenção humana e o manguezal (IDEMA, 2013). A Figura 4 representa o mapa de vegetação de Extremoz.

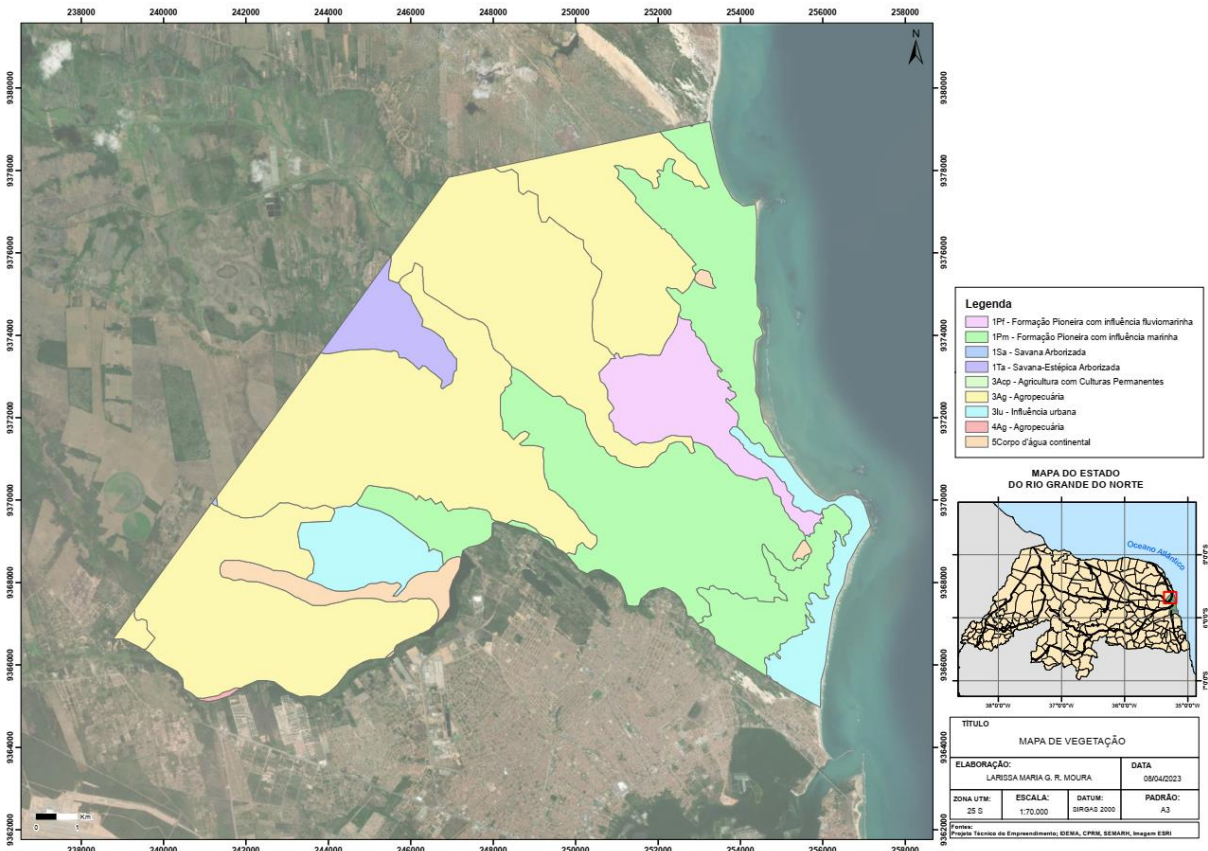


Figura 4 – Mapa de vegetação de Extremoz.

Fonte: Autoria própria (2023), a partir de dados vetoriais do IBGE e Imagem ESRI.

De acordo com IDEMA (2013), o município de Extremoz está inserido na área de abrangência da Formação Barreiras, com Idade do Terciário-Superior, onde predominam arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, com intercalações de siltitos e argilitos, predominantemente associados a sistemas fluviais. As rochas da Formação Barreiras estão recobertas por Paleocascalheiras, compostos paraconglomerados com seixos de quartzo, sílex e fragmentos líticos de matriz areno-argilosa avermelhada.

Segundo CRPM (2005), a geologia de Extremoz é caracterizada pela Província Borborema, sendo constituído pela Grupo Barreiras (ENb) e dos depósitos Colúvios-eluvias (NQc), Flúvio-lagunares (Qfl), Litorâneos (Q2l) e Aluvionares (Q2a), além de Dunas Inativas (Qd), conforme Figura 5.

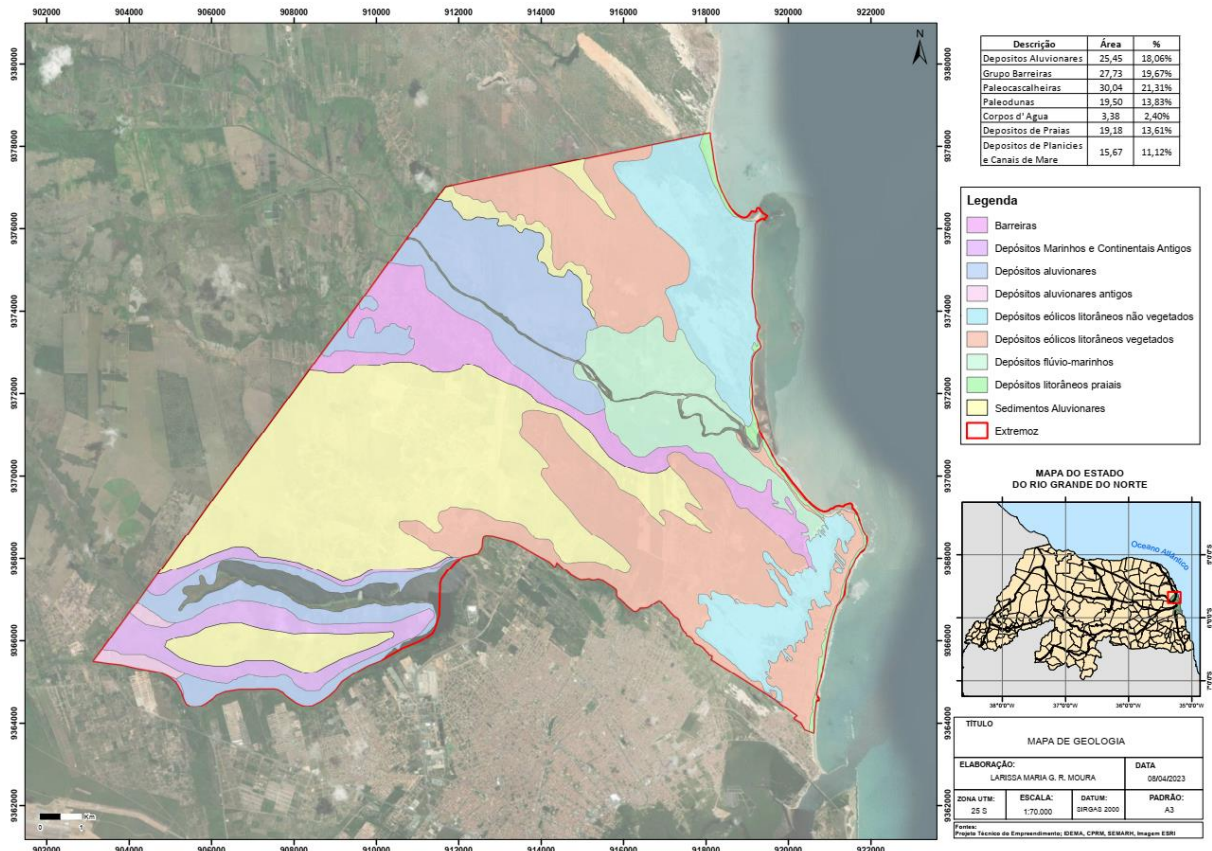


Figura 5 – Mapa geológico de Extremoz.

Fonte: Autoria própria (2023), a partir de dados vetoriais do IBGE e Imagem ESRI.

Dentro dos limites municipais de Extremoz encontra-se a parte da Área de Proteção Ambiental de Jenipabu (APAJ), criada pelo decreto estadual nº 12.620 de 17 de maio de 1995, com o objetivo de ordenar o uso e proteger os ecossistemas de dunas, mata atlântica manguezal e praias, rios e lagoas, além de espécies vegetais e animais presentes na unidade.

Com uma área total contemplando aproximadamente 1.881 hectares, a APA Jenipabu visa assegurar a preservação ambiental de uma área de tabuleiros, dunas, e do Complexo Dunar de Jenipabu, uma região com intensa atividade turística (IDEMA, 2009).

Apenas em 2009 foi criado o zoneamento ambiental da APAJ, através da Lei nº 9.254, de 06 de outubro de 2009. A área foi dividida em 05 (cinco) zonas, 03 (três) subzonas e 09 (nove) áreas distintas, com o objetivo de ordenar o uso do solo na região a fim de proporcionar a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento local.

O zoneamento ambiental em conjunto com o plano de manejo da APAJ estabeleceu as zonas com as suas respectivas atividades permitidas, assim como criaram programas de conscientização ambiental e estruturaram métodos de fiscalização na APA Jenipabu. A Figura 6 – Mapa de localização da APA Jenipabu. Figura 6 representa a localização gráfica da APAJ no município de Extremoz.

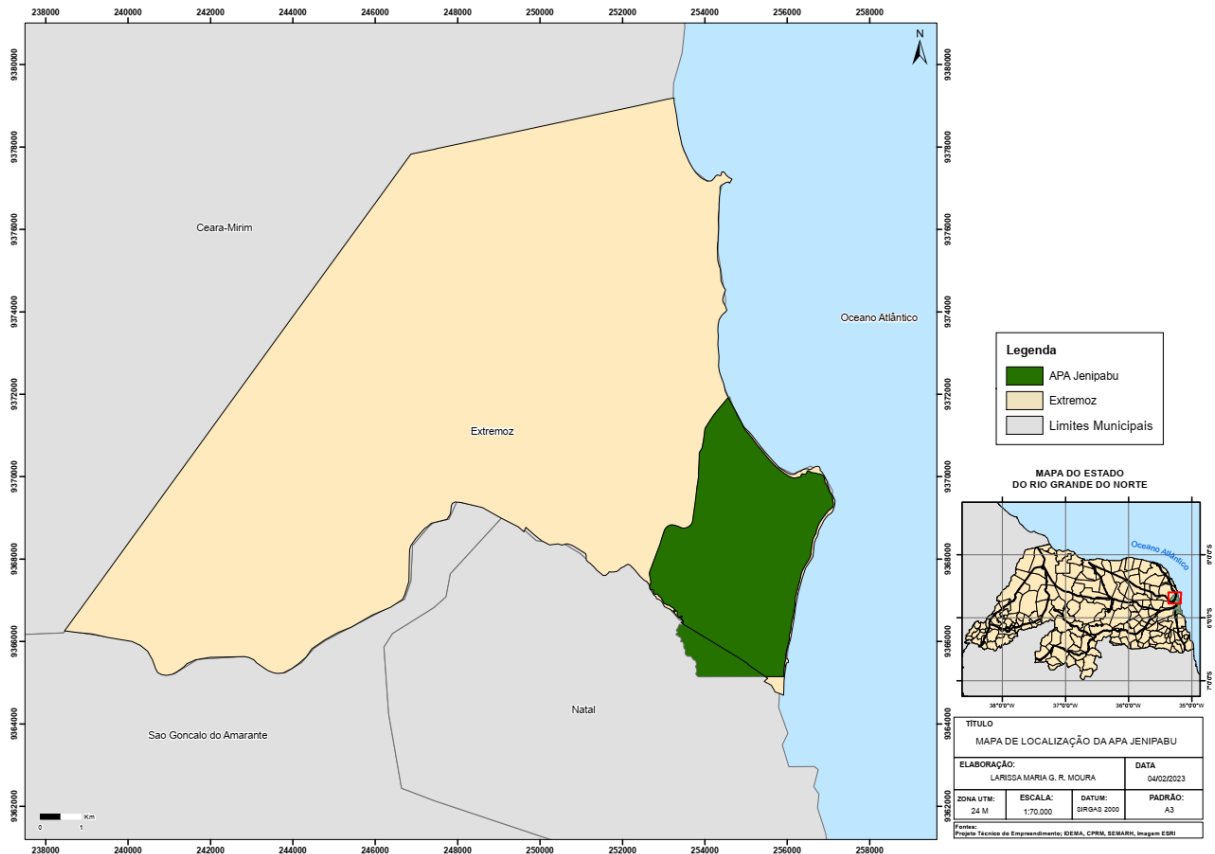


Figura 6 – Mapa de localização da APA Jenipabu.

Fonte: Autoria própria (2023), a partir de dados vetoriais do IDEMA e IBGE.

A população de Extremoz cresceu cerca de 30,92% entre 2000 e 2020. Os dados de população foram retirados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base nos censos demográficos dos anos 2000 e 2010. Devido ao atraso para a realização do censo de 2020, para o ano de 2020 foi utilizado os dados disponíveis pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do IBGE.

De acordo IBGE (2023), em 2000 Extremoz contava com uma população de 19.572 habitantes, já em 2010 o município cresceu para 24.569 habitantes e posteriormente foi estimada para 28.331 habitantes em 2020.

Tabela 1 – Crescimento populacional em Extremoz.

| Ano | População total (hab.) | Incremento | Porcentagem (%) |
|------|------------------------|------------|-----------------|
| 2000 | 19.572 | - | - |
| 2010 | 24.569 | 4.997 | 25,53% |
| 2020 | 28.331 | 3.762 | 15,31% |

Fonte: IBGE (2023), adaptado.

De acordo com dados do Censo 2010, 93,88% dos domicílios em Extremoz têm acesso a água potável encanada, cerca de 99,1% das habitações possuem energia elétrica e 90,79% dos domicílios urbanos são atendidos com a coleta de lixo. Porém, apenas 37,7% das habitações estão ligadas a rede de esgotamento sanitário (IBGE, 2010).

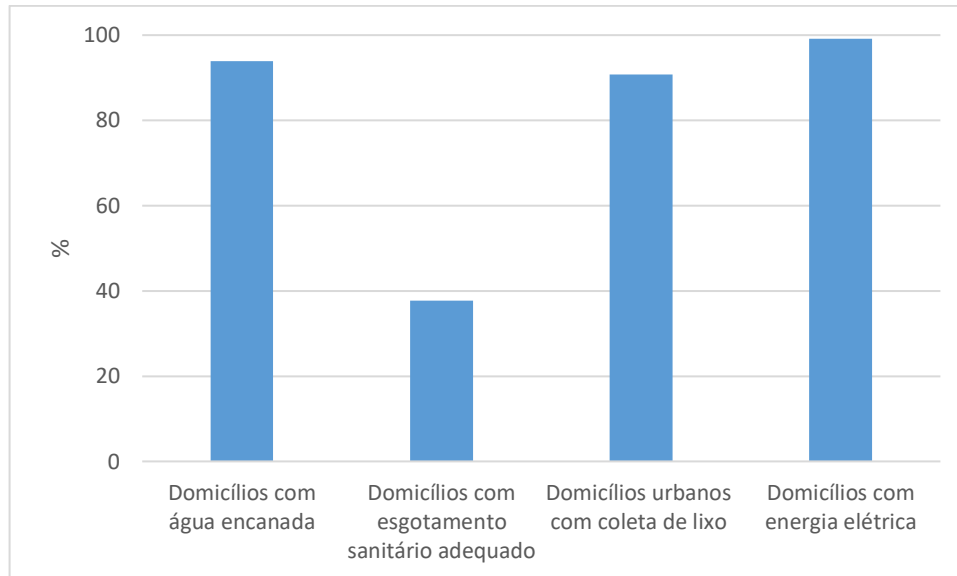


Figura 7 – Indicadores de habitação em Extremoz.

Fonte: IBGE (2010) e Atlas do Desenvolvimento Humano (2010), adaptado.

O turismo em Extremoz concentra-se nas suas seis praias: Redinha Nova, Santa Rita, Genipabu, Barra do Rio, Grançandu e Pitangui. As principais atrações turísticas são: passeios (de *buggy*, de caiaque, de jegue e de dromedários), Aquário Natal, travessia de balsa, lojas de artesanato local, visitas as lagoas, prática de esportes radicais (localmente conhecidos como tirolesa, “aerobunda”, *skibunda*, *Kamikaze*), entre outros (BARROS *et al.*, 2018).

As atividades agropecuárias em Extremoz contam com a agricultura temporária e permanente, assim como a pecuária. Na agricultura temporária são cultivados abacaxi, batata doce, feijão, mandioca, melancia e milho. Já na agricultura permanente são cultivados banana, manga, castanha de caju e coco-da-baía. No que diz respeito a pecuária do município, são criados bovino, ovino, caprinos, suínos, equinos, aves, tilápia e camarão, também é produzido ovo e leite (IDEMA, 2020).

2.3 ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

Os mapas estão foram elaborados no *software* ArcMap 10.8. Para o mapa multitemporal de avaliação do crescimento urbano foram selecionadas 5 imagens do LandSat 5 e LandSat 8, em um espaço temporal de aproximadamente 20 anos, disponíveis no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Não foram utilizadas imagens do LandSat 7 pois o satélite apresentou falhas no imageamento, comprometendo a sua missão.

A escolha do satélite foi motivada pela disponibilidade gratuita de imagens no intervalo desejado para o estudo e padronização do satélite. As imagens foram filtradas por ano, a partir de 2000, e a porcentagem de cobertura máxima de nuvem em 15%.

Em 2006, Plano diretor do município delimitou zonas para a ocupação urbana. Por se tratar de um documento com mais de dez anos de existência, e até o momento sem nova versão, o Plano Diretor de Extremoz encontra-se defasado, por essa razão foi necessário utilizar outros métodos para a delimitação da área urbana. A atual área urbana de Extremoz foi delimitada a partir do *shapefile* de malha dos setores

censitários do IBGE, disponibilizado em 2020. Para a demarcação da área urbana foram selecionados apenas as seguintes classes: alta densidade populacional, baixa densidade populacional e núcleo urbano.

O mapa multitemporal de avaliação do crescimento urbano foi confeccionado a partir das imagens de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2021 da área de estudo, com a finalidade de acompanhar a expansão urbana de Extremoz. A escolha dos anos foi definida a partir de imagens com a menor concentração de nuvens dentro da área de estudo. Com a finalidade de aumentar o destaque das áreas construídas, a composição de bandas escolhida foi a falsa cor, 5-4-3 para as imagens do LandSat5 e 6-5-4 para as imagens do LandSat 8.

Para a delimitação da área urbana foi utilizada a técnica de classificação supervisionada, que consiste no processo de definir regiões (classes) de interesse para que o software colete as assinaturas espectrais de cada classe e assim classifique a imagem como um todo (BARROS et al., 2017).

Atualmente existem vários estudos sobre sensoriamento remoto utilizando técnicas de classificação supervisionada e classificação não supervisionada usadas efetivamente para monitorar a expansão urbana e expansão em várias escalas espaço-temporais (GETU, 2021).

Para as áreas de treinamento foi estimado o número mínimo de 35 amostras de terreno para cada ano. Apesar da amostra ser significativa, a classificação supervisionada ainda apresentou erros, por essa razão foi realizada a validação dos dados obtidos de forma não supervisionada.

Após finalizada a classificação supervisionada o resultado foi comparado com imagens o mesmo período no Google Earth para validação e correção dos dados obtidos na classificação supervisionada, este procedimento foi realizado para cada ano. O resultado foi a confecção do mapa multitemporal: conjunto de 5 imagens destacando a expansão urbana em Extremoz.

O mapa de uso e ocupação do solo foi realizado a partir da técnica de análise supervisionada, onde a área de estudo foi dividida em 8 classes de acordo com os usos do solo: vegetação densa e esparsa, zona urbana, expansão urbana, agropecuária, carcinicultura, duna e corpos hídricos.

A diferenciação entre as classes de vegetação foi definida através do adensamento, sendo a vegetação densa com árvores de grande porte, já a esparsa é composta por indivíduos de porte arbóreo-arbustivo sem formar a cobertura homogênea da área. O mesmo critério foi utilizado para as classes de zona urbana e expansão urbana, sendo a primeira possui a maior concentração de área edificada, e a segunda contempla áreas em construções ou com baixo adensamento populacional.

A classe de agropecuária representa a zona rural do município, onde são desenvolvidas atividades de agricultura e pecuária. Carcinicultura foi definida a partir dos viveiros de camarão presentes na área. As dunas são classificadas pela cobertura arenosa do solo e os corpos hídricos contemplam as lagoas de Extremoz.

O mapa de conflitos ambientais foi elaborado com base no mapa de uso e ocupação do solo em conjunto com os dados vetoriais de áreas ambientais protegidas. Com estes dados foi possível gerar o mapa temático de conflitos ambientais, para o município de Extremoz, evidenciando as principais áreas de ocupação inadequada. Este mapa identifica as principais áreas em que ocorre a pressão por ocupação urbana em áreas protegidas, podendo ser considerado para o poder público como importante instrumento para gestão pública.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a finalidade de realizar a caracterização do uso e ocupação do solo presente na área de estudo, foi elaborado o mapa com oito classes, podendo ser subdivididas em ocupação e atividades antrópicas (zona urbana, expansão urbana, agropecuária e carcinicultura) e aspectos geoambientais (corpos hídricos, duna, vegetação densa e esparsa), de acordo com Figura 8. Para uma melhor análise dos dados foi calculada a área de cada classe em km² e em porcentagem estão a participação daquela área em relação a todo uso do solo disponível como observado Tabela 2.

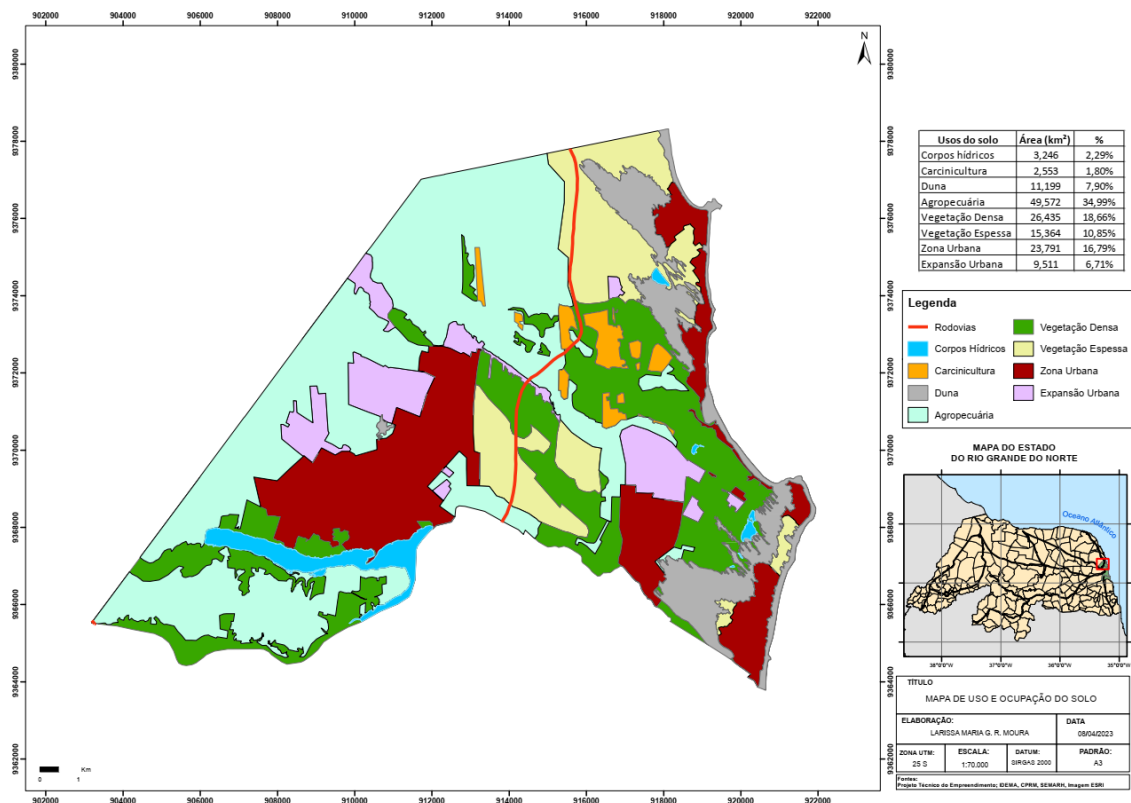


Figura 8 – Mapa de uso e ocupação do solo em 2021.

Fonte: Autoria própria (2023), a partir de mapeamento por imagem USGS e Google Earth Pro.

Tabela 2 – Classe de uso e ocupação do solo mapeadas no município de Extremoz.

| Classes de uso e ocupação do solo | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Classes | | Área (km ²) | Porcentagem (%) |
| 1 | Agropecuária | 49,572 | 34,99 |
| 2 | Carcinicultura | 2,553 | 1,80 |
| 3 | Corpos hídricos | 3,246 | 2,29 |
| 4 | Duna | 11,199 | 7,90 |
| 5 | Expansão urbana | 9,511 | 6,71 |
| 6 | Vegetação densa | 26,435 | 18,66 |
| 7 | Vegetação rala | 15,364 | 18,85 |
| 8 | Zona urbana | 23,791 | 16,79 |

Fonte: Autoria própria (2023).

A classe de agropecuária engloba áreas de agricultura temporária e permanente, assim como áreas de pastagem, corresponde a uma área de 34,99%, é

a classe de maior abrangência do município. A carcinicultura, localizada em áreas próximas aos manguezais, abrange uma área de 1,80% e pertence aos viveiros de camarão em atividade ou já desativados.

A área urbana foi dividida em expansão urbana e zona urbana. Na primeira foram agrupadas áreas em processo de construção de novos conjuntos habitacionais e áreas residenciais de menor agrupamento urbano, esta classe corresponde a 6,71% do território do município. A zona urbana corresponde a área de maior adensamento urbano, totalizando 16,79% de Extremoz.

A classe de vegetação densa representa as áreas com vegetação de grande porte e adensadas, corresponde a 18,66%. Enquanto a classe de vegetação esparsa foi atribuída a áreas com vegetação mais arbustiva e espaçadas, caracterizando assim uma vegetação rala, esta classe corresponde a 18,85% do território de Extremoz.

A classe de corpos hídricos representa as lagoas presentes no município de Extremoz, totalizando 2,29% da área. A classe de duna corresponde a área com cobertura arenosa próxima ao litoral, que cobre as dunas móveis, remetendo a um total de 7,90% do município.

As figuras a seguir demonstram a diversidade de usos do solo no município e o seu potencial turístico. A Figura 9 retrata a Lagoa de Extremoz, um dos principais corpos hídricos do município, sendo utilizada para a recreação. Esta lagoa também é utilizada como manancial de abastecimento para a zona norte de Natal. A Figura 10 demonstra um conjunto habitacional em funcionamento. Na Figura 11 é retratado o rio Ceará-Mirim com área de mangue preservada em Barra do Rio, esta região tem uma importante atividade turística: a travessia de balsa. Enquanto a Figura 12 demonstra área de mangue preservada próximo à Estrada de Extremoz.



Figura 9 – Lagoa de Extremoz.
Fonte: Aatoria própria (2023).



Figura 10 – Conjunto habitacional em Extremoz.
Fonte: Aatoria própria (2023).



Figura 11 – Rio Ceará-Mirim.
Fonte: Aatoria própria (2023).



Figura 12 – Mangue.
Fonte: Aatoria própria (2023).

O crescimento urbano tem sido responsável pela pressão por ocupação urbana sobre os recursos naturais, favorecendo a criação de conflitos ambientais e propiciando impactos ambientais a um ambiente cada vez mais frágil. Para este estudo, conflitos ambientais são compreendidos pela sobreposição da ocupação humana em áreas protegidas por lei, conforme descrito no plano de manejo da APAJ e zoneamento ambiental do município de Extremoz, previsto no Plano diretor do município. A Figura 13 destaca os conflitos ambientais existentes dentro da área da APA Jenipabu.

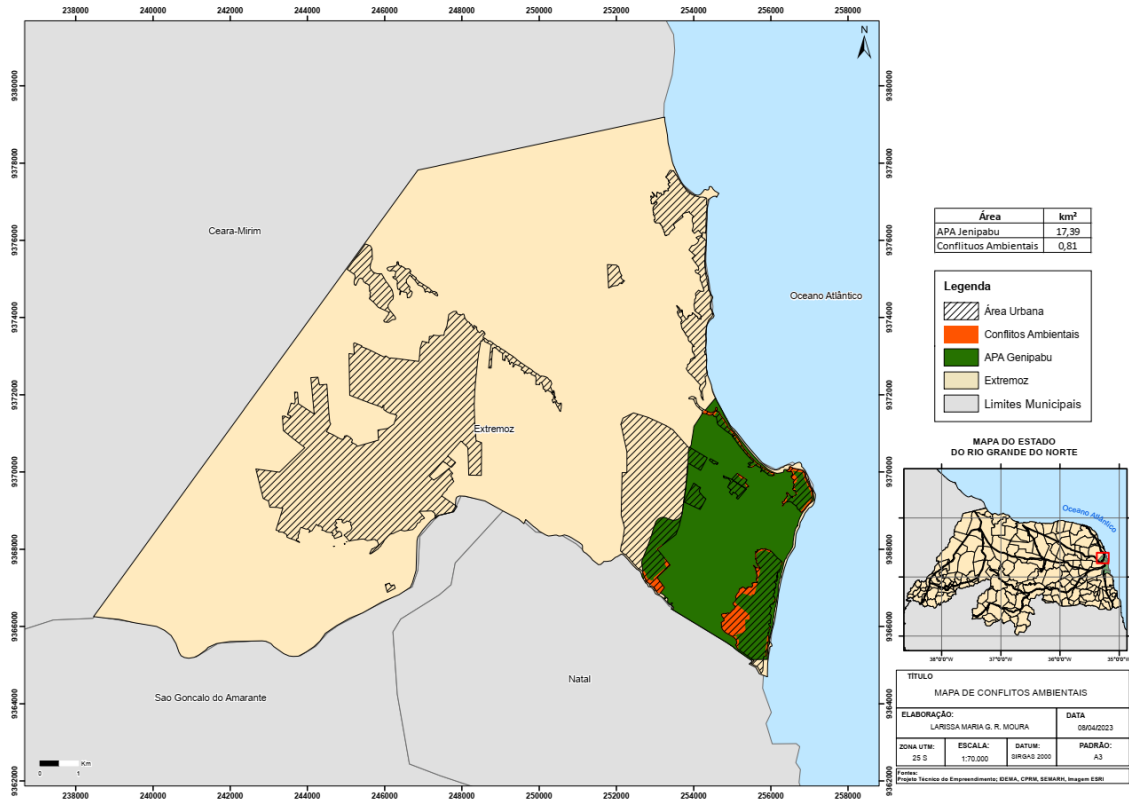


Figura 13 – Mapa de conflitos ambientais.

Fonte: Autoria própria (2023), a partir de interpolação de dados vetoriais próprios com do IDEMA.

As atividades socioeconômicas desenvolvidas em áreas protegidas são definidas como conflitos ambientais e, conseqüentemente requerem maior cuidado e atenção por parte do poder público no que se refere ao manejo e medidas mitigadoras para o controle de possíveis impactos ambientais. A característica arenosa do solo dunar contribui para a infiltração e percolação de poluentes no solo, podendo gerar até a contaminação do lençol freático.

As figuras a seguir ilustram os conflitos ambientais presentes na APA Jenipabu. A Figura 14 representa a APA Jenipabu com a região de dunas e a pressão da ocupação urbana na área de proteção. A Figura 15 demonstra a lagoa de Jenipabu, importante corpo hídrico presente na área de proteção. Na Figura 16 ressaltamos parte da APA Jenipabu preservada, porém é possível visualizar ocupação urbana ao fundo. Na Figura 17 observa-se a disposição irregular de resíduos sólidos próximo as dunas, enquanto a Figura 18 demonstra a construção de imóvel em região de duna. Por fim, a Figura 19 retrata a construção de imóvel em região de duna móvel, ocasionando o soterramento deste.



Figura 14 – Visão geral da APA Jenipabu.
Fonte: IDEMA (2009).



Figura 15 – Lagoa de Jenipabu.
Fonte: IDEMA (2009).



Figura 16 – Parte da APA Jenipabu.
Fonte: IDEMA (2009).



Figura 17 – Disposição irregular de resíduos.
Fonte: Autoria própria (2023).



Figura 18 - Ocupação de imóvel em área de duna.
Fonte: Autoria própria (2023).



Figura 19 – Construção de imóvel em área de duna móvel.
Fonte: Autoria própria (2023).

Para realizar o acompanhamento da expansão urbana de Extremoz ao longo de 20 anos foi elaborado um mapa multitemporal a partir de 5 imagens de anos diferentes e foi delimitada a área urbana para os anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2021, conforme exposto na Figura 20. A fim de obter melhor análise dos dados foi calculada a área de cada classe em km² e o incremento de crescimento urbano, de acordo com a Tabela 3.

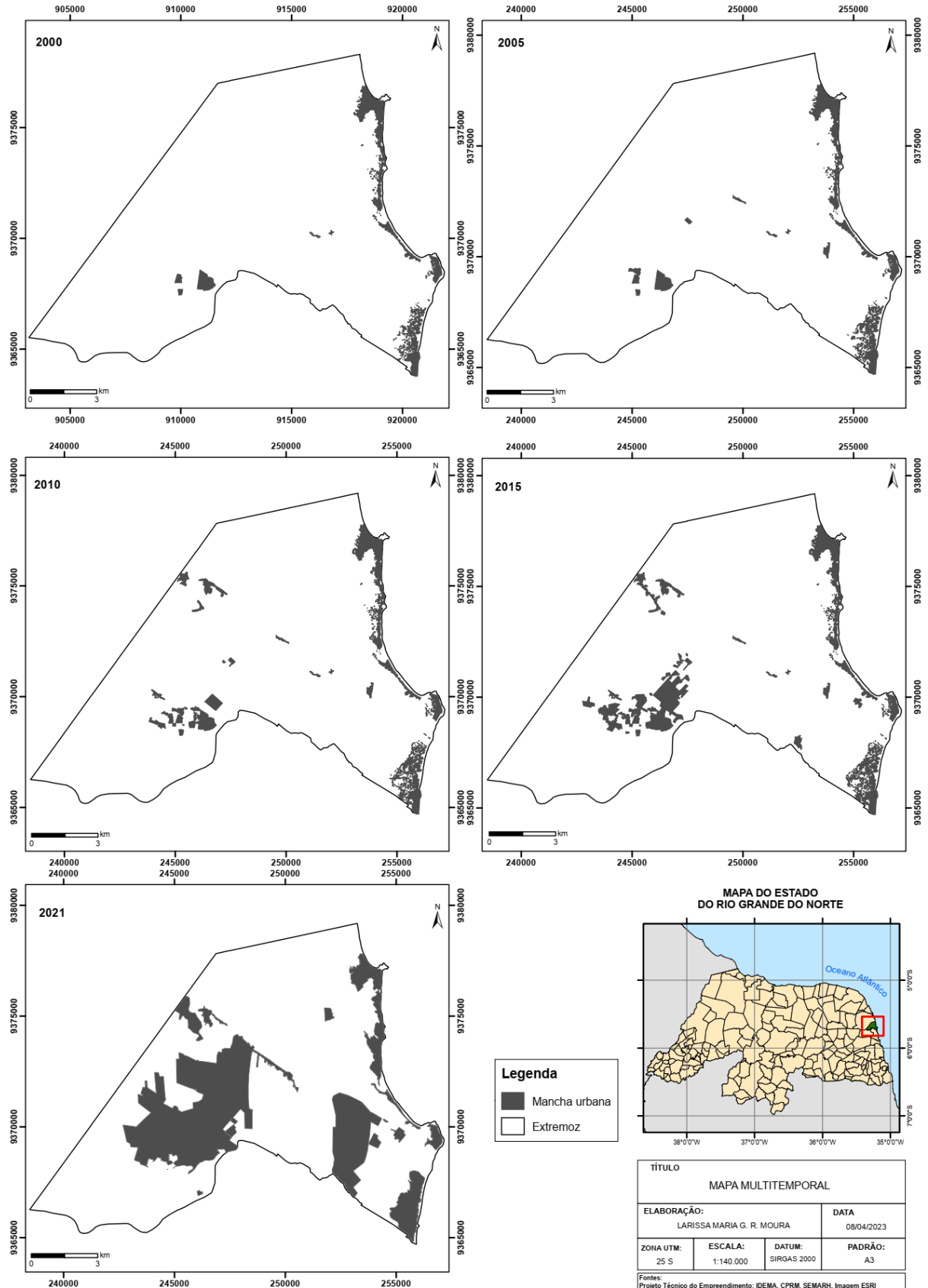


Figura 20 – Mapa multitemporal de avaliação do crescimento urbano de Extremoz/RN. Fonte: Autoria própria (2023), a partir de processamento de Imagens USGS.

Tabela 3 – Crescimento urbano de Extremoz ao longo de 20 anos.

| Área da mancha urbana | | | |
|-----------------------|-------|------------|---------|
| Ano | km2 | Incremento | |
| | | km2 | % |
| 2000 | 4,11 | - | - |
| 2005 | 4,55 | 0,45 | 10,85% |
| 2010 | 6,18 | 1,63 | 35,69% |
| 2015 | 8,98 | 2,80 | 45,33% |
| 2021 | 33,21 | 24,23 | 269,72% |

Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com a Tabela 3, o crescimento urbano foi ocorrendo de forma gradual entre os anos de 2000 a 2015. Entre 2001 e 2005 a área urbana cresceu para 4,55 km², isto significa um aumento de 10,85% na expansão urbana. Durante o período de 2005 até 2010 a mancha urbana foi para 6,18 km², ou seja, cresceu 35,69% em apenas 5 anos. Entre 2010 e 2015, o crescimento registrado foi de 2,8km² a mais do que em 2010, isto significa um aumento de 45,33%.

O maior crescimento urbano foi registrado entre os anos de 2015 e 2021, que a área urbana atingiu 33,21 km², um crescimento de 24,23 km² correspondente a 269,72% de aumento em apenas 5 anos. Além disso, observa-se que o crescimento da mancha urbana em Extremoz ocorre em um ritmo mais acelerado que o próprio crescimento populacional, para o mesmo período.

Este *boom* da expansão urbana registrado entre 2015 e 2021 pode ser explicado devido a incentivo da prefeitura para a criação de novos conjuntos habitacionais, através do aumento da especulação imobiliária local, e até mesmo a chegada de grandes empreendimentos próximos, como o aeroporto de Natal.

A justificativa encontrada por Carvalho (2013) para a expansão urbana em Extremoz é explicada através da localização estratégica do município: a proximidade da capital do estado e de duas importantes cidades da região metropolitana (São Gonçalo do Amarante e Ceará-Mirim), assim como a proximidade com o Aeroporto Internacional Aluizio Alves. Somando ao potencial turístico composto por 3 importantes lagoas e 5 praias que atraem turistas durante o todo o ano.

A partir de incentivos da prefeitura de Extremoz, o custo dos imóveis se tornou atrativo em comparação aos preços ofertados em Natal. Deste modo, seria possível morar na Grande Natal, com baixo custo, bairros organizados e com boa infraestrutura. A migração populacional propiciou o interesse de empresários para a região, atraindo novos supermercados, padarias, postos de combustíveis, entre outros (CARVALHO, 2023).

De acordo com Getu (2021), existem fatores que podem agravar a expansão urbana. Essas forças motrizes podem ser categorizadas como demográficos, problemas do centro da cidade, fatores macro e microeconômicos, infraestrutura e fatores do quadro regulatório, que foram reconhecidos como importantes fatores que intensificam o crescimento urbano e expansão na cidade e em seus arredores. Entre eles, rápido crescimento populacional, política de uso da terra, fraca política e planejamento do uso da terra, fraca aplicação da lei, baixo preço da terra, altas preferências de habitação, migração rural-urbana e má governança.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos 10 anos a cidade de Extremoz presenciou um grande crescimento urbano. Este aumento na cidade ocorreu em diversos setores sociais, comerciais, industriais. Este trabalho apresenta visão sobre os aspectos que proporcionaram este crescimento.

Foram abordados os impactos que a falta de planejamento em conjunto com o crescimento acelerado provoca na paisagem da cidade. Devido a esta pressão por ocupação do uso do solo, foram observados alguns fatores: Disposição de lixo em locais inadequados, construção em áreas de preservação ambiental, aumento de áreas impermeáveis consequentes da construção de novos conjuntos habitacionais, dunas móveis avançando em imóveis construídos em locais inadequados, entre outros.

Apesar da facilidade de instalação de novas moradias na região, na busca por novas oportunidades, o assentamento destas pessoas deve vir acompanhado de políticas públicas que visem o bem-estar social e sustentável. Um exemplo dessas políticas é que toda a população tenha acesso aos pilares do saneamento básico: Abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta regular de lixo e drenagem urbana eficiente.

O município tem água potável satisfatório para população; tem um baixo atendimento na rede de esgotamento sanitário; possui uma coleta regular de lixo, entretanto ainda não realiza coleta seletiva; sobre a drenagem, não foram observados pontos críticos na região.

Os dados mapeados neste trabalho apontam no crescimento acelerado entre os anos de 2015 e 2021. Coincidindo com a instalação do Aeroporto de Natal. Uma causa deste crescimento advém de incentivo da prefeitura em construir conjuntos habitacionais com baixo custo. Outro fator que proporcionou a ocupação, principalmente na região costeira, foram os atrativos turísticos que ocorreram nas dunas, praias e lagoas do município.

Portanto, a contribuição deste trabalho foi em localizar onde se encontram os principais pontos de crescimento urbano nos últimos anos, utilizando para isto a elaboração de um mapa multitemporal, apresentar os pontos de pressão por ocupação urbana em áreas de preservação ambiental mapeadas através do mapa de uso e ocupação do solo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. S. **Dinâmica ambiental da planície de deflação do litoral de Extremoz / RN e influências das normativas legais no processo de organização territorial.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da UFRN, 2013
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Perfil do município de Extremoz, RN.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 29 jan 2023.
- BARROS, E. de O.; PAMBOUKIAN, S. V. D. **Análise do desastre de Mariana através da classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto.** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 8-26, 2017
- BARROS, J. D.; MONTEIRO, T. R. R.; SILVA, C. C. L.; ARAÚJO, I. S.; MELLO, M. T. C.; DICKSON, D.; NASCIMENTO, S. R. V.; LIMA, Z. M. C. **Conflitos legais e impactos ambientais no município de Extremoz, RN, Nordeste do Brasil.** Revista de Geociências do Nordeste (REGNE). Vol. 4, nº 1. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/13249>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 18 abr. 2021.
- CALIJURI, Maria do Carmo *et al* (ed.). **Engenharia Ambiental: Conceitos, tecnologia e gestão.** 2. ed. São Paulo: Gen Ltc, 2019. 704 p.
- CARVALHO, I. **Extremoz tem o 3º maior crescimento do Brasil.** In: CARVALHO, Ícaro. Tribuna do Norte. Natal. 14 jan 2023. Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/extremoz-tem-o-3ao-maior-crescimento-do-brasil/555702> . Acesso em: 15 jan 2023.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=298. Acesso em: 27 nov 2022.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. RM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Extremoz, estado do Rio Grande do Norte.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p. + anexos.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE (EMPARN). Meteorologia. **Monitoramento pluviométrico.** 2023. Disponível em: <https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/>. Acesso em: 31 jan 2023.
- GHAZARYAN, G.; RIENOW, A.; OLDENBURG, C.; THONFELD, F.; TRAMPNAU, B.; STICKSEL, S.; JÜRGENS, C. **Monitoring of Urban Sprawl and Densification Processes in Western Germany in the Light of SDG Indicator 11.3.1 Based on an Automated Retrospective Classification Approach.** Remote Sensing, Vol. 13, Ed. 9, 2021.
- GETU, K.; BHAT, H. G. **Analysis of spatio-temporal dynamics of urban sprawl and growth pattern using geospatial technologies and landscape metrics in Bahir Dar, Northwest Ethiopia.** Land Use Policy, vol. 109, 2021.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 12.620, de 17 de maio de 1995**. Cria a Área de Proteção Ambiental (APA) Genipabu, nos Municípios de Extremoz e Natal e dá outras providências. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000033843.PDF>. Acesso em: 27 nov 2022.

_____. **Lei nº 9.254 de 2009**. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Jenipabu – APAJ, nos Municípios de Extremoz e Natal, criada pelo Decreto n.º 12.620, de 17 de maio de 1995, e dá outras providências. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000033846.PDF>. Acesso em: 27 nov 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240360>. Acesso em: 29 jan. 2023.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). **Anuário estatístico 2020 do Rio Grande do Norte**. Disponível em: < https://drive.google.com/file/d/1S_DErO6fgiYpuO5O6qmHigULmg17kSN6/view. Acesso em: 04 dez 2022.

_____. **Perfil do seu município**: Extremoz, RN. Natal: IDEMA, 2013.

_____. **Plano de Manejo para a Área de Proteção Ambiental – APA Jenipabu**. Relatório de Consolidação. Núcleo de Unidades de Conservação, Natal, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). BDMEP - **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2023. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 31 jan 2023.

MIJRI, I.E.; RAHIMI, A.; BOUASRIA, A.; **Urban sprawl evolution and soil artificialization assessment by using satellite data from 1985 to 2019: case of El Jadida metropolitan in Morocco**. Second International Sustainability and Resilience Conference: Technology and Innovation in Building Designs. 2020.

MAURICE, M. J. E., COMÍNS, J. S., ORDÓÑEZ, Y. M. F., MORENO, M. J. J.; GARDEZI, A. K., **Land use change using Landsat images over 23 years in a municipality of Central Mexico**. IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 121-124, 2014.

NIKOLOUDIS, C., ARAVOSSIS, K., STRANTZALI, E., CHRYSANTHOPOULOS, N., **A novel multicriteria methodology for evaluating urban development proposals**. Journal of Cleaner Production, volume 263, 2020.

OLIVEIRA, G. A. S. de. *et al.* **Evolução da expansão urbana na área de proteção ambiental de Jenipabu/RN**. XXIII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu, nov. 2019.

OLIVEIRA, K. C. de. **Implicações ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce - RN. 2018**. Monografia (Graduação em Geografia) - Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2018.

PETTIT, C.; HAWKEN, S.; TICZON, C.; NAKANISHI, H. **Geodesign—A Tale of Three Cities**. Springer International Publishing. S. Geertman et al. (eds.), Computational Urban Planning

and Management for Smart Cities, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, p. 139-161, 2019.

RIMAL, B.; ZHANG, L.; STORK, N.; SLOAN, S.; RIJAL, S; **Urban Expansion Occurred at the Expense of Agricultural Lands in the Tarai Region of Nepal from 1989 to 2016.** Sustainability, Vol. 10, 2018.

SAGANEITI, L.; FAVALE, A.; PILOGALLO, A.; Scorza, F.; MURGANTE, B. **Assessing Urban Fragmentation at Regional Scale Using Sprinkling Indexes.** Sustainability, 10, 3274, p. 1-23, 2018.

SHAH, A; Karamat, A.; Nizami, S. M. **Spatio-temporal analysis of urban sprawl in Islamabad, Pakistan during 1979–2019, using remote Sensing.** GeoJournal. 2021.

APÊNDICE

APÊNDICE A – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

APÊNDICE B – MAPA DE HIDROGRAFIA

APÊNDICE C – MAPA DE VEGETAÇÃO DE EXTREMOZ

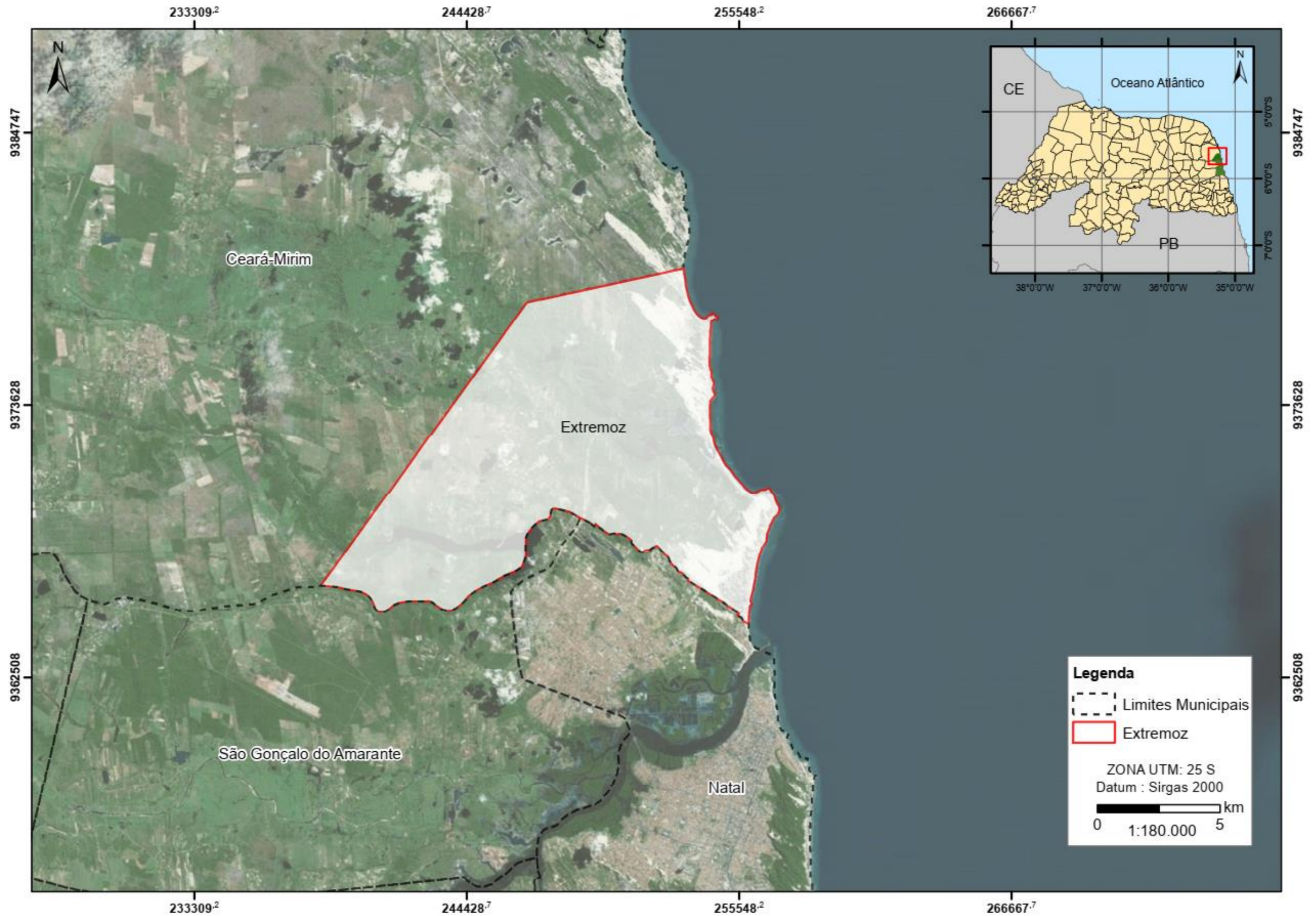
APÊNDICE D – MAPA GEOÓLOGICO DE EXTREMOZ

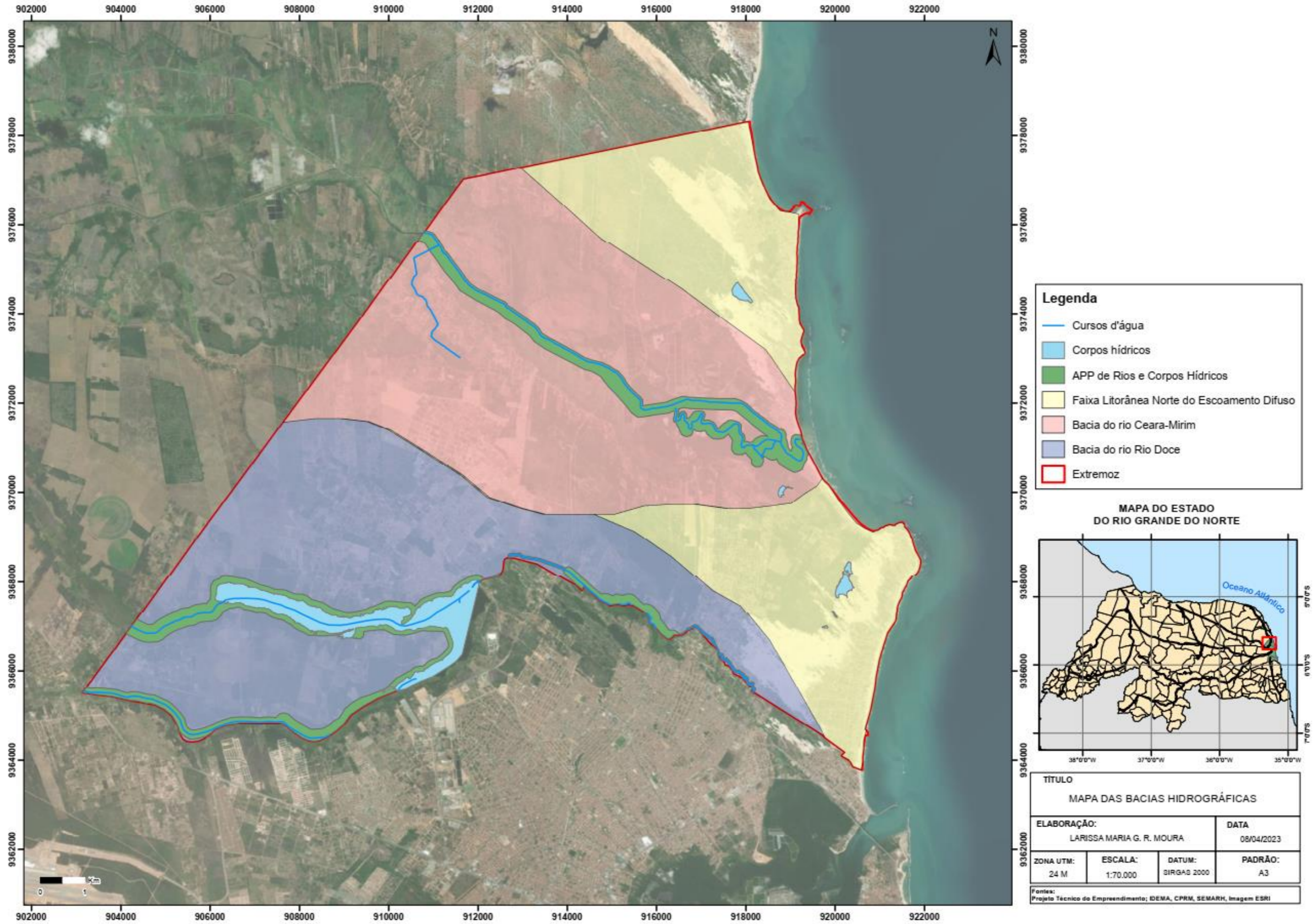
APÊNDICE E – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA APA JENIPABU

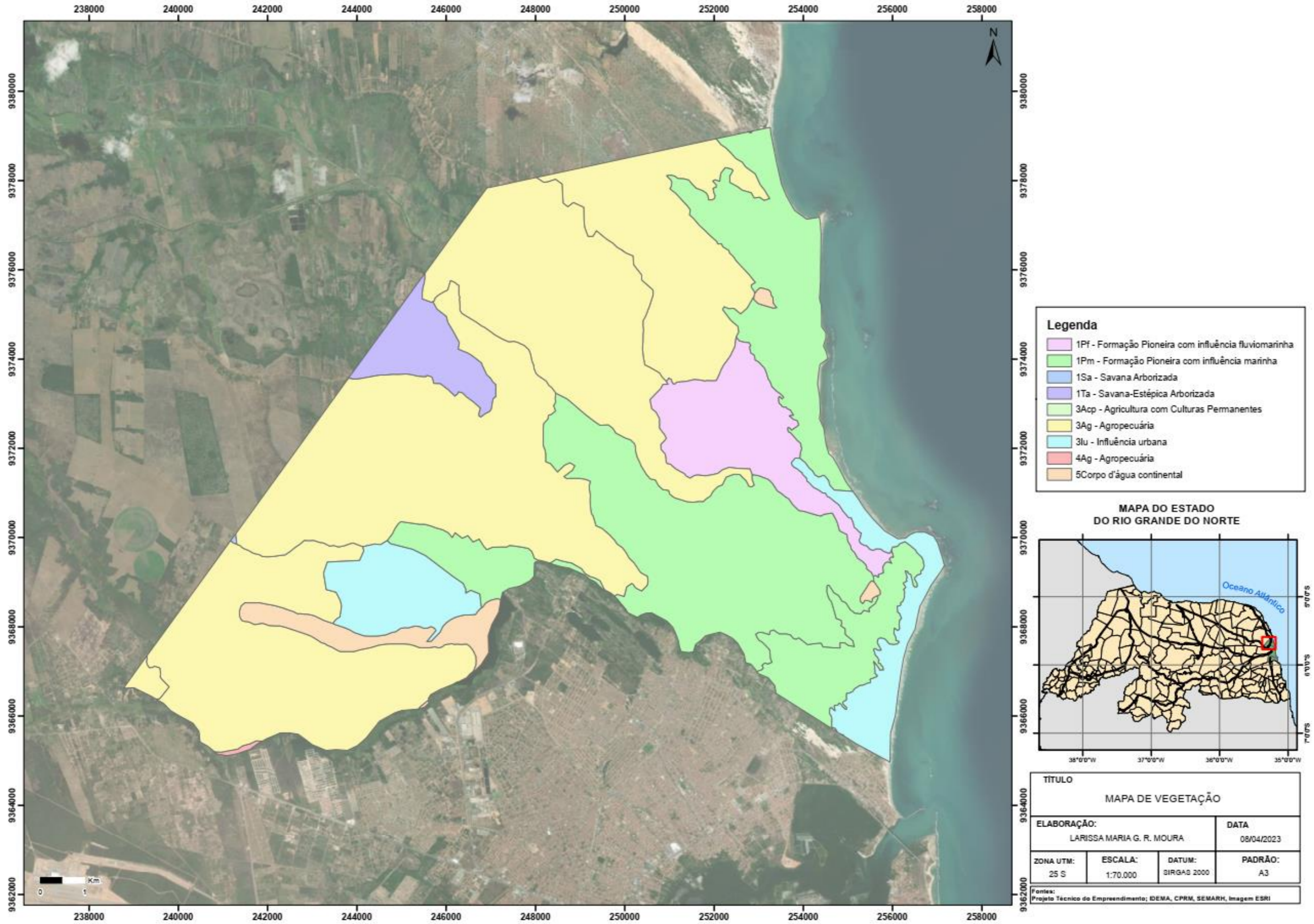
APÊNDICE F – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM 2021

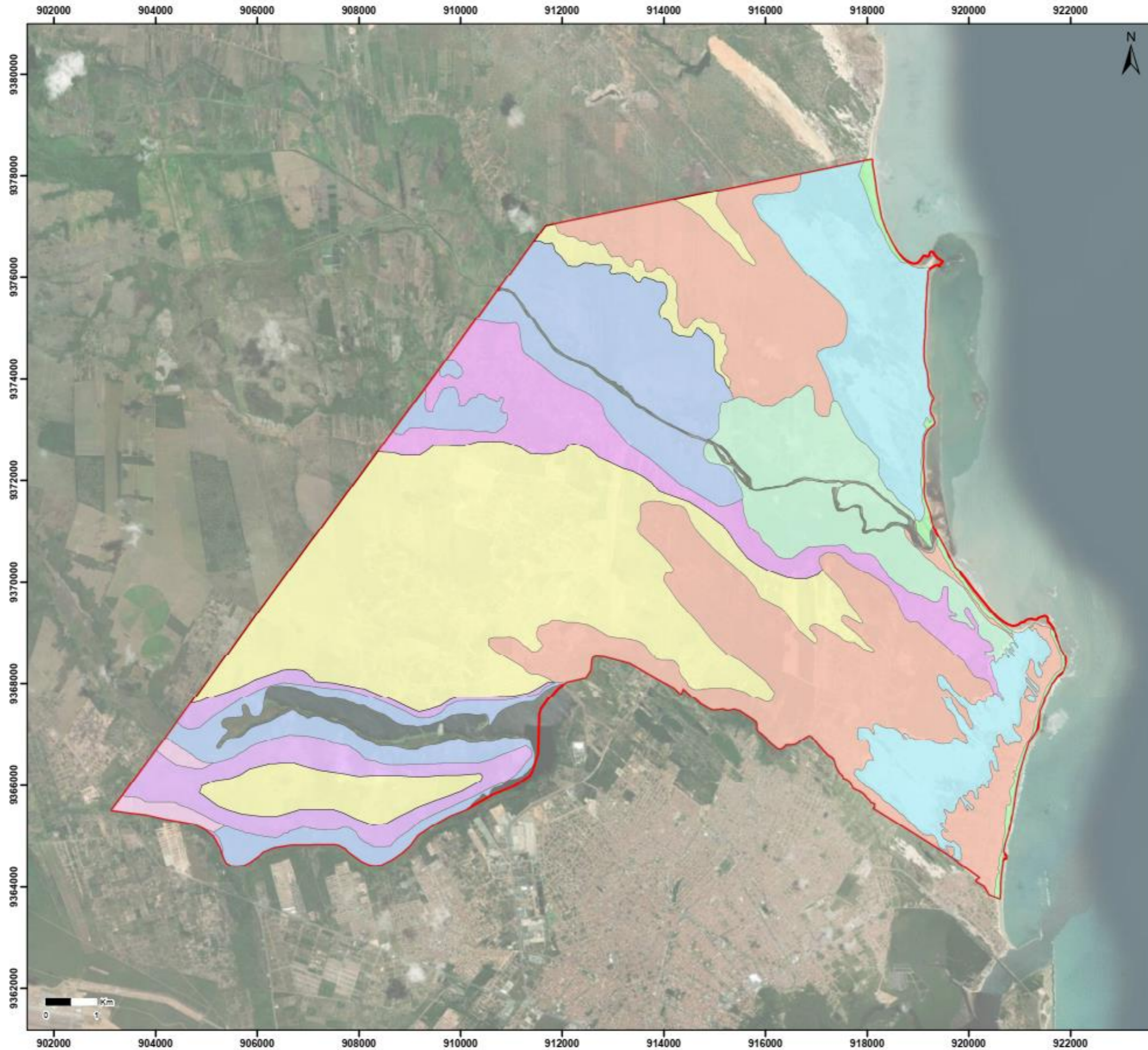
APÊNDICE G – MAPA DE CONFLITOS AMBIENTAIS

APÊNDICE H – MAPA MULTITEMPORAL DE AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO URBANO DE EXTREMOZ/RN









| Descrição | Área | % |
|---|-------|--------|
| Depósitos Aluvionares | 25,45 | 18,06% |
| Grupo Barreiras | 27,73 | 19,67% |
| Paleocascalheiras | 30,04 | 21,31% |
| Paleodunas | 19,50 | 13,83% |
| Corpos d' Água | 3,38 | 2,40% |
| Depósitos de Praias | 19,18 | 13,61% |
| Depósitos de Planícies e Canais de Mare | 15,67 | 11,12% |

Legenda

- Barreiras
- Depósitos Marinhos e Continentais Antigos
- Depósitos aluvionares
- Depósitos aluvionares antigos
- Depósitos eólicos litorâneos não vegetados
- Depósitos eólicos litorâneos vegetados
- Depósitos flúvio-marinhos
- Depósitos litorâneos praias
- Sedimentos Aluvionares
- Extremoz

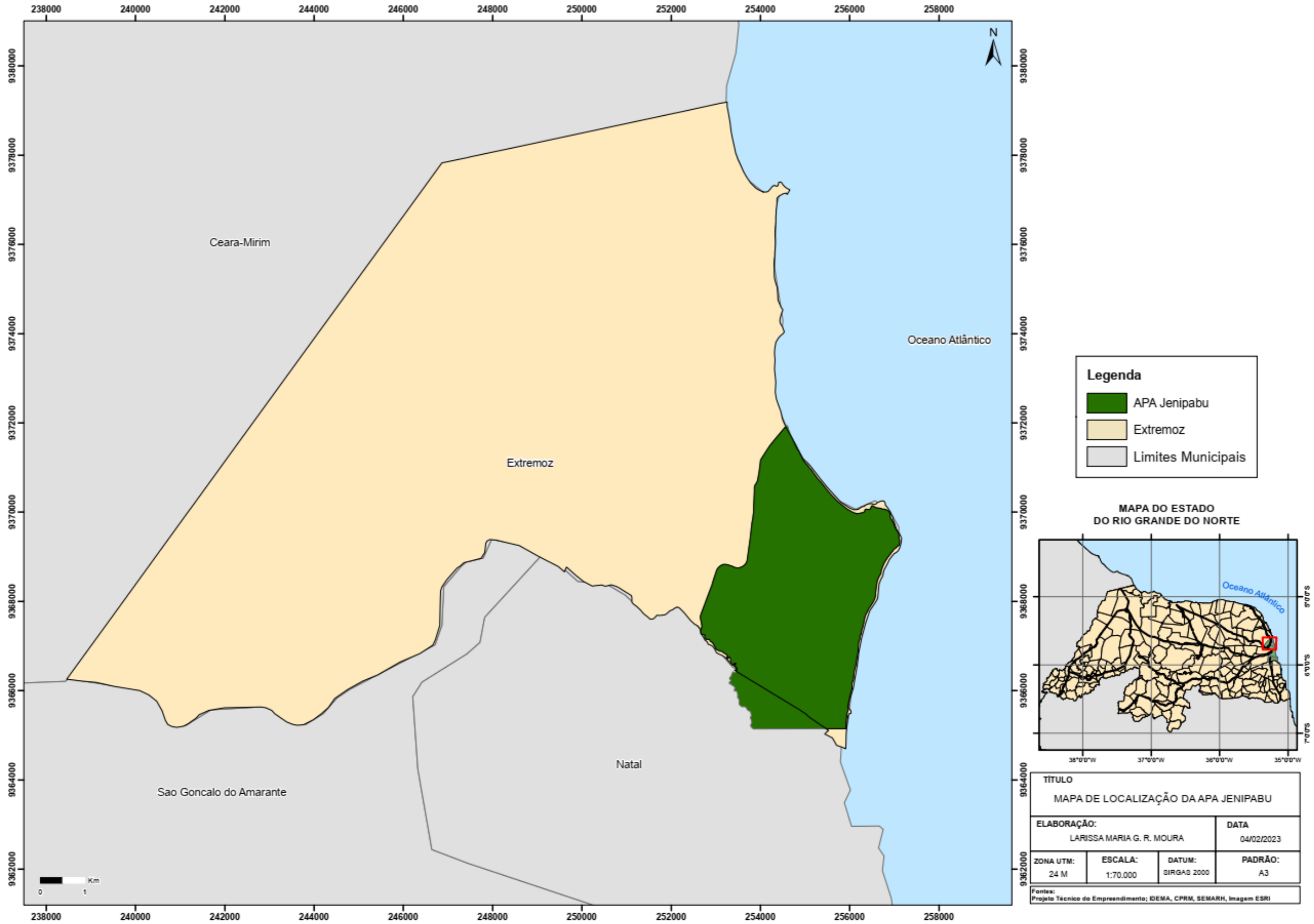
MAPA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

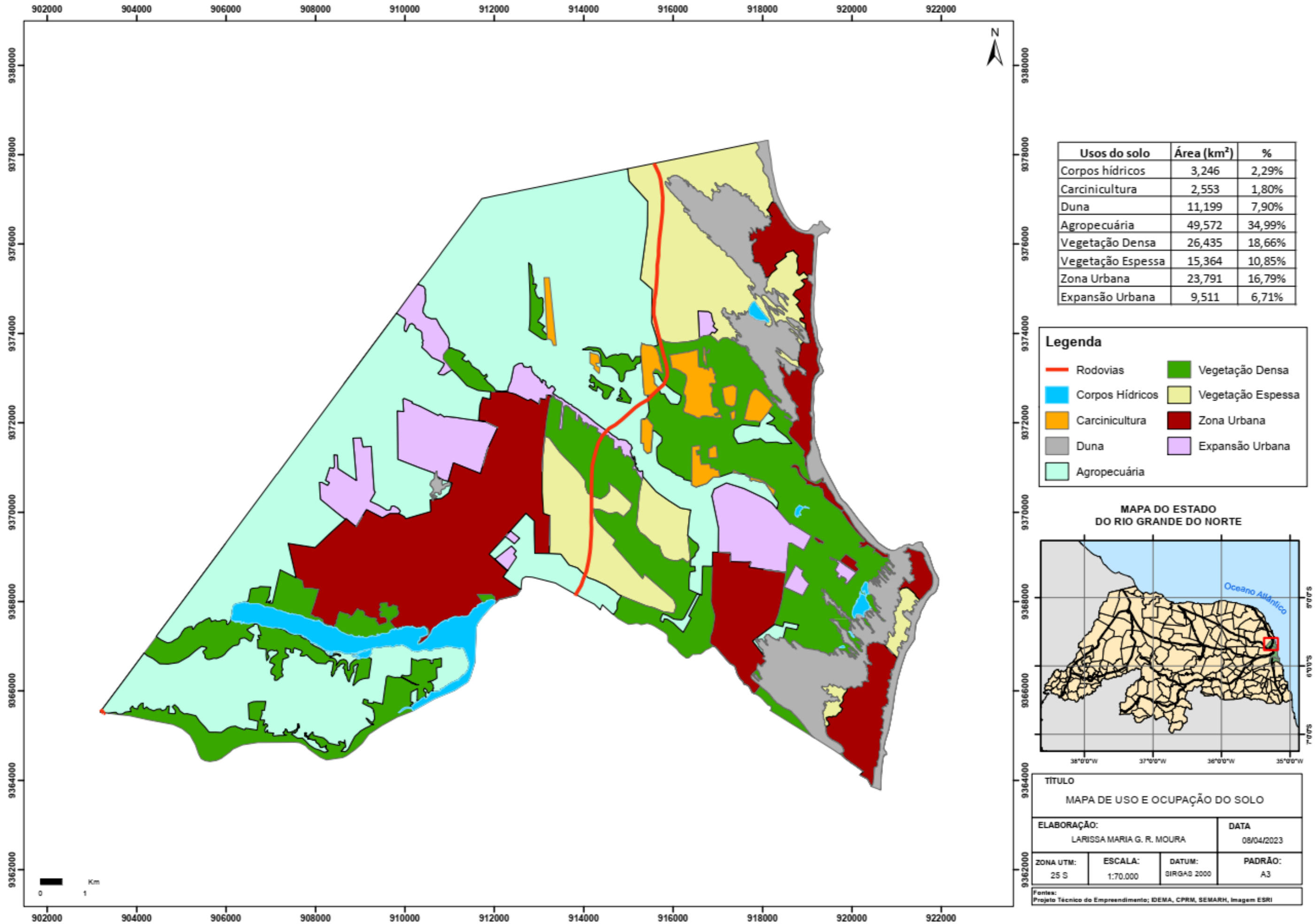


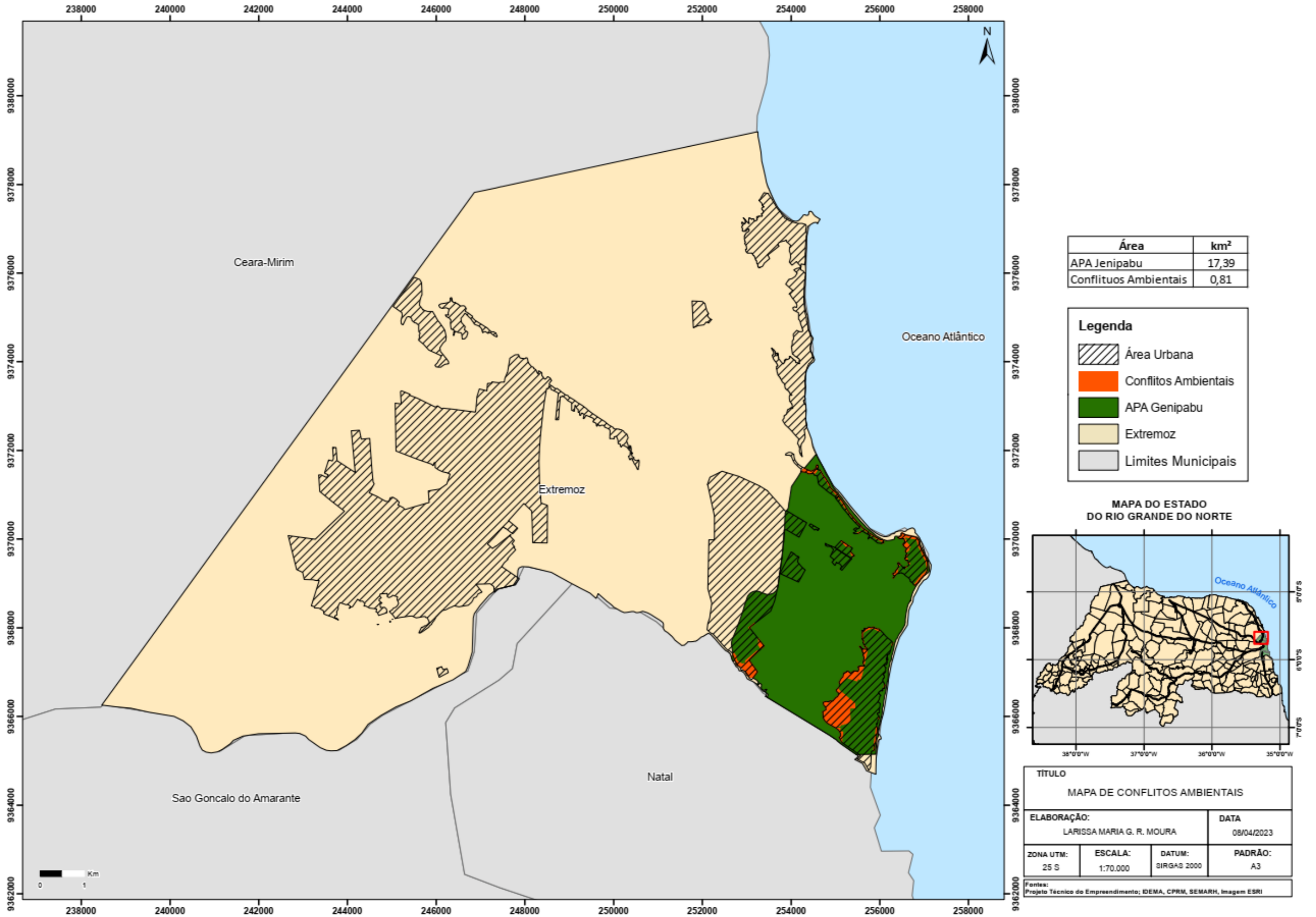
TÍTULO
MAPA DE GEOLOGIA

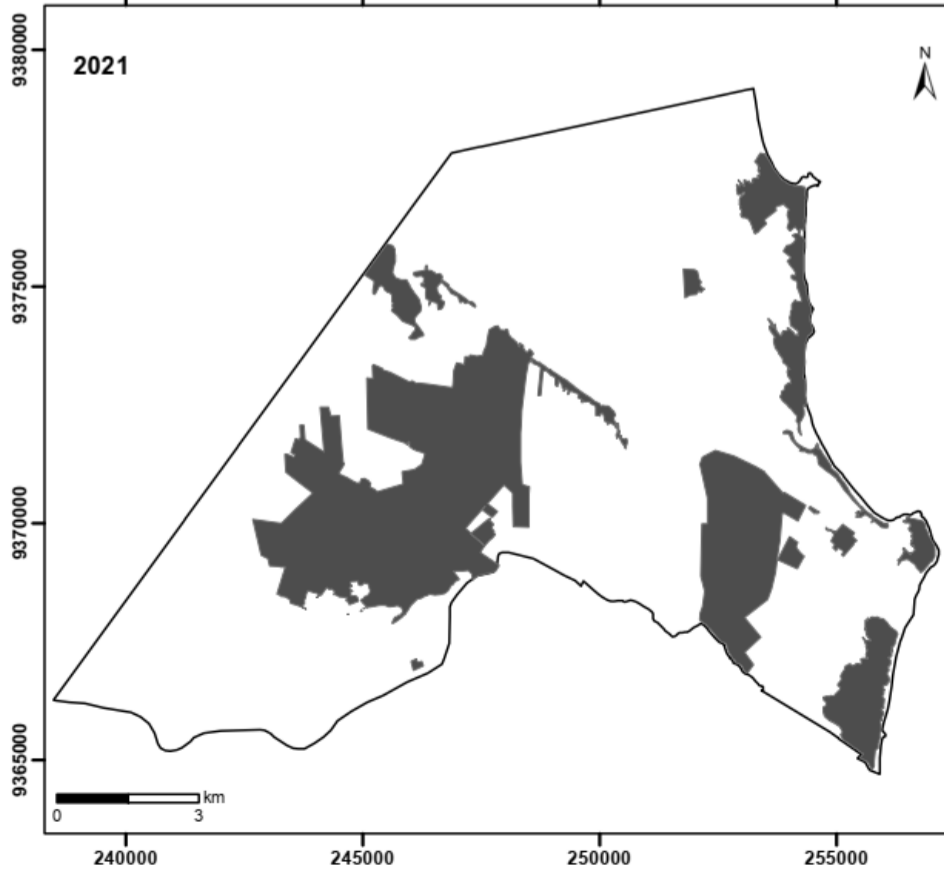
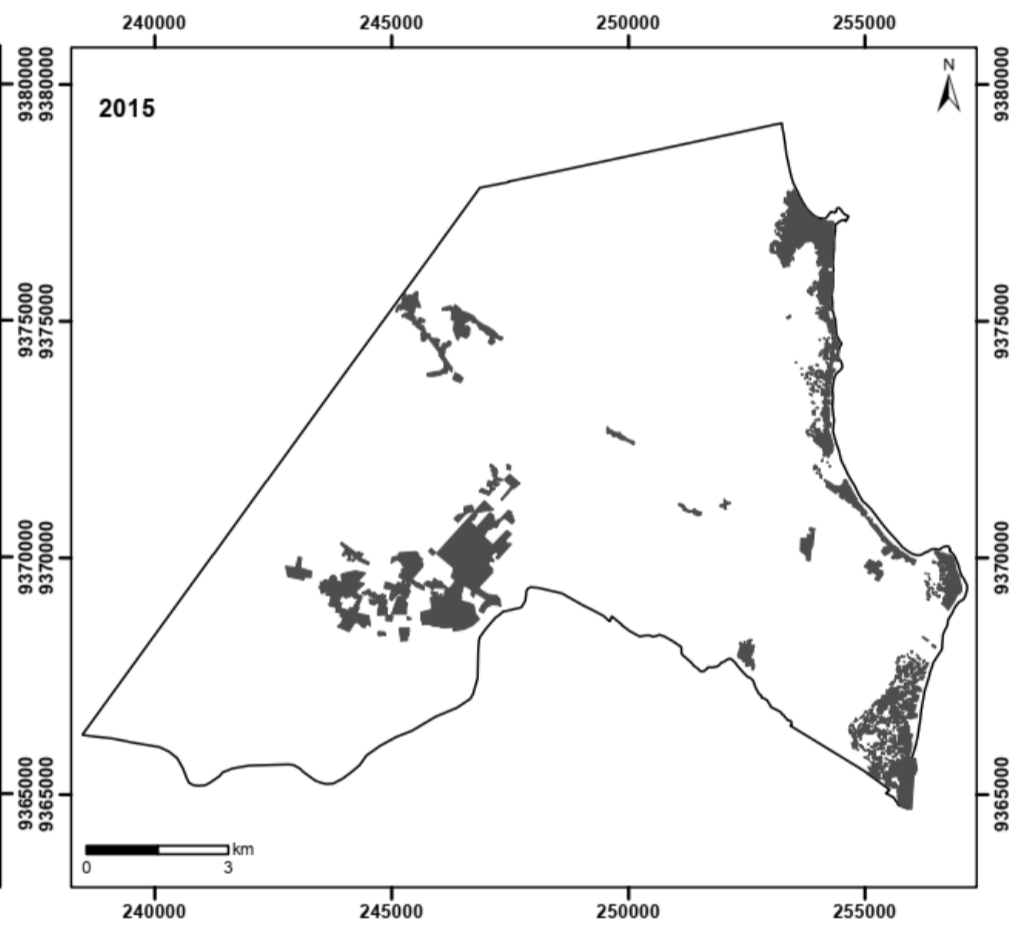
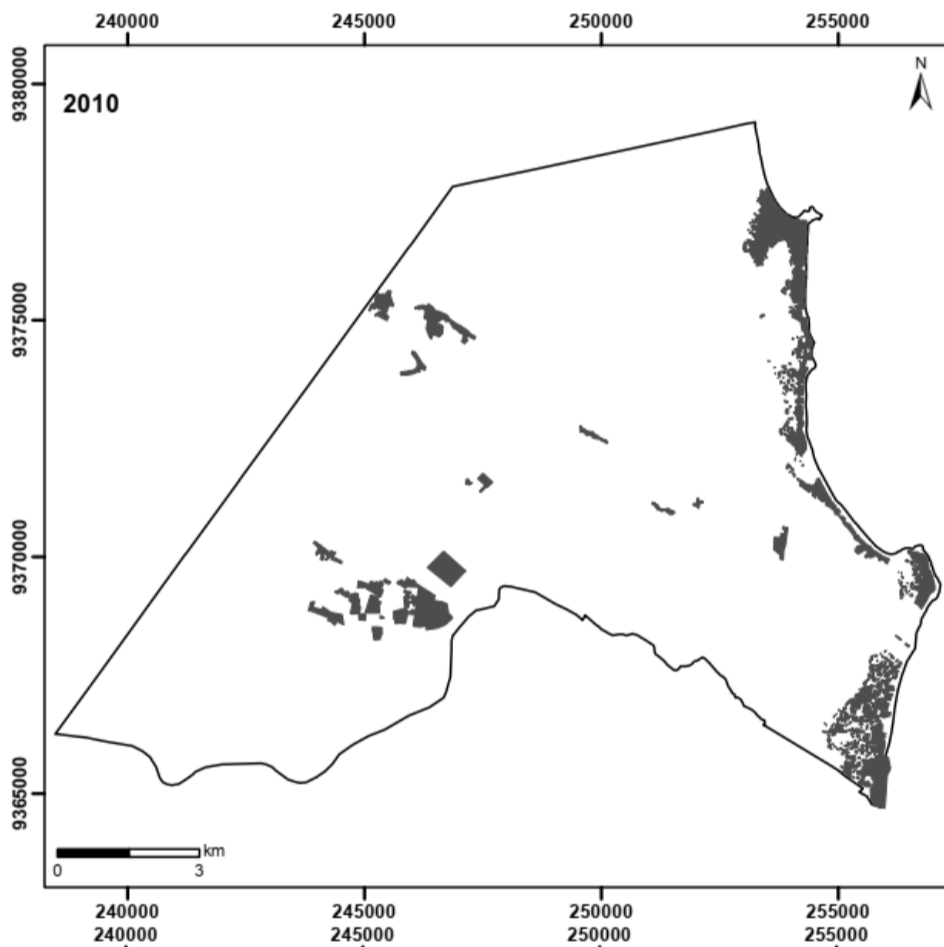
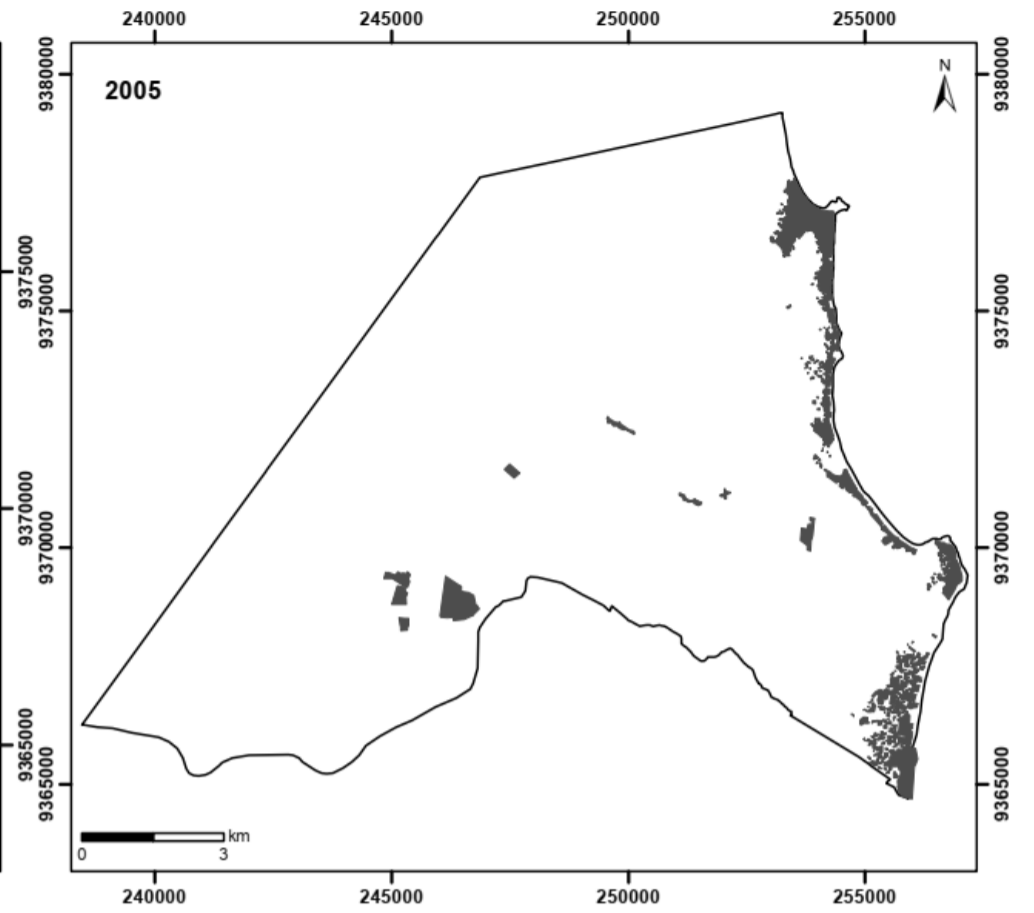
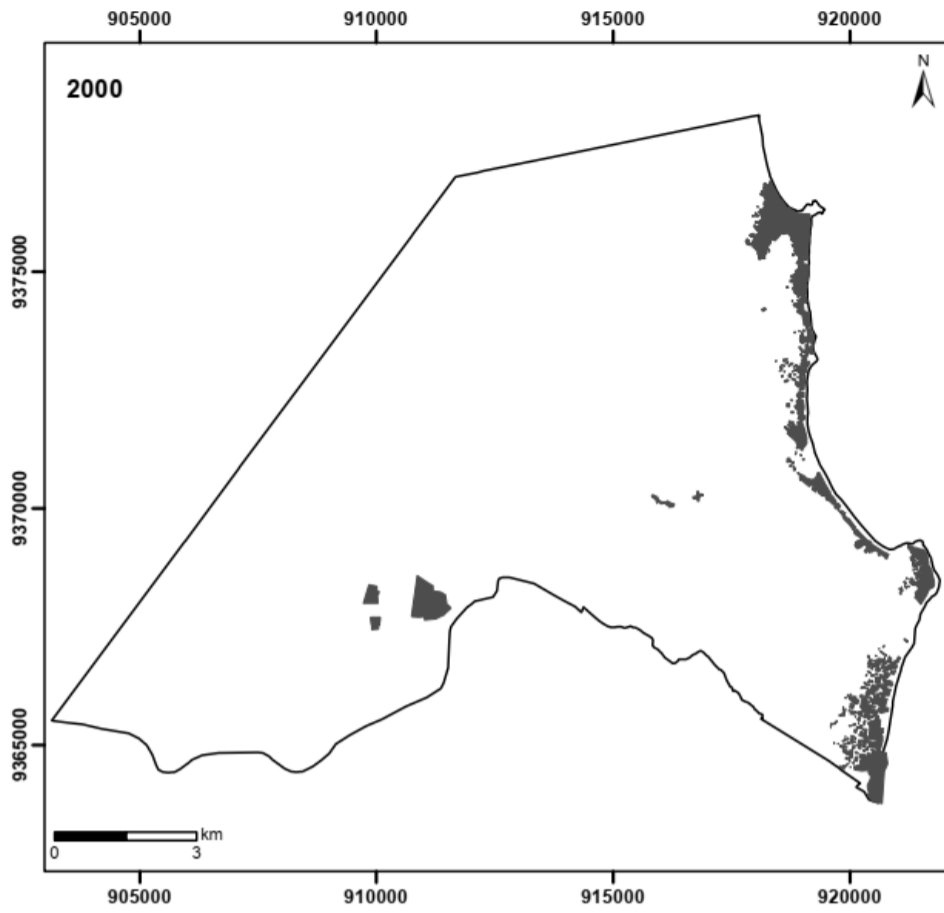
| | | | |
|---|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| ELABORAÇÃO: LARISSA MARIA G. R. MOURA | | DATA 08/04/2023 | |
| ZONA UTM: 25 S | ESCALA: 1:70.000 | DATUM: SIRGAS 2000 | PADRÃO: A3 |

Fontes:
Projeto Técnico do Empreendimento; IDEMA, CPRM, SEMARH, Imagem ESRI









Legenda

- Mancha urbana
- Extremoz



| | | | |
|--|-----------|-------------|---------|
| TÍTULO | | | |
| MAPA MULTITEMPORAL | | | |
| ELABORAÇÃO: | | DATA | |
| LARISSA MARIA G. R. MOURA | | 08/04/2023 | |
| ZONA UTM: | ESCALA: | DATUM: | PADRÃO: |
| 25 S | 1:140.000 | SIRGAS 2000 | A3 |
| Fontes: Projeto Técnico do Empreendimento; IDEMA, CPRM, SEMARH, Imagem ESRI | | | |