

**LIVIA BRUNO DE SÁ AMORIM**

**A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA EM AMBIENTE URBANO:  
identificação de problemas ambientais na cidade de São Raimundo Nonato (PI)**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação       Tese       Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

**Exemplos:** Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

### 2. Nome completo do autor

Lívia Bruno de Sá Amorim

### 3. Título do trabalho

**A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA EM AMBIENTE URBANO: identificação de problemas ambientais na cidade de São Raimundo Nonato (PI)**

### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: **a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Livia Bruno De Sá Amorim, Discente**, em 28/04/2025, às 10:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Gislaine Cristina Luiz, Professora do Magistério Superior**, em 28/04/2025, às 17:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5333284** e o código CRC **509A3775**.

---

**LIVIA BRUNO DE SÁ AMORIM**

**A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA EM AMBIENTE URBANO:  
identificação de problemas ambientais na cidade de São Raimundo Nonato (PI)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás como requisito para a obtenção do título de Mestra em Geografia.

**Área de Concentração:** Natureza e Produção do Espaço

**Linha de Pesquisa:** Análise Ambiental e Tratamento de Informações Geográficas.

**Orientadora:** Dra. Gislaine Cristina Luiz  
**Coorientador:** Dr. Ivanilton José de Oliveira

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Amorim, Livia Bruno de Sá

A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA EM AMBIENTE URBANO: identificação de problemas ambientais na cidade de São Raimundo Nonato (PI) [manuscrito] / Livia Bruno de Sá Amorim. - 2025. CXXII, 122 f.

Orientador: Profa. Dra. Gislaine Cristina Luiz; co-orientador Dr. Ivanilton José de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2025.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Meio ambiente. 2. Cidade de pequeno porte. 3. Impacto Ambiental. 4. Urbanização. I. Luiz, Gislaine Cristina, orient. II. Título.

CDU 911



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº **03/2025** da sessão de Defesa de Dissertação de **Livia Bruno de Sá Amorim**, que confere o título de Mestra em **Geografia**, na área de concentração em **Natureza e Produção do Espaço**.

**Aos cinco dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e cinco**, a partir das **14:30** horas, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA EM AMBIENTE URBANO: identificação de problemas ambientais na cidade de São Raimundo Nonato (PI)**”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora **Gislaine Cristina Luiz (IESA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora **Patrícia de Araujo Romao (IESA/UFG)**, membro titular externo; Professora Doutora **Waldirene Alves Lopes da Silva (UESPI)**, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora **Gislaine Cristina Luiz (IESA/UFG)**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, **aos cinco dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e cinco**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **WALDIRENE ALVES LOPES DA SILVA, Usuário Externo**, em 13/05/2025, às 12:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gislaine Cristina Luiz, Professora do Magistério Superior**, em 13/05/2025, às 14:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Patricia De Araujo Romao, Professor do Magistério Superior**, em 13/05/2025, às 21:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5363198** e o código CRC **E056D3E3**.

LIVIA BRUNO DE SÁ AMORIM

**A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA EM AMBIENTE URBANO:  
identificação de problemas ambientais na cidade de São Raimundo Nonato (PI)**

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás (UFG) como requisito para obtenção do título de Mestra em Geografia do Programa de Pós-Graduação, APROVADA em 05/02/2025, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

---

**Profa. Dra. Gislaíne Cristina Luiz**  
Pós-Graduação do Instituto de Estudos Socioambientais – UFG  
Presidente da Banca

---

**Profa. Dra. Patrícia de Araújo Romão**  
Universidade Federal de Goiás – UFG

---

**Profa. Dra. Waldirene Alves Lopes da Silva**  
Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador(a).

### **Livia Bruno de Sá Amorim**

Graduada no curso de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI) - Campus Professor Ariston Dias Lima, de São Raimundo Nonato-PI (2019). Fez parte do programa de Bolsa Trabalho da IES e no programa de Monitoria remunerada nas disciplinas de Elementos de Pedologia, Hidrografia, Epistemologia Aplicada à Geografia e Elementos de Geologia. Atuou como voluntária no Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (Pronera). Em seu último ano de Mestrado no Instituto de Estudos Socioambientais, da Universidade Federal de Goiás (PPGeo/IESA/UFG), foi bolsista da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Dedico essa dissertação a meu pai e à minha mãe, os quais são os meus maiores incentivadores e fortaleza. Aos meus amados irmãos. Todos vocês são minha base!

## AGRADECIMENTOS

Chegou a um dos momentos mais esperados, o de gratidão, àqueles que contribuíram para meu amadurecimento enquanto profissional, mas principalmente, enquanto pessoa.

Antes de discorrer sobre algumas palavras, quero primeiramente agradecer a Deus por me permitir vivenciar cada momento desta pesquisa. Hoje sei que cada minuto vivido foi importante para o meu amadurecimento e crescimento, tanto como pesquisadora quanto como pessoa. Obrigada, Senhor, por todos os dias a mim concedidos!

Dito isso, agora quero agradecer aos meus pais, Vandglan Amorim e Valdinira Bruno, por serem meus apoiadores e incentivadores para a continuação de meus estudos, com toda a dedicação necessária para meu amadurecimento. Aos meus irmãos Victor Bruno, Vinicius Bruno, Diogo Bruno, Valentina Bruno, por estarem presentes em minha vida, estendo a minha cunhada Martha, a quem se tornou como uma irmã. Amo vocês!

O ano de 2022 foi um dos mais difíceis para mim e minha família, marcado por perdas de pessoas, duas pessoas amadas, uma delas foi a minha avó, Conceição Maria, a quem agradeço pelos ensinamentos. Foi um ano que deixou algumas marcas dolorosas, mas com o apoio de pessoas queridas cheguei até aqui.

Por isso, quero expressar minha gratidão aos meus familiares que residem em Petrolina de Goiás–GO, que fizeram parte desse momento acadêmico, ao me acolherem ao chegar em lugar até então desconhecido por mim, me deram todo o apoio necessário para seguir em frente. Aos demais familiares, deixo também minha gratidão, em especial ao meu primo, Rodrigo Amorim, por ter me ajudado quando precisei e pelos incentivos.

Durante o Mestrado, vivi alguns momentos especiais e outros angustiantes, como dizem “nem tudo são flores”, mas nesse momento quero lembrar dos dias bons, e neles estão as amizades que carrego desde a minha graduação. Estou falando da minha amiga Mayra Nayara, que desde então sempre esteve ao meu lado, mesmo quando separadas pela distância física, compartilhando as alegrias, conhecimento e as angústias. Os bons momentos são construídos também pelas novas amizades que a pós-graduação me deu, e a todas elas deixo minha gratidão por tornarem meus dias menos tensos.

E não poderia deixar de agradecer à Marla Ariane, que me acolheu em Goiânia - GO quando precisei e me deu o suporte que podia. Ao meu colega, Diego Ortiz, que durante o período em que convivemos, criamos boas memórias.

À minha eterna professora, Dra. Waldirene Alves Lopes da Silva, que me acompanha desde a graduação, compartilhando seus conhecimentos enquanto profissional e pessoa, quero agradecer por sempre que possível estar disposta a contribuir com suas orientações e atenção.

Agradeço também à Universidade Federal de Goiás – UFG, por ter me dado a oportunidade de fazer o mestrado, em especial ao Instituto de Estudos Socioambientais – IESA, que por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia, tem contribuído com meu crescimento profissional e me proporcionado experiências que jamais pensei.

E claro, não poderia deixar de agradecer aos professores que contribuíram com essa jornada, em especial aos meus orientadores, Dra. Gislaine Cristina, que me acompanhou em todo esse percurso, com sua orientação, dedicação e empatia, e ao meu coorientador, Dr. Ivanilton José de Oliveira, por sempre me atender quando precisei.

Por fim, mas não menos importante, quero estender minha gratidão aos cidadãos de São Raimundo Nonato – PI, por serem acolhedores e compreensíveis durante as minhas idas a essa cidade, como sempre.

**A todos, muito obrigada!**

## RESUMO

Desde a década de 1970 do século XX, que a temática socioambiental se faz presente nas discussões lançadas à sociedade (Bernardes; Ferreira, 2003). As preocupações com o meio ambiente passaram a ser presentes no âmbito mundial e local, pois o impacto ambiental atinge diferentes níveis escalares que, na maioria das vezes, afeta aqueles de maior vulnerabilidade, social e econômica. Com isso, tais preocupações ganham destaque nos grandes centros urbanos, onde a diferença entre os grupos sociais é mais visível, fato observado na segregação da população (Jacobi, 2004). Conforme o Relatório Mundial das Cidades (2022), 68% da população mundial deve tornar-se urbana até 2050, alertando para a necessidade do desenvolvimento sustentável das cidades (ONU-Habitat, 2022). Sendo assim, abordar a relação sociedade-natureza em ambiente urbano é uma das temáticas para refletir sobre os impactos ambientais a que as diferentes populações estão sujeitas, independente do grau de desenvolvimento urbano. Partindo dessa premissa, essa pesquisa foi desenvolvida na cidade de São Raimundo Nonato (SRN), trata-se de um dos principais municípios que compõem o Território de Desenvolvimento Serra da Capivara e é ponto de referência para visitar o Parque Nacional Serra da Capivara, que resguarda vestígios de que houve habitantes pré-históricos na região, sendo relevante para o conhecimento histórico da humanidade e para o setor do turismo, principal do estado do Piauí. Além disso, a cidade também oferece os serviços essenciais para as cidades vizinhas, sendo considerada, portanto, ponto de referência para a região. Outro aspecto importante a ser considerado é que o município de SRN apresenta carência de estudos no nível da pós-graduação que contribuam com o entendimento da relação ocupação e os problemas ambientais. Desta forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar os impactos ambientais associados à intervenção humana no trecho urbano do rio Piauí e, para isso, foi caracterizado o espaço geográfico urbano da cidade de São Raimundo Nonato; identificadas as mudanças no espaço urbano às margens do rio Piauí, entre os anos de 2004 e 2023; e analisados os tipos de impactos ambientais existentes no trecho desse corpo hídrico. O método de pesquisa foi a Análise Sistemática, por meio do uso do Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.) de Mendonça (2004). Foi percebido que, ao longo dos anos, o perímetro urbano do rio Piauí tem passado por alterações por meio de intervenções humanas, o que tem gerado consequências para a própria população, principalmente nos períodos em que ocorrem as chuvas no município, entre os meses de novembro e abril, momento em que ocorrem alagamentos e transtornos à população. Tal situação está associada não somente a questões naturais (relevo, solo, vegetação, hidrografia, clima), mas também à forma como os são-raimundenses têm feito o uso e a ocupação do solo, visto que é uma das cidades piauienses que iniciou a partir de fazendas voltadas à criação de gado por volta do século XVIII. Os principais problemas ambientais identificados em São Raimundo Nonato (PI) estão relacionados à degradação do rio Piauí, por meio da retirada de vegetação e ocupação desordenada das margens; a poluição por lixo e esgotos são problemas comuns na cidade, soma-se a isso, os alagamentos, que impactam a população, prejudicando a mobilidade e o comércio, bem como, colocando em risco a segurança dos são-raimundenses.

**Palavras-chaves:** Meio ambiente. Cidade de pequeno porte. Impacto Ambiental. Urbanização.

## RESUMEN

Desde la década de 1970 del siglo XX, la temática socioambiental se hace presente en las discusiones lanzadas a la sociedad (Bernardes; Ferreira, 2003). Las preocupaciones con el medio ambiente pasaron a estar presentes en el ámbito mundial y local, pues el impacto ambiental alcanza diferentes niveles escalares que, en la mayoría de los casos, afectan a aquellos menos asistidos. Con ello, tales preocupaciones ganan destaque en los grandes centros urbanos, donde la diferencia entre los grupos sociales es más visible, hecho observado en la segregación de la población menos asistida (Jacobi, 2004). Según el Informe Mundial de las Ciudades (2022), el 68% de la población mundial debe volverse urbana para 2050, advirtiendo sobre la necesidad del desarrollo sostenible de las ciudades (ONU-Hábitat, 2022). Así, abordar la relación sociedad-naturaleza en un entorno urbano es una de las temáticas para reflexionar sobre los impactos ambientales a los que las diferentes poblaciones están sujetas, independientemente del grado de desarrollo urbano. Partiendo de esta premisa, esta investigación fue desarrollada en la ciudad de São Raimundo Nonato (SRN), que es uno de los principales municipios que componen el Territorio de Desarrollo Serra da Capivara y es un punto de referencia para visitar el Parque Nacional Serra da Capivara, que resguarda vestigios de que hubo habitantes prehistóricos en la región, siendo relevante para el conocimiento histórico de la humanidad y para el sector del turismo, principal del estado de Piauí. Además, la ciudad también ofrece los servicios esenciales para las ciudades vecinas, siendo considerada, por lo tanto, un punto de referencia para la región. Otro aspecto importante a ser considerado es que el municipio de SRN presenta carencia de estudios a nivel de posgrado que contribuyan con el entendimiento de la relación ocupación y los problemas ambientales. De esta forma, la investigación tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales asociados a la intervención humana en el tramo urbano del río Piauí y, para ello, se caracterizó el espacio geográfico urbano de la ciudad de São Raimundo Nonato; se identificaron los cambios en el espacio urbano a las márgenes del río Piauí, entre los años 2004 y 2023; y se analizaron los tipos de impactos ambientales existentes en el tramo de este cuerpo hídrico. El método de investigación fue el Análisis Sistemático, mediante el uso del Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.) de Mendonça (2004). Se percibió que, a lo largo de los años, el perímetro urbano del río Piauí ha pasado por alteraciones debido a intervenciones humanas, lo que ha generado consecuencias para la propia población, principalmente en los períodos en que ocurren las lluvias en el municipio, entre los meses de noviembre y abril, momento en que ocurren inundaciones y trastornos para la población. Tal situación está asociada no solo a cuestiones naturales (relieve, suelo, vegetación, hidrografía, clima), sino también a la forma en que los sanraimundenses han hecho el uso y la ocupación del suelo, ya que es una de las ciudades piauienses que comenzó a partir de haciendas dedicadas a la cría de ganado alrededor del siglo XVIII. Los principales problemas ambientales identificados en São Raimundo Nonato (PI) están relacionados con la degradación del río Piauí, mediante la eliminación de vegetación y la ocupación desordenada de las márgenes; la contaminación por basura y aguas residuales son problemas comunes en la ciudad, a esto se suman las inundaciones, que impactan a la población, perjudicando la movilidad y el comercio, así como poniendo en riesgo la seguridad de los sanraimundenses.

**Palabras clave:** Medio ambiente. Ciudad de pequeño porte. Impacto Ambiental. Urbanización

## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: Ciclo Hidrográfico. ....  | 37  |
| Figura 2: S. A. U. - Sistema Ambiental Urbano (simplificado). ....  | 42  |
| Figura 3: Mapa de localização do município de São Raimundo Nonato (PI). ....                                | 43  |
| Figura 4: Delimitação da área de pesquisa ....  | 45  |
| Figura 5: Mapa de São Raimundo Nonato – PI.....   | 51  |
| Figura 6: Zonas Climáticas.....   | 58  |
| Figura 7: Sistema Meteorológico atuantes no Estado do Piauí. ....   | 60  |
| Figura 8: Média mensais de temperatura e precipitação. ....   | 62  |
| Figura 9: Mapa das Unidades Geomorfológicas do Estado do Piauí com destaque para São Raimundo Nonato.....   | 65  |
| Figura 10: Mapa das Unidades Geomorfológicas do Estado do Piauí com destaque para São Raimundo Nonato ..... | 66  |
| Figura 11: Mapa do Domínio Geomorfológico do Estado do Piauí com destaque para São Raimundo Nonato.....     | 67  |
| Figura 12: Mapa Hipsométrico da área municipal de São Raimundo Nonato – PI.....                             | 71  |
| Figura 13: Mapa da declividade do município de São Raimundo Nonato.....                                     | 72  |
| Figura 14: Mapa de Solo de São Raimundo Nonato – PI.....  | 75  |
| Figura 15: Mapa de Uso e Cobertura do Solo do município de São Raimundo Nonato.....                         | 80  |
| Figura 16: Trajeto do rio Piauí.....  | 83  |
| Figura 17: Localização das áreas de observação 02, 03 e 12. ....  | 86  |
| Figura 18: Mapa de declividade da área urbana e distribuição dos locais observados. ....                    | 86  |
| Figura 19: Período mais seco em São Raimundo Nonato (PI).....   | 88  |
| Figura 20: Período mais chuvoso em São Raimundo Nonato (PI).....  | 88  |
| Figura 21: Precipitação diária ocorrida em dezembro de 2013 e fevereiro de 2017.....                        | 89  |
| Figura 22: Área de Observação Ponto 1, Bairro Gavião. ....  | 90  |
| Figura 23: Vegetação na Área Urbana .....   | 91  |
| Figura 24: Vegetação Exótica. ....  | 92  |
| Figura 25: Localização dos locais 01, 02 e 03.....  | 93  |
| Figura 26: Perfil de Elevação dos Pontos 01, 02 e 03. ....  | 94  |
| Figura 27: Mosaico de fotografias tiradas nos Pontos 1, 2 e 3.....  | 96  |
| Figura 28: Mosaico de fotos do perímetro urbano do rio Piauí.....   | 98  |
| Figura 29: Registros da enchente de 2004 em São Raimundo Nonato (PI). ....                                  | 100 |
| Figura 30: Notícia no Diário Oficial do Piauí sobre as enchentes de 2004.....                               | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 31: Notícias de ruas alagadas em SRN. ....   | 102 |
| Figura 32: Perfil de Elevação dos Pontos 16 e 19. ....  | 103 |
| Figura 33: Cruzamento da Rua Avelino de Freitas (Ponto 16) e Rua Aristóteles Araújo (Ponto 19).....         | 104 |
| Figura 34: Nível da água nas ruas dos Pontos 16 e 19. ....  | 104 |
| Figura 35: Registros de alagamentos no centro urbano de São Raimundo Nonato (PI). ....                      | 106 |
| Figura 36: Enxurrada do dia 25 de janeiro de 2024 em São Raimundo Nonato. ....                              | 106 |
| Figura 37: Parte das estruturas de drenagem urbana. ....  | 107 |
| Figura 38: Mapa das áreas propensas a alagamento e inundação no ambiente urbano de São Raimundo Nonato..... | 110 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1: Dados Pluviométricos da Estação Automática São Raimundo Nonato (A345) ..... | 62  |
| Tabela 2: Classificação do Relevo.....  | 73  |
| Tabela 3: Dados de Uso e Cobertura do Solo.....                                       | 81  |
| Tabela 4: Localização das áreas observadas com a classificação da declividade.....    | 85  |
| Tabela 5: Cotas Altimétricas.....   | 108 |

## **LISTA DE QUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1: principais conceitos utilizados na análise ambiental. .... | 39 |
| Quadro 2: Formação administrativa de São Raimundo Nonato. ....       | 52 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental  
ANA – Agência Nacional das Águas  
APP – Área de Preservação Permanente  
COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastre  
CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba  
FBCN – Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza  
FLONA – Floresta Nacional  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração  
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial  
MEAN – Massa Equatorial Atlântica Norte  
MDE – Modelo Digital de Elevação  
NIMA – Agência Nacional de Imagens e Mapeamento  
ONU – Organizações das Nações Unidas  
ONU-HABITAT – Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos  
PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas  
PDI – Processamento Digital de Imagens  
PIB – Produto Interno Bruto  
PLANAP – Plano de Ação para o Desenvolvimento Integral da Bacia do Parnaíba  
PNSC – Parque Nacional Serra da Capivara  
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento  
REGIC – Regiões de Influência das Cidades  
S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano  
S.C.U. – Sistema Clima Urbano  
SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí  
SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos  
SIG – Sistemas de Informação Geográfica  
SRN – São Raimundo Nonato  
SRTM – Shuttle Radar Topography  
TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil  
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNOPS – Escritório das Nações Unidas de Serviços para Projetos

VCAS – Vórtices Ciclônicos de Ar Superior

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>21</b>  |
| <i>1.1. A interação entre o ambiente da cidade e o ambiente natural: coexistindo em um único lugar .</i>     | <i>33</i>  |
| <b>2. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>  | <b>41</b>  |
| <i>2.1. Delimitação da área de estudo .....</i>  | <i>42</i>  |
| <i>1.2. Procedimentos Metodológicos .....</i>  | <i>46</i>  |
| <b>3. PROCESSO DE OCUPAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO NONATO (PI).....</b> | <b>49</b>  |
| <i>3.1. Processo de ocupação .....</i>   | <i>49</i>  |
| <i>3.1 Características geoambientais do município de São Raimundo Nonato (PI) .....</i>                      | <i>57</i>  |
| <i>3.1.1 Clima.....</i>  | <i>57</i>  |
| <i>3.1.2 Relevo .....</i>  | <i>64</i>  |
| <i>3.1.3 Solo .....</i>  | <i>74</i>  |
| <i>3.1.4 Vegetação.....</i>  | <i>77</i>  |
| <i>3.1.5 Hidrografia.....</i>  | <i>82</i>  |
| <b>4. AS MUDANÇAS NO ESPAÇO URBANO DE SÃO RAIMUNDO NONATO: impactos no ambiente do rio Piauí. ....</b>       | <b>84</b>  |
| <i>4.1. Relevo e Vegetação na área do sítio urbano de São Raimundo Nonato (PI) .....</i>                     | <i>89</i>  |
| <i>4.2. Resíduos sólidos Impactos ambientais urbanos .....</i>   | <i>95</i>  |
| <i>4.3. A cidade e as condições naturais.....</i>  | <i>99</i>  |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>  | <b>112</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>115</b> |
| <b>APÊNDICE .....</b>  | <b>120</b> |

## INTRODUÇÃO

Desde o século passado, os problemas socioambientais vêm sendo discutidos de forma acentuada e se colocam como tema principal na pauta dos cientistas, pois preocupações com o meio ambiente passaram a ser cada vez mais evidentes, em diferentes níveis escalares, desde o nível global ao nível local, alertando para os problemas ambientais globais, como consequência do uso indiscriminado dos recursos naturais e modificação da cobertura do solo, afetando a qualidade de vida do próprio indivíduo, especialmente dos cidadãos. (Bernardes; Ferreira, 2003; Mendonça; Cunha; Luiz, 2016).

Tais questões estão sendo evidenciadas desde os finais da década de sessenta, momento em que se tornou mais evidente que o estilo de vida pautado no uso exaustivo dos recursos naturais e uso e ocupação do solo de forma intensiva e extensiva, o que implica considerar que a dinâmica dos sistemas do ambiente físico é modificada de forma a afetar a qualidade de vida dos indivíduos (Bernardes; Ferreira, 2003; Mendonça; Cunha; Luiz, 2016).

Deste modo, as discussões sobre os problemas ambientais e como estes têm afetado a vida dos indivíduos e da sociedade, especialmente daqueles que se encontram economicamente e socialmente em situação de vulnerabilidade, têm sido acaloradas, principalmente nas grandes cidades brasileiras. Contudo, é preciso direcionar atenção especialmente para as áreas urbanas em geral, pois, conforme a Organização das Nações Unidas (ONU-Habitat, 2022), mais de 50% da população mundial reside em cidades.

Assim, como as urbes de grande e médio porte, as pequenas também apresentam problemas oriundos dos impactos como consequência da ocupação e do uso do solo urbano. Sendo assim, é importante compreender os fatores e os impactos ambientais inerentes às cidades de pequeno porte, como é o caso de São Raimundo Nonato (SRN), cidade considerada pelo IBGE (2020) como de pequeno porte, situada na porção sudoeste do Piauí.

SRN é um dos principais municípios que compõem o Território Serra da Capivara, sendo inclusive sede de aglomerado. Além disso, é ponto de referência para visitar o Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC), que resguarda vestígios de que houve habitantes pré-históricos na região, sendo, portanto, objeto de pesquisas relevantes para o conhecimento histórico da humanidade. Além dos turistas que recebe, por conta do PNSC, contribuindo para o setor do turismo no estado do Piauí, a cidade também oferece os serviços essenciais para as cidades vizinhas, sendo considerada, portanto, uma cidade de grande importância na região, especialmente no âmbito da saúde, educação e na economia.

Outro aspecto relevante a ser considerado é que o município apresenta carência de pesquisas que contribuam para o entendimento da relação de sua ocupação com os correspondentes impactos ambientais positivos ou negativos.

Mediante o exposto, a pesquisa dispõe-se como objetivo geral identificar e avaliar os problemas ambientais associados à intervenção humana no trecho urbano do rio Piauí em São Raimundo Nonato (PI). Para tal fim, têm-se os seguintes objetivos específicos: I) Caracterizar o espaço geográfico urbano de São Raimundo Nonato; II) Identificar e investigar as mudanças no espaço urbano de São Raimundo Nonato às margens do rio Piauí, entre os anos de 2004 e 2023; e III) Analisar os tipos de impactos ambientais encontrados no trecho urbano do rio Piauí.

Além disso, essa situação abre um espaço para a avaliação da origem dos problemas ambientais na área urbana da cidade, pois o rio Piauí, um dos principais componentes da rede hídrica do Território Serra da Capivara, é um ambiente natural que tem passado por degradação ambiental. Esta é definida quando envolve a “erosão do solo, a extinção de espécies de vegetais e animais, a poluição de nascentes, rios, lagos e baías, o assoreamento e outros impactos prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio homem” (Guerra; Guerra, 2008, p. 184).

Por este motivo, busca-se compreender a relação sociedade-natureza neste contexto de ocupação e os problemas ambientais inerente, bem como possibilitar o direcionamento a novos olhares ao modo de dispor de seus recursos naturais, assim como avaliar os impactos ambientais decorrentes da urbanização às margens do rio, especialmente no trecho urbanizado, pois, à medida que as cidades são implantadas às margens de córregos e de rios, automaticamente há a diminuição da qualidade de vida da população que ali reside. Nesse contexto, é importante considerar que há uma configuração da cidade diretamente relacionada à forma como a população se relaciona com a natureza e como ela desenvolve suas atividades culturais, econômicas e sociais.

Desta forma, a dissertação foi dividida em quatro capítulos, sendo o Capítulo 1 intitulado **GEOGRAFIA E AS REFLEXÕES ACERCA DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS** decorrentes do processo de ocupação. À medida que os problemas ambientais, como as mudanças climáticas, a degradação dos ecossistemas e a busca pelo desenvolvimento, se tornam mais graves, a geografia fornece ferramentas teóricas e metodológicas para analisar esses problemas de forma integrada. Com isso, este capítulo apresenta discussões sobre a relação sociedade e natureza, a partir do viés geográfico. Além disso, discutem-se também os principais problemas presentes nos ambientes urbanos, visto

que se trata do espaço construído a partir dessa relação, homem e natureza, apresentada no tópico 1.1. *A interação entre o ambiente da cidade e o ambiente natural: coexistindo em um único lugar*. Enquanto o Capítulo 2: **MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**, refere-se à metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa, a qual está centrada na Análise Sistêmica (Bertalanffy, 1977). Na ciência geográfica, esta análise é muito utilizada para o estudo das paisagens, a partir dos pressupostos da Teoria do Geossistema de Georges Bertrand (1972).

Tendo isso em vista, o fato de o estudo ter como foco principal a cidade de São Raimundo Nonato, foi utilizado o Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.) elaborado por Mendonça (2004). Conforme este autor, por meio do S.A.U. é possível identificar diferentes problemas ambientais, principalmente os existentes nos ambientes urbanos. O capítulo está dividido nos seguintes tópicos: 2.1 *Delimitação da área de estudo* – aqui apresenta-se a localização do município selecionado para o desenvolvimento da pesquisa e os motivos para tal decisão, bem como a delimitação da área, sendo parte do perímetro urbano do rio Piauí, situado à margem esquerda desse curso d'água; 2.2 - *Procedimentos metodológicos* – são apresentadas as referências que sustentam a contextualização e o desenvolvimento das discussões, além dos materiais criados para facilitar a compreensão do tema abordado na dissertação.

Já o Capítulo 3, **PROCESSO DE OCUPAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO NONATO (PI)**, apresenta a discussão sobre os problemas ambientais a partir do ambiente urbano de SRN, sob a perspectiva ambiental às margens do rio Piauí. Sendo assim, no decorrer da discussão, foram apresentadas informações sobre as características geográficas e ambientais do município, objetivando caracterizar o espaço geográfico urbano, assim como compreender as mudanças no ambiente urbano ao longo do rio, entre os anos de 2004 e 2023. Isso possibilitou a identificação dos problemas ambientais resultantes da ocupação, por se constituir em uma ocupação em planície de inundação. Este capítulo foi organizado em subtópicos, que são: 3.1 *Processo de ocupação* – caracteriza o contexto histórico do município de SRN; 3.2 *Características geoambientais* – descreve os componentes físicos naturais, tais como clima, relevo, solo, vegetação e hidrografia.

O Capítulo 4, intitulado **AS MUDANÇAS NO ESPAÇO URBANO DE SÃO RAIMUNDO NONATO: os desafios ambientais na área do rio Piauí**, expõe a discussão sobre os resultados encontrados durante a pesquisa, considerando o referencial teórico e as informações acerca do município e da área urbana. Este capítulo foi estruturado em três

seções: 4.1. *Relevo e o ambiente*; 4.2 *Impactos ambientais urbanos*; e 4.3. *A cidade e as condições naturais*.

Por fim, nas **CONSIDERAÇÕES FINAIS**, apresenta-se uma síntese com as principais considerações observadas e analisadas no decorrer da pesquisa, bem como o ponto de vista a respeito da temática, nesse caso, sobre “A RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA EM AMBIENTE URBANO: identificação dos problemas ambientais na cidade de São Raimundo Nonato - PI”, título que nomeia essa pesquisa.

## **1. GEOGRAFIA E AS REFLEXÕES ACERCA DA INTERAÇÃO ENTRE SOCIEDADE E NATUREZA**

“[...] Dominar a natureza é dominar a inconstância, o imprevisível; é dominar o instinto, as pulsões, as paixões” (Gonçalves, 2021, p. 26). Tal visão está intimamente ligada à ideia de que a Natureza, em seu estado natural, é caótica e imprevisível, e que a intervenção humana é necessária para impor ordem e estabilidade. Todavia, é importante notar que a ideia de dominar a natureza é uma construção histórica e social, e não uma verdade universal. Em contexto do ambiente físico, implica em controlar e utilizar os recursos naturais para atender às necessidades humanas.

De acordo com Gonçalves (2021, p. 25), “a natureza se define, em nossa sociedade, por aquilo que se opõe à cultura”, apesar de nos apropriarmos constantemente de expressões que remetem à natureza propriamente dita, a “selvagem”, denominada pelo autor, como aquilo que se encontra no polo oposto da cultura. Como, por exemplo, utilizar, de forma pejorativa, termos que nomeiam seres que vivem nesses espaços. Em suma, a diferença entre natureza natural e natureza humana reside na forma como o ser humano se relaciona com o mundo e como transforma o ambiente ao seu redor. Assim, o conceito de natureza vai sendo construído no dia a dia das relações sociais.

As preocupações ambientais apresentam múltiplas facetas e estão profundamente arraigadas na estrutura de nossas sociedades, sendo influenciadas e impactadas por uma variedade de atividades humanas. Reconhecer e abordar essas questões são essenciais, e a Geografia surge como uma abordagem que, por meio da interdisciplinaridade, analisa as relações entre seres humanos e meio ambiente, unindo ciências social e ambiental. Ela investiga como as ações humanas afetam a Natureza e de que forma os elementos ambientais moldam as sociedades humanas.

Vale lembrar que a Geografia tem sua trajetória iniciada ainda na Antiguidade, da qual seus estudiosos apontam que as dispersões humanas pela superfície terrestre a conferiram as primeiras informações sobre as diferentes regiões do globo, em que comunidades se estabeleciam e construíam uma relação com o ecossistema existente. Conferindo à ciência geográfica um status de um ramo de conhecimentos dispersos, marcado por diversidade de conteúdos, quadro que persiste até o final do século XVIII (Sodré, 1992; Moraes, 1998). Atualmente, a Geografia se destaca como uma disciplina dedicada a compreender integradamente a relação entre Sociedade e Natureza.

O avanço da análise geográfica não só colaborou para sua organização, mas também salientou a importância de não limitar a natureza apenas às suas propriedades físicas, uma vez que a ação humana introduz novos elementos nesses cenários.

Mendonça (2004) apresentou dois momentos significativos no decorrer da evolução do pensamento geográfico, tendo em vista o enfoque ambiental. O primeiro diz respeito ao tratamento naturalista dado ao ambiente, no qual se dava mais ênfase às descrições dos aspectos físicos, sendo a questão ambiental compreendida a partir do “relevo, clima, vegetação, hidrografia, fauna e flora”, de forma independente do ser humano e das sociedades humanas. Segundo o autor, ao mesmo tempo em que levantavam esse detalhamento físico dos lugares, procuravam, simultaneamente, compreender “as suas dinâmicas e o estabelecimento de leis numa tentativa de sistematização dos conhecimentos apreendidos. [...]” (Mendonça, 2004, p. 22), isso se faz presente até meados do século XX.

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiram diversas questões que se tornaram mais evidentes, conforme observado por Mendonça (2004), ainda que de maneira gradual. Alguns países demonstraram interesse em “preservar o meio ambiente e garantir a paz como forma de relacionamento entre os homens”. Esse cenário foi o ponto de partida para o surgimento dos movimentos ambientalistas, que estão na luta desde a década de 1950 (Mendonça, 2004, p. 34).

Nesse caso mencionado, o autor destaca Estados Unidos e a Europa, o primeiro estabeleceu um amplo sistema de globalização de sua economia. Seu mercado nacional ficou protegido, enquanto explorava os mercados externos, por meio de seus setores industriais instalados nos países menos industrializados, juntamente com diversas formas de influência cultural e ideológica (Mendonça, 2004). A intensa exploração resulta na degradação do meio ambiente, o que acaba gerando uma redução na qualidade de vida da população nos países em desenvolvimento. Já o segundo momento destacado por Mendonça (2004) é quando as investigações científicas passam a relacionar as ações humanas com as questões ambientais. Iniciado já nos finais da década de 60, e segue até os tempos atuais.

A partir desta perspectiva, novos métodos passam a fazer parte da análise geográfica, em busca de explicar a complexa relação entre Sociedade e Natureza. Para isso, a análise sistêmica foi uma das principais abordagens, das quais alguns geógrafos passaram a apresentar trabalhos científicos que tratam a “natureza sob ponto de vista da dinâmica natural das paisagens em interação com as relações sociais de produção” (Mendonça, 2004, p. 61). Vale salientar que a reflexão sobre o espaço geográfico evidencia como o meio técnico-científico intermedeia a relação da sociedade com a natureza. Nesse sentido, as questões ambientais não podem ser analisadas fragmentadas, visto que “envolvem diferentes aspectos que vão do trato

que a população tem com o seu meio natural a como, ideologicamente, uma certa sociedade se estrutura” (Camargo, 2008, p.19).

Dessa forma, é pertinente à Geografia, compreender de que forma as sociedades se organizam no espaço frente às exigências da natureza, de um lado, e a capacidade técnica, ao poder econômico e aos valores socioculturais de outro, sendo de seu interesse também, entender o “processo de distanciamento entre os interesses socioeconômicos e as necessidades reais de preservação da natureza” (Ross, 2009, p. 16).

A partir do momento em que o ser humano se moderniza, inicia-se o processo de utilizar os recursos disponibilizados pela natureza, de maneiras diversas ao longo do tempo, considerando o entendimento sobre a natureza, assim como o nível de avanço das ferramentas de trabalho, essenciais para essa interação (Cassetti, 1991). Santos (1992, p. 96) destacou que os seres humanos selecionavam cuidadosamente elementos da natureza ao seu redor, como “animais, plantas, pedras, árvores, florestas, rios e formações geológicas”, visando garantir recursos essenciais para a sobrevivência. Certamente, essa realidade pertence ao passado muito longínquo.

Ao longo da história, testemunhamos um crescente afastamento entre o ser humano e a natureza que o circunda. Para Santos (1992, p. 96), esse processo se intensifica quando, quase simultaneamente, o ser humano começa a se perceber como indivíduo e dá início à transformação mecanizada do planeta, “armando-se de novos instrumentos para tentar dominá-lo. A Natureza artificializada marca uma grande mudança na história humana da Natureza”. Para o autor, a era da tecnociência nos levou ao auge desse desenvolvimento.

Santos (1992, p. 97) alerta para fato de que podemos pensar o homem como um “fator geológico, geomorfológico, climático”, sendo importante notar que, ao “contrário dos acidentes naturais que são eventos momentâneos, a ação humana tem efeitos continuados, e acumulativos, graças aos modelos de vida adotado pela humanidade”. Segundo o autor, isso resulta aos

graves problemas de relacionamento entre a atual civilização material e Natureza. Assim, o problema do espaço humano ganha, nos dias de hoje, uma dimensão que ele não havia obtido jamais antes. Em todos os tempos, a problemática da base territorial da vida humana sempre preocupou a sociedade. Mas nesta fase atual da história tais preocupações redobram, porque os problemas também se acumularam (Santos, 1992, p. 97).

Segundo Gonçalves (2021), ao colocar a ciência e a técnica como protagonistas da existência humana, a natureza passa a ser encarada apenas como um recurso a ser controlado e explorado, deixando de lado qualquer abordagem que busque integrá-la de maneira orgânica e/ou sistêmica. A civilização industrial estabeleceu o distanciamento do ser humano em relação

à natureza. Em relação ao distanciamento entre homem e natureza, esta é abordada por Caseti (2009) a partir da natureza externalizada, que tem suas raízes na visão mitológica da “natureza hostil”. Para este autor, a procura em superar os desafios impostos pela natureza é a evidência desse afastamento, conduzindo a vontade do homem em dominar a natureza.

Caseti (2009, p. 147) explica que, em um primeiro momento, a idealização da concepção de “natureza externalizada visa a legitimação da apropriação privada dos meios de produção, imprescindível à reprodução do capital”. Quanto ao conceito de “natureza hostil externalizada, fundada no princípio baconiano de ‘conhecer a natureza para dominá-la’, induz ao processo de apropriação espontaneísta dos recursos com o advento dos novos conhecimentos científicos e tecnológicos”.

O próprio conceito do que seja Natureza é algo concebido pelo homem e, nesse sentido, Gonçalves (2021, p. 23) expõe que “toda sociedade cria, inventa, institui uma determinada ideia do que seja natureza”, em que “[...] Constitui um dos pilares através do qual os homens erguem as suas relações sociais, sua produção material e espiritual, enfim, a sua cultura”. Assim como esse autor, Camargo (2008, p. 27) também contribui com tal afirmativa ao dizer que:

Construir o conceito do que é a realidade significa buscar na teoria a ideia fixa do que pretende ser concreto. No caso da criação do conceito de meio ambiente, esse processo está intimamente ligado à maneira como cada etapa da humanidade verifica essa questão, pois cada época e cada sociedade possuem um conjunto de verdades que dimensionam sua realidade.

Ponderando sobre tais afirmações, a interação entre Sociedade e Natureza está intrinsecamente ligada às demandas humanas. A Natureza se torna pertinente somente quando contribui para o progresso da sociedade, neste caso, enquanto recurso. Na Geografia, sempre estiveram presentes em seus estudos.

De acordo com Gonçalves (2021), a natureza e a cultura são frequentemente vistas como opostas pela sociedade, sendo que a cultura é comumente considerada superior e capaz de controlar a natureza. No entanto, no decorrer da história humana, já vivenciamos os impactos ambientais causados por este pensamento, uma vez que a tentativa de dominar o imprevisível (Natureza) leva à busca de um novo equilíbrio, em contrapartida, o próprio homem sofre as consequências, sejam elas positivas ou negativas. Como bem lembrado por Gonçalves (2021), é durante os períodos de crises que os diferentes segmentos da sociedade refletem sobre seu modo de ser.

Nos anos 70 do séc. XX, houve uma conscientização crescente sobre questões ambientais, especialmente diante dos impactos em nível global, à medida que se percebiam os

impactos prejudiciais que os seres humanos podem causar ao meio ambiente, especialmente aqueles que controlam os meios de produção e os transtornos à população atual e futura. Isso foi amplamente discutido em diversos congressos, alertando para a urgência de mudanças (Bernardes; Ferreira, 2003; Cunha; Coelho, 2003).

Tais questões, até hoje, continuam exigindo preocupações, como vêm sendo alertado por algumas lideranças, de que o mundo está passando por “três crises ambientais simultâneas – a climática, a de biodiversidade e a de poluição”, como alerta António Guterres, Secretário-Geral das Organizações das Nações Unidas (ONU). No ano de 2021, Guterres ressaltou que ainda há tempo para combater o aumento da temperatura do planeta, mas para isso é preciso reduzir a poluição e agir imediatamente, pois a cada ano aumentam as chances de os problemas ambientais causados pelo homem se tornarem irreversíveis (Save Cerrado, 2021). Contudo, o ano de 2023 foi um ano atípico, pois a temperatura do mundo se apresentou 1,5°C superior à média do planeta, aspecto esperado pelos cientistas para o final do século XXI (IPCC, 2023).

Não tem como falar sobre as questões ambientais sem mencionar as primeiras conferências realizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente, acontecidas na cidade de Estocolmo em 1972, capital da Suécia. De acordo com Bernardes e Ferreira (2003), esse evento ocorreu a partir das denúncias realizadas pelos movimentos ambientalistas, geração da década de 1970, em relação à degradação ambiental decorrente de atividades industriais, como o impacto ambiental ocorrido na baía de Minamata, no Japão, que prejudicou a saúde de várias pessoas e a biota aquática.

Aproximadamente 20 anos depois da Conferência de 72, ocorreu a segunda mais importante conferência organizada pela ONU no Rio de Janeiro. A cidade brasileira sediou em 1992 a Conferência de Meio Ambiente e Desenvolvimento, popularmente conhecida como ECO 92, sendo “a marca da internacionalização definitiva da proteção ambiental e das questões ligadas ao desenvolvimento” (Bernardes; Ferreira, 2003, p. 36).

A Conferência foi finalizada com “importantes acordos ambientais globais da história: as Convenções do Clima e da Biodiversidade; a Agenda 21; a Declaração do Rio para Meio Ambiente e Desenvolvimento; e a Declaração de Princípios para Florestas” (Cordani; Marcovitch; Salati, 1997, p. 399). A partir disso, líderes de todo o mundo reconheceram que “a natureza interdependente e integral a Terra, nosso lar”. Diante disso, o primeiro princípio declarado foi que “os seres humanos estão no centro das preocupações com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza” (Declaração do Rio de Janeiro, 1992, p. 154).

Conforme Soffiati (2020, p. 165), não é nada recente que o ser humano seja responsável por desencadear crises ambientais, no entanto, elas se diferenciavam das que experienciamos atualmente, pois se tratava de crises “localizadas e reversíveis, que resultavam de uma exploração da natureza além do seu limite. Mas, cessada a ação exploradora, a natureza se recompunha lentamente [...]”. Para o autor, as atuais diferem das demais por serem de natureza global.

À face do exposto, as questões ambientais abrangem uma ampla gama de preocupações que afetam o ambiente natural e suas complexas relações com as sociedades humanas. Estas questões não são apenas ecológicas, mas também profundamente interligadas com fatores econômicos, culturais, sociais e políticos. Dessa forma, o impacto da humanidade sobre o ambiente está intimamente relacionado à forma e intensidade com que utilizamos seus recursos.

Conforme Soffiati (2020, p. 166), a crise ambiental decorre da transgressão das fronteiras de resiliência da natureza. Para ele, “[...] a economia capitalista globalizada supera os limites e a tendência natural do ambiente terrestre em restabelecer a resiliência, ou mesmo a incapacidade de restabelecimento, inviabilizando a economia”. Em síntese, as crises ambientais não afetam somente os espaços que correspondem à Natureza, mas ainda o meio social e econômico do mundo em que vivemos.

No Brasil, as preocupações com o ambiente começaram a ganhar destaque a partir do século XX, quando as políticas públicas relacionadas às questões ambientais começaram a ser discutidas. Durante o período colonial, a legislação se concentrava principalmente na conservação das florestas, mananciais e controle da pesca. Desde o século XVIII, já se notava a presença de intelectuais e políticos que se opunham ao desmatamento e à agricultura predatória. Nesse mesmo período, surgiram demandas por ações que visassem combater a degradação da Mata Atlântica, presente em partes do sul, sudeste e nordeste do país (Cunha; Coelho, 2003).

A década de 30 foi marcada por políticas abrangentes no campo ambiental, que inicialmente tinham um foco setorial, mas que acabaram resultando na criação de ações direcionadas à preservação da Natureza. Esse movimento se intensificou devido ao processo de industrialização e urbanização que o Brasil estava vivenciando na época (Cunha; Coelho, 2003).

A política ambiental brasileira foi disposta, conforme Cunha e Coelho (2003), em três etapas distintas. Na primeira, de 1930 a 1971, houve um foco na formação das leis para regular o uso dos recursos naturais. Nesse período, importantes documentos foram introduzidos, como o Código Florestal; o Código das Águas e de Minas; a criação da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN); o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, entre

outras medidas regulatórias. Também nessa fase, ocorreu a inauguração do primeiro parque nacional, o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, e o estabelecimento da primeira Floresta Nacional na Amazônia, a FLONA de Caxuanã. Ao longo desse tempo, cerca de 26 unidades de conservação foram criadas, incluindo algumas na região da Mata Atlântica.

A segunda fase histórica, de 1972 a 1987, foi caracterizada pela intervenção estatal e pela percepção da crise ecológica. Já a terceira etapa do contexto histórico da política ambiental, que se estende desde 1988 até o presente, foi caracterizada pela democratização, descentralização das decisões e difusão da ideia de desenvolvimento sustentável (Cunha; Coelho, 2003). Ou seja, na década de 80, já havia políticas que buscavam garantir a qualidade ambiental brasileira, com vistas à qualidade de vida da sociedade.

Em 1988, a Constituição Federal reservou um capítulo (Capítulo VI – Do Meio Ambiente) ao assunto, cujo Art. 225 diz que “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, 2024, p. 198).

Posto isto, é relevante discutir sobre as questões ambientais nos espaços urbanos, visto que, no Brasil, de acordo com Mendonça, Cunha e Luiz (2016), vários problemas resultantes da relação sociedade e natureza se destacaram após a década de 1960, com o aumento da população urbana. Os autores pontuam o estudo realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) de 1997, que afirma que os problemas ambientais urbanos resultam a partir da interação dos subsistemas natural, o construído, e o humano/social. Conforme os estudos,

as dinâmicas a eles associadas revelam precariedade, esgotamento, deterioração e contaminação, posto que são marcadas por pressões sociais que incrementam a opulência e aumenta a pobreza, donde compreender tais problemas como intrinsecamente associados aos processos de produção e reprodução do espaço urbano, especialmente em países não desenvolvidos (Mendonça; Cunha; Luiz, 2016, p. 334).

Os autores destacam que, diante das questões ambientais urbanas, alguns temas têm chamado a atenção dos pesquisadores, os quais são: risco e vulnerabilidade. Estes termos estão relacionados ao crescimento rápido e desordenado das cidades, influenciados pela ausência de planejamento e pela intensa especulação imobiliária. Essa situação faz com que essas áreas se tornem cada vez mais propensas a diversos tipos de riscos, resultando em diferentes formas de vulnerabilidade. Conforme os autores, podemos falar em Vulnerabilidade Socioambiental

quando as origens de uma determinada ameaça não são naturais, mas surgem a partir da interação entre os fatores do ambiente natural e uma sociedade em questão.

Vale destacar que a vulnerabilidade pode ser compreendida “enquanto condição de uma determinada população que está sujeita, vulnerável, sensível a determinadas situações de riscos” (Mendonça; Cunha; Luiz, 2016, p. 339). Ou como

[...] la incapacidad de una comunidad para "absorber", mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su "inflexibilidad" o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad. (Wilches-Chaux, 1993 p. 17).

A situação de risco está, assim, relacionado à percepção do perigo, como afirma Veyret (2007, p. 11), só existe

[...] em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer efeitos. [...] O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal.

Vulnerabilidade e risco são distintos, pois:

o risco representa um perigo para um ambiente ou população envolvida de forma mais generalizada; já a vulnerabilidade é diferenciada segundo ambientes ou populações mais propensos ou suscetíveis a determinados riscos em decorrência de suas condições presentes (Mendonça; Cunha; Luiz, 2016, p. 341).

Ante o exposto, Veyret (2007) distingue risco ambiental e o socioambiental, explicando que o primeiro ocorre quando um determinado acontecimento está relacionado a fatores naturais, ao passo que o segundo termo está associado à influência humana, ou seja, quando determinado grupo se encontra exposto ao risco de algum evento de ordem natural devido à forma de ocupação e uso do solo. De modo geral, os riscos ambientais surgem quando os riscos naturais se combinam com os intensificados pelas atividades humanas e pela ocupação do território. No entanto, um fenômeno só pode ser considerado como risco ou perigo se houver a presença de um indivíduo ou grupo social (Wilches-Chaux, 1993; Veyret; Richemond, 2007).

*1.1. A interação entre o ambiente da cidade e o ambiente natural: coexistindo em um único lugar*

O Relatório Mundial das Cidades do ano de 2022, publicado pela ONU-Habitat (Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos), aponta que a população urbana continua crescendo e que, até 2050, 68% da população mundial será urbana. Segundo o relatório, o futuro das cidades está ligado a diversidade do ambiente urbano, que transforma segundo a “natureza e escala da urbanização, tamanho demográfico, configuração socioespacial dos assentamentos, composição econômica e vínculos com a economia global, grau de informalidade, cultura, desafios locais e sistemas políticos e institucionais [...]”<sup>1</sup>. A urbanização é desigual e requer diferentes abordagens, mas há convergências em alguns pontos. Os centros urbanos promovem progresso e incorporam avanços tecnológicos para enfrentar desafios (ONU-Habitat, 2022, p. 9).

Conforme a referida publicação, os países de baixo desenvolvimento estão mais vulneráveis a diversos fatores, entre eles, a climática. As mudanças climáticas e outras emergências ambientais se entrelaçam com os impulsionadores da disparidade nas cidades, afetando a habilidade, impactando a capacidade das pessoas de prever, reagir e adquirir resiliência diante desses eventos.

Os impactos climáticos e outras crises ambientais interagem com os fatores de desigualdade urbana, afetando a capacidade das pessoas de prever o impacto, responder e se recuperar deles. Lidar com riscos futuros - inclusive riscos ambientais - tornou-se uma das principais preocupações dos governos locais e de outros atores urbanos, gerando diversas respostas. [...] <sup>2</sup> (ONU-Habitat, 2022, p.22)

Segundo o relatório, a população dos países de baixa renda está crescendo mais rapidamente que os países desenvolvidos, sendo esperado que ultrapasse os 700 milhões até 2070. Tendo isso em perspectiva, o planejamento territorial urbano é importante, uma vez que as pequenas cidades, com menos de 250 mil habitantes, correspondem a aproximadamente 45% da área urbana nos países emergentes e ainda em processo de desenvolvimento, sendo oportunas para encaminhá-las ao desenvolvimento sustentável (ONU-Habitat, 2022).

---

<sup>1</sup> The future of cities is inextricably linked to the diversity or plurality of the urban context, which varies in terms of the nature and scale of urbanization, demographic size, sociospatial configuration of settlements, economic composition and linkages to the global economy, degree of informality, culture, local challenges, and local political and institutional systems. [...] (ONU-HABITAT, 2022, p. 9).

<sup>2</sup> Climate impacts and other environmental crises interact with drivers of urban inequality, affecting people’s capacity to anticipate the impact, then respond and recover from them. Dealing with future risks—including environmental risks— has become one of the main concerns for local governments and other urban-based actors, eliciting diverse responses. [...] (ONU-HABITAT, 2022, p.22)

De acordo com Jatobá (2011), a urbanização tende a produzir impactos ambientais, por conta da aglomeração de pessoas em um espaço limitado, muitas vezes em espaços sujeitos a riscos naturais como deslizamento; inundação; erosão e, o desenvolvimento de atividades econômicas neste ambiente. Para o autor, apesar de existirem outras atividades impactantes ao ambiente, a urbanização merece uma análise especial, isto porque tem a capacidade de produzir impactos de forma concentrada e estender para além de seus limites.

Jatobá (2011), destaca que os sítios urbanos podem até serem vistos como ambiente sustentável em quesito de ocupação do solo, no entanto, a produção de impacto ambiental vai além da ocupação da superfície, pois envolve também o modelo de consumo e a produção de rejeitos, podendo demandar mais recursos naturais, algumas vezes extrapolando os limites da urbe. Conforme o autor, quanto mais urbanizada, mais recursos naturais serão solicitados.

Em sua concepção, já houve mudanças em certos padrões relacionados à urbanização. É observado que as regiões em vias de desenvolvimento são as que mais se urbanizam, entretanto, de maneira desigual, caracterizadas por altos índices de pobreza e infraestruturas precárias e com elevado nível de segregação, conseqüentemente, as mais afetadas pelos impactos ambientais. Jatobá (2011), afirma que as populações urbanas são as que têm mais chances de serem acometidas pelos desastres ambientais, uma vez que a urbanização altera as condições naturais, gerando possibilidade aos desastres ambientais, de acordo com a configuração do sítio urbano.

Conforme Maffra e Mazzola (2007, p. 10), no Brasil, os desastres ambientais estão associados às questões climáticas, geralmente, sendo mais comum “as enchentes, a seca, a erosão e os escorregamentos ou deslizamentos de terra [...]”, resultando em perdas humanas e bens materiais. Neste quesito, as pessoas em condições social e econômica de maior vulnerabilidade estão mais sujeitas a situações de riscos, principalmente as de baixa renda por ser a parcela da população que ocupa áreas de menor valor de mercado imobiliário. É esta parcela da população que está exposta aos problemas associada à intensificação dos processos de “enchentes, escorregamentos de encostas, contaminação do solo e das águas” e dentre outros (Jacobi, 2004, p 170).

Para Jacobi (2004), parte dos problemas ambientais urbanos resulta, principalmente, da precariedade dos serviços e da omissão do poder público, mas também parte do descuido e/ou desinteresse da própria população. Por outro lado, há de se destacar que o solo urbano se transformou em mercadoria, onde a população de menor poder aquisitivo consegue adquirir suas propriedades justamente em áreas que se configuram como situações de risco, como áreas de encostas muito inclinadas e planície de inundação, justamente por constituir áreas de menor

valoração, portanto, as cidades refletem espacialmente a segregação em conformidade com o poder aquisitivo do indivíduo.

Tendo em vista que o ambiente pode ser compreendido como, segundo Sánchez (2008, p. 21), um espaço “onde a sociedade extrai os recursos essenciais à sobrevivência e os recursos demandados pelo processo de desenvolvimento econômico. [...]” e como o “meio de vida, de cuja integridade depende a manutenção de funções ecológicas essenciais à vida. [...]”. Para este autor, as “ações humanas repercutem sobre as pessoas, quer no plano econômico, quer no social, quer no cultural” (Sánchez, 2008, p.23), nos quais a implantação de uma determinada atividade ou empreendimento pode gerar situações adversas ao ambiente e àqueles que participam dele.

Para Mendonça (2004), muitos desafios ambientais surgem da exaustão dos recursos naturais essenciais para a vida humana, tornando a sociedade vulnerável quando os processos naturais são modificados pela ação humana. Conforme estudos sobre as situações de risco criadas ou provocados pela atividade humana, Veyret e Richemond (2007, p.69) afirmam que “a poluição do ar, da água, dos solos também podem ser fonte de riscos”, geralmente produzido pela urbanização.

O Panorama Global do Manejo de Resíduos (Global Waste Management Outlook 2024), do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), alerta para o crescimento da produção de resíduos sólidos urbanos, um dos problemas presente na maioria das cidades. Consoante o apresentado pela ONU, como a população urbana consome e descarta os resíduos, interfere diretamente na “quantidade de energia e matérias-primas utilizadas e a quantidade de resíduos gerados”. Dessa forma, a produção de lixo urbano influencia diretamente “nas crises climáticas, da poluição e perda de biodiversidade”<sup>3</sup> (PNUMA, 2024, p. 9).

Conforme o relatório, a produção de resíduos sólidos está intrinsecamente relacionada ao Produto Interno Bruto (PIB)<sup>4</sup> dos países. Normalmente, quanto mais ricos os países se tornam, mais industrializados e urbanizados são. Com isso, “os padrões de habitação e consumo mudam e uma ampla variedade de produtos se torna disponível no mercado” intensificando a produção de resíduos sólidos (PNUMA, 2024, p. 15). Atualmente, sabemos que não existem fronteiras para o desgaste ambiental, em que pode atingir o planeta a partir de variadas escalas, desde local a global.

---

<sup>3</sup> Municipal waste is generated wherever there are human settlements. It is influenced by each person in the world, with every purchasing decision, through daily practices and in the choices made about managing waste in the home. The way people buy, use and discard materials determines the amount of energy and raw materials used and how much waste is generated. Municipal waste is thus intrinsically linked to the triple planetary crisis of climate change, pollution and biodiversity loss. (PNUMA, 2024, p. 9)

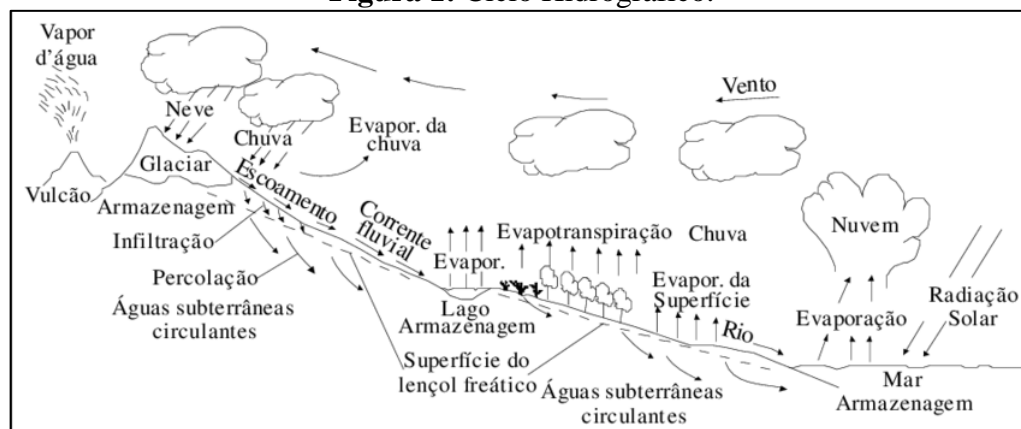
<sup>4</sup> É a soma de todos os bens e serviços de um país, estados ou cidades, durante um período. (IBGE).

Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), as alterações climáticas poderão afetar de diferentes formas as regiões do país, como, por exemplo, o Nordeste brasileiro, que pode ser uma das mais vulneráveis devido aos baixos índices de desenvolvimento social e econômico. Em relação às condições climáticas da região, o Semiárido nordestino, futuramente, pode se tornar em região árida, devido ao aumento da temperatura, colocando em situação de risco a “agricultura de subsistência regional, a disponibilidade de água e a saúde da população, obrigando as mesmas a migrarem para outras regiões” (PBMC, 2013, p. 10).

De acordo com o Painel Brasileiro sobre Mudanças Climáticas (2016, p. 11), as cidades têm relação direta com as mudanças climáticas, pois são responsáveis pelo “[...] aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas de calor, inundações, escassez de água e alimentos, acidificação dos oceanos e eventos extremos”. No Brasil, muitas cidades já apresentam questões ambientais decorrentes dos modelos de crescimento e alteração das paisagens e estão sujeitas aos impactos dos eventos extremos, comuns mediante as mudanças climáticas.

Ainda conforme o PBMC (2016, p. 11), as mudanças extremas no ciclo hidrológico causadas pelo aquecimento global podem intensificar os perigos já presentes, “como enchentes, deslizamentos de terra, ondas de calor e limitações de água potável”. Eventos extremos nas cidades frequentemente desencadeiam inundações e alagamentos, os quais sobrecarregam o sistema de drenagem urbana, causando transtornos, como o fechamento de ruas e danos a propriedades (PBMC, 2016).

É de consenso que a água pode ser encontrada no planeta de diferentes formas (sólido, líquido e gasoso), se fazendo presente na atmosfera, na superfície terrestre, no subsolo e nos oceanos, e sua dinâmica que forma o ciclo hidrográfico, caracterizada pelos seguintes processos: evaporação; condensação; precipitação; interceptação; infiltração; e escoamentos (Machado; Torres, 2012). Observe a Figura 1.

**Figura 1: Ciclo Hidrográfico.**

Fonte: Machado; Torres, 2012, p. 27.

De acordo com Machado e Torres (2012), as ações humanas provocam alterações no ciclo natural da água por meio dos desmatamentos, dos processos urbanos e da crescente impermeabilização do solo. A retirada da vegetação interfere no ciclo hidrológico especialmente por meio do processo de interceptação da água da chuva, infiltração e escoamento superficial (*runoff*). A interceptação tem como função reter a água precipitada e diminuir a força cinética até atingir o solo, que por sua vez contribui com a redução de erosões provocada pelas gotículas e diminuição da energia cinética da água superficial. Quanto ao processo de urbanização, de acordo com Tucci (2005, p.65), produz impacto através da impermeabilização do solo gerado pelos

telhados, ruas, calçadas e pátios, a água que infiltrava, passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar através de superfícies impermeáveis, condutos e canais, exigindo maior capacidade de escoamento e aumento das seções e declividade do conduto ou canal.

Com isso, ocorrerá a redução da infiltração, contribuindo para a redução no nível freático; o aumento da água escoada pela superfície e da velocidade do escoamento superficial, o que propicia potencialização processos como alagamento, inundação e elevado escoamento superficial concentrado com maior força de energia cinética.

Os alagamentos tendem acontecer em “áreas planas, com depressões ou fundos de vale, onde o solo está totalmente impermeabilizado, as redes de drenagem comprometidas e com um sistema pluvial incapacitado de comportar fortes chuvas” (Grilo, 1992 *apud* Estevam; Santos, 2020, p. 25). Esteves (2011, p. 185), explica que, considerando o relevo, é possível que ocorra alagamento das áreas situadas nos pontos mais baixos em relação às áreas vizinhas. Em terrenos

planos, o fluxo “superficial é mais lento do que nos locais com declividade acentuada, podendo acumular água”.

Corroborando com Tucci (2005), de que as áreas de declividades acentuadas aumentam a velocidade do escoamento, mas quando a declividade diminui, a capacidade de escoamento também diminui, podendo resultar em alagamentos. Para este mesmo autor, tais episódios podem estar relacionados a um comportamento natural dos cursos de água “ou ampliados pelo efeito de alteração produzida pelo homem na urbanização pela impermeabilização das superfícies e a canalização dos rios” (Tucci, 2003, p. 45).

Diante disso, os problemas ambientais urbanos não se apresentam apenas nas grandes cidades, mas também nas pequenas cidades, como por exemplo, explica Tucci (2002, p. 7), nas cidades de pequeno porte, tende ser comum o uso de fossa séptica para o destino do esgoto, e quando a cidade cresce sem investimento do poder público no sistema de saneamento, “a saída do esgoto de cada propriedades é ligada à rede de esgotamento pluvial sem nenhum tratamento. Este escoamento converge para os rios urbanos e o sistema fluvial de jusante gerando os conhecidos impactos na qualidade da água”.

Conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastre (Cobrade), a ocorrência de alagamentos é provocada pela intensidade das chuvas, resultando na sobrecarga dos sistemas de drenagem nas áreas urbanas. Consequentemente, as estruturas urbanas, como ruas e calçadas, ficam comprometidas pelo acúmulo de água. Enquanto as inundações acontecem quando a água ocupa além dos limites habituais de um corpo hídrico e o transbordamento ocorre gradualmente, muitas vezes desencadeado por chuvas contínuas em áreas de planície (Brasil, 2022).

Frente aos desafios ambientais urbanos, em geral, no Brasil, busca-se proteger a função ambiental e evitar a ocupação de áreas que podem se configurar em situação de risco, mediante políticas públicas e outros mecanismos, como as leis. A legislação ambiental brasileira reconhece a importância da preservação de áreas que estariam naturalmente suscetíveis a eventos perigosos, caso haja a intensificação dos processos que ali ocorrem. Para isso, um dos mecanismos utilizados são Áreas de Preservação Permanente (APPs)<sup>5</sup>, mesmo em zonas urbanas. Contudo, não observamos o cumprimento de tais leis, pois, nos centros urbanos, a pressão do mercado imobiliário acaba por conseguir que os gestores públicos das cidades cedam e as construções ocorram mesmo em áreas em que as leis resguardam.

---

<sup>5</sup> Lei N° 4. 771 - São “área protegida [...], coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2010, p. 28).

Segundo a Legislação Ambiental de 1965, em ambientes urbanos é de responsabilidade do poder público municipal organizar em seu plano diretor e nas leis de uso e ocupação do solo segundo os princípios e limites estabelecidos pelo Artigo 2º, do Código Florestal, nos quais estabelece áreas de preservação permanente, as florestas e outras formas de vegetação localizadas: ao longo de rios; ao redor de lago, lagoas e reservatórios; nas nascentes; no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas, com declives superiores a 45°; nas restingas; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas; em altitude superior a 1.800 metros (Brasil, 2010).

Considerando isso, uma das formas de analisar os impactos ambientais consiste em compreender de que maneira as ações humanas afetam os processos naturais, tendo em vista que impacto ambiental pode ser entendido como alteração gerada no ambiente por meio da ação humana, sendo ela benéfica ou não. Nesse processo, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é importante, uma vez que consiste em prever as consequências futuras geradas por uma ação humana. Sánchez (2008) trata esse termo como dano ambiental, que envolve a comparação entre a situação ambiental atual e uma que possivelmente tem existido no passado.

Ante o exposto, é considerável os esclarecimentos de alguns termos utilizados ao se tratar das questões ambientais, tais como: poluição; impacto ambiental; e degradação ambiental. O quadro a seguir apresenta as definições conforme Sánchez (2008).

**Quadro 1:** principais conceitos utilizados na análise ambiental.

| <b>TERMOS</b>                  | <b>DEFINIÇÕES</b>  |
|--------------------------------|--|
| Poluição                       | Introdução no meio ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos. |
| Impacto Ambiental              | Alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana.          |
| Degradação Ambiental           | Qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou alterações adversa da qualidade ambiental.       |
| Diagnóstico Ambiental          | Descrição das condições ambientais existentes em determinada área no momento presente.   |
| Avaliação de Impacto Ambiental | Processo de exame das consequências futuras de uma ação presente ou proposta.  |

Fonte: Sánchez, Luis Enrique, 2008, p. 42-43. Organizado pelos autores.

A relevância dos estudos ambientais vai além da aprovação de novos empreendimentos em uma região específica. Eles também são fundamentais para o progresso urbano, considerando que diversas cidades se originam ao redor de recursos naturais que devem ser protegidos, como os corpos d'água. De modo geral, a avaliação ambiental busca analisar os impactos que possam causar a degradação da qualidade ambiental, para isso, alguns procedimentos são adotados. Na situação de uma área urbana, é possível considerar o

planejamento territorial, que, a partir dos planos de ocupação do solo, busca ordenar as formas de ocupação do espaço urbano. Contudo, tais medidas são insuficientes nas grandes, médias e pequenas cidades brasileiras, as quais apresentam situações de riscos caso ocorra a ocupação sem considerar os condicionantes do ambiente físico.

É nesse contexto, que a pesquisa que ora se apresenta buscou compreender os principais desafios ambientais na cidade de São Raimundo Nonato, que se organizou ao longo das margens do rio Piauí. Em dias de chuva é recorrente as principais vias comerciais do centro urbano serem alagada, pela falta de um sistema adequado de drenagem.

## 2. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Preconizada por Ludwig Von Bertalanffy, a Análise Sistêmica desenvolveu princípios gerais aplicáveis em qualquer sistema, seja ele de natureza física, biológica ou sociológica. As pesquisas desenvolvidas no escopo teórico da Teoria Sistêmica buscam compreender as relações existentes entre os sistemas. Sob essa perspectiva, um sistema é definido como um conjunto de elementos complexos que interagem entre si (Bertalanffy, 1977).

No campo da Geografia, a análise sistêmica é empregada nos estudos da paisagem, como posto por Georges Bertrand (1972), a partir do Geossistema. A proposta sistêmica compreende a paisagem sendo mais que a soma dos elementos. Conforme o autor, determinada área do espaço pode-se afirmar que a paisagem é resultante de uma combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e humanos. Esses elementos reagem entre si de maneira dialética, tornando a paisagem uma entidade única e inseparável, em constante evolução. Todavia, não envolve apenas a paisagem Natural, mas a paisagem como um todo, englobando todas as implicações da ação humana (Bertrand, 2004).

Dessa forma, Geossistema representa uma dimensão consistente em algumas centenas de quilômetros quadrados. É nessa escala que ocorrem a maioria dos fenômenos de interação entre os elementos da paisagem e onde se desdobram as combinações dialéticas mais fascinantes para o geógrafo, pois são compatíveis com a escala humana (Bertrand, 2004).

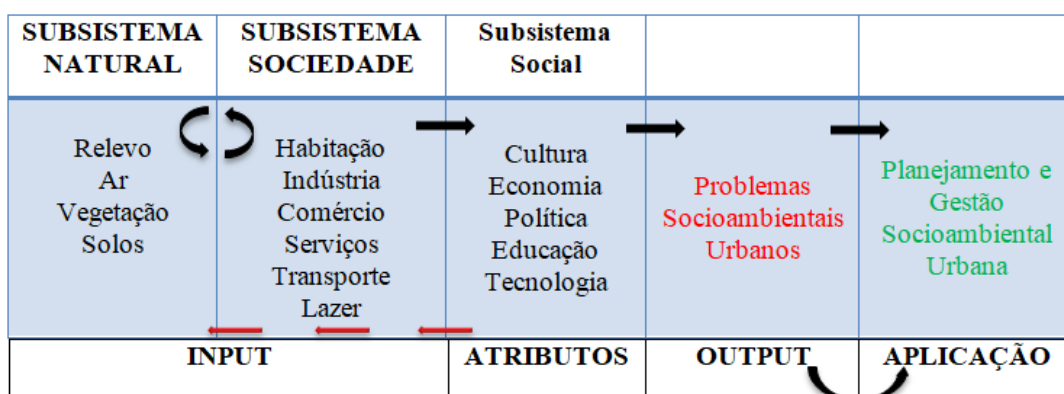
Tendo em vista a Teoria da Análise Sistêmica, no estudo realizado no âmbito desta pesquisa, foi utilizada a proposta metodológica do Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.), concebida por Mendonça (2004), por entender que tal proposta é concernente à Teoria Sistêmica. Para Mendonça, a urbe “[...] não é somente uma construção humana; ela é esta construção somada a todo suporte que a precedeu – Natureza – mais as atividades humanas” (Mendonça, 2004, p. 185). Nesse contexto, o referido autor apresenta proposta, considerando a perspectiva sistêmica, como uma das abordagens que visa buscar soluções para os problemas socioambientais urbanos.

Conforme o referido autor, sua proposta trata de um aperfeiçoamento entre o Sistema Clima Urbano (S.C.U.) concebido por Monteiro em 1976 e o Sistema Ecológico Urbano proposto pelo PNUD/UNOPS (1997). O S.A.U. está caracterizado por um sistema complexo e aberto, constituído pelos fluxos de matéria e energia.

É constituído pela combinação do Subsistema Natureza (relevo, ar, vegetação e solos) e o Subsistema Sociedade (habitação, indústria, comércio, serviços, transporte, lazer), formando

o **input** (entrada), enquanto o Subsistema Social (cultura, economia, política, educação, tecnologia), dinamizador do sistema, caracteriza os **atributos**. As manifestações da natureza também se apresentam como elementos de grande importância para dinamizar o S.A.U. O resultado, que seriam os problemas socioambientais urbanos, da interação desses subsistemas é apresentado no **output** (resultado), neste caso, dos problemas socioambientais resultantes da interação. Por fim, a aplicação de possíveis soluções para as questões encontradas. (Mendonça, 2004, grifo nosso). (Figura 2).

**Figura 2:** S. A. U. - Sistema Ambiental Urbano (simplificado).



Fonte: Mendonça (2004). Adaptado por Amorim, L. B. S. (2024).

O estudo na cidade é de suma importância para o reconhecimento dos impactos urbanos no âmbito da Análise Sistêmica. Para isso, o Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.) foi, nesta pesquisa, utilizado na identificação dos problemas ambientais, decorrentes do processo de urbanização às margens do principal curso d'água da cidade de São Raimundo Nonato, o rio Piauí. Além disso, trata-se de um olhar geográfico frente a essas questões, visto que tais problemas costumam ter maior relevância atribuída quando passam a interferir de modo negativo no dia a dia da sociedade.

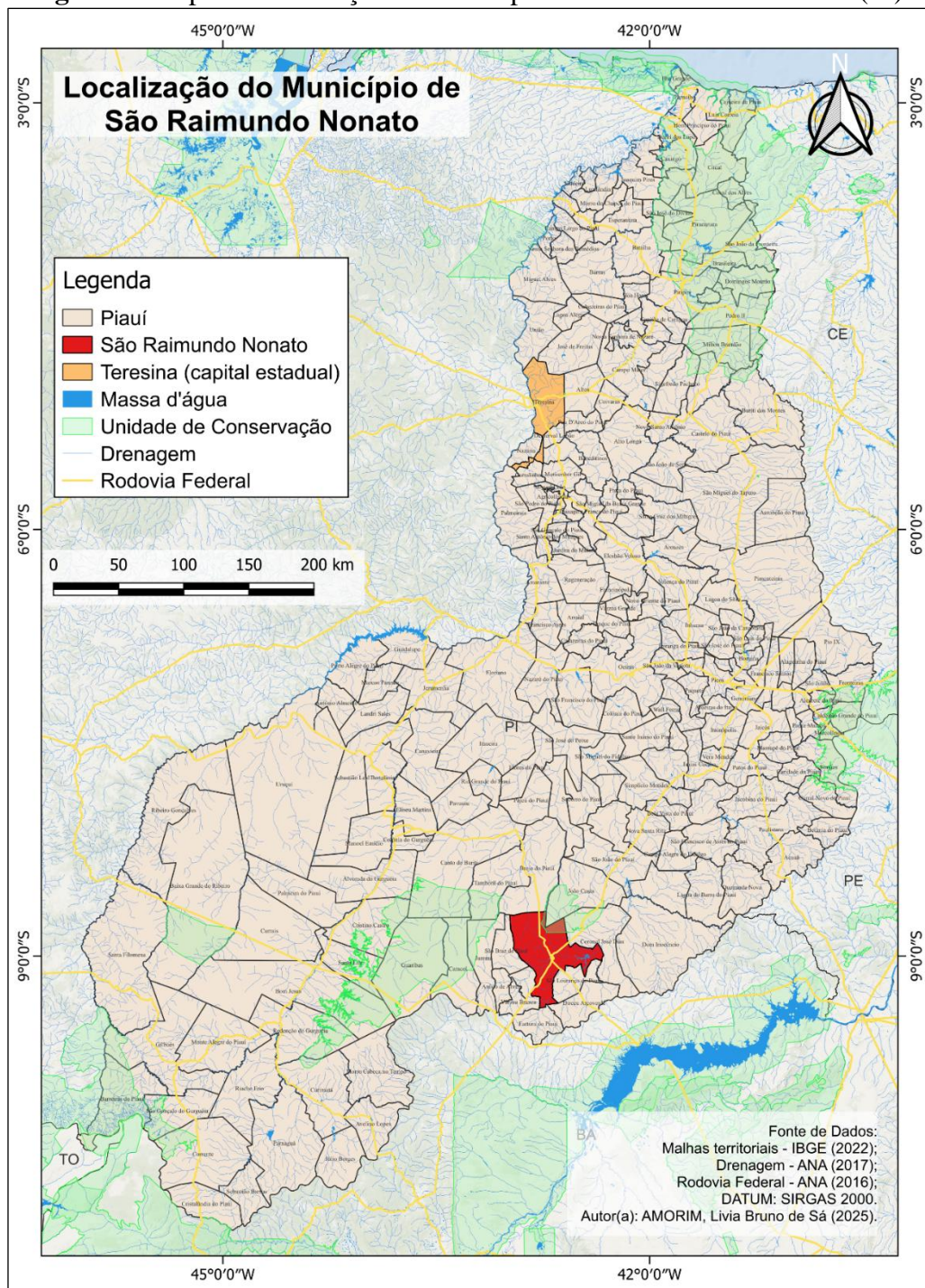
Considerando que a metodologia é o caminho para que o objetivo central da pesquisa seja respondido, a abordagem desta pesquisa será de caráter qualitativo, apesar de trabalhar com alguns dados quantitativos, alicerçada “[...] em bases fenomenológicas, [...] têm se preocupado com o significado dos fenômenos e processos sociais [...]” (Páuda, 2004, p. 36). Portanto, para o desenvolvimento da pesquisa, foram traçados os procedimentos metodológicos apresentados a seguir.

### 2.1. Delimitação da área de estudo

Ponderando os debates acerca das questões ambientais, a pesquisa está delimitada na cidade de São Raimundo Nonato, localizada a sudoeste do estado do Piauí (Figura 3), região

Nordeste do Brasil, situada a aproximadamente 523 km da capital, Teresina – PI (CEPRO, 2019). Esta foi uma das cidades piauienses que surgiu a partir de fazendas e atualmente, de acordo com o último censo (2022), realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população de 38.934 habitantes, com hierarquia urbana classificada em Centro Sub Regional B3, portanto, conforme classificação do IBGE (2018), insere-se na classe de cidade de pequeno porte.

**Figura 3:** Mapa de localização do município de São Raimundo Nonato (PI).



Fonte: Amorim, L. B. S. (2025).

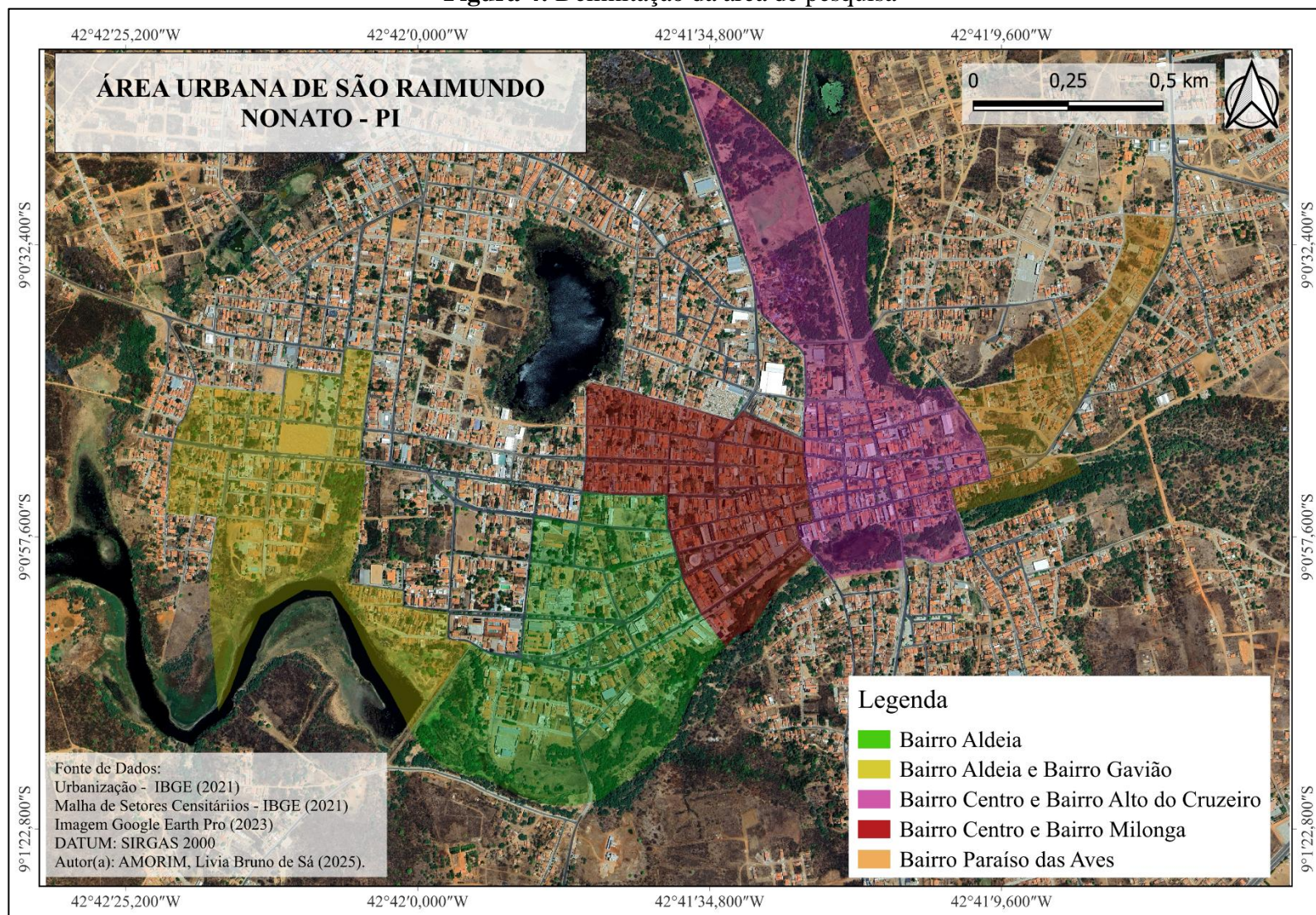
De acordo com o Plano de Ação para o Desenvolvimento Integral da Bacia do Parnaíba - PLANAP (CODEVASF, 2006), o município está inserido no Território de Desenvolvimento Serra da Capivara, localizado em área de condições climáticas quentes e semiáridas, com longos períodos de estiagem, entre sete e oito meses no ano. Em sua paisagem destaca-se a vegetação xerófila, que se adapta muito bem ao tipo de clima da região. Quanto à hidrografia do município, é constituído por uma rede hídrica de característica intermitente, tendo a bacia do rio Piauí como um dos principais componentes fisiográficos.

Como muitas outras cidades brasileiras, a cidade de SRN tem vivenciado desafios inerentes à forma que se estabeleceu o uso e ocupação do solo. De acordo com Oliveira (2007), a região foi uma das primeiras ações de assentamento humano no estado do Piauí, e por volta de 1982, resultou em um ambiente alterado pela ocupação.

Diante disso, a Figura 4 apresenta a área selecionada para o desenvolvimento da pesquisa, representada pelos bairros – Aldeia, Centro, Gavião, Paraíso das Aves, Milonga – delimitados por diferentes cores na imagem disponibilizada por meio do Google Earth. É importante salientar que, na legenda, os nomes dos bairros que estão reunidos são porque um ultrapassa o limite do outro.

Essa área foi escolhida pela proximidade com as margens do rio Piauí, principal curso hídrico do município. Conforme a Figura 4, a margem esquerda, onde estão inseridos os bairros escolhidos, se encontra mais urbanizada, apresentando maior infraestrutura básica em comparação ao lado direito do rio. Esses aspectos serão importantes para a compreensão dos problemas ambientais relacionados aos ambientes urbanos, desencadeados pela forma como os são-raimundenses se organizaram nesse espaço, especialmente aquele que se insere na área de planície de inundação.

**Figura 4:** Delimitação da área de pesquisa



Fonte: Elaborado por: Amorim, L. B. S. (2025)

## *1.2. Procedimentos Metodológicos*

Os procedimentos metodológicos contemplaram o levantamento bibliográfico, em razão de permitir visão geral e informações essenciais por meio de estudos prévios realizados sobre a temática em questão. Em consonância com Gil (2008), o levantamento bibliográfico possibilita o acesso a informações abrangentes e gerais, que não necessariamente constituem o foco da pesquisa, mas oferecem suporte às análises acerca da temática pesquisada.

Considerando essa perspectiva, o embasamento teórico foi estruturado em pesquisas realizadas nas plataformas digitais dos órgãos como INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); em artigos; dissertações; e teses, assim como a consulta de livros físicos.

A reflexão acerca da conexão entre sociedade e natureza, assim como os efeitos resultantes dessa interação, foi fundamentada em referências como: Bernardes e Ferreira (2009); Camargo (2008); Caseti (1991); Cordani, Marcovitch e Salati (1997); Cunha e Coelho (2009); Esteves (2011); Gonçalves (2021); Jacobi (2004); Jatobá (2011); Maffra e Mazzola (2007); Mendonça (2004); Mendonça, Cunha e Luiz (2016); o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2016), Santos (1992); Soffiati (2020), entre outros. Autores tais como Guerra e Guerra (2008); Machado e Torres (2012); Sánchez (2008); Tucci (2005); Veyret (2007); Veyret e Richemond (2007). Além de contribuírem para a discussão sobre o tema, os autores apresentaram conceitos que permitem permear as discussões geográficas relacionadas às questões ambientais, como os diferentes tipos de problemas ambientais e a caracterização da dinâmica de alguns fatores físicos ambientais.

Já para a contextualização do município de São Raimundo Nonato, presente no terceiro capítulo, foram utilizados os seguintes autores: Andrade (1973); Costa (1974); Mendonça e Danni-Oliveira (2007); Oliveira (2007); Medeiros (2016); Nunes (2007); Ribeiro (2015); e o Plano de Ação para o Desenvolvimento Integral da Bacia do Parnaíba (PLANAP) (BRASIL, 2006), que apresenta características socioeconômicas e ambientais do Território Serra da Capivara, região de desenvolvimento em que o município está inserido. Com isso, foi possível caracterizar o espaço geográfico urbano.

Quanto à base cartográfica da área estudada, está respaldada em trabalhos já realizados, como por exemplo, pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE), que disponibiliza materiais para elaboração de mapas territoriais e ambientais. Sendo assim, para a compreensão dos aspectos ambientais, foram utilizados dados geomorfológicos das unidades de relevo do Brasil,

na escala de 1:250.000, os quais foram recortados para o estado do Piauí e para o município de SRN.

Os elementos geomorfológicos estão estruturados conforme as classificações temporais e espaciais, obedecendo a uma ordem de grandeza, do maior para o menor. Para isso, os eventos, “de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico”, foram tidos como indicadores no processo de individualização dos conjuntos de feições, conforme o IBGE (2009). Foram utilizados os dados pedológicos para a elaboração do mapa de solo, bem como o de vegetação, tendo como objetivo melhor representar os dados geoambientais do município. Tais arquivos estão disponibilizados no *site* do IBGE, em camadas digitais que podem ser utilizadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Foram utilizadas imagens SRTM<sup>6</sup> (*Shuttle Radar Topography*), para extrair informações morfométricas e de drenagem. Tais informações foram trabalhadas por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE), fornecido pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), por meio do sítio do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), que possui resolução espacial de 30 metros. Dessa forma, os mapas de hipsometria, declividade e drenagem foram organizadas usando o Sistema de Informação Geográfica (SIG), por meio do software QGis (Sistema de Informação Geográfica gratuito de código aberto), versão 3.34.

O processamento digital de imagens (PDI) e geoprocessamento, em conjunto, desempenharam um papel significativo na elaboração dos produtos cartográficos. Esta colaboração permitiu a representação e espacialização das características morfométricas do município, ao mesmo tempo em que apoiou a análise especializada dos aspectos do ambiente físico da área estudada.

Considerando que o recorte temporal da pesquisa está estabelecido entre os anos de 2004 e 2023, o mapa de uso e cobertura do solo foi elaborado com base nos dados do Mapbiomas. Os anos analisados foram 2004, 2012 e 2022, neste último a resolução da imagem é 10 metros, da coleção beta produzida com dados dos satélites Sentinel-2 e publicada em 2022. A partir dele, foi elaborada a Figura 13 (Mapa do Uso e Cobertura do Solo). Além disso, os dados analisados estão disponibilizados na Tabela 2 (Dados do Uso e Cobertura do Solo).

Tendo em conta os alagamentos, que ocorrem no ambiente urbano, intensificados pelas atividades humanas mal geridas e mal planejadas, fez-se necessário compreender a dinâmica

---

<sup>6</sup>Missão executada pela Agência Nacional de Imagens e Mapeamento (NIMA) e pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), com o objetivo de criar um banco de dados digital abrangendo todo o planeta, que é essencial para a criação de um Modelo Digital de Elevação dos continentes.

da chuva local e, para isso, foram utilizados dados pluviométricos anuais e sazonais da Estação Automática (A345), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), correspondente aos anos de 2008 (início de funcionamento da Estação) a 2023, últimos dados encontrados.

As informações sobre volume de precipitação foram fundamentais para reconhecer os episódios de chuva, os quais o INMET (1999) considera que, a partir de 60 mm diários, constituem intensidade propensa a causar impactos significativos nas áreas urbanas.

Nesse sentido, foram investigados os episódios de alagamentos no período de 2004 a 2023, em campanhas de campo e utilizando publicações da mídia local e estudos documentais. Os dados de chuva foram obtidos da Estação Automática (A345), de forma a compreender o padrão de chuvas no município e, conseqüentemente, como afeta a área urbana, como apresentado na dissertação. Os dados foram utilizados em conjunto com as informações morfométricas, tais como hipsometria e declividade, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido junto ao TopoData/INPE. A análise conjunta de tais informações permitiu a compreensão da suscetibilidade à ocorrência de processos de alagamentos na cidade.

Isso posto, foi elaborado um mapa constando as áreas suscetíveis aos alagamentos na bacia do rio Piauí em São Raimundo Nonato, destacando a urbe. Para isso, foi utilizado o QGIS 3.34 e HAND-Model (Height Above the Nearest Drainage), que permite identificar áreas propensas a inundações. O resultado foi validado com os dados observados em campo. Vale destacar que os dados foram gerados a partir do MDE corrigido, de forma a refletir configuração mais precisa o terreno natural (França, Leandro, 2024). Isso significa que este software leva em conta as características naturais do terreno e o pesquisador interpreta os resultados.

Por outro lado, de forma a compreender a relação da ocupação da urbe e a deflagração de processos de alagamentos, foi realizada campanha de mapeamento em campo indicando os locais que apresentam de forma recorrente os processos de alagamentos. Para tanto, foram utilizados arquivos da imprensa local disponibilizados em websites e investigação junto aos moradores que presenciam a intensificação de tais processos. Esta etapa tem a finalidade de compreender de que maneira esses incidentes se constituem em problemas. Nessa perspectiva, foi considerado o tipo de moradia ou comércio que seja propenso à intensificação desses fenômenos hidrometeorológicos.

### 3. PROCESSO DE OCUPAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO NONATO (PI)

#### 3.1. Processo de ocupação

O estado do Piauí teve seu povoamento a partir da expansão das fazendas de gado que foram se estabelecendo nos vales de importantes rios, dentre eles o rio Piauí, apresentado na literatura piauiense como um dos principais cursos utilizados para o reconhecimento do território. Mas hoje, este importante manancial consta como um dos corpos hídricos impactados pela urbanização.

O estado está posicionado na porção ocidental da região Nordeste do Brasil, com unidade territorial compreendida em 251.755,481 km<sup>2</sup>, sendo o terceiro maior da região, fazendo limites com o Oceano Atlântico, Maranhão, Tocantins, Bahia, Pernambuco e Ceará. Seu território é composto por 224 municípios, somando um total populacional de 3.269.200 pessoas, de acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística realizado em 2022. (IBGE, cidades).

Dentre os municípios que compõem o espaço piauiense, São Raimundo Nonato é um daqueles originados do processo de colonização do estado, marcado por intensos conflitos dos povos nativos com os bandeirantes e religiosos. A expulsão dos povos originários resultou na instalação de uma economia baseada na criação de gado, uma das principais formas de ocupação dessas terras, como evidencia Oliveira (2007).

Segundo a autora, o processo de colonização do sudeste piauiense pode ser representado em duas fases: a primeira, no final do século XVII e início do XVIII, com a expulsão dos nativos pelos sertanistas vindos do São Francisco; e a segunda, na metade do século XVIII, com a expansão das áreas de fazendas de gado, marcada por conflitos com os povos nativos que ainda restavam na região, os Pimenteiras<sup>7</sup>, que durou até o início do século XIX.

Ao falar sobre a colonização do território piauiense, alguns autores não definem exatamente em que ponto iniciou, mas pelas descrições difundidas pelos padres durante as missões e dos encarregados em conhecer as terras, percebe-se que o sudeste do estado foi uma das primeiras áreas da Capitania a ser povoada, pois se encontrava “na rota de dois pontos de irradiação pecuária para o interior do Brasil, a corrente baiana e a pernambucana, assim como

---

<sup>7</sup> Segundo Costa (1974, p. 166), em nota de rodapé, a tribo Pimenteiras situava-se onde é atualmente o município de São Raimundo Nonato, que vieram de Cabrobó em Pernambuco. Nome pimenteira surge por conta de umas ricas e grandes lagoas existentes nessas terras.

dos caminhos do gado do sertão para a distribuição na Bahia e Minas Gerais.” (Oliveira, 2007, p. 26).

A autora destaca que os rios foram importantes nesse momento, uma vez que “indicavam e formavam os caminhos dos colonizadores, e suas margens foram repovoadas pelas fazendas de gado.” O curso do rio Piauí fez parte desses caminhos. Ele “corre do sul para o norte e entra no Canindé, foi o primeiro a ser povoado em 1682, quando foi descoberto, e dele a região tomou o nome. Nele achavam-se 20 fazendas [...]”. Encontravam-se também algumas lagoas distribuídas entre as fazendas (Chaves, 1994, p.13-14 *apud* Oliveira, 2007, p. 27).

Oliveira (2007) ressalta que esse processo de colonização no sudeste do Piauí persistiu até o início do século XIX, a princípio pelos bandeirantes e religiosos, posteriormente por outras expedições, visando a expansão dos currais de gado rumo aos vales dos rios Piauí, Gurguéia, Canindé e Parnaíba. Citando Serafim Leite (1945), Oliveira (2007, p. 28) diz que Domingo Afonso Mafrense, entrando pelo sertão baiano, foi “o primeiro a descobrir e povoar a região do rio Piauí”.

Conforme a literatura piauiense, Domingos Afonso Mafrense foi um rico fazendeiro, possuidor de grandes faixas de terras na Capitania do Piauí, que, segundo Nunes (2007), foi um dos primeiros a entrar no território piauiense, isso por volta de 1671. Em 1674, ele entrou na região do rio, local onde houve intensos conflitos com os indígenas. Posteriormente, neste mesmo ano, Domingos Afonso recebeu a primeira sesmaria<sup>8</sup> nas terras piauienses, do então Governador de Pernambuco, D. Pedro de Almeida. Mafrense estabeleceu 30 “fazendas de criação de gado, sendo a mais importante delas a da aldeia do Cabrobó, depois vila da Mocha, e hoje cidade de Oeiras<sup>9</sup>” (Costa, 1974, p. 74). O fazendeiro faleceu em 1711, deixando sua vontade expressa em testamento de que suas fazendas fossem administradas pela Companhia de Jesus, assim como outros bens que possuía. (Costa, 1974; Nunes, 2007).

Em síntese, a história do Piauí é contada a partir da expulsão dos povos nativos em favorecimento à instalação de fazendas de gado, lembrando que sua colonização se iniciou pelo interior e não pelo litoral, como alguns outros estados do Nordeste brasileiro. E é a partir desse contexto que se inicia a história do município de SRN, localizado a sudoeste do estado, segundo a biografia apresentada no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). O

---

<sup>8</sup> Tratava-se de terras doadas pela coroa para um beneficiário que estava disposto a cultivá-las, como explicado por Costa (p. 37), em nota de rodapé, “Terreno inculto e abandonado que a antiga legislação portuguesa mandava entregar a quem se comprometesse a aproveitá-lo”.

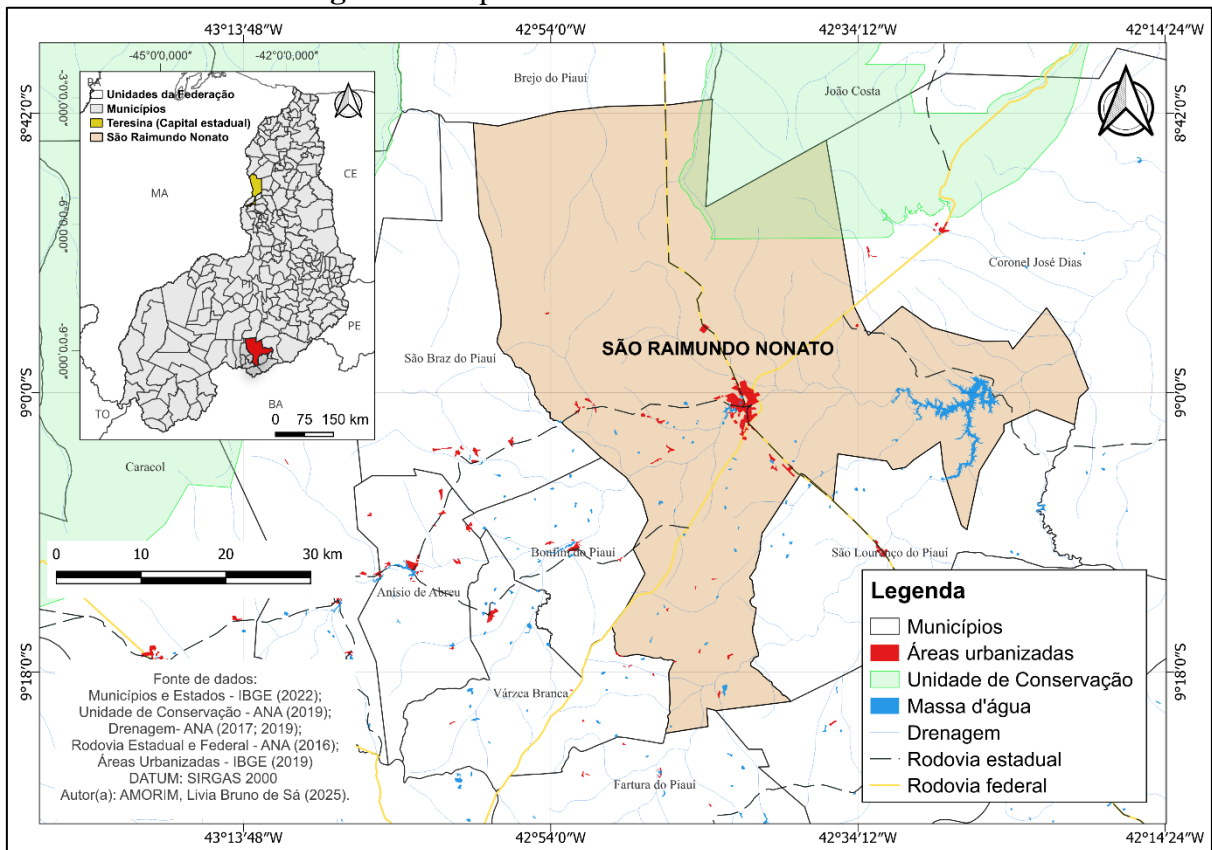
<sup>9</sup> Antiga capital do Piauí. É considerado o berço da história de ocupação das terras piauienses.

local onde hoje se situa o município fazia parte de uma das fazendas de Domingos Afonso Mafrense. (IBGE, cidades).

Sob ordem de Dom João Amorim Pereira, na época governador da Capitania do Piauí, o comandante José Dias foi à conquista da área onde hoje se encontra o município. Os trabalhos levaram mais de oito anos para que finalmente a região fosse conquistada, fazendo com que boa parte dos indígenas migrasse para as margens do rio Tocantins. Passado esse momento, as terras foram divididas em 1832 (IBGE, cidades).

O município de São Raimundo Nonato (Figura 5), cuja extensão territorial é de 2415,287 km<sup>2</sup> (IBGE, cidades, 2022), possui população de 38.934 pessoas, segundo o censo do IBGE realizado em 2022, estando, portanto, inserido na classe de município de pequeno porte. Situa-se entre as cidades de Brejo do Piauí, João Costa, Coronel José Dias, São Lourenço do Piauí, Dirceu Arcoverde, Fartura do Piauí, Várzea Branca, Bonfim do Piauí e São Braz do Piauí, no sudoeste do estado do Piauí, aproximadamente, 523 km da capital piauiense, Teresina.

**Figura 5:** Mapa de São Raimundo Nonato – PI.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Segundo Ribeiro (2015), São Raimundo Nonato só foi elevada à categoria de município por conta dos novos cenários econômicos apresentados para o estado, por meio da exploração

da maniçoba<sup>10</sup> para a produção do látex, no sudoeste piauiense. O quadro 2, a seguir, apresenta a síntese cronológica da formação do município, conforme o IBGE.

**Quadro 2:** Formação administrativa de São Raimundo Nonato.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Em 06 de julho de 1832   | Elevado a distrito eclesiástico por meio do Decreto da Regência do Império.  |
| Em 09 de agosto de 1850, | Elevado à categoria de vila e município com o nome São Raimundo Nonato, desmembrado dos municípios de Jaicós e Jerumenha, por meio da resolução provincial n° 257. |
| Em 12 de janeiro de 1904 | Cria os distritos de Caracol e João Alves.   |
| Em 1911                  | Os distritos de Caracol e João Alves são anexados a São Raimundo Nonato.   |
| Em 26 de junho de 1912   | Elevado à condição de cidade pela lei estadual de n° 669, continuando com o nome São Raimundo Nonato.  |

Fonte: cidades, IBGE.

No Nordeste, a maniçoba era utilizada para a fabricação de borracha. Em meados do século XIX, já era conhecida no Piauí, mas sua exploração comercial só iniciou no final do século, por volta de 1895. Era explorada no Sudeste do Piauí e transportada para a Bahia e Pernambuco. Na região de SRN, a fazenda Serra foi uma das grandes produtoras de maniçoba. (Oliveira, 2002).

Entretanto, por meio de pesquisas antropológicas, sabe-se que essa região era habitada desde a era pré-histórica, pois foram encontrados vestígios que comprovam que o sudoeste do estado do Piauí é uma das mais antigas regiões de habitação das Américas, conforme Dias (2006). Os achados arqueológicos, como as pinturas e gravuras rupestres, os utensílios e outros elementos, foram identificados na região da Serra da Capivara. Verificados a partir do uso do Carbono 14, datam mais de 70 mil anos, apontando que

[...]essa população ocupou a região de São Raimundo Nonato e possivelmente, não apenas a Serra da Capivara, mas as Serras das Confusões, Serra Branca e Serra Talhada. Deixaram numerosos vestígios, encontrados no Parque Nacional da Serra da Capivara, quando então forma-se um espaço onde os vestígios desaparecem. O elo de vestígios mais recentes dá-se com a colonização das terras onde é hoje o Piauí (meados do século XVII a começo do XIX), quando a região era densamente habitada por uma população nativa. Em dois séculos de colonização, os nativos são extintos por uma verdadeira guerra, continua e violenta, comandada por desbravadores do sertão nordestino, paulistas e baianos, “preadores de índios”. As terras foram ocupadas para a implantação de uma economia baseada na criação de gado. (Dias, 2006, p. 419).

<sup>10</sup> A árvore da maniçoba, encontrada tipicamente no Nordeste, pertencente à família das Euforbiáceas, é um tipo de planta resistente à seca e produz o látex durante todo o ano. (Oliveira, 2002).

O Parque Nacional Serra da Capivara, reconhecido mundial e nacionalmente, abriga mais de mil sítios com pinturas e gravuras rupestres pré-históricas até 2018, distribuídos em seu território que compreende 130 hectares, atingindo os municípios de São Raimundo Nonato, Brejo do Piauí, João Costa e Coronel José Dias, este último o mais próximo do parque. Além dos sítios arqueológicos, as formações geomorfológicas se destacam pelas formações areníticas, cânions profundos e boqueirões, em meio às vegetações, que se transformam conforme as estações do ano. (Barros *et al.*, 2012).

Em vista disso, o PNSC foi criado em 1979, visando preservar e conservar os diversos vestígios arqueológicos deixados pelos antigos habitantes da América do Sul, bem como a preservação de sua exuberante natureza. Devido à importância que tem para a humanidade, foi inscrito em 1991 na Lista do Patrimônio Mundial pela UNESCO (Barros, *et al.*, 2012). O reconhecimento do parque fez com que o município de São Raimundo Nonato se destacasse – apesar de a estrutura de acesso ser estabelecida na área que compreende Coronel José Dias – por ter maior população, maior centro comercial e melhor infraestrutura da região.

De acordo com Ribeiro (2015, p. 65), a cidade ganha atenção a partir da “década de 1970, com a divulgação dos vestígios de uma sociedade primitiva, houve uma maior atenção por parte dos estudiosos da área, com investimentos consideráveis, e a cidade passou a ser conhecida nacional e mundialmente”. O destaque dado ao município e pela sua capacidade de fornecer serviços influenciou na construção do Aeroporto Serra da Capivara, em funcionamento comercial no final do ano de 2022, facilitando a comunicação da cidade com outras regiões do Brasil e até mesmo do mundo afora.

Conforme o IBGE (2020, p.13), SRN tem sua hierarquia urbana classificada, em 2018, como Centro Sub-Regional B(3B), que são as cidades que têm atividades de gestão de baixa “complexidade, com áreas de influência de menor extensão que as das Capitais Regionais (...), apresentando média nacional de 70 mil habitantes”, para a Região Nordeste.

Em função do número de habitantes de São Raimundo Nonato, é importante contextualizar a categoria da cidade no que se refere ao porte pequeno, médio e grande. Assim, por meio da pesquisa intitulada “Regiões de Influência das Cidades (REGIC)”, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística teve o intuito de “identificar e analisar a rede urbana brasileira, estabelecendo a hierarquia dos centros urbanos e as regiões de influência das cidades”, estudos que datam desde 1960, com publicação dos resultados desde 1972 até 2020, última publicação realizada com dados colhidos no ano de 2018 (IBGE, 2020, p. 11). Para o IBGE, o estudo é importante para o Brasil, pois estabelece

uma abordagem fundamental para a compreensão da geografia do País, uma vez que estabelece critérios para a qualificação das Cidades e das relações entre elas, revelando eixos de integração no território e padrões diferenciados de distribuição de centralidades urbanas. Por dar visibilidade às centralidades e à dinâmica dos fluxos que as conectam, essa pesquisa constitui um instrumento importante para as decisões locacionais e aplicações práticas, tanto do planejamento estatal quanto da sociedade geral. Como exemplo de sua aplicabilidade, a Regic serve para subsidiar a implantação de unidades administrativas de órgãos públicos, a criação de critérios para fomento de investimentos, a decisão de onde instalar uma filial de empresa, ou ainda a identificação de locais mais adequados para o atendimento de serviços de saúde e educação. (IBGE, 2020, p. 11).

Conforme indicado anteriormente, São Raimundo Nonato é uma cidade considerada de pequeno porte, tendo em vista que tem menos de 100 mil habitantes, porém exerce poder de influência em relação aos municípios circunvizinhos, dado que as pessoas chegam em busca de serviços bancários, comerciais, saúde, educação, empregos, moradas e eventos culturais.

Logo, a cidade pode ser vista como um ponto de encontro entre os municípios piauienses e de outros estados, onde muitas vezes ocorrem interações culturais. No contexto de São Raimundo Nonato, há uma conexão significativa com municípios da Bahia e de Pernambuco. De acordo com alguns relatos sobre a história do estado do Piauí, as terras dos piauienses sempre foram atravessadas por correntes migratórias. Isso se dá devido à localização da bacia do Parnaíba, a qual ocupa a maior parte do território do estado e funciona como uma região de transição entre as terras áridas do Nordeste e as terras férteis e exuberantes do Maranhão (Nunes, 2007).

Olhando para o desenvolvimento sustentável da bacia do Parnaíba, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), em conjunto com o Governo Federal e Estadual, desenvolveu o Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAP), no qual consta que o município de São Raimundo Nonato e mais 17 outros fazem parte do Território de Desenvolvimento Serra da Capivara (TD8)<sup>11</sup>. O território foi dividido em dois aglomerados, reunindo 18 municípios: Campo Alegre do Fidalgo, Capitão Gervásio de Oliveira, Coronel José Dias, Dirceu Arcoverde, Dom Inocência, João Costa, Lagoa do Barro do Piauí, São João do Piauí, São Lourenço do Piauí e **São Raimundo Nonato** (Aglomerado 17)<sup>12</sup>, enquanto Anísio de Abreu, Bomfim do Piauí, Caracol, Fartura do

---

<sup>11</sup> TD é a abreviação do nome do Território de Desenvolvimento e a numeração em seguida indica a posição/localização. Ao todo, são 11 territórios para toda a bacia do Parnaíba, organizados no sentido do baixo Parnaíba (litoral) ao alto Parnaíba (sul da unidade hidrográfica).

<sup>12</sup> Os aglomerados são formados por uma quantidade de municípios que fazem limites entre si em um mesmo território de desenvolvimento (engloba uma quantidade maior de municípios) e que possuem interesses coletivos. O número em seguida indica a posição do aglomerado no território, considerando que a bacia do Parnaíba tem 11 territórios e 32 aglomerados distribuídos em toda a sua área.

Piauí, Guaribas, Jurema, São Braz do Piauí e Várzea Branca fazem parte do Aglomerado 18. (CODEVASF, 2006, grifo nosso)

O PLANAP teve como objetivo a busca pelo desenvolvimento sustentável da bacia, envolvendo municípios do Maranhão, do Piauí e do Ceará. Então, para isso, foram feitos levantamentos sobre as características dos municípios, constatando tanto os aspectos sociais, econômicos e ambientais, este último importante para o desenvolvimento de atividades sustentáveis.

Cabe destacar que o governo do estado do Piauí, por meio desse Plano de Ação, estabeleceu a divisão do estado em 4 macrorregiões – Litoral, Meio Norte, Semiárido e Cerrados –; 11 territórios de desenvolvimento e 28 aglomerados de municípios, por meio da Lei complementar nº 87, de 22 de agosto de 2007. Assim, São Raimundo Nonato está localizada na macrorregião Semiárido. A classificação foi realizada a partir dos parâmetros ambientais, socioeconômicos, vocações produtivas, culturais e técnicos, sob a justificativa de promover o desenvolvimento sustentável do estado, reduzir a desigualdade e proporcionar melhoria da qualidade de vida dos piauienses.

Especificamente, o município de São Raimundo Nonato possui potencialidades voltadas para a atividade pecuária (ovino, caprino, suíno e bovino); apicultura; agricultura de sequeiro (feijão, mandioca, caju, mamonas); turismo; artesanato e hotelaria (Cepro, 2007; CODEVASF, 2006). Vale ressaltar que o PLANAP apresenta, além dessas mencionadas, outras potencialidades econômicas que são e podem ser desenvolvidas em todo o território de Serra da Capivara, a depender das características geoambientais dos municípios.

Uma das recentes atividades econômicas que vem sendo cotada para o município é a exploração de minério de ferro, com a argumentação de impulsionar a economia local, perante a visão de uma região muito pobre, carente e seca. Acredita-se que o projeto irá promover o desenvolvimento local, como “infraestrutura, geração de emprego, receita, impostos, uma verdadeira evolução na região” (IBRAM, 2017). Entretanto, a implantação da mineradora ainda não se efetivou, que era para ter ocorrido em 2018, por conta dos impactos negativos que podem atingir algumas comunidades quilombolas que vivem nessa região. A tentativa de instalação de empresas de mineração no território ocorre desde 2015, não se efetivando principalmente por conta da mobilização dos próprios povos tradicionais

através de uma Ação Civil Pública encaminhada pela Procuradoria da República, em São Raimundo Nonato, em conjunto com a Defensoria Geral da União e Defensoria Pública do Piauí. Nela, as instituições cobram informações importantes que deveriam constar nos estudos, como direito a

consulta prévia nas populações atingidas pelo empreendimento, entre outros. (Martins, 2023).

Ante o exposto, a urbe em questão ainda é muito vinculada a um lugar desprovido de condições econômicas, e isso acontece muito por conta do histórico regional. No primeiro momento, o Nordeste foi visto como uma área seca, pobre economicamente falando e com um povo maltratado, principalmente pelas condições climáticas do semiárido, que até os tempos atuais continua enraizada no pensar de muitos brasileiros. Em outro momento, foi vista como região capaz de enriquecer uma pequena parcela da população; é lugar de contraste, como apresentado por Andrade (1973, p. 21)

[..] ora como a área secas, desde a época colonial fazem convergir para a região, no momento de crise, as atenções e as verbas dos governos; ora como área de grandes canaviais que enriquecem meia dúzia em detrimento da maioria da população; ora como área essencialmente subdesenvolvida devido a baixa renda per capita dos seus habitantes ou, então como a região das revoluções libertárias [...].

Além disso, o contraste regional se apresenta também nas características geoambientais, principalmente quando comparado com o resto do país. O Nordeste é tão peculiar que é compreendido em quatro sub-regiões, seguindo suas condições naturais, sendo elas: Meio-Norte, que se estende pelo território do Piauí e do Maranhão; Sertão, área mais extensa, que abrange o Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia e uma pequena faixa de Alagoas, Sergipe e Piauí; Agreste, que atinge pequenas áreas dos estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia; e a Zona da Mata, se delimita nos mesmos estados do Agreste, porém concentra-se na faixa litorânea, sendo as menores sub-regiões (Andrade, 1973).

A cidade de SRN está localizada no Sertão, descrita por Andrade (1973) como quente e seca, afetando a vegetação<sup>13</sup> e forçando a saída de pessoas da região. Para melhor compreender o ambiente de estudo, na sequência serão apresentadas as características geoambientais, visto que o Nordeste seco, para Ab'Sáber (2003), é diferenciado por seus aspectos climático, hidrológico e ecológico, em que por vezes é visto como “semidesertos nublados” e outras como um ambiente cheio de vida, representado pelo verde da vegetação e, que o referido município partilha desses aspectos (Ab'Sáber, 2003).

---

<sup>13</sup> A vegetação perde a folhagem para sobreviver durante a estiagem, mas quando o período chuvoso inicia, as folhas se desenvolvem novamente.

### *3.1 Características geoambientais do município de São Raimundo Nonato (PI)*

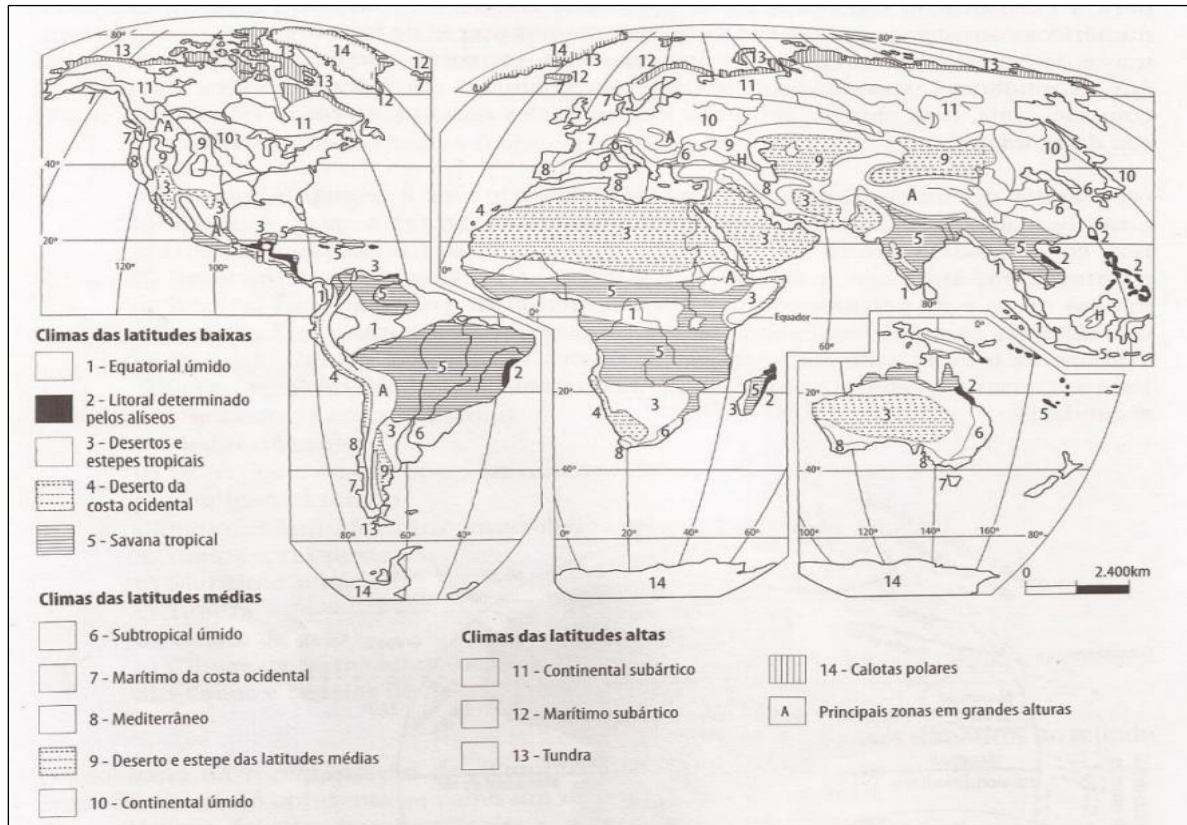
#### 3.1.1 Clima

O Brasil apresenta diversidade climática, em que, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a sua configuração geográfica, a maritimidade e a continentalidade, as discretas altitudes do relevo e suas formas, a extensão territorial e, principalmente, as massas de ar que atuam no continente sul-americano, são os principais fatores que contribuem para a configuração e diversidade climática brasileira. O país possui cinco tipos climáticos, do ponto de vista desses autores, que são os climas: equatorial; subtropical úmido; tropical equatorial; tropical litorâneo do Nordeste oriental; e tropical úmido-seco ou tropical do Brasil Central. Destes, os três últimos são os que atingem a região Nordeste, território no qual está localizado o ambiente da pesquisa.

Vale salientar que Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p.126-127) colocam o comportamento climatológico como base para a classificação climática, levando em conta os graus de similaridade decorrentes da circulação atmosférica. Conforme os autores, a superposição de zonas térmicas, chuvosas e secas “resulta em um complexo mosaico, no qual se distinguem vastos conjuntos relativamente homogêneos que constituem os diferentes domínios climáticos”. Com isso, utilizam a proposta explicativa-descritiva de Arthur Strahler, baseada nos aspectos da circulação atmosférica secundária, como parâmetros para propor a classificação dos grandes domínios climáticos do mundo e assim traçar as configurações regionais e locais.

Considerando tais aspectos, os autores apresentam três grandes zonas climáticas – climas das latitudes baixas, latitudes médias e das latitudes altas – subdivididas em 14 tipos, de acordo com suas características bioclimáticas (Figura 6).

**Figura 6: Zonas Climáticas.**



Fonte: Mendonça; Danni-Oliveira, 2007, p. 128.

Visualizando a Figura 6, a discussão acerca das características climáticas de São Raimundo enquadra-se no padrão climático das latitudes baixas, em virtude de ter quase todo o território brasileiro em sua zona, inclusive todo o Nordeste, região onde está localizado o município de SRN, Piauí.

Embora Mendonça e Danni-Oliveira (2007) coloquem o clima semiárido brasileiro no tipo climático tropical-equatorial, subdividido nos subtipos: clima tropical com quatro a cinco meses secos; clima tropical-equatorial com seis meses secos; clima tropical com sete a oito meses secos; e clima tropical-equatorial com nove a onze meses secos, o município de São Raimundo Nonato está situado no tipo climático tropical úmido-seco ou tropical do Brasil Central, conforme a classificação desses autores e do IBGE (2002). Trata-se de um clima composto por dois períodos bem definidos, nesse caso, um seco e outro chuvoso.

O clima tropical úmido-seco está subdividido em quatro tipos, sendo eles: tropical sem seca; tropical com um a três meses de seca; tropical com quatro a cinco meses secos; e tropical com seis a oito meses secos, este é o que caracteriza o município em questão. Tais informações são corroboradas pelo PLANAP (CODEVASF, 2006), que atribui à região entre 7 e 8 meses secos.

Aquino (2010, p. 28), em seu estudo sobre desertificação no Núcleo São Raimundo Nonato<sup>14</sup>, também qualifica a unidade como sendo tipicamente semiárida, e explica que as entradas de “frentes frias e/ou vestígios da mesma, que eleva a nebulosidade e provoca precipitações de intensidades moderadas a forte na região entre os meses de novembro e março”, são os principais fatores climáticos responsáveis pela ocorrência das chuvas na região onde está localizada São Raimundo Nonato.

Conforme seu estudo, o índice médio anual, para o núcleo, pode em algumas áreas ficar abaixo de 600 mm e em outras acima de 800 mm. Para o município, a pluviometria se insere entre 650 e 800 mm anuais, conforme Aquino (2010), sendo os períodos mais secos entre os meses de junho e setembro.

A autora supracitada esclarece, com base em Medeiros (1999), que no estado do Piauí “as linhas de instabilidades, a zona de convergência intertropical e ainda os vestígios de frente fria, aliados aos complexos convectivos de mesoescala”, são os principais sistemas de perturbação atmosférica, resultando em diferentes regimes pluviométricos no estado (Aquino, 2010, p. 26).

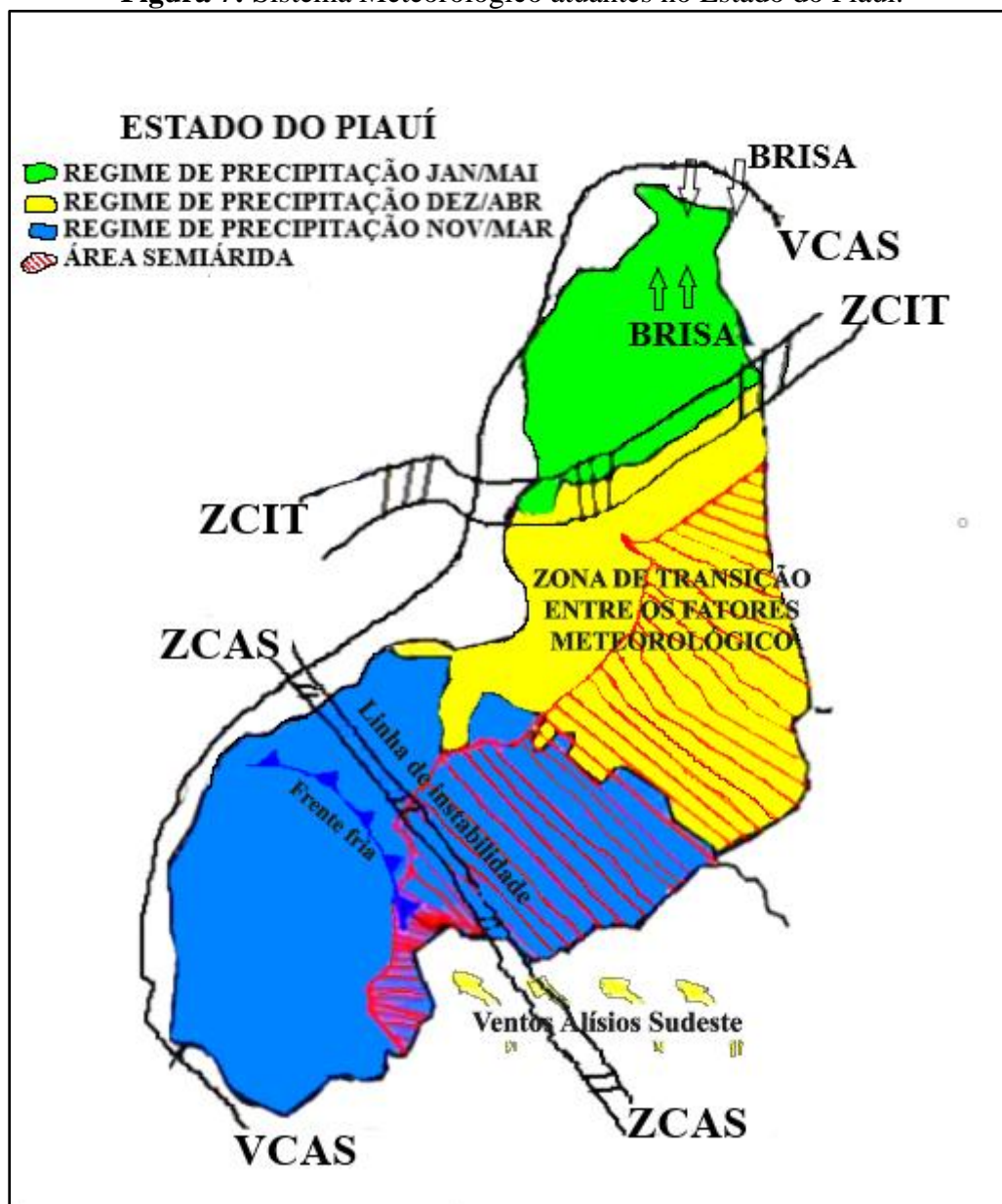
O território piauiense recebe influências dos seguintes sistemas meteorológicos: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), auxiliada pelos sistemas de Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), responsável pelas precipitações irregulares e pela atuação da brisa continental e marítima, tende a provocar chuva no período de janeiro a maio no setor norte do Piauí (Medeiros, 2016).

A ZCIT se forma a baixas latitudes, a partir do encontro entre os ventos alísios vindo do sudeste e nordeste, provocando a ascendência de massa de ar, geralmente úmida. Trata-se de uma faixa de convergência de fácil reconhecimento nas imagens de satélite, por meio da presença de nebulosidade, principalmente do tipo cumuliformes, sendo o principal responsável pela ocorrência de chuvas no norte do Nordeste (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007; Medeiros, 2016). A Figura 7 apresenta a distribuição dos sistemas climáticos atuantes no território piauiense, conforme Medeiros (2016).

---

<sup>14</sup> Em seu estudo sobre degradação/desertificação no Núcleo São Raimundo Nonato – PI, Aquino (2010) delimitou as seguintes cidades piauienses: São Raimundo Nonato, Coronel José Dias, São Lourenço, Dirceu Arcoverde, Bonfim do Piauí.

**Figura 7:** Sistema Meteorológico atuantes no Estado do Piauí.



Fonte: Medeiros (2016).

Ao sul do estado, como ilustrado na Figura 7, ocorre a formação de linhas de instabilidade, entradas de frentes frias e/ou vestígios delas, acompanhadas pelas VCAS, pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é formada a partir da “intensificação do calor e da umidade proveniente de massas de ar quentes e úmidas da Amazônia e do Atlântico Sul na porção central do Brasil” (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007, p. 92) – e pela atuação de ventos alísios sudeste, são responsáveis pela precipitação que ocorre entre os meses de novembro-março. No setor central do estado, as chuvas são provocadas pelas transições desses fatores atmosféricos, geralmente entre os meses de dezembro-abril (Medeiros, 2016).

Conforme os dados mostrados na Figura 7, São Raimundo Nonato enfrenta duas épocas climaticamente distintas: uma seca e outra chuvosa. O período de chuvas ocorre entre novembro e março, enquanto a seca transcorre de maio a outubro. No entanto, conforme ilustrado na Figura 8, que trata dos dados meteorológicos da Estação Automática 345, revelando a pluviometria do município, verifica-se que, para o intervalo estudado (2004 a 2023), as chuvas se concentraram entre novembro e abril, com a seca prevalecendo de maio a outubro. Vale destacar que, por estar situada na região semiárida, São Raimundo Nonato também apresenta variações nesse padrão de precipitação.

As massas de ar que influenciam o território piauiense podem ser classificadas em equatorial atlântica norte e sul, são quentes e úmidas, que são “atraídas para o continente em função da diferença de pressão entre as superfícies continental e oceânica” (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007, p.108). Lima e Andrade (2020) explicam que, após a movimentação da massa equatorial atlântica do hemisfério norte para o sul, o seu retorno de forma mais lenta tende a provocar um período mais chuvoso nas proximidades do litoral, entre os meses de março e maio.

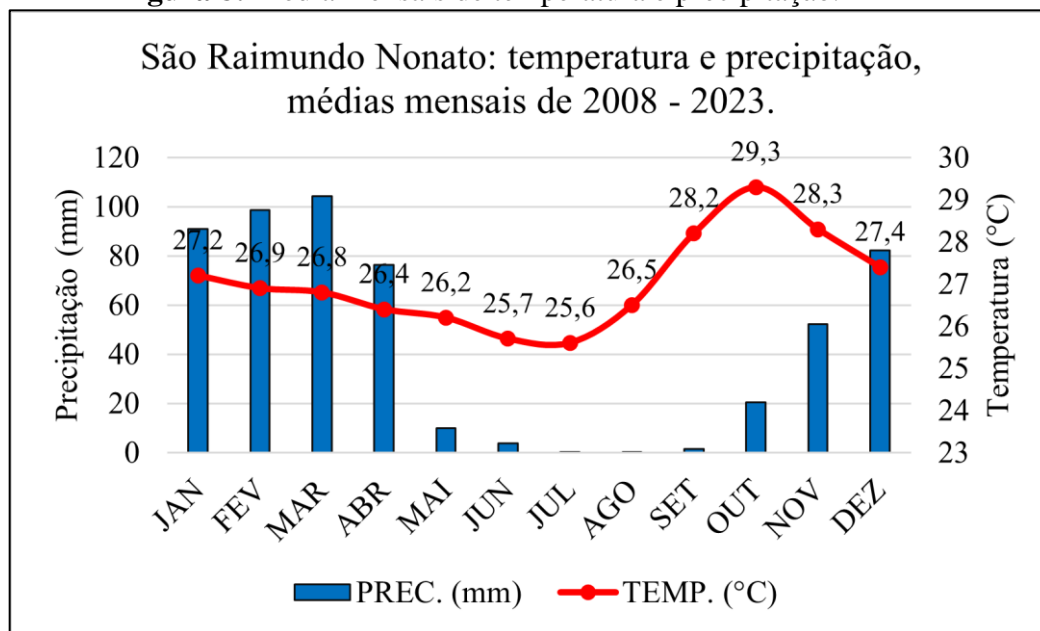
A massa de ar equatorial continental formada na Amazônia também atua no estado. Trata-se de uma massa quente e úmida, uma vez que se forma em uma região caracterizada pela vasta rede de drenagem e densas florestas, e atmosfera rica em umidade oceânica por meio da ZCIT e MEAN (massa equatorial atlântica norte) (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). Mediante o exposto, São Raimundo Nonato sofre influência dos fatores atmosféricos atuantes na porção sul.

De acordo com Silva *et al.* (2013), o estado do Piauí apresenta temperatura elevada, cuja média anual atinge 27,3°C. Para o município de São Raimundo Nonato, verifica-se temperatura média anual em torno de 27°C, conforme dados obtidos no Banco de Dados Meteorológico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A Figura 8 apresenta gráfico elaborado com dados da Estação Automática (A345) localizada no município, onde consta que o período mais quente ocorre entre os meses de setembro e novembro, cujas médias variam de 28°C a 29°C, este último registrado no mês de outubro, e a diminuição da temperatura inicia no final da estação do outono e inverno, ocorrendo o menor registro em julho, cuja média se apresenta em torno de 25,5°C.

Conforme observa na Figura 8, a ocorrência de maiores índices de precipitações é entre os meses de novembro e abril, caracterizando o período chuvoso. A partir dos dados apresentados, é nítido que em São Raimundo Nonato ocorre variabilidade pluviométrica bem acentuada, marcada pela distribuição irregular das chuvas, como constatado no mês de março,

quando a média mensal ultrapassou 100 mm, enquanto julho e agosto apresentaram os menores índices de precipitações, com menos de 1 mm.

**Figura 8:** Média mensal de temperatura e precipitação.



Fonte de dados: INMET (2008-2022); organizado por Amorim, L. B. S. (2023).

A variabilidade mensal das chuvas é significativa no município, como pode ser evidenciado na Tabela 1. Em apenas um mês, pode atingir mais de 276,2 mm (março/2008), enquanto em outros fica bem abaixo disso ou mesmo zero mm. Observando os dados do mês de janeiro de 2016, o total mensal chegou a 245,8 mm, representando o mês mais chuvoso do ano. Para tal mês, choveu 95mm em 24 horas, apontando para elevada irregularidade das chuvas e caracterizando-se ainda como evento extremo conforme o INMET (1999), que considera a partir de 60 mm como chuva extrema com potencial de gerar impactos nas áreas urbanas.

A Tabela 1 apresenta alguns dados pluviométricos que foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Diante dos dados, é possível notar que o total pluviométrico anual é bem irregular, às vezes ficando abaixo dos 600 milímetros.

**Tabela 1:** Dados Pluviométricos da Estação Automática São Raimundo Nonato (A345)

| Mês       | Dados totais de chuva mensal e anual (mm) |       |       |       |      |      |       |       |       |      |      |
|-----------|---|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
|           | 2008                                      | 2009  | 2010  | 2011  | 2013 | 2015 | 2016  | 2017  | 2018  | 2022 | 2023 |
| Janeiro   | *   | 160   | 112,4 | 71,8  | *    | *    | 254,8 | 14,8  | 75,8  | 38,4 | 48   |
| Fevereiro | *   | 108,8 | 33,4  | 135,2 | *    | 3,6  | 6,4   | 178,4 | 200   | 28,6 | *    |
| Março     | 276,2                                     | 190   | 140,8 | 56,4  | 32,6 | 120  | 9,6   | 89,8  | 203,6 | 4    | 53,2 |
| Abril     | 154,4                                     | 177,6 | 143,4 | 0     | 73   | 86,4 | 10,2  | 5     | 24,2  | 0    | 15,8 |

|             |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Maio        | 4,6   | 29,2  | 29    | 0    | 0,6   | 0,4   | 0,4   | 8    | 0     | 0     | 26    |
| Junho       | 0     | 1,8   | 39,4  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 3     | 0     | 0     |
| Julho       | 0     | 0     | 1,2   | 0,4  | 0,6   | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     |
| Agosto      | 0     | 0     | 0     | 1,6  | 0     | 0,2   | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     |
| Setembro    | 1,4   | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 14,8  | 0    | 3,6   | 0     | 0     |
| Outubro     | 0     | 77    | 33,8  | 51   | 11    | 10    | 12,6  | 0,6  | 19,4  | 0     | 0     |
| Novembro    | 142,4 | 6,6   | 47,6  | 43,4 | 41,8  | 59    | 52,8  | 91,4 | 31,2  | 56,8  | 11,2  |
| Dezembro    | 37,2  | 98,2  | 64,6  | 75,2 | 235,8 | 1,2   | 61,6  | 78   | *     | 112   | 2,4   |
| Total anual | 616,2 | 849,2 | 645,6 | 435  | 395,4 | 199,4 | 423,2 | 466  | 560,8 | 239,8 | 156,6 |

\*Sem dados.

Fonte: Inmet (2008-2022). Organizado pelos autores, 2023.

Considerando o exposto, o clima de determinada região envolve vários fatores, além da energia recebida do sol, recebe também interferência dos movimentos das massas de ar, das águas oceânicas, bem como dos aspectos físicos-geográficos como a variação de altitudes, cobertura da vegetação e uso do solo. Sendo assim, alguns aspectos, como relevo, solo, hidrografia e vegetação, são importantes à compreensão das características geoambientais do município, onde está delimitada a área de estudo.

Um aspecto bastante importante para ser considerado acerca do padrão das chuvas de São Raimundo Nonato refere-se ao total anual, que para o período estudado indicou variações entre 849,2mm para o ano de 2009 e 156,6 mm, total anual de 2023. Outro aspecto importante a ser considerado, refere-se aos totais mensais dos meses considerados de maior oferta pluviométrica.

No período estudado, conforme a Tabela 1, a variação mensal ocorreu de 276,2 mm em março de 2008 e 4 mm para o mês de março de 2022, mas cabe ressaltar que houve falhas de registro de dados pela estação automática (A345) para esse último ano. No entanto, seguindo a mesma lógica de análise, observa-se a variação mensal de mais de 100 mm em março entre os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. Já para esse período, não houve nenhuma falha de dados na estação A345.

Outro aspecto relevante a ser abordado refere-se ao fato de que, no ano de 2013, choveu um total de 395,4 mm, sendo que apenas o mês de dezembro atingiu altura pluviométrica de 235,8 mm, ou seja, 60% da precipitação anual ocorreu apenas em um único mês (dezembro). Tal fato corrobora para o entendimento da irregularidade das chuvas em São Raimundo Nonato, confirmada pela pluviometria diária, que para o período estudado, apresentou episódios de chuva de 79,6mm, em apenas 3 horas choveu 76,8mm, em 18 de março de 2008; 78,2 mm em 07 de janeiro de 2009. Conforme a Tabela 1 apresentada anteriormente, em janeiro a

precipitação mensal foi de 71,8 mm. É importante destacar que, em um intervalo de 24 horas, choveu mais de 50% desse total, 54,2 mm no dia 21 daquele mês. No dia 20 de janeiro de 2016, houve um registro significativo de precipitação, totalizando 95,6 mm em apenas 24 horas. Desses, mais de 50% do volume, equivalentes a 77 mm, ocorreram em um intervalo de 8 horas.

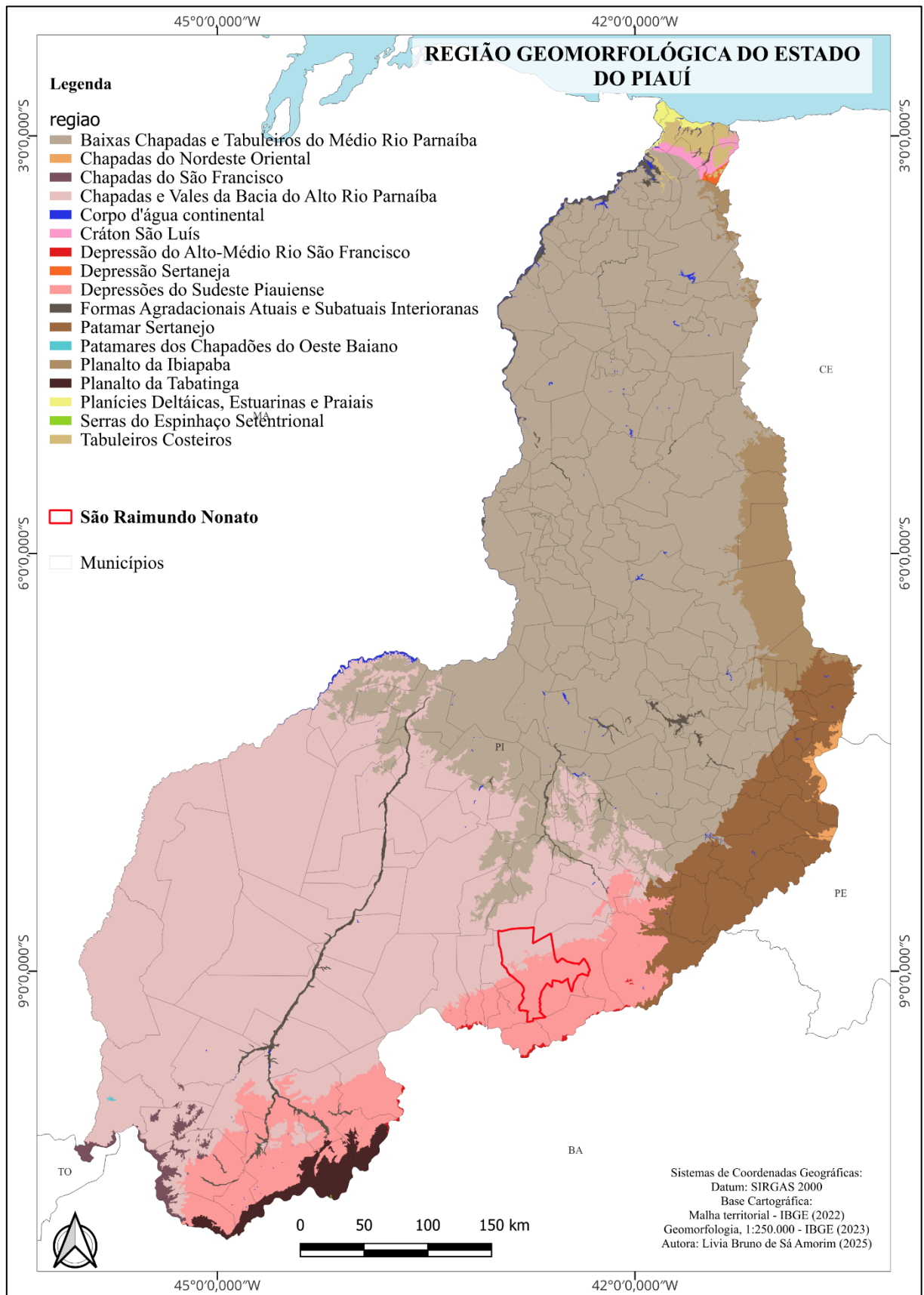
A partir do exposto, observa-se que o padrão das chuvas em São Raimundo Nonato é propício aos processos de alagamentos, dada a intensidade diária, tais processos são potencializados conforme o uso e ocupação do solo.

### 3.1.2 Relevo

Ao elaborar o mapeamento geomorfológico das unidades de relevo do Brasil, o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) estruturou os elementos geomorfológicos considerando as classificações temporais e espaciais, obedecendo a uma ordem de grandeza, do maior para o menor. Para isso, os eventos, “de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico”, foram tidos como indicadores no processo de individualização dos conjuntos de feições (IBGE, 2009, p. 27).

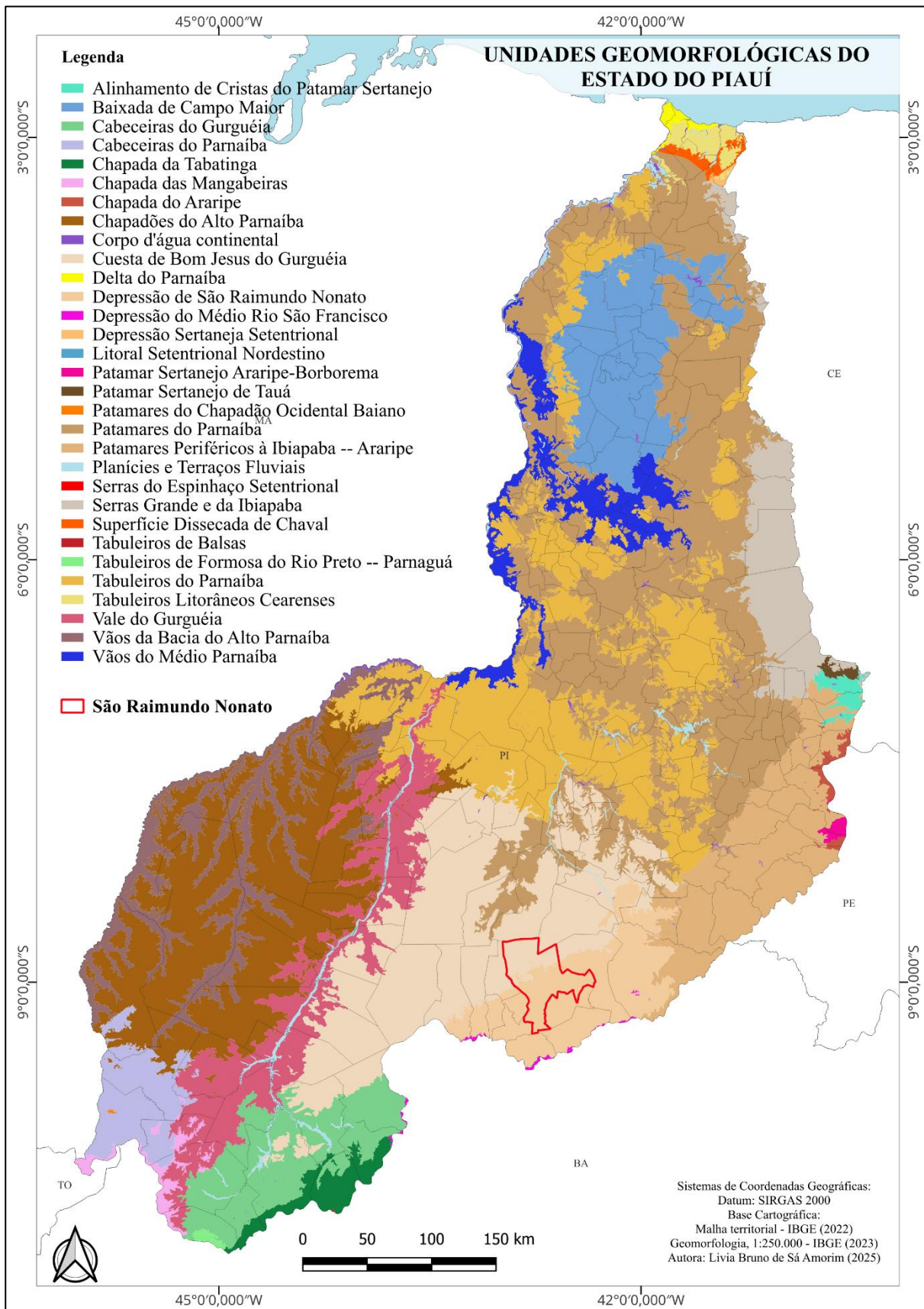
O estado do Piauí se insere nos Domínios Morfoestruturais dos Depósitos Sedimentares Quaternários, Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas, Cinturões Móveis Neoproterozóicos e dos Crátoms Neoproterozóicos, aqui os domínios estão dispostos do mais recente ao mais antigo, respectivamente. O relevo está classificado em 17 regiões geomorfológicas, compartimentadas em 31 unidades (Figura 9), incluindo massa de d'água. O município de São Raimundo Nonato está situado nos domínios de Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas e dos Crátoms Neoproterozóicos, localizado nas regiões das Chapadas e Vales do Alto Parnaíba e das Depressões do Sudeste Piauiense, como apresentado nas Figuras 9, 10 e 11.

**Figura 9:** Mapa das Unidades Geomorfológicas do Estado do Piauí com destaque para São Raimundo Nonato.



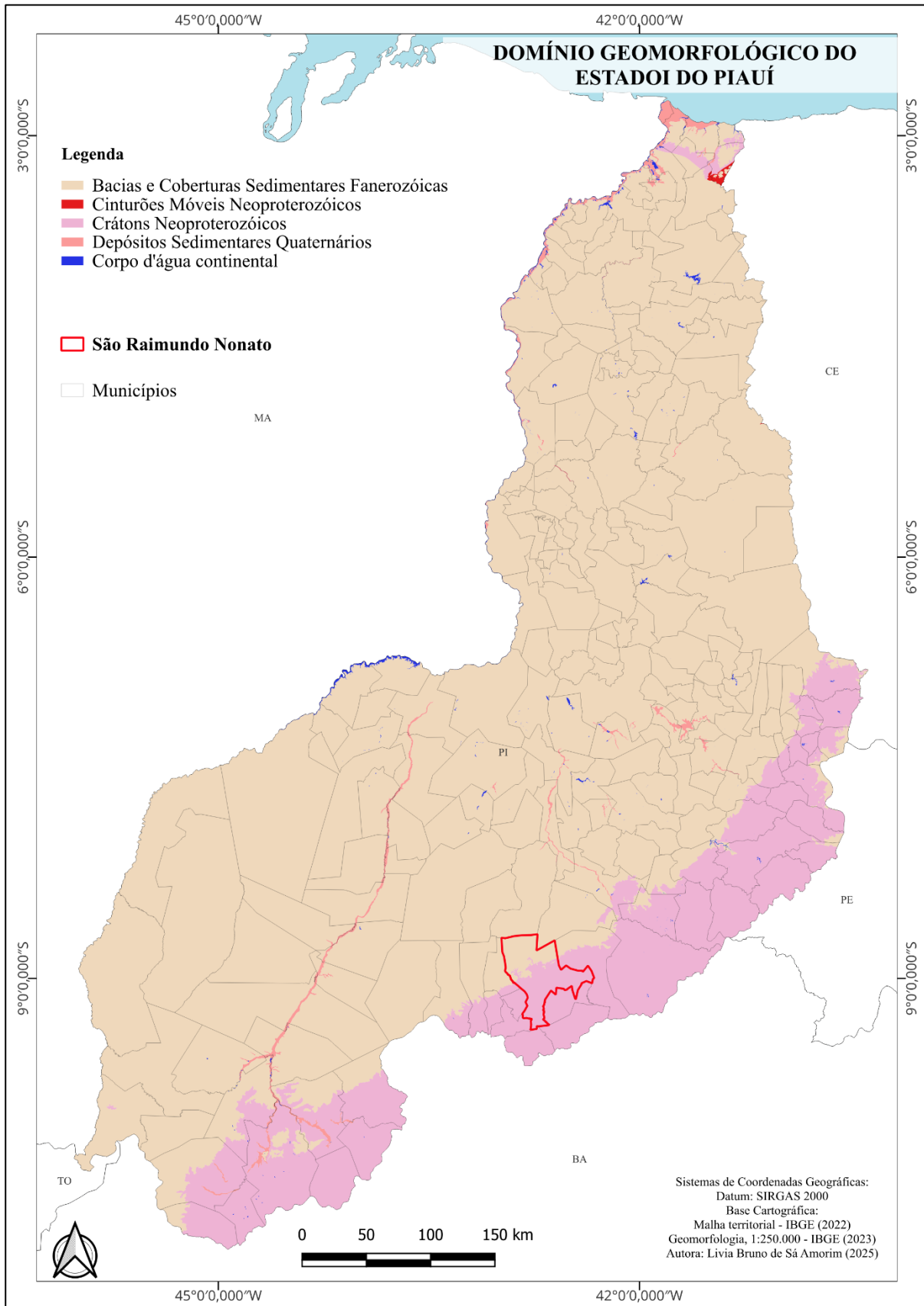
Fonte: IBGE (2023). Elaborado pelos autores (2025).

**Figura 10:** Mapa das Unidades Geomorfológicas do Estado do Piauí com destaque para São Raimundo Nonato.



Fonte: IBGE (2023). Elaborado pelos autores (2025).

**Figura 11:** Mapa do Domínio Geomorfológico do Estado do Piauí com destaque para São Raimundo Nonato.



Fonte: IBGE (2023). Elaborado pelos autores (2025).

De acordo com Ferreira e Dantas (2010, p. 56), a região dos Vales e Chapadas do Alto Parnaíba é formada por amplas superfícies planálticas, cujas altitudes “variam entre 400 e 700 metros, levemente adernadas<sup>15</sup> para norte, e talhadas por uma rede de vales encaixados”. Os vales encaixados apresentam estruturas dissecadas, “constituídos por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas” com sedimentação de materiais transportados para o sopé das vertentes e acumulação na base, cuja diferença entre a menor e a maior altitude do relevo fica entre 100 e 300 metros.

Já nos planaltos das Chapadas da região, prevalece a “formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão”. Às vezes, podem ser presenciados em seu topo os processos de laterização (Ferreira; Dantas, 2010, p. 56), fenômenos relacionados às condições de clima quente e úmido, e às mudanças entre as estações seca e chuvosa. Essas mudanças causam a remoção de sílica e favorecem a formação de solos e rochas enriquecidos com ferro e alumínio (Guerra; Guerra, 2008).

As Depressões Sudeste Piauiense têm sua estrutura geológica embasada em rochas cristalinas e depósitos cenozóicos diversos (CODEVASF, 2006). Essa região é formada por superfícies aplainadas degradadas, que abrangem grande parte do território piauiense, formadas por diversos processos erosivos espalhados por toda a área, resultando em diferentes altitudes, variando de 50 a 300 metros, como afirmam Ferreira e Dantas (2010).

Logo, as unidades de relevo do município de São Raimundo Nonato estão compartimentadas em chapadas e depressões, representadas, respectivamente, pelas unidades Cuesta de Bom Jesus do Gurguéia e a Depressão de São Raimundo Nonato (Figura 9). A primeira é constituída por deposições sedimentares, representada na área de estudo pelos planaltos areníticos e reversos de cuestras, cuja altitude pode alcançar aproximadamente de 500 a 620 metros e, formação do relevo, é classificada em suave a suave ondulado (Aquino, 2010).

A segunda unidade do relevo, a Depressão de São Raimundo Nonato, situa-se em uma superfície com modelado de aplanamento, marcado por sucessivas retomadas erosivas, produzindo conjuntos de “planos inclinados, sem, no entanto, perder suas características de aplanamento, cujos processos geram sistemas de planos inclinados, às vezes levemente côncavos” (IBGE, 2009, p. 40). Ainda segundo o IBGE (2009), pode apresentar depósitos com mais de um metro de espessura, assinalando remodelação, ou então rochas com baixas

---

<sup>15</sup> Corresponde à inclinação. Considerando o contexto, a superfície em questão está inclinada/virada para o norte.

alterações inacabadas pelo processo de aplanamento, que denudou o relevo, inserido no contexto de depressões interplanálticas<sup>16</sup> e periféricas<sup>17</sup>.

Seu relevo é classificado em suave e suave ondulado, no qual as depressões podem alcançar aproximadamente 320m de altitude, em seu nível de base, enquanto os *inselbergs* e os maciços residuais representam as áreas mais elevadas, de aproximadamente 600m de altitude, nas superfícies resistentes (Aquino, 2010).

Nessa área ocorre o desenvolvimento de uma consistente rede de drenagem dendrítica, ou seja, as características estão condicionadas aos rios por meio de seu “esgalhamento”<sup>18</sup>, normalmente em “terrenos argilosos e em rochas cristalinas como o granito” (Guerra; Guerra, 2008, p. 518).

A Figura 12 apresenta a variação altimétrica para o município de São Raimundo Nonato. Como pode ser evidenciado, a região onde estão localizadas as áreas de Chapadas é a mais movimentada, representada pelos maiores valores altimétricos, passando dos 480 m, enquanto nas áreas a partir dos 320 m de altitude observa-se a denudação do relevo pelos agentes erosivos e a agradação, caracterizada pela “acumulação de sedimentos nas zonas de depressões relativas, tornando a superfície mais uniforme” (Guerra; Guerra, 2008, p. 18).

Conforme a Embrapa (1976), relevo com superfícies topográficas classificadas em suave-ondulada são áreas de pouca movimentação, como as de declives suaves, como pode ser evidenciado nas Figuras 12 e 13, representadas pelas áreas de menores altitudes e, portanto, áreas sujeitas ao acúmulo tanto de sedimentos quanto de água da chuva.

Mediante o exposto, a cidade de São Raimundo Nonato apresenta, de acordo com os domínios apresentados de regiões de Chapadas e de Depressões, propensa naturalmente aos processos de alagamentos, já que as regiões de Chapadas tendem a facilitar o fluxo superficial d’água em direção às Depressões, por constituir regiões de altimetria mais elevada em relação às Depressões. Em caso de padrões de chuva como caracterizado no tópico anterior para São Raimundo Nonato, ou seja, irregulares, mas de elevada altura pluviométrica por episódios, os eventos de chuva tendem a promover maior velocidade da água superficial, o que promove

---

<sup>16</sup> Depressão interplanáltica é caracterizada por “áreas de altitude mais baixa em relação à dos planaltos que a circundam.” (GUERRA; GUERRA, 2008, p. 193).

<sup>17</sup> Depressão periférica são áreas “deprimidas que aparecem na zona de contato entre terrenos sedimentares e o embasamento cristalino” (GUERRA; GUERRA, 2008, p. 193).

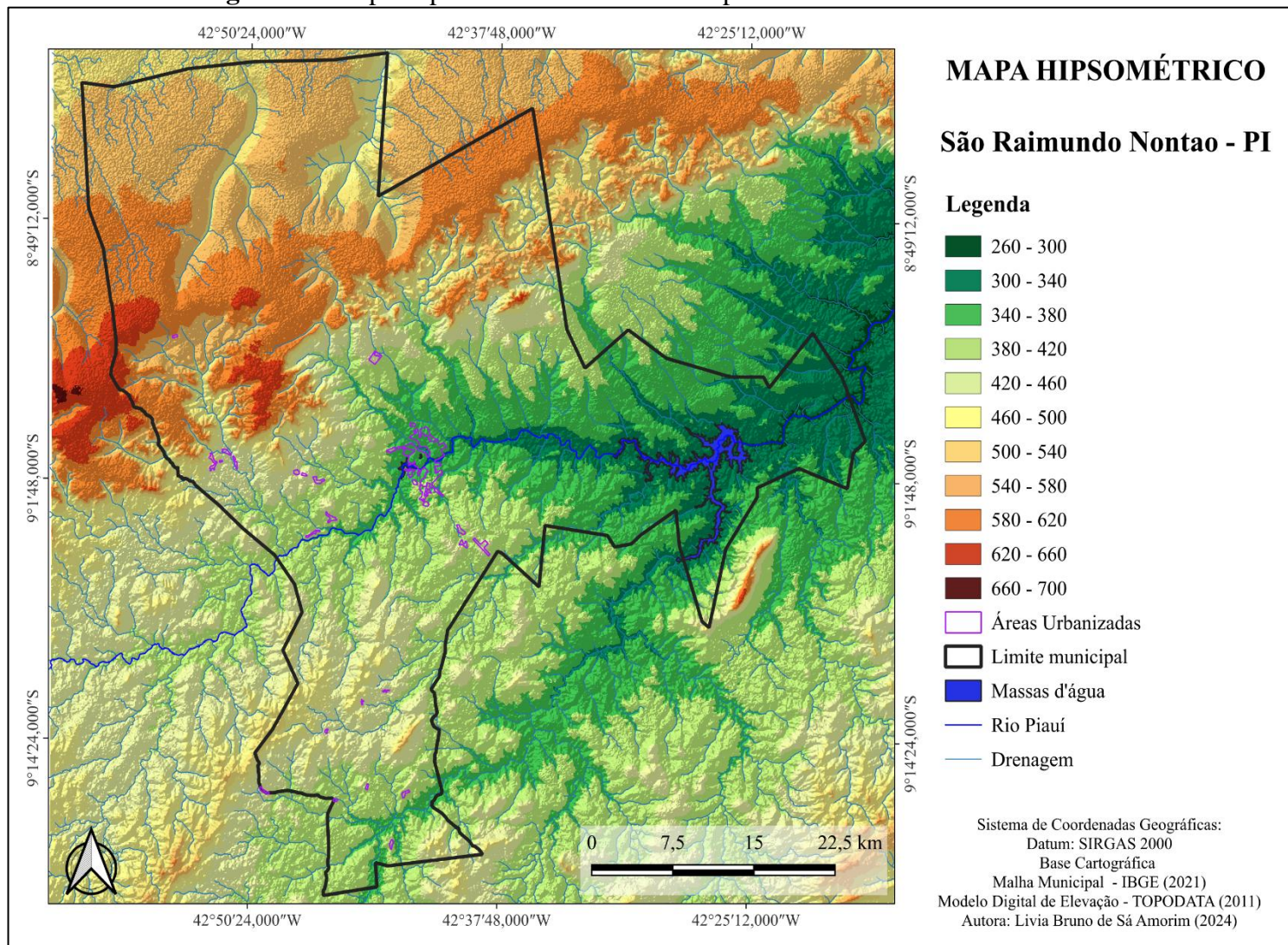
<sup>18</sup> Espalhamento: padrão ramificado de cursos d’água em uma bacia hidrográfica, semelhante à disposição de galhos em uma árvore.

rapidamente o acúmulo da água superficial e elevação do nível dos cursos d'água, promovendo maior possibilidade para os processos de alagamentos.

A cidade de São Raimundo Nonato, conforme indicado em seu processo histórico, teve início com o assentamento das primeiras casas e, a partir delas, a cidade se expandiu justamente em altimetria de 320 e 340 m de altitude, representando cotas da planície de inundação do rio Piauí. Portanto, hoje a cidade está situada em altitudes variando entre 280 e 360 m de altitude e configura-se inserida nos domínios das planícies do rio Piauí, sujeita naturalmente ao acúmulo de sedimentos, processos de alagamentos, mas que, mediante o processo de ocupação e crescimento da cidade, tende a agravar os respectivos processos.

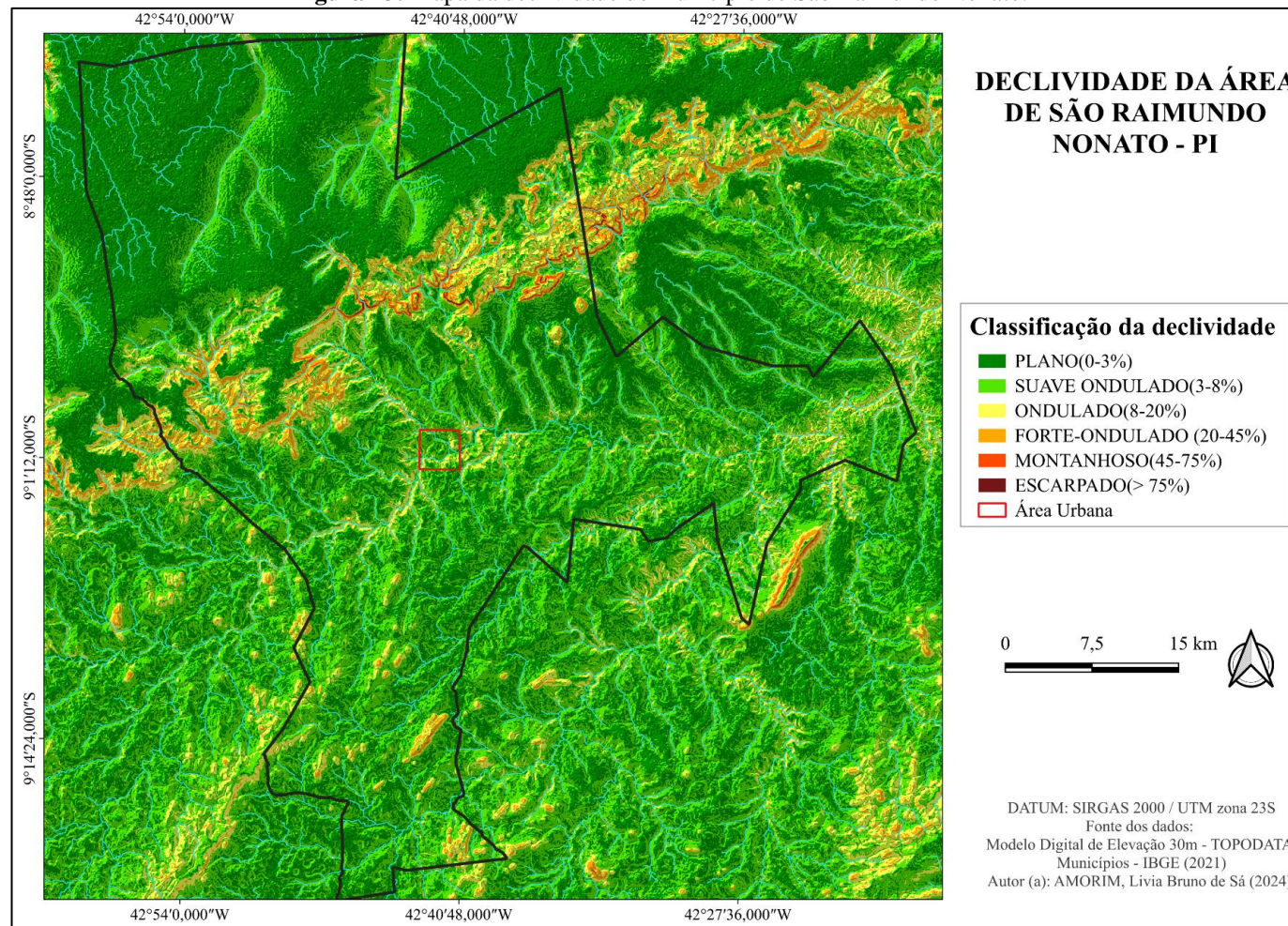
Por outro lado, um aspecto morfométrico de extrema relevância na análise dos processos de alagamento se refere à declividade do terreno. De acordo com o IBGE (2009), o conhecimento sobre as declividades do terreno é significativo, pois pode apontar restrições importantes para diversos tipos de atividades, tais como para a agricultura e assentamento urbano. Tais conhecimentos têm sido utilizados como um dos elementos para regulamentar as áreas de ocupação urbana.

**Figura 12:** Mapa Hipsométrico da área municipal de São Raimundo Nonato – PI.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

**Figura 13:** Mapa da declividade do município de São Raimundo Nonato.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Conforme a classificação da declividade, o município estudado apresenta mais de 49% da sua área como relevo plano, indicando declividades de até 3%. A superfície caracterizada como suave ondulada ocupa pouco mais de 38%, cuja declividade se encontra entre 3 e 8%; enquanto superfície ondulada, ocorre em pouco mais de 9% da área municipal, com inclinação entre 8 e 20%.

Em menores porcentagens, ocorrem os relevos fortes ondulados, em aproximadamente 2% da área, e o montanhoso e o escarpado, ocupando menos de 1% da área total do município. Estes estão posicionados, majoritariamente, nas áreas correspondentes à Serra de Bom Jesus da Gurgueia e à Serra da Capivara. A inclinação da superfície do terreno varia de 20 a 75% ou mais, nesses locais.

Especificamente, a cidade de São Raimundo está inserida predominantemente na classe de declividade plano, ou seja, superfícies de declividades de até 3%, suave ondulado e, em menor proporção, ondulado e forte ondulado, portanto, propensas ao acúmulo de água superficial e de materiais de origem a montante, ou seja, das áreas de maiores altitudes.

Como observado no mapa de declividade, a densidade urbana está assentada em área considerada com predominância do relevo plano e suave ondulado, que, segundo Aquino (2010, p.74), devido ao relevo pouco acidentado e à presença de materiais férteis depositados, a planície fluvial do rio Piauí propiciou uma ocupação humana intensa.

A Tabela 2 a seguir apresenta as cinco classes utilizadas para a avaliação de um relevo pelo IBGE (2009). Tais classificações dos ambientes foram estabelecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas com base nas de Tricart (1991), categorias ecodinâmicas, que classificou os ambientes em estáveis, em transição e instáveis (IBGE, 2009).

**Tabela 2:** Classificação do Relevo.

| CLASSES                | VALORES (%) | DEFINIÇÃO   |
|------------------------|-------------|---|
| Muito Fraca (Plano)    | 0-3         | Formações superficiais espessas onde os efeitos do escoamento superficial da água não são visíveis, mas são consideradas as perdas de material em solução devido à penetração da água e ao escoamento subterrâneo. Nessas regiões, a pedogênese é mais dominante que a morfogênese, que corresponde a um ambiente estável.                |
| Fraca (Suave ondulado) | 3 a 8       | Geralmente apresenta a densidade de drenagem grosseira e fraco aprofundamento da drenagem, com formações superficiais espessas e onde a ação do escoamento subsuperficial provoca a perda de materiais finos em superfície, com empobrecimento dos solos e, localmente, do escoamento superficial difuso, favorecendo uma erosão laminar. |
| Moderada (Ondulado)    | 8 a 20      | Caracterizada, geralmente, com densidade e aprofundamento médio da drenagem, com formações superficiais pouco espessas, ou relevo plano (0 a 3%) com formações superficiais   |

|  |                        |   |
|--|------------------------|---|
|  |                        | rasas e/ou com pedregosidade. Ocorre ação generalizada do escoamento superficial dos solos, dando origem a canaletas. Dada a ação equilibrada da pedogênese sobre a morfogênese, essas áreas apresentam-se em processo de transição.  |
| Forte<br>(Forte Ondulado)              | 20 a 45                | Apresenta densidade de drenagem fina e aprofundamento da drenagem médio ou forte. As formações superficiais são pouco espessas e/ou rasas, de textura média e/ou arenosa. Correspondem também às planícies onde a dinâmica ambiental é forte. Nos relevos dissecados, há uma ação do escoamento superficial semiconcentrado e concentrado demonstrada por remoção do horizonte A, com exposição do horizonte B e formação de canaletas e sulcos profundos; nas planícies fluviais ocorre o escoamento concentrado com desbarrancamento e/ou desmoronamento, e nas planícies marinhas domina a ação das ondas e marés. São áreas que se caracterizam como meios instáveis. |
| Muito Forte<br>(Montanhoso a Escapado) | Igual a 45 ou superior | As formações superficiais são pouco espessas ou ausentes e podem conter pedregosidade, afloramentos rochosos. Também corresponde a padrões de acumulação eólicos ou inundações, como dunas e marés. As enxurradas e o escoamento superficial concentrado dominam, provocando a remoção completa do horizonte A, estendendo-se diretamente até o horizonte B do solo, criando ravinas e voçorocas. Podem ocorrer rastejamentos, deslizamentos e desmoronamento de terra em áreas localizadas; em áreas de dunas ocorre uma remobilização da areia. Nestes relevos, a morfogênese domina a pedogênese, caracterizando essas áreas como ambientes instáveis.                 |

Fonte: Embrapa (1976); IBGE (2009, p. 115). Adaptado por Amorim, L. B. de S. (2024).

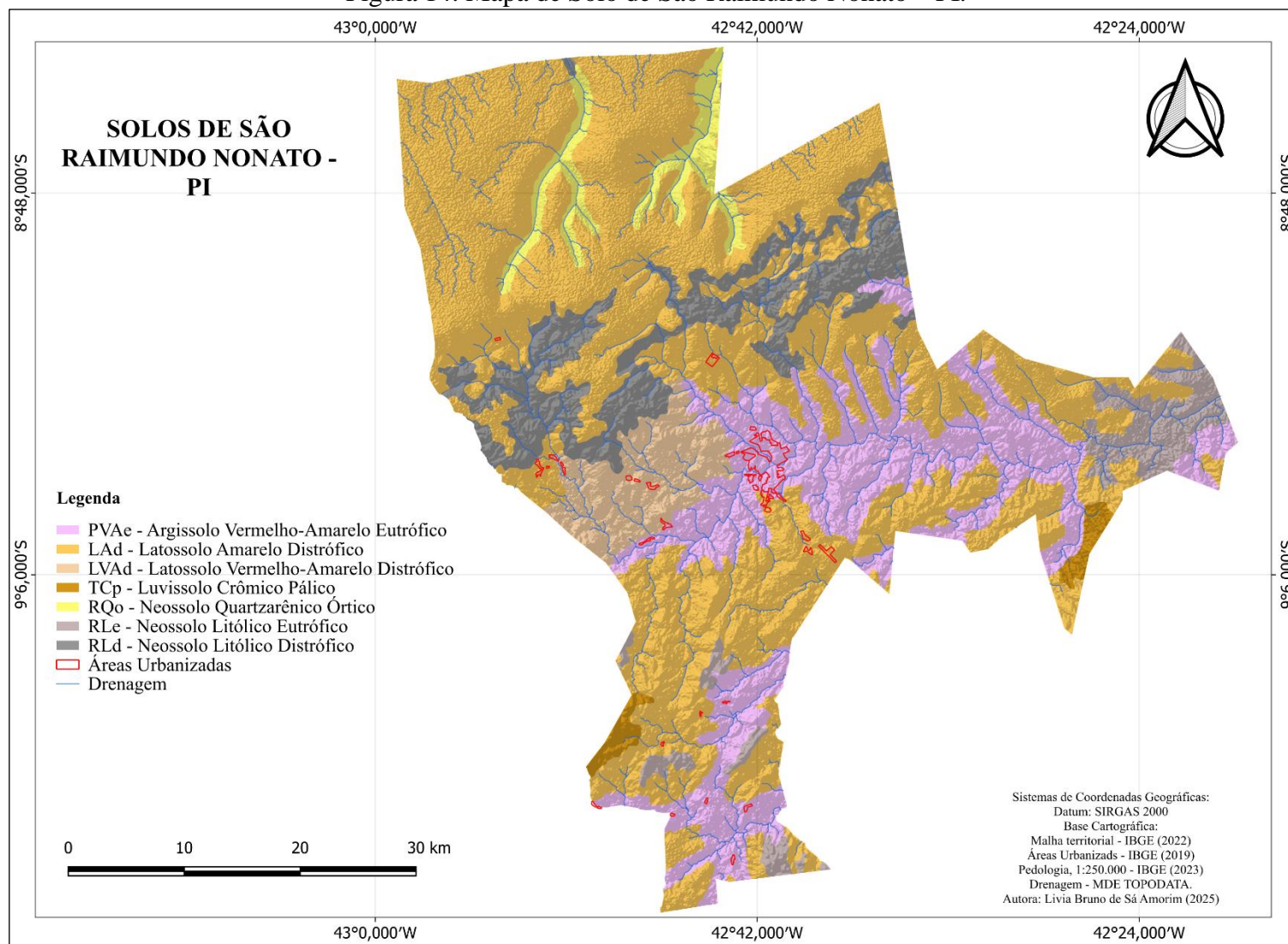
Conforme apresentado na Tabela 2, essas classes combinadas com outras informações geomorfológicas contribuíam para a compreensão de como os problemas hidrometeorológicos podem impactar uma cidade e seus habitantes, caso não tenha um planejamento urbano adequado, como é o caso de São Raimundo Nonato e de muitas outras cidades.

### 3.1.3 Solo

Conforme a literatura, os solos são constituídos por materiais sólidos, líquidos e gasosos (mineral, orgânicos, água e ar). Em sua formação, alguns fatores ambientais, como clima, organismos, material de origem e o tempo, são considerados elementos controladores dos tipos de solos, e a ação humana pode ser adicionada como mais um elemento, por meio do uso do solo natural (Costa, 2004; Lepsch, 2011).

Diante dos diferentes solos que uma unidade territorial pode apresentar, conforme a classificação de solos realizada pelo IBGE (2006), o município de São Raimundo Nonato apresenta os tipos Latossolo amarelo Distrófico, Neossolo quartzarênico Órtico, Luvisolos Crômicos, Argissolo vermelho-amarelo Distrófico e Argissolo vermelho-amarelo Distrófico. Figura 14 apresenta a distribuição dos diferentes solos no município.

Figura 14: Mapa de Solo de São Raimundo Nonato – PI.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os Latossolos, em geral, são os que mais se distribuem pelo território brasileiro, localizados principalmente em relevo plano a suave ondulado, pouco suscetíveis à erosão hídrica, são solos muito intemperizados e muito evoluídos. Mas, por conta de seu baixo teor de nutrientes, precisam ser corrigidos para o uso agrícola (Lepsch, 2011). Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), esses solos são típicos das áreas equatoriais e tropicais, embora também sejam encontrados em

zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos. (EMBRAPA, 2006, p. 82)

Jacomine (1986, p. 78) já vinha destacando o uso desses solos para a “pecuária em regime extensivo com bovinos, caprinos e ovinos, tendo sido constatadas, também, culturas de milho e feijão [...], pastagens plantadas e alguma fruticultura”. E que os Latossolos Amarelos, apesar de sua baixa fertilidade, mostram-se promissores para atividades agrícolas e pecuárias, devido ao seu relevo plano e levemente ondulado, além de suas boas características físicas. Entretanto, a baixa fertilidade e a acidez elevada impõem a necessidade de utilização frequente de corretivos e fertilizantes, tanto químicos quanto orgânicos.

Os Latossolos Amarelos Distróficos estão praticamente presentes em todo o município de São Raimundo Nonato, conforme a distribuição dos tipos de solos levantados pelo IBGE (2006). Evidenciado na Figura 14. Distribuído em grande faixa contínua nas áreas de superfície sedimentar (Serras de Bom Jesus do Gurguéia), concentrando-se nos “topos dos planaltos areníticos e nos reversos das cuestas” Aquino (2010, p. 72). Assim como o Latossolo Amarelo, o Vermelho-Amarelo precisa de correções. A sua ocorrência em áreas planas a suavemente ondulado é propício para o desenvolvimento da pecuária e de algumas agriculturas (Jacomine, 1986), o que justifica a ocupação inicial nessas áreas e que atualmente se insere o município de São Raimundo Nonato.

Os Argissolos são caracterizados pela diferença de textura, em que ocorre o aumento do teor de argila em profundidade, enquanto nos horizontes mais superficiais arenosos há solos bastante intemperizados. Em questão de abrangência territorial, é o segundo maior no Brasil, se apresenta em diferentes relevos, de suave ondulado a montanhoso (Lepsch, 2011).

Quanto à profundidade, pode se apresentar de raso a muito profundo, tem sua presença em relevos classificados em moderado a fortemente dissecado, é considerado um tipo de solo

adequado para o desenvolvimento agrícola, porém, o relevo dificulta seu uso (Aquino, 2010). De acordo com Lepsch (2011), é frequente a presença de vegetação do tipo floresta nessa área e, para a agricultura, deve-se estar atento aos declives do terreno, pois, quando muito íngremes, tendem à erosão hídrica.

De acordo com o IBGE (2019), os Argissolos vermelho-amarelo se formam em áreas caracterizadas pela boa drenagem, e em São Raimundo Nonato se encontram principalmente na unidade correspondente às depressões, onde está instalada a rede de drenagem do rio Piauí, e onde se constituiu o centro urbano do município.

Quanto aos Neossolos, segundo o SiBCS, são formados por material mineral ou orgânico e, por conta do baixo processo pedogenético, trata-se de um solo pouco desenvolvido, sem a presença de argila e resistente ao intemperismo, são ricos em quartzo. Os Litólicos<sup>19</sup> se distribuem por todo o Brasil, predominando “em declives fortes de áreas de relevo movimentado” e, por conta da presença de ‘rochas a pouca profundidade e da frequente pedregosidade”, a agricultura é limitada (Lepsch, 2011, p. 21). No município de São Raimundo Nonato, estão localizados nas áreas de altas declividades, como pode ser evidenciado na Figura 12. Já os da subordem Quartzarênicos estão localizados a leste do município, em declives de suave ondulado a ondulado. Segundo Lepsch (2011, p. 21), são solos “arenosos (areias constituídas de quartzo), apresentam limitações pela baixa capacidade de armazenar água e nutrientes para as plantas”.

Além desses, tem a ocorrência, em menores proporções, dos Luvisolos Crômicos. Os Luvisolos são pouco profundos, apresentam diferenciação na coloração, que pode variar desde o vermelho até acinzentado, entre os horizontes superficiais e subsuperficiais. E suas “propriedades físicas, como pequena profundidade e mudança textural abrupta, que contribuem para uma alta suscetibilidade à erosão, drenabilidade restrita e baixa disponibilidade de água” (IBGE, 2019, p. 133). No município, estão distribuídos na porção sudeste e sudoeste.

#### 3.1.4 Vegetação

Em 2004 o IBGE realizou o mapeamento da vegetação brasileira, como base no mapa de distribuição de vegetação naturais no País, para o estado do Piauí ocorrem seis tipos sendo: Área de Formação Pioneira corresponde ao litoral; Área de Tensão Ecológica, refere-se as áreas de contatos entre tipos de vegetação; Floresta Estacional Semidecídua, tem uma de suas principais características a perda de parte da folhagem durante a estiagem, quando

---

<sup>19</sup> Quando de baixo teor de nutrientes, são classificados em distróficos e, quando com alto teor, são eutróficos.

aproximadamente 30% das árvores perdem as folhas simultaneamente; Floresta Estacional, possui as mesmas características que a anterior, porém sua presença é marcante em ambiente com longo período de seca e a decidualidade foliar é maior, mais de 50% das árvores derrubam a folhagem ao mesmo tempo (IBGE, 2004; Coutinho, 2016).

Boa parte da vegetação do estado piauiense faz parte do bioma<sup>20</sup> da Caatinga, que está distribuído também pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Bahia e o norte de Minas Gerais. Conhecida como mata branca, segundo o autor, ela “coincide com amplas *depressões intermontanas* e *interplanálticas*, superfícies aplainadas (pediplanos), entremeadas por planaltos” (Coutinho, 2016, p. 74).

Em Coutinho (2016), está classificada como savana tropical estacional semiárida, cuja vegetação é xerofítica, decídua, e está condicionada ao clima da região. A Caatinga nordestina se apresenta como

um mosaico de fitofisionomias em gradiente, que vão desde a caatinga arbórea, florestada, até a caatinga baixa, passando por fisionomias de escrube e savana *sensu stricto*, e refletindo com isso o gradiente das condições hídricas no solo [...] Em comparação com outros biomas tropicais, a flora da Caatinga é relativamente pobre [...] Onde os solos mais secos, muito rasos, ou onde a rocha é exposta, forma-se uma caatinga baixa, praticamente com um único estrato de plantas, em geral cactos suculentos [...] Onde os solos reservam mais água, a caatinga é mais arborizada ou arbustiva [...] Nas margens de alguns rios, em solos encharcados, formam-se carnaubais. (Coutinho, 2016, p. 75)

De acordo com Ab’Saber, o domínio das caatingas possui originalidade própria, haja vista o contexto climático e hidrológico no qual está inserido, em um continente chuvoso e com vastos recursos hídricos. A vegetação característica do bioma se adapta muito bem ao clima semiárido, tendo em conta o prolongado período de baixa pluviosidade. A flora perde a folhagem como uma forma de reter e/ou reduzir a perda de água, uma vez que transpiram pela folhagem.

Essa dinâmica peculiar realizada pelas plantas faz com que muitas pessoas a suponham como sem vida, quando na verdade é um mecanismo de sobrevivência, mostrando-se nas primeiras chuvas a substituição do tom esbranquiçado da mata pelo verde. É como diz Ab’Sáber (2003, p. 85), [...] na longa estiagem, os sertões funcionam, muitas vezes, como semidesertos nublados. E, de repente, quando chegam as primeiras chuvas, árvores e arbustos de folhas

---

<sup>20</sup> Conforme Coutinho (2016, p. 26), trata-se de uma área geográfica natural, formada pela uniformidade de clima, de condições edáficas [...] e de fitofisionomia.

miúdas e múltiplos espinhos protetores entremeados por cactáceas empoeiradas, tudo reverdece”. Parte da Caatinga coincide com a divisão sub-regional do Nordeste, no caso as delimitações do Sertão, em que o autor considera as faixas contínuas do bioma como limites da sub-região.

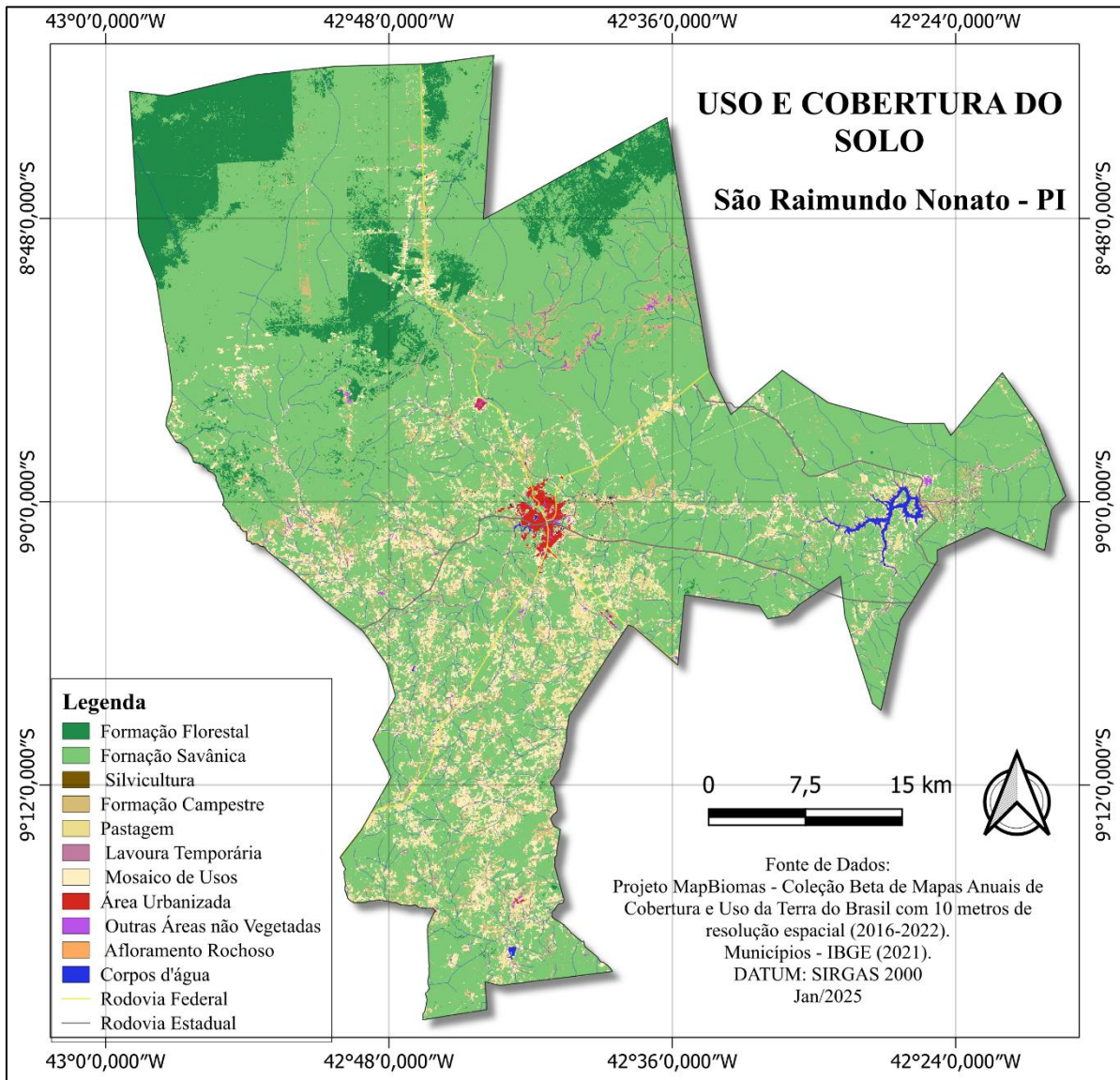
Outra característica que pode ser atribuída ao domínio das caatingas é a presença de redes de drenagens temporárias (intermitentes<sup>21</sup>), dado que está localizada na região Nordeste, cuja hidrologia está vinculada e dependente do ritmo climático sazonal. Torna-se relevante conhecer alguns aspectos da drenagem do município de São Raimundo Nonato, uma vez que se insere nesse ambiente de rios intermitentes.

Portanto, São Raimundo Nonato se encontra inserido no domínio da Caatinga, contudo, o município apresenta 1.868,2715 km<sup>2</sup>, isso equivale a aproximadamente 77,34% de área ocupada por Formações Savânicas e Campestres, de vegetação natural, sendo os demais domínios de uso destinados à organização da urbe; atividades pecuárias; atividade agrícola e em diferentes mosaicos de usos. A Figura 15 apresenta o mapa de Uso e Cobertura do Solo, enquanto a Tabela 3, contém os dados obtidos entre o ano de 2004 e 2022. Conforme os dados, houve a diminuição de alguns componentes naturais, principalmente da Formação Savânica, que registrou de 2012 para 2022 uma perda de 11,82%, assim como também os corpos hídricos, que reduziram em 46,23%, enquanto a área urbana cresceu 14,27% em 10 anos, enquanto nos anos anteriores, entre 2004 e 2012, a expansão foi ainda mais significativa, alcançando 28,74%.

---

<sup>21</sup> São os que apresentam água apenas um determinado período do ano, geralmente secando durante a estiagem.

**Figura 15:** Mapa de Uso e Cobertura do Solo do município de São Raimundo Nonato.



Fonte: MapBiomias (2022). Elaborado pelos autores (2025).

**Tabela 3:** Dados de Uso e Cobertura do Solo.

| Classes                     | Área (Km <sup>2</sup> ) |          |          | Mudanças (km <sup>2</sup> )<br>2004-2012 | Mudanças (km <sup>2</sup> )<br>2012-2022 | Mudanças (%)<br>2004-2012 | Mudanças (%)<br>2012-2022 |
|-----------------------------|-------------------------|----------|----------|--|--|---------------------------|---------------------------|
|                             | 2004                    | 2012     | 2022     |  |  |                           |                           |
| Formação Florestal          | 187,5946                | 206,5063 | 237,8674 | 18,91167                                 | 31,36105                                 | 10,08                     | 15,19                     |
| Formação Savânica           | 1850,148                | 1977,616 | 1743,906 | 127,46804                                | -233,70963                               | 6,89                      | -11,82                    |
| Silvicultura                |                         |          | 0,07481  | 0  | 0,07481                                  |                           |                           |
| Formação Campestre          | 0,74217                 | 1,9239   | 124,3655 | 1,18173                                  | 122,44157                                | 159,23                    | 6364,24                   |
| Pastagem                    | 167,6135                | 156,3086 | 43,79007 | -11,3049                                 | -112,51857                               | -6,74                     | -71,98                    |
| Lavouras Temporárias        |                         |          | 0,28761  | 0  | 0,28761                                  |                           |                           |
| Mosaico de Usos             | 183,5952                | 48,53541 | 226,8109 | -135,05974                               | 178,2755                                 | -73,56                    | 367,31                    |
| Área Urbana                 | 6,90596                 | 8,89043  | 10,20145 | 1,98447                                  | 1,31102                                  | 28,74                     | 14,75                     |
| Outras Áreas Não Vegetadas  | 0,8019                  | 0,5961   | 7,82087  | -0,2058                                  | 7,22477                                  | -25,66                    | 1212,01                   |
| Afloramento Rochoso         |                         |          | 0,01943  | 0  | 0,01943                                  |                           |                           |
| Rios, Lagos e Oceanos       | 17,25755                | 11,94288 | 6,4212   | -5,31467                                 | -5,52168                                 | -30,80                    | -46,23                    |
| Outras Lavouras Temporárias | 0,60899                 | 2,9482   |          | 2,33921                                  | -2,9482                                  | 384,11                    | -100,00                   |

Fonte: Mapbiomas (2004; 2012; 2022). Organização: Amorim, Livia Bruno de Sá (2025).

### 3.1.5 Hidrografia

O estado do Piauí tem 99% de seu território situado na bacia hidrográfica do rio Parnaíba. A Região Hidrográfica do Parnaíba é a segunda mais importante do Nordeste brasileiro. Além dos municípios piauienses, tem em sua região os dos estados do Ceará e Maranhão, abrangendo uma área de 333.056 km<sup>2</sup>, equivalente a 3,9% do território nacional (ANA, 2015).

De acordo com Lima (2017, p. 10), a circulação das águas doces no estado do Piauí está relacionada aos volumes de águas subterrâneas, lagoas naturais, açudes e barragens, sendo grande parte desse sistema sujeita ao rio Parnaíba, este “corresponde ao maior rio perene da região nordeste do Brasil que tem seu curso totalmente incluído na região Nordeste”.

Tem sua região hidrográfica dividida em Alto Parnaíba, Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba, com seus principais rios: Parnaíba, Canindé, das Balsas, Piauí, Poti, Longá, Itaueira e Uruçuí Preto. Seus cursos d’água passam por diferentes ambientes, como em áreas com vegetação característica do Cerrado, Caatinga e litorânea, apresentando diferentes características hidrológicas. (ANA, 2015).

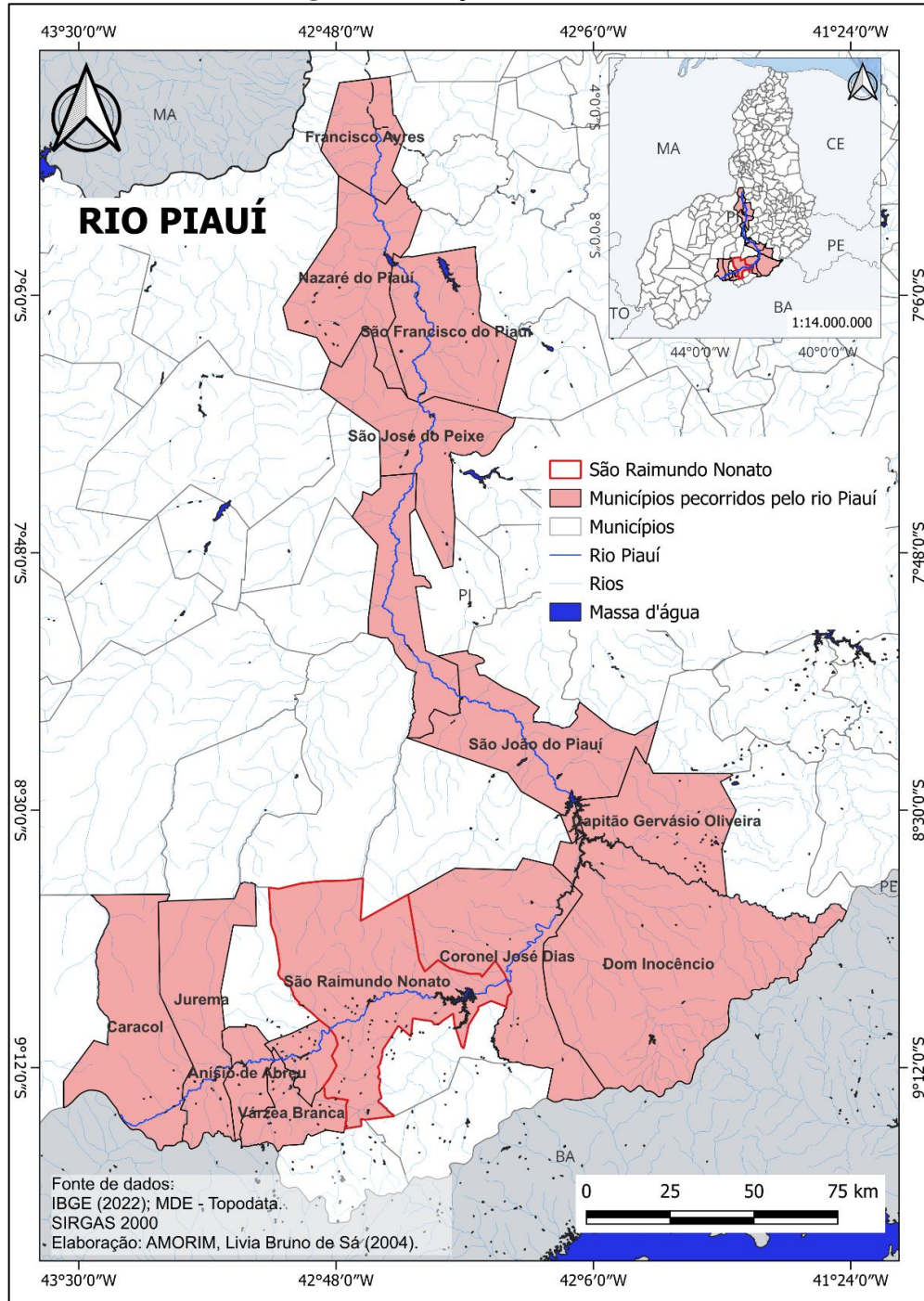
De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), essa bacia, distribuída entre regiões vizinhas, apresenta características particulares, no que diz respeito ao desenvolvimento econômico e social da região que a ocupa, no que concerne à distribuição hídrica, que acontece de forma desigual pelo território. A área que abrange o território piauiense (margem direita do Parnaíba), a maioria dos cursos que contribui para o corpo d’água do rio principal (Parnaíba) é de caráter intermitente, principalmente os da região Médio Parnaíba, os rios “Canindé e Piauí, Poti e cabeceiras do rio Gurguéia (Serra de Bom Jesus do Gurguéia)”, em virtude de estar localizado nas delimitações semiáridas (ANA, 2015, p. 112).

Lima (2017, p. 11) destaca que, no Piauí, os principais rios que compõem o sistema de drenagem da bacia hidrográfica do rio Parnaíba podem ser considerados como “sistemas hidrográficos sub-regionais, pela abrangência espacial e pela complexidade ambiental que caracterizam suas bacias”. Estão classificadas como sub-bacias, e a que nos interessa aqui é a do Canindé/Piauí, situada no Médio Parnaíba, região na qual o município de São Raimundo Nonato (PI) se insere geograficamente.

Essa sub-bacia está situada nas delimitações semiáridas, o rio Canindé nasce na cidade Paulistana, na mesorregião sudeste piauiense, e se trata de um rio torrencial e intermitente, secando nos meses sem precipitação pluviométrica. O rio Piauí é um de seus afluentes temporários, que, durante seu percurso até desaguar no Canindé, alimenta algumas lagoas.

O rio Piauí nasce ao sudoeste piauiense, na cidade de Caracol, divisa com o estado da Bahia, percorre por algumas outras cidades até chegar a São Raimundo Nonato (Figura 16) e deságua em Francisco Ayres, no rio Canindé.

**Figura 16: Trajeto do rio Piauí.**



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Ao percorrer a urbe de São Raimundo Nonato, tem suas margens ocupadas pelos cidadãos, uma vez que a região hídrica por onde perpassa é uma das mais povoadas, principalmente por ser uma das regiões que fizeram parte do início da colonização das terras

piauienses, em comparação com o Alto Parnaíba e Baixo Parnaíba. Inclusive, Lima (2017) alerta que

os rios Piauí e Canindé, que têm suas bacias no clima semiárido piauiense (LIMA, 2004), vêm sofrendo várias interferências danosas, como o barramento de seus leitos que, além de provocarem o seu assoreamento, modificam os sistemas de erosão em função do estabelecimento de novos níveis de base locais. Outro fator é a supressão de vegetação ciliar, que vem contribuindo para a degradação de suas margens, além do mau uso do solo por falta de práticas conservacionistas adequadas. Também o regime de chuvas do clima semiárido, por ser altamente concentrado, favorece ainda mais a intensificação dos processos erosivos e de assoreamento dos seus leitos. (Lima, 2017, p. 21)

Boa parte desses rios temporários tem sua nascente na região semiárida do estado e na área de embasamento cristalino, de rochas impermeáveis, que configuram uma drenagem de caráter temporário e um sistema de abastecimento subterrâneo fraco, gerando dificuldade de atender demandas produtivas. (CODESVASF, 2006; Lima, 2017).

Tendo isso em vista, o Piauí possui alguns reservatórios estratégicos de abastecimento, localizados principalmente nos cursos dos rios que drenam a região. No caso da Bacia do Canindé, existem 12 barragens construídas, sendo duas delas no curso do rio Piauí: Petrônio Portela em São Raimundo Nonato, destinada ao abastecimento humano e animal, à irrigação e piscicultura; e Jenipapo em São João do Piauí, utilizada para regularizar a vazão. Além dessas, na área de urbanização do município de São Raimundo Nonato, possui o açude Aldeia, construído no curso do rio, com a finalidade de abastecimento humano e animal (PIAÚ/SEMARH, 2010; CEPRO, 2019).

Foi aproveitando o recurso natural do Rio Piauí que a cidade de São Raimundo Nonato, nos princípios da colonização, desenvolveu-se em suas planícies e, ao longo do tempo, se organizou enquanto cidade polo às regiões vizinhas. Com essa demanda, a superfície que, inicialmente, anterior à ocupação como posta nos dias atuais, era sujeita naturalmente aos processos do ciclo hidrológico. Contudo, atualmente, com a urbe organizada, houve modificação desses processos.

Assim, é compreendendo especialmente os aspectos naturais climáticos, morfológicos e de drenagem, sistemas naturais, que, sob pressão da ocupação urbana, os processos naturais são potencializados.

#### **4. AS MUDANÇAS NO ESPAÇO URBANO DE SÃO RAIMUNDO NONATO: impactos no ambiente do rio Piauí.**

Conforme apresentado, o município de São Raimundo Nonato emergiu a partir de uma das formas mais comuns de conquistar grandes extensões de terras, as fazendas, nesse caso para a criação de gado. Atualmente, a cidade se encontra em ascensão, buscando o padrão de urbanização, assim como qualquer cidade brasileira que busca o desenvolvimento. No entanto, junto ao anseio de crescimento, surgem também os grandes problemas socioambientais frequentemente relacionados ao uso e ocupação do solo.

Assim, foram realizadas 09 dias de campanhas de campo, do dia 18 a 25 de janeiro de 2024, de forma a identificar locais, especificamente do perímetro urbano do rio Piauí, alterações pelo processo de uso e ocupação do solo. A área central da cidade também foi local de estudo a partir da realização das campanhas de campo, uma vez que é uma das áreas mais afetadas pelos processos hidrometeorológicos, como será apresentado mais adiante.

Logo, os locais identificados estão situados principalmente na margem esquerda do rio Piauí, nos bairros: Centro, Gavião, Aldeia, Umbelina, Ingazeira e Paraíso das Aves. Ao todo, foram 23 áreas observadas. Ver Tabela 4 e Figura 18.

**Tabela 4:** Localização das áreas observadas com a classificação da declividade.

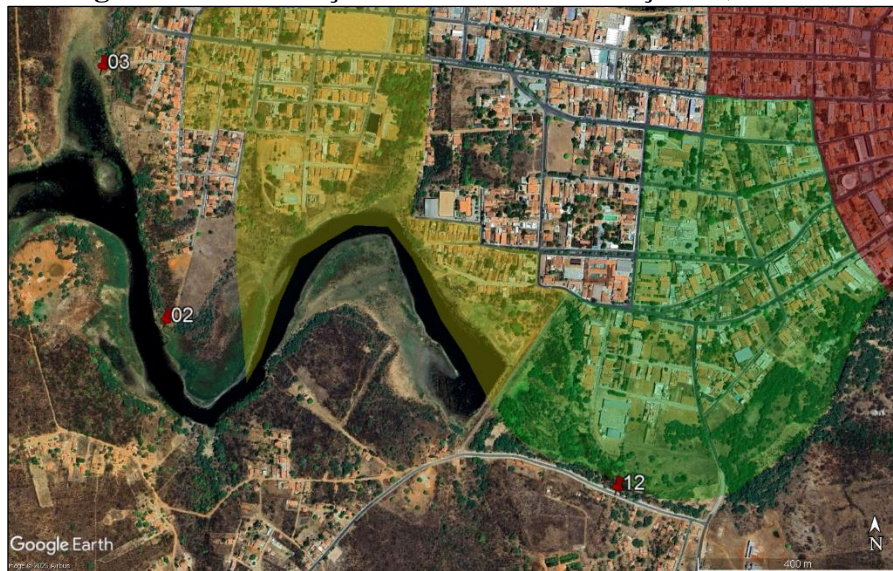
| LOCAL OBSERVADO | BAIRROS          | COORDENADA GEOGRAFICA      | DECLIVIDADE                                 | ALTITUDE (m) |
|-----------------|------------------|----------------------------|---|--------------|
| 01              | GAVIÃO           | 9°01'01.1"S 42°42'10.4"W   | Suave Ondulado (3-8%)/<br>Ondulado (8 -20%) | 343          |
| 02              | GAVIÃO           | 9° 1'8.86"S 42°42'22.91"W  | Ondulado (8 -20%)                           | 334          |
| 03              | GAVIÃO           | 9° 0'51.59"S 42°42'27.31"W | Ondulado (8 -20%)                           | 338          |
| 04              | CENTRO           | 9° 1'1.84"S 42°41'30.40"W  | Suave Ondulado /<br>Ondulado                | 336          |
| 05              | UMBELINA         | 9° 1'0.75"S 42°41'21.72"W  | Suave Ondulado /<br>Ondulado                | 347          |
| 06              | CENTRO           | 9° 0'48.68"S 42°41'11.69"W | Plano (0-3%)                                | 335          |
| 07              | PARAÍSO DAS AVES | 9° 0'50.08"S 42°41'5.75"W  | Plano (0-3%)                                | 322          |
| 08              | CENTRO           | 9° 0'56.66"S 42°41'18.48"W | Suave ondulado (3-8%)                       | 338          |
| 09              | UMBELINA         | 9° 0'59.70"S 42°41'25.53"W | Suave Ondulado (3-8%)/Ondulado (8 -20%)     | 336          |
| 10              | ALDEIA           | 9° 1'13.62"S 42°42'0.16"W  | Plano (0-3%)                                | 338          |
| 11              | ALDEIA           | 9° 1'17.28"S 42°41'53.27"W | Ondulado (8 -20%)                           | 341          |
| 12              | INGAZEIRA        | 9° 1'20.34"S 42°41'52.43"W | Ondulado (8 -20%)                           | 342          |
| 13              | CENTRO           | 9° 0'44.40"S 42°41'45.06"W | Suave Ondulado (3-8%)/Ondulado (8 -20%)     | 346          |
| 14              | CENTRO           | 9° 0'42.31"S 42°41'22.30"W | Plano (0-3%)                                | 336          |

|    |        |                            |   |     |
|----|--------|----------------------------|---|-----|
| 15 | CENTRO | 9° 0'49.19"S 42°41'25.13"W | Plano (0-3%)                              | 334 |
| 16 | CENTRO | 9° 0'50.72"S 42°41'24.76"W | Plano (0-3%)                              | 336 |
| 17 | CENTRO | 9° 0'52.67"S 42°41'24.92"W | Plano (0-3%)                              | 336 |
| 18 | CENTRO | 9° 0'53.97"S 42°41'24.55"W | Plano (0-3%)                              | 336 |
| 19 | CENTRO | 9° 0'52.98"S 42°41'23.15"W | Plano (0-3%)                              | 337 |
| 20 | CENTRO | 9° 0'45.88"S 42°41'25.84"W | Plano (0-3%)                              | 337 |
| 21 | CENTRO | 9° 0'49.91"S 42°41'20.32"W | Plano (0-3%)                              | 339 |
| 22 | CENTRO | 9° 0'55.93"S 42°41'25.16"W | Plano (0-3%)/<br>Suave Ondulado<br>(3-8%) | 334 |
| 23 | CENTRO | 9° 0'57.08"S 42°41'27.24"W | Plano (0-3%)                              | 334 |

Fonte: Organizado pelos autores (2024).

Conforme pode ser observado na Tabela 4, a variação altimétrica das áreas observadas está entre 322 e 347 metros de altitude, portanto, variação de 25 metros. A maioria das áreas observadas está localizada em relevo plano e suave ondulado, distribuídas principalmente no Centro da cidade. Os pontos **02**, **03** e **12** (Figura 17) estão localizados fora do perímetro estabelecido no estudo, em áreas de menor concentração urbana, todavia, foram importantes para melhor evidenciar os problemas ambientais às margens do rio Piauí.

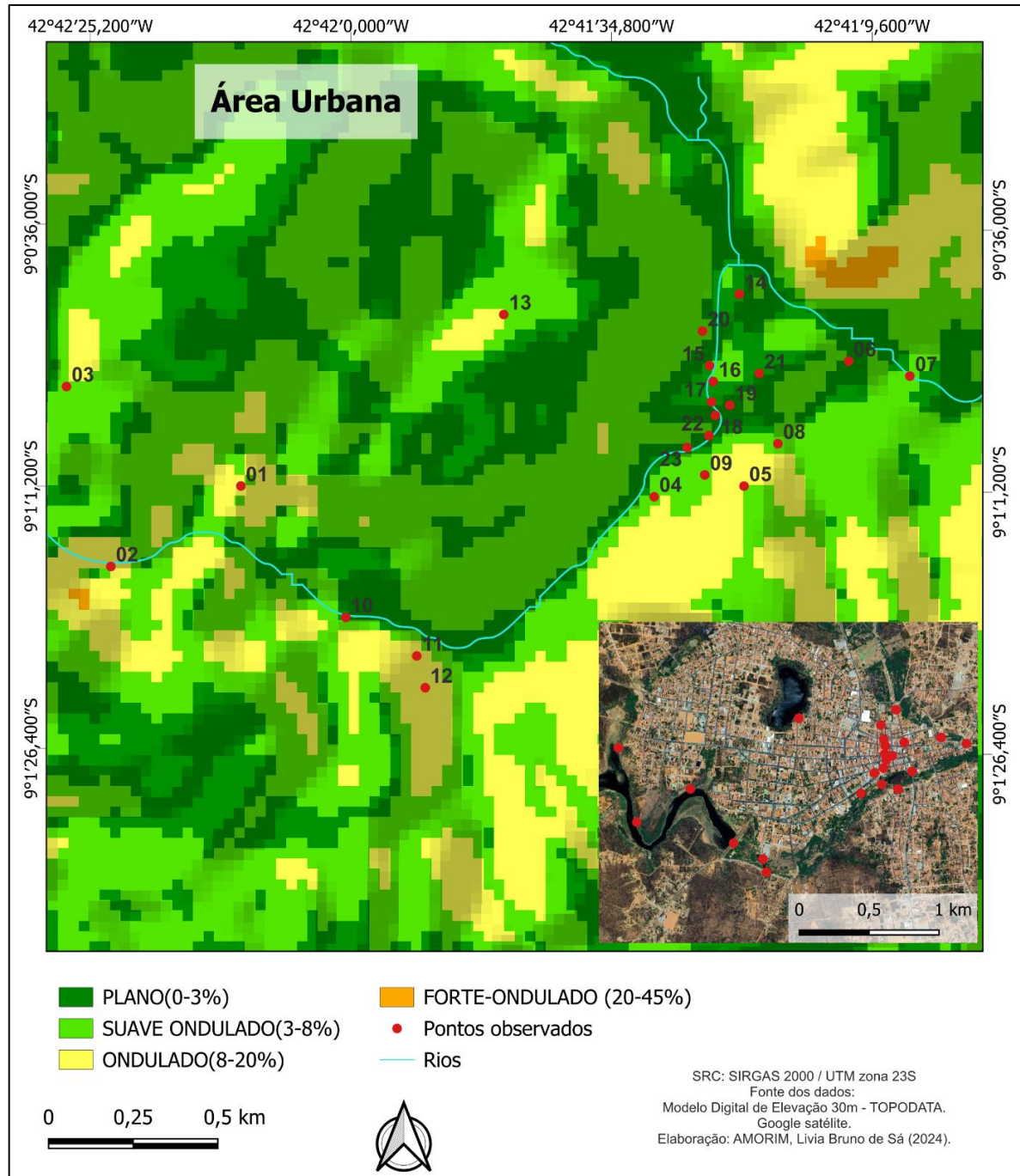
**Figura 17:** Localização das áreas de observação 02, 03 e 12.



Fonte: Google Earth Pro, 2025. Adaptada pelos autores (2025).

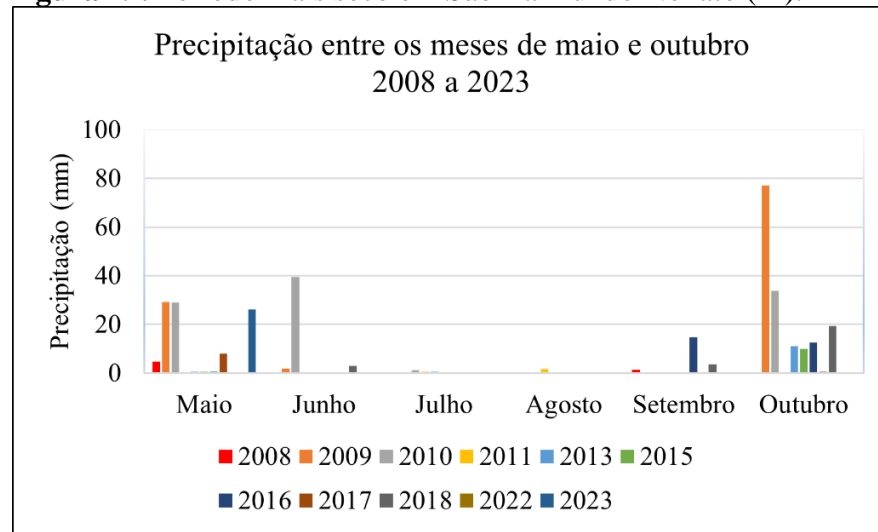
De acordo com a Figura 18, as áreas analisadas estão categorizadas nas classes de declividade que variam de 0-3% a 20%.

**Figura 18:** Mapa de declividade da área urbana e distribuição dos locais observados.



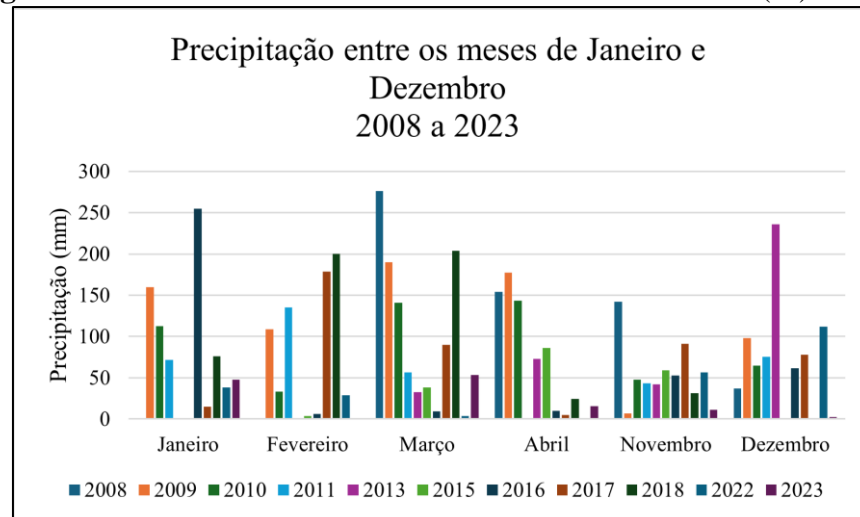
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Conforme organização e tratamento dos dados diários de pluviometria, disponibilizados pela Estação Meteorológica do INMET para a série histórica de 2008 a 2023, São Raimundo Nonato apresenta dois períodos bem definidos, sendo um seco e o outro chuvoso. Ver os gráficos das Figuras 19 e 20.

**Figura 19:** Período mais seco em São Raimundo Nonato (PI).

Fonte: Inmet (2008-2023). Organizado pelos autores, 2024.

Durante o período seco, representado pelos meses de maio a outubro, a variação da chuva é entre 0 e 77 mm. Vale destacar, que a precipitação entre esses meses ocorre de forma irregular, havendo meses sem a ocorrência de chuva, como apresentado na Figura 19. Por outro lado, o período chuvoso se concentra nos meses de novembro a abril, momento em que a pluviometria atinge altura mensal entre 200 e pouco mais que 270 mm de chuva, como exposto na Figura 20.

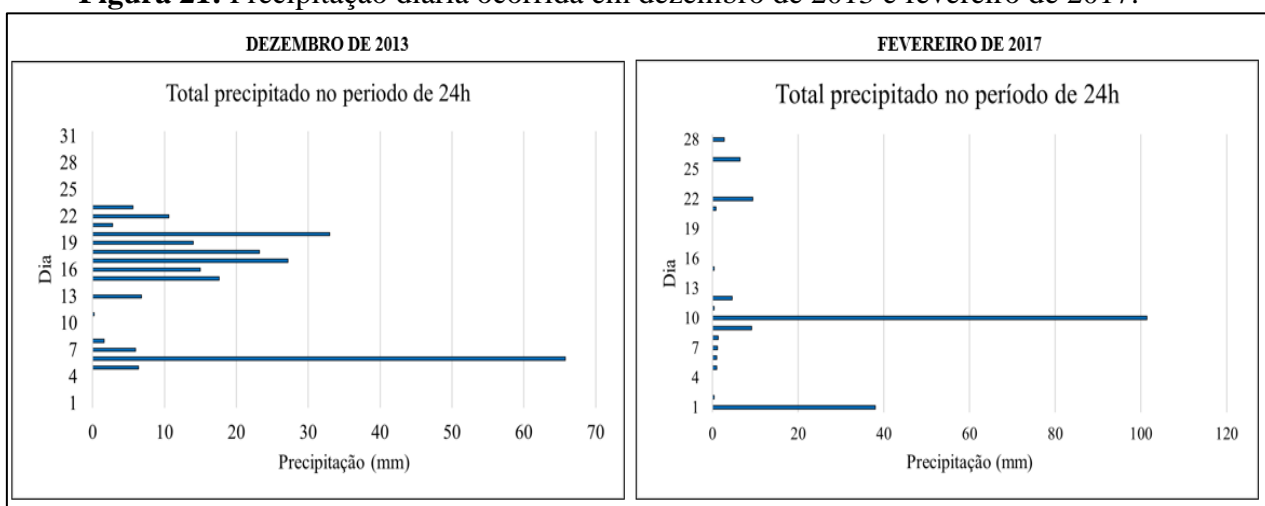
**Figura 20:** Período mais chuvoso em São Raimundo Nonato (PI).

Fonte: Inmet (2008-2023). Organizado pelos autores, 2024.

O mês mais chuvoso, de acordo com os dados da série histórica, é entre os meses de dezembro e março, que pode ultrapassar os 200 mm mensais; o total anual pode chegar a pouco mais de 700 mm, como ocorreu em 2009, assim como apresentado na Figura 20.

A Figura 21 a seguir exibe os totais de chuvas diárias registradas nos meses de dezembro de 2013 e fevereiro de 2017.

**Figura 21:** Precipitação diária ocorrida em dezembro de 2013 e fevereiro de 2017.



Fonte: INMET (2013; 2017). Organizado pelos autores, 2025.

Conforme pode ser observado na Figura 21, os registros apontam para chuvas diárias de aproximadamente 65 mm e 100 mm. Configurando chuvas com potencial a transtornos nas cidades, conforme aponta o INMET (1999).

Portanto, a série histórica indica uma significativa irregularidade no padrão pluviométrico de São Raimundo Nonato. Os episódios de elevada pluviometria diária são frequentes e se estabelecem como um padrão de chuvas no município. Sendo assim, pode ser vista previsível, assim sendo, totalmente sujeito e passivo de planejamento e intervenção para minimizar os efeitos das chuvas na cidade e nas áreas mais afetadas.

#### 4.1. Relevo e Vegetação na área do sítio urbano de São Raimundo Nonato (PI)

Consoante as informações geoespaciais analisadas, os locais observados situam-se em áreas de relevo plano (0 a 3%), trata-se de uma superfície que tem por característica à perda de materiais por meio dos processos de infiltração e do escoamento subsuperfície, que são semelhantes a perda pelo processo de escoamento superficial, ou seja, há perda de materiais, tanto de superfície quanto de subsuperfície. Isto é, em se tratando de condições naturais do solo, geralmente, são superfícies mais estáveis, o que favorece a ocupação humana (IBGE, 2009).

E em relevo suave ondulado (3 a 8%), caracterizados pela presença de uma rede de drenagem e pela perda de materiais finos através do escoamento superficial difuso, favorece os primeiros processos erosivos, conforme o IBGE (2009). Por outro lado, o relevo ondulado (8 a 20%) tem como uma de suas características a formação de solos pouco desenvolvidos e com

pedregosidade (IBGE, 2009). A Figura 22 indica superfícies com declividade variando de 3 a 20%, inserindo-se entre as classes de suave ondulado e ondulado, o qual foi observado a formação de sulcos associado ao processo de escoamento superficial. Ressalta-se que o fato de os sulcos estarem se formando próximo às margens do rio Piauí indica que o fluxo do escoamento superficial, de montante para jusante na vertente, apresenta energia cinética favorável à retirada do material superficial. Caso não haja providências, no sentido de minimizar o fluxo superficial, o sulco facilmente evoluirá para erosão, com possibilidade de afetar estruturas urbanas, já que a cidade foi organizada às margens do rio.

**Figura 22:** Área de Observação Ponto 1, Bairro Gavião.



Fonte: Pesquisa direta (2024).

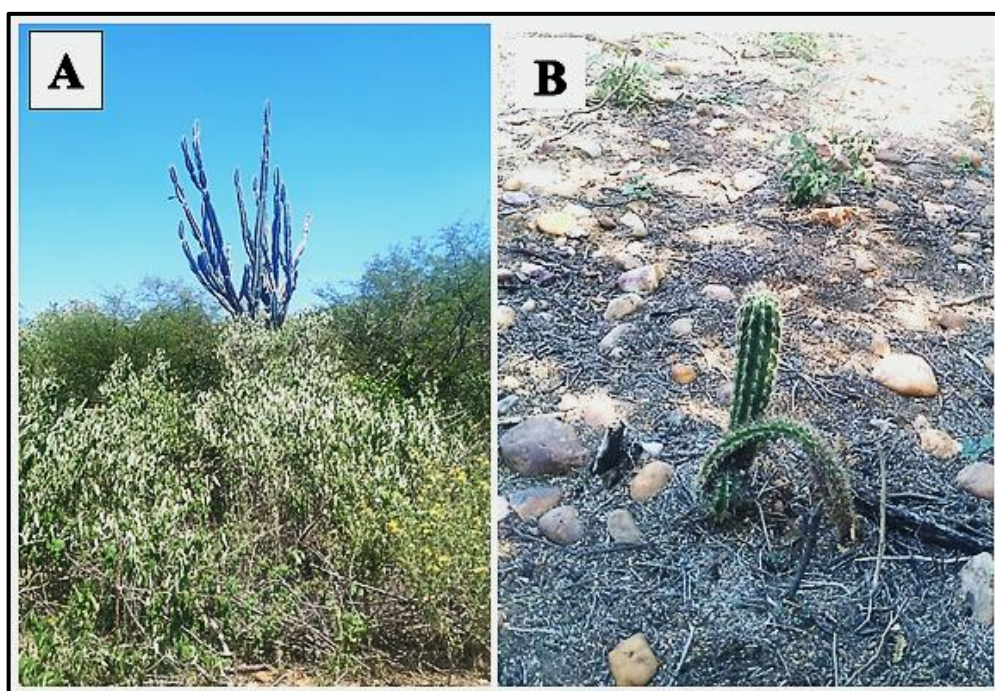
Dessa forma, como observado na Figura 18 e 22, quanto maior a declividade do terreno, maior será o poder de escoamento superficial e, em certos tipos de superfícies, exercerá um poder de erosão bem acentuado. Além disso, a falta de vegetação também se torna um grande fator de intensificação dos processos de retirada de material da superfície e evolução à erosão, uma vez que o solo fica exposto e sujeito a vários tipos de intempéries.

Em ambientes urbanos, os tipos de escoamento exercem importante influência na dinâmica dos sistemas hidrológicos, e algumas intervenções podem gerar uma nova dinâmica, como a substituição da vegetação por áreas impermeabilizadas. Segundo Tucci (2005), a

cobertura vegetal desempenha diversas funções, incluindo a capacidade de reter parte da água da chuva, aumentar a evapotranspiração e diminuir a velocidade do escoamento superficial, além de favorecer o processo de infiltração. A remoção da vegetação resulta, entre outros impactos, no aumento do volume e da velocidade do fluxo superficial, especialmente quando ocorrem episódios intensos.

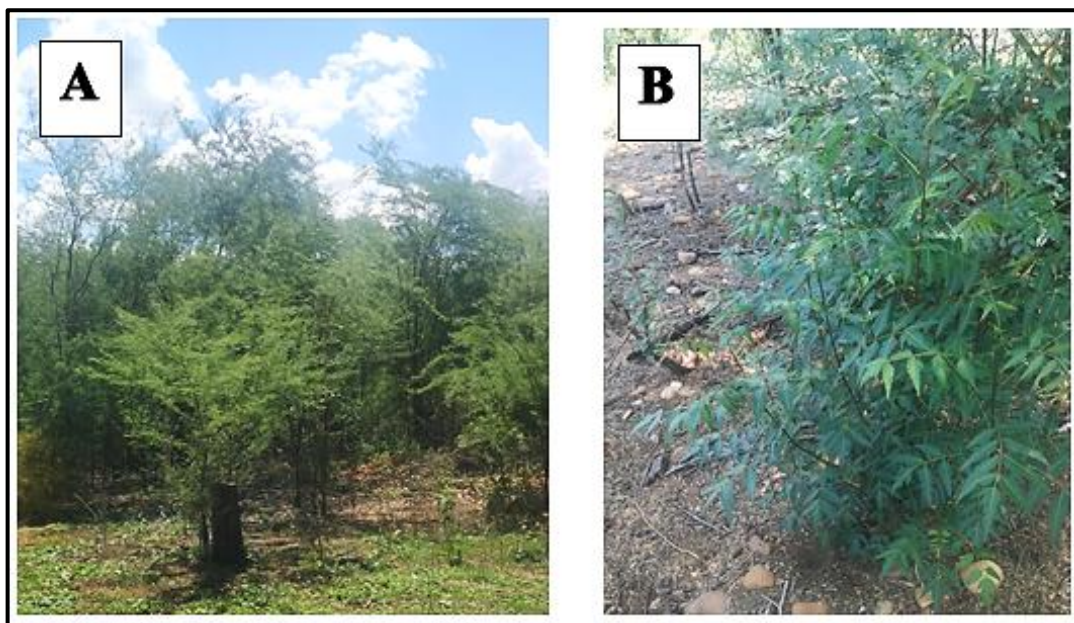
A vegetação local se insere no domínio do bioma da Caatinga. Foram identificadas as presenças do marmeleiro (A), mandacaru (A) e do xique-xique (B), como pode ser observado na Figura 23.

**Figura 23:** Vegetação na Área Urbana



Fonte: Pesquisa direta (2024).

Isso indica que, mesmo com a influência humana nesse ambiente, certas características naturais da região ainda resistem. É conhecido que o homem, ao viver em sociedade, cria sua própria natureza e, ao longo desse processo, incorpora novos elementos ao ambiente em que habita, como, por exemplo, a introdução de novas espécies vegetais. Em locais como São Raimundo Nonato, se tornou comum avistar espécies nativas de outras regiões, como a Algaroba (A) e o nim (B), como apresentado na Figura 24, sendo consideradas plantas invasoras. Essas espécies se adaptaram muito bem à região e se desenvolvem rápido.

**Figura 24:** Vegetação Exótica.

Fonte: Pesquisa direta (2024).

A Figura 25 a seguir apresenta a localização dos pontos **1**, **2** e **3**. Parte das ruas de acesso a esses pontos é impermeabilizada por asfalto e, considerando a elevação do terreno, interfere na velocidade e no volume de água que escoar no período em que ocorre a precipitação, e claro, nos processos de infiltração no solo e na formação de erosão na superfície. Foram traçadas linhas (Figura 25), possibilitando visualizar os perfis topográficos (Figura 26), e as áreas de menor altitude ficam próximas às margens do rio Piauí, caracterizando sua área de inundação. Os perfis variam de uma altitude de 354m a 338m, variação de 17 metros, com linhas retas traçadas em direção ao rio Piauí. Todos os três pontos, de acordo com o mapa de declividade (Figura 18), estão situados em áreas de relevo com variações de 3-20%, ou seja, relevo classificado como suave ondulado.

Um aspecto bastante importante se refere ao sentido da abertura das ruas, pois, conforme as Figuras 25 e 26 (Perfil de Elevação), o traçado das ruas segue em linha reta o declive da vertente em direção ao rio, o que, associado à impermeabilização da superfície, favorece o aumento do escoamento concentrado superficial da água da chuva. A vertente do **ponto 01** apresenta 320 metros em linha reta de comprimento de montante a jusante; o **ponto 02** tem 540 metros de comprimento e o **ponto 03** indica 191 metros.

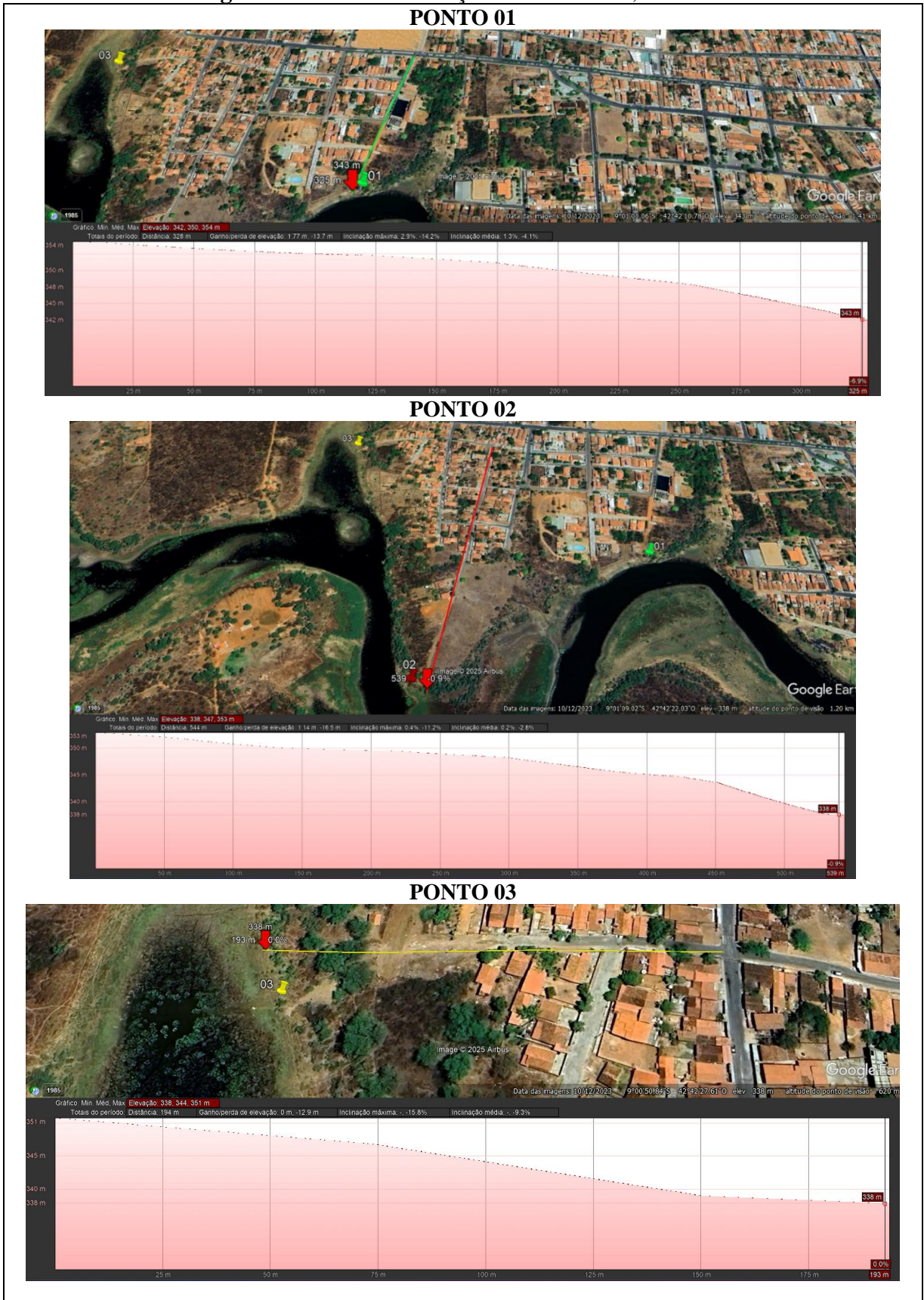
**Figura 25:** Localização dos locais 01, 02 e 03.



Fonte: Google Earth Pro. Adaptado pelos autores (2024).

Além dos aspectos naturais relacionados à morfometria da superfície, é possível notar a intensa ocupação humana à margem esquerda do rio Piauí. Essa ocupação tende, além de modificar as condições naturais do curso d'água, também intensificar o escoamento superficial pelas estruturas urbanas, como a pavimentação das ruas e a retirada da vegetação, e conforme exposto anteriormente, também pelo efeito da gravidade, retirando materiais sólidos da superfície, o que agrava a condição de assoreamento do rio, mas também intensifica a retirada de material da superfície, abertura de sulcos. A Figura 26 a seguir, apresenta o perfil de elevação desses locais observados.

**Figura 26: Perfil de Elevação dos Pontos 01, 02 e 03.**



Fonte: Google Earth Pro (2024). Apitado por AMORIM, L. B. S. (2024).

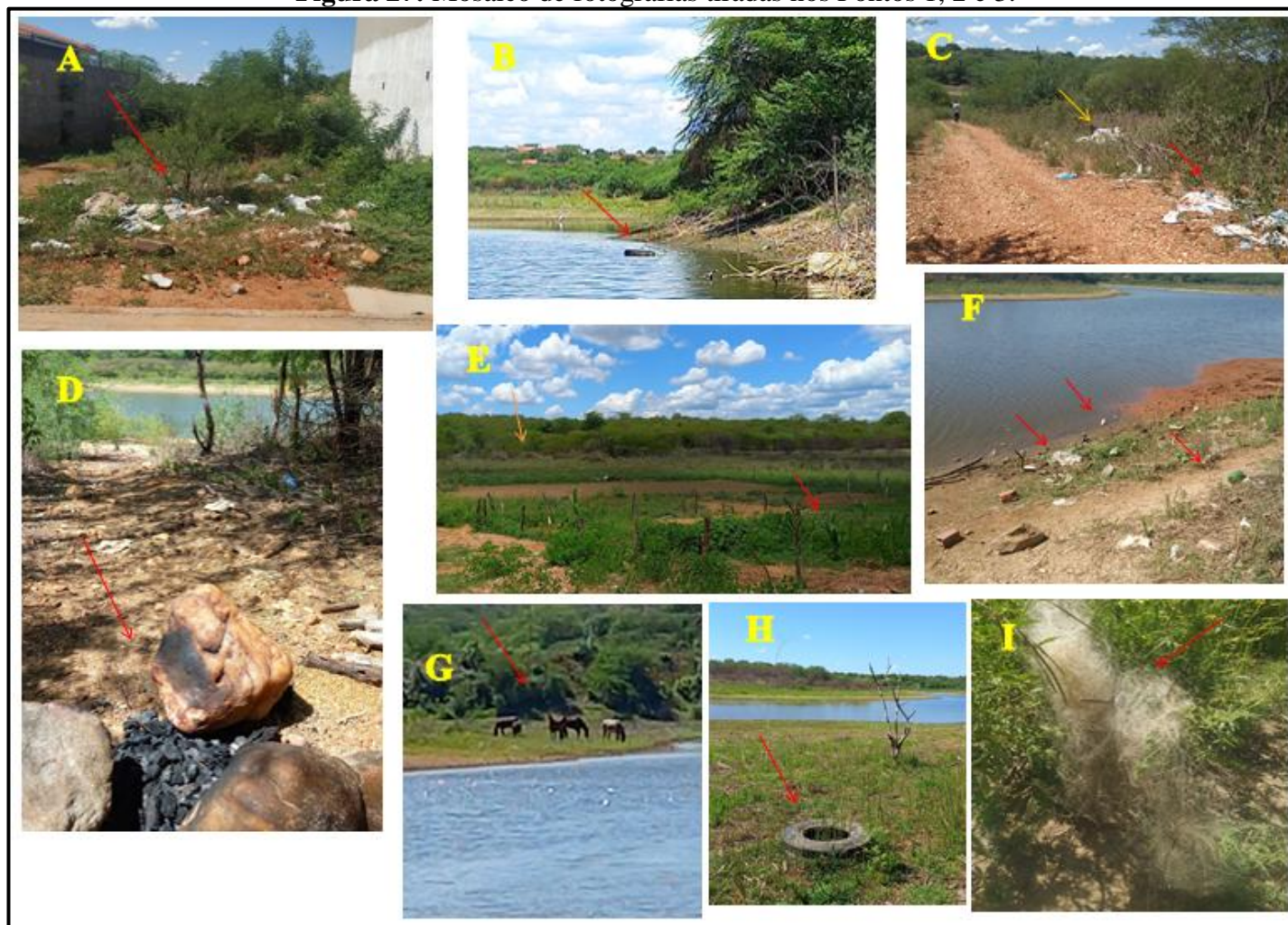
#### *4.2. Resíduos sólidos Impactos ambientais urbanos*

A produção de resíduos sólidos em ambiente urbano é comum e tem crescido conforme o desenvolvimento econômico da cidade e o aumento populacional. Está presente na maioria das cidades, principalmente nas localizadas nos países que estão em vias de desenvolvimento. Isso, porque com esse aumento, também gera uma demanda maior na produção de bens de consumo, aumentando consequentemente o descarte dos resíduos que não possuem valor de uso naquele momento.

Foram constatados que o município apresenta áreas para o cultivo de milho e criação de animais em pequena escala. Esta forma de ocupação não é de forma intensiva. Contudo, o fato de o solo exposto estar associado às áreas de altitude de 350 a 330, especialmente na porção sudoeste da cidade, onde encontram-se distribuídos solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico, apresentando maior teor de argila do que os horizontes superiores, configura características de suscetibilidade à erosão. Por outro lado, quando se observam declividades mais acentuadas, entre 8 e 20%, favorece-se o escoamento concentrado em direção ao curso do rio Piauí. Em episódios mais intensos de chuva, favorece-se o fluxo superficial, o que, somado ao aspecto de impermeabilização, agrava a situação do sítio urbano para deflagração dos processos de alagamentos, especialmente no centro da cidade, situada a jusante e ao longo do curso do rio Piauí.

Também foi notada a presença de entulho de materiais de construção civil, os quais eventualmente podem ser arrastados para o curso d'água. O mosaico de fotografias apresentado pela Figura 27 apresenta alguns dos problemas ambientais que foram encontrados na área do rio Piauí e em suas proximidades. É evidente a poluição por materiais sólidos nesses três pontos observados.

Figura 27: Mosaico de fotografias tiradas nos Pontos 1, 2 e 3.



Fonte: Pesquisa direta (2024).

Conforme Figura 27, a foto **A** expõe o lixo nas proximidades do curso d'água, passa ao fundo dos imóveis presentes na imagem; a **B** apresenta uma tubulação de água, pela forma que está instalada, indicando o uso deste recurso; a **C** demonstra resíduos de construção civil (seta laranja) e papelão (seta vermelha); na **D**, além dos lixos, apresenta vestígios de fogueira feita por ação humana; na **E** se tem a identificação de um pequeno campo de futebol (seta laranja) e cultivo de milho (seta vermelha); a **F** exhibe a presença de lixo (diferentes tipos de plásticos) nas margens e dentro do rio; a **G** e a **F** apontam os animais avistados e um pneu, respectivamente; e por fim, a imagem **I** expõe uma rede de pesca, inferindo que ocorre alguma atividade de pesca no açude Aldeia ou no próprio rio Piauí.

Em outros locais também foram observadas tais questões, resultando em impactos negativos ocasionados pelos sucessivos descartes de lixo de forma inadequada no ambiente. Além disso, do lixo descartado de maneira inadequada, também foi identificado o descarte de esgotos provenientes de estabelecimentos comerciais que se situam ao longo do leito do rio sem nenhum tipo de tratamento. Por fim, a retirada de vegetação ciliar para construção de estruturas tanto urbanas como também para locomoção de pedestres. Observe a Figura 28.

Todos os registros presentes no mosaico representam os diferentes usos das margens do rio Piauí, visualizados a partir dos pontos de observação **04, 08, 10, 11 e 12**. A direção deste curso d'água foi um dos principais fatores que contribuíram para a ocupação regional do estado do Piauí, como já salientado anteriormente. Atualmente, encontra-se desvalorizado pela sociedade, sendo meramente um canal para escoamento de esgotos e resíduos sólidos. As matas ciliares são removidas para dar lugar a estruturas urbanas, tornando suas margens vulneráveis a processos erosivos. Assim, se convertem em ambientes degradados, marginalizados e ignorados pela cidade.

**Figura 28:** Mosaico de fotos do perímetro urbano do rio Piauí.



Fonte: Pesquisa direta (2024).

Ante o exposto, é notável os problemas ambientais causados por poluição de resíduo inorgânico e orgânico na área que compreende o rio Piauí, observados a partir da presença de materiais de origem humana (vidros, plásticos, papéis, dentre outros); lançamento de esgotos e; criação de animais, que podem contribuir para problemas de assoreamento, desequilíbrio ambiental ocasionado pela contaminação do solo e da água, além de colocar em perigo a saúde pública da comunidade, principalmente daqueles que residem e frequentam nas proximidades das áreas poluídas, gerando assim transtornos à população, especialmente quando se refere à saúde e a exposição aos processos de alagamentos. A maioria dos problemas dos descartes inadequados desses materiais estão localizados, principalmente, à margem esquerda do rio, área com maior concentração urbana.

#### *4.3. A cidade e as condições naturais*

Como já foi apresentado, a população urbana apresenta vulnerabilidades, pois ao estarem alojadas em áreas que se configuram em situação de risco se colocam como pessoas passivas de estarem recebendo as consequências por residirem na planície do rio Piauí. Com base no estudo realizado por Carvalho (2022), em São Raimundo Nonato, mais da metade da população, presente em sua área de estudo<sup>22</sup>, está sujeita à Vulnerabilidade Socioambiental, tais como a falta de saneamento básico. Para alcançar tais resultados, ele sobrepôs os fatores socioeconômicos e ambientais e o crescimento demográfico. Vale destacar que a vulnerabilidade socioambiental resulta em a fragilidade do ambiente a qual é determinada pela interação entre os fatores naturais e a dinâmica da sociedade (Mendonça; Cunha; Luiz, 2016).

Tendo isso em vista, os problemas de alagamentos podem ser vistos como um dos fatores identificadores dos problemas ambientais. No caso da cidade de SRN, tem quase toda sua área em relevo plano ou suave ondulado, o que significa dizer que, ao se considerar a planície fluvial do rio Piauí, a população ocupa o que seria a área natural aos processos de alagamento. Apesar de hoje considerarmos que na urbe acontece o evento de alagamento, registros do ano de 2004 de inundações na cidade, como apresentado na Figura 29, o que potencializa a vulnerabilidade da população ribeirinha.

---

<sup>22</sup> Carvalho (2022) desenvolveu seu estudo sobre Vulnerabilidade Socioambiental no município de São Raimundo Nonato, envolvendo dezoito setores que compõem o município, incluindo áreas urbanas e rurais.

**Figura 29:** Registros da enchente de 2004 em São Raimundo Nonato (PI).



Fonte: Google Earth Pro; historias\_de\_srn (2023-2024). Adaptado pelos autores (2024).

A Figura 29 apresenta uma captura temporal feita no Google Earth Pro de imagem de satélite do ano de 2004, evidenciando as margens do rio ainda livres de impermeabilização total, mas já com uma ocupação significativa, de acordo com o histórico do município. As duas fotos fixadas no topo da imagem mostram a Avenida João Dias (em laranja) e o cruzamento entre a Rua Jaime Teixeira (em amarelo) e o Prof. João Menezes (em rosa) foi inundado no mesmo ano. Demonstram que o fluxo superficial tem sua dinâmica voltada para o rio Piauí e que as construções humanas se tornaram empecilhos para seu ciclo natural. Essas avenidas estão situadas em áreas de relevo plano a suave ondulado, mostrando também a tendência de acumular água proveniente das chuvas.

O Diário Oficial do Piauí, publicado em fevereiro de 2004, diz que várias cidades do estado passaram por problemas relacionados a excesso de chuva, com decretos de algumas em condições de estado de calamidade, dentre elas estava o município de São Raimundo Nonato, como pode ser visto na Figura 30 a seguir.

Figura 30: Notícia no Diário Oficial do Piauí sobre as enchentes de 2004.

### Defesa Civil já recebeu 45 decretos de emergência ou calamidade



*Cidades alagadas em decorrência das chuvas*

Apenas 45 prefeitos haviam encaminhado à Defesa Civil decretos de emergência ou calamidade pública, até às 11h30 desta segunda-feira (02), embora o número de municípios em estado de alerta em decorrência das enchentes provocadas pelo excesso de chuvas seja mais do dobro.

Os decretos mais recentes são de Piracuruca, Domingos Mourão, Ribeiro Gonçalves, Luzilândia, Miguel Alves, Nazaré do Piauí, Cocal, São Miguel do Tapuio, Conceição do Canindé, Valença do Piauí e Pimenteiras.

Os demais municípios são União, Socorro do Piauí, Santa Rosa do Piauí, Jerumenha, Bela Vista do Piauí, Monsenhor Gil, Bertolínea, Crstino Castro, Colônia do Gurguéia, Uruçuí, Paulistana, Francisco Ayrzes, Arraial, Luzilândia, Parnaíba, Massapê do Piauí, Santa Filomena, Cajazeiras do Piauí, Dom Inocêncio, Floresta do Piauí, Wall Ferraz, Santa Cruz do Piauí, Patos do Piauí, Manoel Emídio, São Raimundo Nonato, Teresina, Curral Novo do Piauí, Isaias Coelho, Caridade do Piauí, Vera Mendes, Fronteiras, Picos e Itainópolis.



ANO LXXIII - 114ª DA REPÚBLICA      Quarta-feira, 04 de fevereiro de 2004 - 16.823      TERESINA - PI

#### Evangelicos e funcionários do BB se mobilizam para ajudar desabrigados

Toda a população piauiense está sensibilizada com a situação das vítimas das chuvas. Várias entidades não-governamentais estão pressionando o Governo do Estado, através da Secretaria de Assistência Social (Sasc), com o objetivo de fornecer pacotes para a realocação de campanhas e um show em prisões desabrigadas.

Nesta sexta-feira, o grupo de voluntários do Banco de Brasil (BB) realizou palestra com o Governo para ajudar as famílias desabrigadas e lançaram uma campanha em todas as agências do BB do Estado para arrecadar dois projetos funcionais respectivamente para receber doações em dinheiro abrem uma conta corrente de número 2004-4, agência 3791-A, em nome da Secretaria de Assistência Social e Cidadania. A campanha está sendo coordenada por funcionários do banco, mas os doadores serão distribuídos pela Sasc.

Nesta terça-feira, às 9 horas, será realizada no auditório da Sasc, uma reunião com representantes de igrejas evangélicas do Piauí para discutir sobre a realização de um show gospel no próximo dia 14, às 20h30, no Ginásio Verdes. Segundo o pastor Zezônio Maldo, coordenador da Sasc, o evento vai atrair muitos evangélicos, pois será como principal atração a Banda Gospel Templo do Mundo e contará com a participação do cantor Magno Maia, também cantor gospel. Toda a renda será destinada aos desabrigados.

#### Governo vai liberar recursos para reestruturar presídios

O governador do Piauí, João Castelo, para a manutenção de postos que se encontram nas diversas delegações. Foi outro projeto do governador Wellington Dias. Em uma reunião com o Secretário de Estado da Administração, o governador Wellington Dias, que se encontra em Brasília, para a liberação de recursos para a melhoria dos presídios carcerais. Ele citou as palavras de seu filho da Garagem, do Picos, se inspirar em outros presídios beneficiados.

Em uma reunião sobre a situação do estado carcerário, o governador Wellington Dias, disse que já chegou a 135 milhões de municípios em estado de emergência de calamidade pública, daí se, também, solicitada ao governador Wellington Dias, que se encontra em Brasília, para a melhoria do Corpo de Bombeiros do Piauí.

“As enchentes causaram a fragilidade de nossa Corpa de Bombeiros e a necessidade urgente de substituição de equipamentos”, disse ele.

O ministro da Justiça, Marco Antonio Nunes, se encontra em Brasília, para a melhoria do sistema de justiça para a ampliação de número de vagas em prisões do estado, principalmente, as capital, Teresina, onde o déficit chega a 800 vagas.

#### Defesa Civil já recebeu 45 decretos de emergência ou calamidade

Apenas 45 prefeitos haviam encaminhado à Defesa Civil decretos de emergência ou calamidade pública, até às 11h30 desta segunda-feira (02), embora o número de municípios em estado de alerta em decorrência das enchentes provocadas pelo excesso de chuvas seja mais do dobro.

Os decretos mais recentes são de Piracuruca, Domingos Mourão, Ribeiro Gonçalves, Luzilândia, Miguel Alves, Nazaré do Piauí, Cocal, São Miguel do Tapuio, Conceição do Canindé, Valença do Piauí e Pimenteiras.

Os demais municípios são União, Socorro do Piauí, Santa Rosa do Piauí, Jerumenha, Bela Vista do Piauí, Monsenhor Gil, Bertolínea, Crstino Castro, Colônia do Gurguéia, Uruçuí, Paulistana, Francisco Ayrzes, Arraial, Luzilândia, Parnaíba, Massapê do Piauí, Santa Filomena, Cajazeiras do Piauí, Dom Inocêncio, Floresta do Piauí, Wall Ferraz, Santa Cruz do Piauí, Patos do Piauí, Manoel Emídio, São Raimundo Nonato, Teresina, Curral Novo do Piauí, Isaias Coelho, Caridade do Piauí, Vera Mendes, Fronteiras, Picos e Itainópolis.

#### Educação lança projeto Quero Ler

Associação Piauiense de Municípios (APPM), com a presença do coordenador nacional do projeto, Cezar Magno.

São responsáveis pela ação os governos Federal e Estadual, que vão capacitar os agentes, e proporcionar o acesso de livros a avaliar o processo, as Prefeituras vão organizar o espaço físico, financiamento das bibliotecas e a iniciativa privada ficará responsável pela doação de livros, principalmente em forma de doações de bibliotecas.

O objetivo do Programa é implantar bibliotecas públicas nos municípios beneficiados que ainda não possuem. A meta é atingir 100 mil as cidades do Estado até o final de 2004.

LEIS E DECRETOS - PÁG. 02 • PORTARIAS E RESOLUÇÕES - PÁG. 04 • LICITAÇÕES E CONTRATOS - PÁG. 05 • OUTROS - PÁG. 05

Fonte: PIAUÍ (2004). Adaptado pelos autores (2024).

Conforme os relatos obtidos em campo, o ano de 2004 foi marcado por um grande índice pluviométrico. Infelizmente, a estação do INMET não se encontrava em operação, o que inviabilizou registrar o volume de chuva para a cidade. Contudo, o referido episódio pluviométrico ocasionou inundações de ruas situadas próximas às margens do rio. Entretanto, na visão dos moradores exposta em narrativas, isso aconteceu porque o rio perdeu a capacidade de transportar o volume de água, por estar bastante assoreado e pela presença das pontes que ligam alguns bairros ao centro da cidade. No entanto, trata-se de questões mais complexas, uma

vez que as intervenções humanas, como a construção de ruas, estão situadas na planície de inundação, e quando os cursos naturais são alterados, novas dinâmicas são desencadeadas.

Passam-se os anos e o problema continua se repetindo. São vários sites de notícias que expõem a questão durante o período em que ocorrem as chuvas na região, conforme evidenciado na Figura 31.

**Figura 31:** Notícias de ruas alagadas em SRN.



Fonte: Google (2024). Adaptado pelos autores (2024).

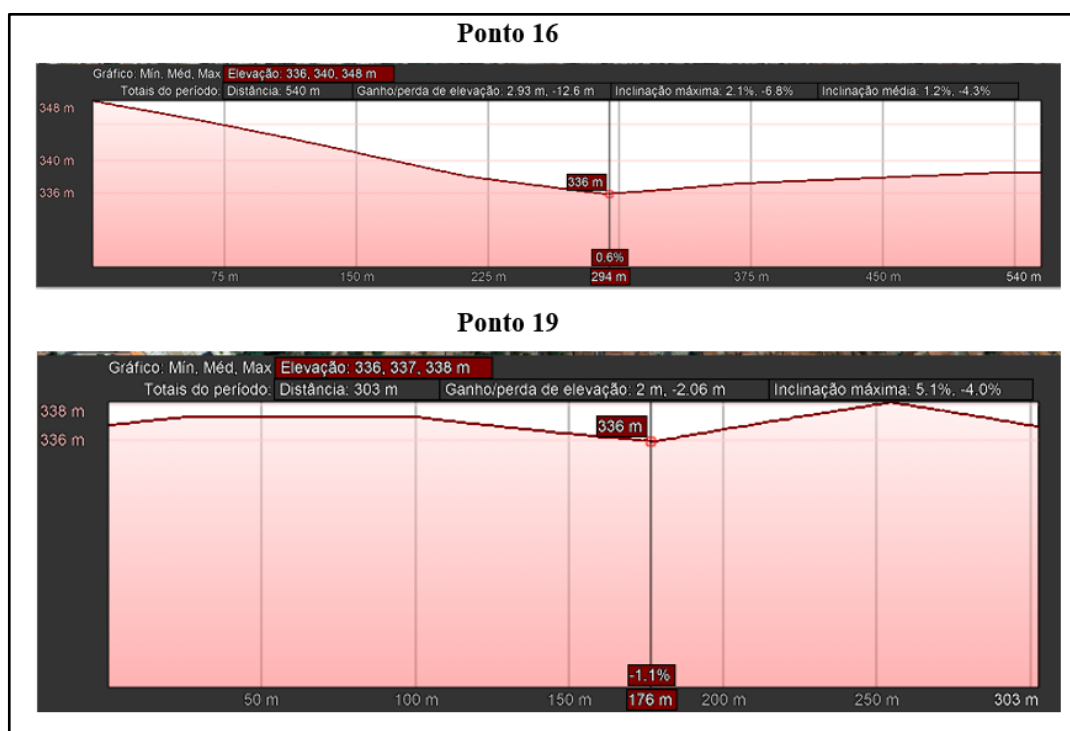
Dito isto, não é de agora que a população encara de tempos em tempos questões ambientais, deflagradas pelas condições naturais das chuvas (marcada por forte irregularidade e elevadas pluviometrias); o relevo e pelo padrão de ocupação, na planície do rio Piauí. Obedecendo a suas características naturais, a água superficial flui em direção ao ponto mais baixo, correspondendo à lei da gravidade, afetando as moradias e pontos comerciais desprovidos de uma rede de drenagem adequada para lidar com grandes volumes de água decorrente do processo presente no ciclo hidrológico, resultando em alagamentos.

A Figura 32 apresenta o perfil topográfico do **Ponto 16**, localizado na Rua Avelino de Freitas; e do **Ponto 19**, na Rua Aristóteles Araújo, ambos situados no setor central. São uns dos principais locais afetados pelos alagamentos. Os referidos pontos estão numa cota de 336 metros, localizados na área mais baixa, considerando uma linha traçada em sentido horizontal (da esquerda para a direita), coincidindo com a mesma cota altimétrica do rio Piauí. Situados

em uma área de relevo plano, como apresentado no perfil topográfico e no mapa de declividade (Figura 18).

Considerando que o fluxo de superfície segue em direção às áreas mais baixas, neste caso o leito do rio Piauí, devido à impermeabilização e pelo fato dos episódios apresentarem potencialidade devido à elevada pluviometria, algumas vias que cortam o centro da cidade acabam ficando alagadas durante o período de chuvas. A água se acumula facilmente nessas áreas, tanto pelos declives das áreas próximas e pela impermeabilização do solo, que influenciam na velocidade da água durante o escoamento superficial e nos processos de infiltração, quanto pela lentidão do escoamento ao atingir o ambiente plano.

**Figura 32:** Perfil de Elevação dos Pontos 16 e 19.



Fonte: Google Earth Pro (2024). Apitado por AMORIM, L. B. S. (2024).

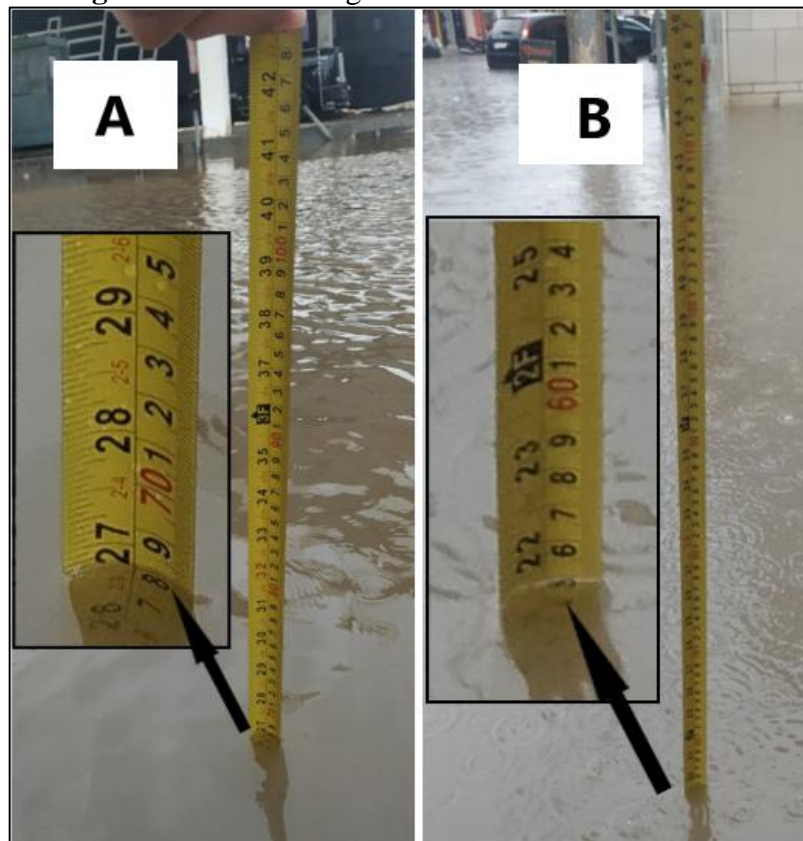
As ruas que passam por esses pontos, frequentemente, durante o período de chuva, são afetadas pelo acúmulo de água, como pode ser evidenciado nas Figuras 33 e 34 a seguir.

**Figura 33:** Cruzamento da Rua Avelino de Freitas (Ponto 16) e Rua Aristóteles Araújo (Ponto 19).



Fonte: Pesquisa direta (AMORIM, L. B. S., 2024).

**Figura 34:** Nível da água nas ruas dos Pontos 16 e 19.



Fonte: Pesquisa direta (AMORIM, L. B. S., 2024).

Conforme apresentado nas Figuras 33 e 34, no local assinalado pela letra **A**, o nível chegou a aproximadamente 68 cm, e alguns relataram que durante a chuva o volume de água esteve mais alto, chegando mesmo a invadir estabelecimentos comerciais. Já no local **B**, a quantidade de água atingiu cerca de 55 centímetros. No entanto, de acordo com relatos de trabalhadores e moradores, houve uma diminuição no volume no momento da medição.

Como apontou a Defesa Civil (s.d.), a partir da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, os alagamentos podem surgir a partir das intensidades das chuvas, assim como noticiado em 26 de janeiro de 2024 sobre a ocorrência de alagamentos em SRN, onde, em poucas horas, choveu, aproximadamente, 100 mm (Mourão, 2024). Vale lembrar que o INMET (1999) considera precipitações diárias a partir de 60 mm suscetíveis a gerar problemas ambientais nas áreas urbanas.

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) já tinha emitido alerta alguns dias antes em relação às altas chances de ocorrência de chuvas intensas na região sudoeste piauiense. O INMET explica que essas chuvas estão associadas à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e à formação de um corredor de umidade, e são responsáveis por alterar a condição do tempo quente e seco do semiárido, com chuvas intensas.

Problemas ligados a processos hidrometeorológicos, como os alagamentos, são rotineiros durante o período chuvoso em São Raimundo Nonato e, por isso, os comerciantes locais construíram barreiras (indicada pela seta vermelha na Figura 35) em seus estabelecimentos com o intuito de conter a água e, assim, evitar a perda de mercadorias. Hoje em dia, nos locais mais impactados, as calçadas são erguidas a uma altura maior em relação às ruas e, nos locais inviáveis para esse tipo de construção, é erguida uma pequena parede. Alguns até combinam os dois métodos, como pode ser evidenciado na Figura 35. Além do próprio acúmulo de água, tem também as enxurradas provocadas pelo grande volume e força do escoamento superficial, como pode ser identificado na Figura 36.

**Figura 35:** Registros de alagamentos no centro urbano de São Raimundo Nonato (PI).



Fonte: Pesquisa direta (AMORIM, L. B. S., 2024).

**Figura 36:** Enxurrada do dia 25 de janeiro de 2024 em São Raimundo Nonato.



Fonte: choquei (2024). Adaptada pelos autores (2024).

A Figura 36 exibe o escoamento superficial pelas mesmas ruas mencionadas anteriormente, na Figura 27, do ano de 2004: a Avenida João Dias e o cruzamento entre a Rua Jaime Teixeira e a Rua Prof. João Menezes. Observando a imagem, podemos notar o perigo que os estabelecimentos enfrentam.

Como já salientado por alguns autores, as questões de alagamento no ambiente urbano não acontecem somente por questões naturais, mas pelas intervenções humanas ao construir seus espaços de vivências, mas não só isso, soma-se também a poluição das estruturas de drenagem urbana por resíduos sólidos (lixo), como pode ser evidenciado na Figura 31, apresentada anteriormente, e na Figura 37 a seguir.

**Figura 37:** Parte das estruturas de drenagem urbana.



Fonte: Pesquisa direta (AMORIM, L. B. S., 2024).

A Figura 37 compõe um mosaico, em que as fotos **A** e **B** demonstram que a água que deveria seguir os cursos estabelecidos pela estrutura urbana está retornando para o processo de escoamento superficial, constatando problemas com a drenagem urbana; a **C** apresenta um dos principais bueiros da área mais afetada pelo alagamento (Ponto 16 e 19) e **D** apresenta um bueiro, localizado na Rua Prof. João Menezes, área onde está o ponto de observação 22. A

presença de lixo é visível, obstruindo a passagem da água oriunda do escoamento superficial, como já afirmava Grilo (1993 *apud* Estevam; Santos, 2020), de que em áreas planas ou fundos de vales, cujas superfícies estão impermeabilizadas e com a rede de drenagem comprometida, o sistema se torna incapaz de suportar chuvas intensas.

Conforme Farias e Mendonça (2020), os alagamentos em áreas urbanas são agravados por diversos fatores, incluindo a impermeabilização do solo, a alta densidade populacional e o uso e ocupação inadequados do solo urbano, a pluviometria e a morfometria. Em áreas urbanas, a canalização de córregos e rios, principalmente durante eventos extremos de precipitação, assim como também a ocupação de vale e planícies, contribuem para a ocorrência desses problemas deflagrados a partir de sistemas ambientais associados ao movimento da sociedade urbana, que se desenvolve em áreas em situações de riscos.

A Figura 38 apresenta o mapa das áreas suscetíveis a alagamento/inundação da bacia do rio Piauí no município de São Raimundo Nonato. O referido mapa foi elaborado mediante a integração de dados obtidos do Modelo Digital de Elevação (MDE), considerando aspectos como a direção do fluxo para definir o curso d'água e o fluxo acumulado, fundamental para identificar áreas de concentração de água. Para isso, foi empregada uma ferramenta conhecida como HAND Model<sup>23</sup>, que determina a altura em relação ao ponto de drenagem mais próximo, permitindo identificar áreas propensas a alagamentos e inundações. O resultado gerado foi um arquivo em formato Raster (uma grade composta por pixels ou células), que oferece uma representação visual dessas áreas. Para uma melhor interpretação, este arquivo passou por um processo de reclassificação, utilizando o software QGIS versão 3.34. Algumas cotas altimétricas, que se referem a elevação do terreno em relação a drenagem, foram estabelecidas para essa reclassificação, conforme ilustrado na Tabela 5 a seguir.

**Tabela 5:** Cotas Altimétricas.

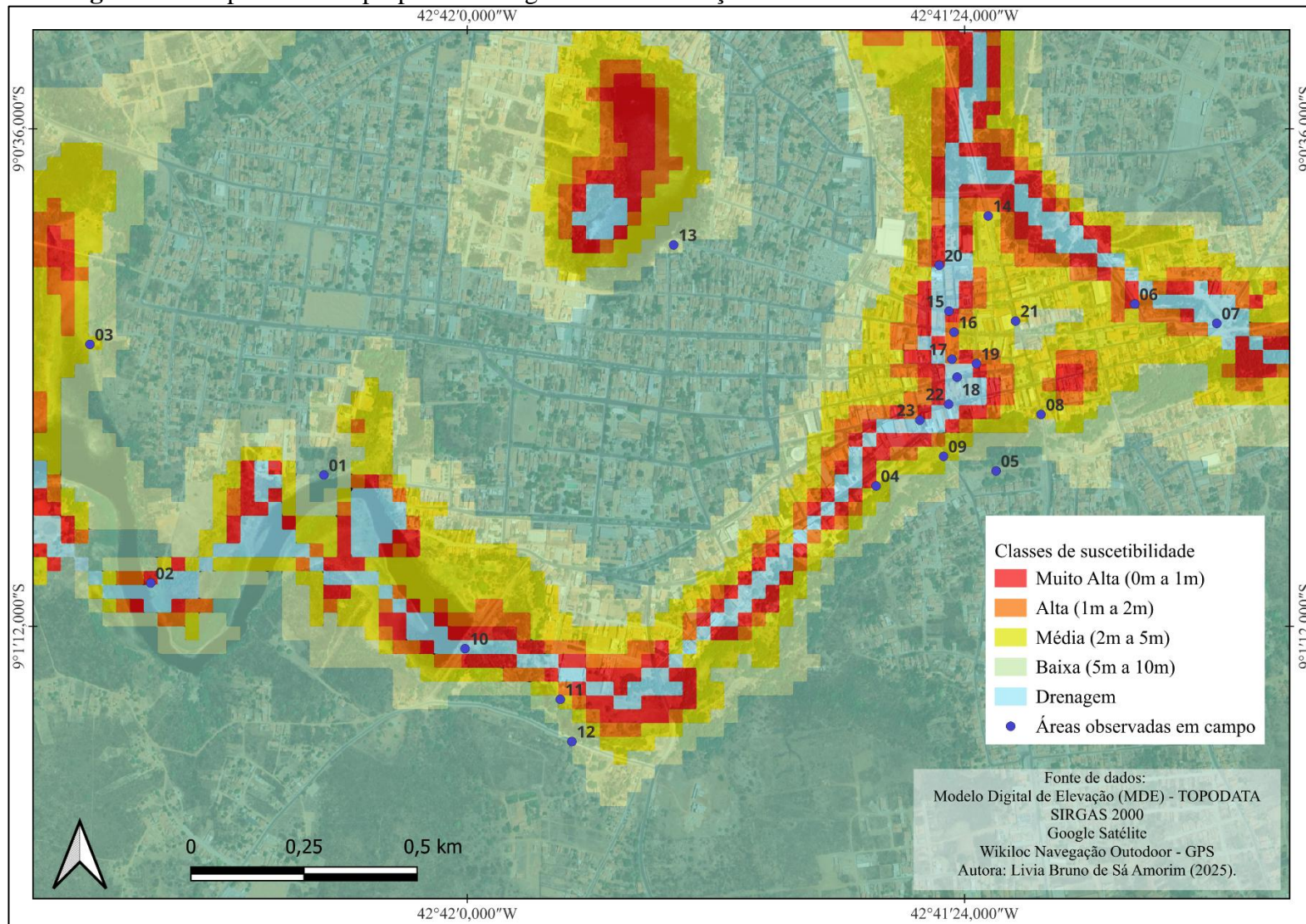
| COTAS      |             |
|------------|-------------|
| 0m a 1m    | Muito Alta  |
| 1m a 2m    | Alta        |
| 2m a 5m    | Média       |
| 5m a 10m   | Baixa       |
| 10m a 230m | Muito Baixa |

<sup>23</sup> O HAND Model é uma ferramenta utilizada para identificar manchas de inundação e áreas com risco de inundações, permitindo a implementação de ações preventivas e mitigatórias mais eficazes (França, 2004).

Assim, os problemas ambientais de origem hidrometeorológica são um dos mais comuns em áreas urbanas e, que são, na maioria das vezes, potencializados pela forma de ocupação dos ambientes, consequentemente gerando impactos diversos de cunho ambiental.

Conforme Farias e Mendonça (2020), com o crescimento urbano em direção a áreas de preservação permanente e a densificação de assentamentos, aumenta a vulnerabilidade da população que ali residem, como evidenciado em 2004 (Figura 29). Partindo disso, a Figura 38 evidencia áreas que estão sujeitas à ocorrência de alagamento e inundação no espaço urbano do município de São Raimundo Nonato.

**Figura 38:** Mapa das áreas propensas a alagamento e inundação no ambiente urbano de São Raimundo Nonato.



Fonte: Amorim, Livia B. S. (2025)

Diante da Figura 37, é possível identificar que os locais mais suscetíveis a ocorrências de alagamento ou inundação fazem parte da planície de inundação do rio Piauí, em condições naturais. Os dados apresentados no mapa das áreas propensas a alagamento e inundação no ambiente urbano de São Raimundo Nonato, apesar de considerar apenas os aspectos naturais do terreno como parâmetros para obter tais resultados, demonstram que as áreas em que foram observadas as ocorrências de alagamento estão situadas em terreno plano, com altitudes entre 36 e 337 metros. As áreas observadas estão representadas no mapa pelos pontos **15, 16, 17, 18** e **19**, localizados nas ruas Hipólito Ribeiro Soares, Avelino de Freitas, Zeca Coqueiro, Ângelo Acelino, Aristóteles Araújo, respectivamente.

É importante destacar que, segundo o IBGE (2009), as áreas classificadas como planas são definidas como superfícies espessas nas quais os efeitos do escoamento superficial da água são imperceptíveis, pois as perdas de materiais ocorrem por meio dos processos de infiltração. No caso dessas áreas, as características naturais do solo já se encontram alteradas pela urbanização, ou seja, nessas áreas planas na parte central da cidade, prevalecem os episódios de alagamento, pois, como já colocado por Grilo (1992), Esteves (2011), Tucci (2005), Farias e Mendonça (2020), estão ligados às características ambientais como relevo; ao grau de impermeabilização do solo; bem como na eficiência da drenagem urbana. A estes fatores, acrescentem-se os episódios pluviais, os quais apresentam características de ocorrerem de forma intensa (elevada pluviometria) e em pouco tempo. Portanto, tais fatores corroboram para o problema de ruas alagadas em São Raimundo Nonato, uma vez que a cidade se desenvolveu ao entorno do rio Piauí, ocupando sua planície.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da pesquisa, ao descrever o espaço do sítio urbano de São Raimundo Nonato, ficou evidente que a cidade faz parte daquelas que se desenvolveram sem um planejamento adequado em relação aos aspectos físico-geográficos. Isso tem tornado cada vez mais complicado resolver algumas questões que impactam os aspectos sociais e ambientais do município. À medida que as áreas urbanas foram se expandindo, locais que deveriam ser mantidos intactos acabaram sendo ocupados por edificações, como acontece com as margens do rio Piauí. Como foi destacado no capítulo quatro, esse corpo d'água transformou-se em um local para o descarte de resíduos e esgoto doméstico.

Ao longo de praticamente duas décadas, de 2004 a 2023, o espaço urbano do rio passou por diversas transformações. Estruturas urbanas, como ruas, calçadas e pavimentos, foram sendo implementadas, configurando novas paisagens nesse ambiente. É possível verificar que o rio Piauí é um dos componentes naturais que tem sofrido com os processos que envolvem a urbanização de um ambiente, refletindo consequências negativas ao ambiente urbano e à população.

O Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.) é um sistema complexo que aborda os desafios socioambientais enfrentados pelas cidades, envolvendo interações complexas entre o ambiente, as infraestruturas urbanas e as atividades humanas. Em relação a São Raimundo Nonato, o S.A.U. verificou que a combinação das características do relevo, a rede de drenagem do rio Piauí, infraestrutura urbana e padrão das chuvas, constituem fatores que facilitam o surgimento de alagamentos nas mais densamente ocupadas e que se situam em áreas tidas como planas. Além disso, a utilização indevida do solo, refletida na ocupação da área sem um planejamento urbano adequado, tem agravado a frequência desses fenômenos hidrometeorológicos, já que o desenvolvimento urbano se organizou ao longo das margens do rio Piauí.

A área central do município de SRN apresenta claramente a dicotomia entre sociedade e natureza. Ao estabelecer o sítio da cidade às margens do rio Piauí, área de planície, os processos de alagamento da cidade se intensificaram, provenientes tanto da água da chuva que cai diretamente na superfície impermeabilizada cuja declividade preferencialmente plana, associado à insuficiência do sistema de drenagem, potencializam os alagamentos. Por outro lado, os alagamentos na área central da cidade são potencializados também pelo escoamento do fluxo de superfície, de origem das áreas de maior altitude e declividades, situadas tanto na porção norte, leste e oeste da cidade.

Em determinadas localidades da cidade, como no ponto de observação 1, foram detectados sinais de erosão, com declividades variando de levemente onduladas (3 a 8%) a onduladas (8 a 20%). Nesta região, a falta de vegetação contribui para intensificar a erosão causada pelo escoamento superficial, resultando em um aumento na quantidade de sedimentos que chegam ao rio Piauí. Em diversas áreas, foi constatada a presença significativa de resíduos sólidos, especialmente no leito e nas margens deste corpo d'água. É possível que parte desses detritos tenha se deslocado de outros lugares, sendo transportados pela água da chuva, uma vez que o rio apresenta um regime intermitente, mas também descartado diretamente pela população, já que é cercado por residências e estabelecimentos comerciais.

Contudo, é inegável que a maioria da população reside em áreas urbanas, o que torna indispensável o planejamento da cidade, a fim de que os moradores não enfrentem problemas socioambientais futuros. Em SRN, foi identificado que parte dos problemas de alagamento que acontecem na cidade está relacionada à forma de ocupação e uso do solo, mas também à forma inadequada de a população descartar os resíduos sólidos urbanos, que interferem no bom funcionamento da drenagem urbana, que já não é suficiente. Muitas vezes, é comum, durante episódios de intenso alagamento ser observado lixo boiando ou sendo carregado pelas ruas do centro da cidade. E para solucionar tais questões, investir na recuperação do rio Piauí e melhorar a rede de drenagem urbana são pontos-chave, no entanto, antes de tudo, se faz necessário promover a conscientização ambiental dos cidadãos, já que os desafios vão além das questões naturais e de infraestruturas urbanas, perpassam pela percepção que nós, enquanto indivíduos, temos da dinâmica do meio físico.

Portanto, o ambiente é resultado da transformação dos espaços naturais e foi moldado historicamente pela ação humana. Ele é dinâmico, uma vez que a sociedade está continuamente gerando e reproduzindo novos espaços ao longo do tempo, com diversas intensidades. Nesse cenário, a ciência geográfica nos proporciona uma compreensão sobre a construção desses espaços, além de revelar a dinâmica da relação entre sociedade e natureza em uma determinada área da superfície terrestre. Assim, as questões ambientais emergem porque a humanidade tem se sentido vulnerável às novas condições naturais, como pode ser observado em discussões de âmbito global e local, já que a vida cotidiana de indivíduos ou grupos de pessoas é diretamente impactada.

Contudo, não podemos descartar que cidades consideradas de porte pequeno, como São Raimundo Nonato, também vivenciam problemas de cidades que estão inseridas em outras categorias (médias e grandes). Mesmo que a dimensão e a repercussão dos problemas não possam ser comparadas, o fato é que o homem altera em escala local e é nesta escala que os problemas irão se refletir e serem sentidos em conformidade com a forma de apropriação.

Ao desenvolver a pesquisa que ora foi apresentada, os resultados, como sugestões para pesquisas futuras, aponto os seguintes temas:

- 1) Identificação dos impactos socioambientais;
- 2) Identificação dos períodos de seca extrema e as consequências para o município;
- 3) Pesquisa nas escolas que tenha como objetivo o levantamento da forma como os livros didáticos e os professores trabalham as questões relacionadas aos impactos ambientais e suas consequências.
- 4) Explorar as alternativas de planejamento urbano sustentável para São Raimundo Nonato.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB' SÁBER, Aziz Nacib. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 6ª ed. - São Paulo: Ateliê Editorial, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial – 2014, Brasília – DF, 2015. 163p
- ANDRADE, Manuel Correia de. A terra e o homem no Nordeste. 3 ed. – São Paulo: Brasiliense, 1973.
- AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Estudo da degradação/desertificação no núcleo de São Raimundo Nonato – Piauí. Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- Barros, J. S., Ferreira, R. V., Pedreira, A. J., & Niède GUIDON, N. (2012). Geoparque Serra da Capivara (PI). In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cássio Roberto. Geoparques do Brasil: propostas. – Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p. 493 – 542. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/1209>. Acessado em 28 de mar. de 2023.
- BERNARDES, Júlia Adão, FEIRREIRA, Francisco Pontes de Miranda. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antonio José Teixeira (organizadores). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. - 5ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 17 – 42.
- BERTALANFFY, Ludwig von. Teoria geral dos sistemas. Tradução de Francisco M. Guimarães. 3. ed. - Petrópolis: Vozes, 1977, 351 p.
- BRASIL. Companhia de desenvolvimento do Vale do São Francisco e Parnaíba. Plano de ação integrada da Bacia do Parnaíba, PLANAP. **Síntese executiva: Território Serra da Capivara Brasília**, DF:TDA Desenho & Arte Ltda, 2006.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. [recurso eletrônico] — Brasília: Supremo Tribunal Federal, Secretaria de Altos Estudos, Pesquisas e Gestão da Informação, 2024. Disponível em: [https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF\\_Planalto\\_EC132\\_digital.pdf](https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF_Planalto_EC132_digital.pdf). Acesso em maio de 2024.
- BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil**: conheça as diversas modalidades presentes na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), Brasília, 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil>> Acesso em maio de 2024.
- CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. **A ruptura do meio ambiente**: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade. – 2ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 240p.
- CARVALHO, José Iomar Oliveira de. **Vulnerabilidade Socioambiental as margens do rio Piauí em São Raimundo Nonato-PI**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Teresina, 2023.
- CASSETI, Valter. A essência da questão ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 11, n. 1, p. 1-23, 1991.

CEPRO. Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. Identificação das potencialidades econômicas e áreas carentes de qualificação de mão-de-obra no Estado do Piauí. RELATÓRIO FINAL. Teresina, 2007.

CORDANI, Umberto G.; MARCOVITCH, Jacques; SALATI, Eneas. Avaliação das ações brasileiras após a Rio-92. **Estudos Avançados**, v. 11, p. 399-408, 1997.

COSTA, F. A. Pereira da. Cronologia histórica do Estado do Piauí. Rio de Janeiro: Artenova, 1974.

COUTINHO, Leopoldo Magno. Biomas brasileiros. São Paulo: Oficina de Textos, 2016

CUNHA, Luís Henrique; COELHO, Maria Célia Nunes. Política e Gestão Ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. - 5ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 43 – 79.

DECLARAÇÃO, DO RIO DE JANEIRO. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Estudos Avançados**, v. 6, n. 15, p. 153-159, 1992. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ea/a/szzGBPjxPqnTsHsnMSxFWPL/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em maio de 2024.

DIAS, Claudete Maria Miranda. Povoamento e despovoamento: da pré-história à sociedade escravista colonial. **FUNDHAMentos VII–II Simpósio Internacional–O Povoamento das Américas**, 2006.

EMBRAPA. EMPRESA BRAS ILEIRA OE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 10. Súmula. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979

ESTEVES, Cláudio Jesus de Oliveira. Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. Caderno IPARDES-estudos e Pesquisas, v. 1, n. 2, p. 62-79, 2011.

FARIAS, Ariadne; MENDONÇA, Francisco. Sistema Ambiental Urbano Aplicado aos Riscos Socioambientais de Inundação Urbana: o caso de Francisco Beltrão/PR. **II Encontro Nacional de Desastres: Percepção de Risco Hidrológico e Geológico na Prevenção dos Desastres**, p. 1-4, 2020. Disponível em:< <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/133/II-END0083-1-20201123-172545.pdf>> acessado em dez. de 2024.

FRANÇA, Leandro. HAND Model: Uma Solução Prática para Mapear Áreas Suscetíveis a Inundação. **GeoOne**. 15 de maio de 2024. Disponível em:< <https://geoone.com.br/hand-model-inundacao/#>> acessado em jan. de 2025.

G1 PI. CHUVA FORTE DEIXA RUAS ALAGADAS EM SÃO RAIMUNDO NONATO: a água invadiu vários estabelecimentos comerciais na região central da cidade. Comerciantes reclamam da situação e dizem que o problema é constante. **G1 Piauí**, 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2014/11/chuva-forte-deixa-ruas-alagadas-em-sao-raimundo-nonato-sul-do-piaui.html> . Acesso em: 28 set. 2022.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 15. ed., 3ª reimpressão - São Paulo: Contexto, 2021.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6ª ed. – Rio de Janeiro, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas.** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **São Raimundo Nonato/Panorama.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/sao-raimundo-nonato/panorama> . Acesso em: 8 dez. 2021.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. SRN vai produzir minério de ferro no Piauí em 2018. In: **Notícias de Mineração Brasil.** [S. l.]: 07 abr 2017. Disponível em: <https://ibram.org.br/noticia/srn-vai-produzir-minerio-de-ferro-no-piaui-em-2018/> . Acesso em: 27 abr. 2023.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2024). **Chuva volumosa atinge grande parte da Região Nordeste na próxima semana:** Os volumes podem ter acumulados superiores a 100 milímetros (mm). Brasília. <https://portal.inmet.gov.br/noticias/chuva-volumosa-atinge-grande-parte-da-regiao-nordeste-na-proxima-semana>

JACOMINE, Paulo Klinger Tito. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro: **EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN**, 1986.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. **Boletim regional**, urbano e ambiental / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais. n. 5, jun. 11, Brasília: Ipea. Dirur, 2011.

LEPSCH, Igo F. . 19 Lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, I. M. M. F. Hidrografia do Estado do Piauí, Disponibilidade e Usos da Água. In: AQUINO, C. M. S. A.; SANTOS, F. A. **Recursos Hídricos do Estado do Piauí:** fundamentos de gestão e estudos de casos em bacias hidrográficas do centro-norte piauiense. Teresina: EDUFPI, 2017.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à Hidrogeografia.** São Paulo: CENGAGE Learning, 2012. (Textos básicos de Geografia).

MAFFRA, Cristina Q.T; MAZZOLA, Marcelo. As Razões dos Desastres em Território Brasileiro. In: Santos, Rozely Ferreira dos (org.). **Vulnerabilidade Ambiental.** Brasília: MMA, 2007.

MARTINS, Tânia. Mineração ameaça destruir maior Quilombo do Nordeste. In: **Ocorre Diário.** [S. l.]: Luan Matheus Santana, 9 fev. 2023. Disponível em: <https://ocorrediarario.com/mineracao-ameaca-destruir-maior-quilombo-do-nordeste/> . Acesso em: 27 abr. 2023.

MEDEIROS, Raimundo Mainar. **Análise de Aspectos Climáticos, Socioeconômicos e Ambientais e seus Efeitos na Bacia Hidrográfica do Rio Uruçui Preto e entorno.** 2016. 155 pág . 2016. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Meteorologia) Universidade Federal de Campina Grande, CAMPINA GRANDE-PB.

MENDONÇA, Francisco de Assis; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia e meio ambiente.** 7. ed. São Paulo: Contexto, 2004.

MENDONÇA, Francisco; CUNHA, Fábio César Alves; LUIZ, Gislaine Cristina. Problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 12, n. 18, pág. 331-352, 2016.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Geografia: pequena história crítica**. 16. ed. São Paulo: Hucitec, 1998. 138 p. (Geografia: teoria e realidade. Serie linha de frente; 1).

MOURÃO, Layza. Vídeo: chuva intensa fecha comércio e deixa ruas e avenidas alagadas no Sul do Piauí, **G1 Piauí**, 2024. Disponível em:

<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2024/01/26/video-chuva-intensa-fecha-comercio-e-deixa-ruas-e-avenidas-alagadas-em-sul-do-piaui.ghtml> . Acesso em 25 de set. de 2024.

NUNES, Odilon. Pesquisas para a história do Piauí: Pré-história. Primeiros Contatos com a terra. Primórdios da colonização e ausência de governo. Primeiros... Teresina: FUNDAPI: Fund. Monsenhor Chaves, 2007.

OLIVEIRA, A. S. de N. **O Povoamento Colonial Do Sudeste Do Piauí: Indígenas E Colonizadores, Conflitos E Resistência**. Tese (Doutorado em História) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007.

OLIVEIRA, A. S. de N. Os maníbeiros do sudeste do Piauí. **FUMDHAMentos II**. São Raimundo Nonato: FMHA/Centro Cultural Sérgio Mota, v. 1, n. 2, p. 66-84, 2002.

ONU-HABITAT. United Nations Human Settlements Programme. **World cities report 2022: envisaging the future of cities**. United Nations Research Institute for Social Development, 2022. Disponível em: <

[https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr\\_2022.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf)> Acesso em maio de 2024.

PBMC, Contribuição do Grupo de Trabalho 3 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT3**. Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

PBMC. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2**. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil, 2013. p. 28.

PBMC. Mudanças Climáticas e Cidades: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. PBMC - **Relatório Mudanças Climáticas e Cidades**, Rio de Janeiro, Brasil, 2016, 116p.

PIAUÍ. **Diário Oficial**. Quarta-feira, 04 de fevereiro de 2004, Nº 023, TERESINA – PI. Disponível em: <http://www.diariooficial.pi.gov.br/diario/200402/e5ba2bbaca1167e.pdf> . Acessado em maio de 2024.

PNUMA. United Nations Environment Programme; International Solid Waste Association. Global waste management outlook 2024 - **beyond an age of waste: turning rubbish into a resource**. 2024. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939> . Aceso em maio de 2024.

REGIC. Regiões de influência das cidades: 2018 / IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 192 p.

RIBEIRO, Antonio José Castelo Branco. **O Parque Nacional da Serra da Capivara e a urbanização de São Raimundo Nonato: transformações socioespaciais no Piauí e suas repercussões no entendimento de sertão**. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco. Recife: O autor, 2015.

ROSS, Jurandy L. Sanches. Os Fundamentos da Geografia da Natureza. In: ROSS, Jurandy L. Sanches (org.). **Geografia do Brasil**. – 6. ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009. – (Didática; 3).

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, Milton. 1992: a redescoberta da Natureza. **Estudos avançados**, São Paulo, vol. 6, n. 14, p. 95-106, 1992.

SANTOS, Ricardo Mota Dos; ESTEVAM, André Luiz Dantas. Sistema Clima Urbano como método de análise geográfica dos episódios de alagamentos no sítio urbano de Salvador (BA). In: COSTA, Luis Ricardo Fernandes (org). Práticas profissionais relativas às atribuições da ciência geográfica. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020, p. 21-44.

SAVE CERRADO. ONU: 2021 pode ser ano do “tudo ou nada” para salvar planeta de crise ambiental. **Savecerrado**, 19 fev. 2024. Disponível em: < <https://www.savecerrado.org/ONU-2021-pode-ser-ano-do-tudo-ou-nada-para-salvar-planeta-de-crise-ambiental/>> acesso em 16 nov. 2021.

SODRÉ, Nelson Werneck. **Introdução à Geografia: geografia e ideologia.** 8ª ed. – Petrópolis: Vozes, 1992.

SOFFIATI, Arthur. Breve história da globalização ocidental e seus custos ambientais. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 1, p. 144-173, 2020.

VEYRET, Yvette. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet de. Definições de vulnerabilidades do risco. In. VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 2007.

VIEIRA, Viviane Torres; CUNHA, Sandra Baptista. Mudanças na Rede de Drenagem Urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, José Teixeira Guerra; CUNHA, Sandra Baptista (org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** - 3ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

WILCHES-CHAUX, G. Los desastres no son naturales compilador: Andrew Maskrey. la vulnerabilidad global. **Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina**, 1993.

ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente. Argissolos Vermelho-Amarelos. Solos Tropicais. Embrapa Solos, 2021. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs>> Acesso em: julho de 2021.

**APÊNDICE**

### **PERGUNTAS INFORMAIS PARA O CAMPO**

1. O(A) senhor(a) sabe me informar se no período de chuva a água que corre no rio Piauí transborda?
2. Esse transbordamento (enchente) ocorre todos os anos, no período das chuvas?
3. Também ocorrem alagamentos nas ruas da cidade? Se sim, com que frequência?
4. E a água demora muito para escoar?
5. Faz muito tempo que o problema com alagamento se apresenta na cidade?
6. A Prefeitura fez alguma obra para solucionar os problemas dos alagamentos?
7. Quando as ruas ficam alagadas, interferem de alguma forma no dia a dia das pessoas?

**PLANILHA DE IDENTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

| SETOR   |   | BAIRRO     |
|---|---|------------|
| MARGEM  | REGIÃO ADMINISTRATIVA   |            |
| Variáveis                                     | Característica/situação   | Observação |
| <b>Cobertura vegetal*</b>                     | <input type="checkbox"/> baixa                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> média                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> alta                                       |            |
| <b>Proximidade com corpos hídricos*</b>       | <input type="checkbox"/> baixa                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> média                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> alta                                       |            |
| <b>Adensamento* populacional</b>              | <input type="checkbox"/> baixo                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> médio                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> alto                                       |            |
| <b>Presença de bancos de areia**</b>          | <input type="checkbox"/> ausente                                    |            |
|   | <input type="checkbox"/> presente                                   |            |
| <b>Situação da área de APP do Rio Piauí**</b> | <input type="checkbox"/> boa (atendimento à legislação)             |            |
|   | <input type="checkbox"/> regular (atendimento básico da legislação) |            |
|   | <input type="checkbox"/> ruim (sem atendimento à legislação)        |            |
| <b>Lixo a céu aberto</b>                      | <input type="checkbox"/> não visível                                |            |
|   | <input type="checkbox"/> em alguns pontos                           |            |
|   | <input type="checkbox"/> facilmente visível                         |            |
| <b>Esgoto a céu aberto</b>                    | <input type="checkbox"/> não visível                                |            |
|   | <input type="checkbox"/> em alguns pontos                           |            |
|   | <input type="checkbox"/> facilmente visível                         |            |
| <b>Inundação</b>                              | <input type="checkbox"/> baixa                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> média                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> alta                                       |            |
| <b>Alagamento</b>                             | <input type="checkbox"/> fraco                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> médio                                      |            |
|   | <input type="checkbox"/> forte                                      |            |
| <b>Estrutura das ruas</b>                     | <input type="checkbox"/> Pavimento de baixa impermeabilidade        |            |
|   | <input type="checkbox"/> Pavimento de alta impermeabilidade         |            |
|   | <input type="checkbox"/> Sem pavimentação                           |            |

\* Trabalho de gabinete e SIG.

\*\*Trabalho de gabinete e campo *in loco*.