



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

Adeilton Marcelino Vidal de Sousa

**DINÂMICAS AMBIENTAIS DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO GOIANA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A RESEX
ACAÚ-GOIANA, NO NORDESTE DO BRASIL**

Recife

2025

ADEILTON MARCELINO VIDAL DE SOUSA

**DINÂMICAS AMBIENTAIS DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO GOIANA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A RESEX
ACAÚ-GOIANA, NO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (PRODEMA – UFPE), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Gonçalves Rodrigues

**Recife
2025**

CATALOGAÇÃO DE PUBLICAÇÃO NA FONTE - BIBLIOTECA CENTRAL

Sousa, Adeilton Marcelino Vidal de.

Dinâmicas ambientais da planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana-PE e sua influência sobre a Resex Acaú-Goiana, no Nordeste do Brasil INFLUÊNCIA SOBRE A RESEX ACAÚ-GOIANA, NO NORDESTE DO BRASIL / Adeilton Marcelino Vidal de Sousa. - Recife, 2025.

150f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2025.

Orientação: Gilberto Gonçalves Rodrigues.

Inclui referências.

1. Área úmida; 2. Zona de amortecimento; 3. Extremo pluviométrico. I. Rodrigues, Gilberto Gonçalves. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

ADEILTON MARCELINO VIDAL DE SOUSA

**DINÂMICAS AMBIENTAIS DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO GOIANA-PE E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A RESEX
ACAÚ-GOIANA, NO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (PRODEMA – UFPE), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Gonçalves Rodrigues

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Werônica Meira De Souza
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Ana Lúcia Bezerra Candeias
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ivo Raposo Gonçalves Cidreira Neto
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Anselmo César Vasconcelos Bezerra
Instituto Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Pedro Castelo Branco Silveira
Fundação Joaquim Nabuco

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização desta dissertação. Este trabalho é fruto de uma travessia que não teria sido possível sem o apoio, incentivo e contribuição de diversas pessoas e instituições que cruzaram meu caminho. Tenho muito a agradecer a todos que fizeram parte desta trajetória. Todas as vivências foram essenciais para moldar a pesquisa e agora, o pesquisador.

RESUMO

A planície de inundação do rio Goiana, em Pernambuco, é uma área propensa à inundações frequentes. Em 2022, um evento de inundação significativo ocorreu em Goiana, destacando-se por sua magnitude. Esse acontecimento não apenas causou danos materiais e transtornos à população, mas também expôs a vulnerabilidade da Reserva Extrativista (RESEX) Acaú-Goiana. Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa é analisar como as dinâmicas ambientais da Planície de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana interagem com a RESEX Acaú-Goiana. Para isso adotou-se uma abordagem metodológica mista, combinando métodos quantitativos e qualitativos. Entre 1980 e 2022, um período de 42 anos, a bacia hidrográfica do rio Goiana registrou 12 pulsos de inundação provocados por eventos pluviométricos extremos. Essa chuva intensa incide sobre um território profundamente alterado, com 84,6% de sua paisagem classificada como modificada e apenas 15,4% correspondendo a ambientes naturais, concentrados principalmente na região estuarina, dentro da RESEX Acaú-Goiana. Desta forma, a planície de inundação da bacia hidrográfica do rio Goiana configura-se como uma área úmida sujeita a pulsos recorrentes de inundação, com frequência estimada entre 10 e 11 anos. Durante esses eventos extremos, estabelece-se uma mancha de inundação contínua que promove a conectividade hidrológica entre os ecossistemas de manguezal inseridos na RESEX Acaú-Goiana e as áreas da planície historicamente ocupadas por monoculturas canavieiras. Em síntese, a relevância deste estudo está associada ao fortalecimento da gestão socioambiental da RESEX Acaú-Goiana, ao evidenciar a necessidade de incorporar a planície de inundação na delimitação de sua Zona de Amortecimento. Tal medida visa assegurar a proteção dos componentes naturais do ecossistema, bem como a salvaguarda dos modos de vida e da permanência das comunidades tradicionais que dependem diretamente desses ambientes.

Palavras-chave: área úmida; extremo pluviométrico; zona de amortecimento; poluição; pescadores.

ABSTRACT

The floodplain of the Goiana River, located in the state of Pernambuco, is an area prone to frequent flooding. In 2022, a significant flood event occurred in Goiana, standing out due to its magnitude. This event not only caused material damage and disruptions to the local population, but also exposed the vulnerability of the Acaú-Goiana Extractive Reserve (RESEX). Accordingly, the general objective of this research is to analyze how the environmental dynamics of the floodplain of the Goiana River Basin interact with the Acaú-Goiana RESEX. To this end, a mixed methodological approach was adopted, combining both quantitative and qualitative methods. Between 1980 and 2022, a period of 42 years, the Goiana River Basin recorded 12 flood pulses triggered by extreme rainfall events. This intense precipitation occurs over a territory that has been profoundly altered, with 84.6% of its landscape classified as modified and only 15.4% corresponding to natural environments, mostly concentrated in the estuarine region within the Acaú-Goiana RESEX. Thus, the floodplain of the Goiana River Basin is characterized as a wetland subject to recurrent flood pulses, with an estimated frequency of every 10 to 11 years. During these extreme events, a continuous flood area, or flood footprint, is formed, promoting hydrological connectivity between the mangrove ecosystems within the RESEX and the areas of the floodplain historically occupied by sugarcane monocultures. In summary, the relevance of this study lies in strengthening the socio-environmental management of the Acaú-Goiana RESEX by highlighting the need to incorporate the floodplain into the delimitation of its Buffer Zone. Such a measure aims to ensure the protection of the ecosystem's natural components, as well as the safeguarding of the livelihoods and continuity of the traditional communities that directly depend on these environments.

Keywords: wetland; extreme rainfall; buffer zone; pollution; fishermen.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Direção de propagação da radiação eletromagnética.	21
Figura 2. Região de microondas no espectro eletromagnético.	24
Figura 3. Ilustração dos alvos em uma imagem de RADAR.	26
Figura 4. Retroespalhamento teórico na banda C considerando áreas de floresta e vegetação herbácea, em condições de inundação e não inundação.	27
Figura 5. Modos operacionais do Sentinel-1.	28
Figura 6. Mapa da Sobreposição dos limites da APA Estuarina dos Rios Goiana e Megaó e da RESEX Acaú-Goiana.	32
Figura 7. Mapa de localização da área de estudo, Bacia hidrográfica do Rio Goiana e sua Planície de inundação.	36
Figura 8. Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana com a localização de áreas de risco a inundações.	38
Figura 9. Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana com a localização de áreas urbanas e indústrias ao redor da planície de inundação.	39
Figura 10. Sítio eletrônico da Hemeroteca da Biblioteca Nacional Digital (BNDigital).	40
Figura 11. Sítio eletrônico do Atlas Digital de Desastres do Brasil	42
Figura 12. Georreferenciamento do mapa produzido por Carvalho e Oliveira (2018) no programa QGIS.	48
Figura 13. Área de estudo na plataforma do no Google Earth Engine (GEE).	49
Figura 14. Área de estudo- Planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no QGIS.	50
Figura 15. Fotografia da inundação ocorrida no município de Goiana em 1986.	58
Figura 16. Fotografia da inundação ocorrida no município de Goiana em 1986.	58
Figura 17. Fotografia aérea da inundação de 2022 no município de Goiana. Planície inundada entre a sede municipal e ao fundo da imagem a RESEX Acaú-Goiana.	60
Figura 18. Fotografia aérea da inundação de 2022 no município de Goiana. BR 101 e Estação de Tratamento de Esgoto submergida pelo rio Tracunhaém.	60
Figura 19. Registro aéreo da inundação em Goiana (2022): monocultura da cana-de-açúcar , estação elevatória e BR-101 afetadas pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio e Rio Capibaribe-Mirim.	61
Figura 20. Registro aéreo da inundação em Goiana (2022). Plantação de cana-de-açúcar inundada pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio e Rio Capibaribe-Mirim.	61
Figura 21. Registro da alta mortandade atípica de caranguejo-Uçá na praia de Carne de Vaca, durante a inundação de 2022.	62
Figura 22. Registro da inundação em Goiana (2011). Casas do Baldo do rio submergidas pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio.	63
Figura 23. Registro da inundação em Goiana (2011). Casas do Baldo do rio submergidas pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio.	64
Figura 25. Registro da inundação em Goiana (2011). Nova ponte da duplicação da rodovia federal BR-101 se deslocou e virou.	65
Figura 26. Registro da inundação em Goiana (2011). Rodovia federal BR-101 em reforma.	66
Figura 27. Registro da inundação em Goiana (1989). Ponte sobre o Rio Capibaribe-Mirim	

Danificada.	67
Figura 28. Distribuição ao longo do tempo com ênfase nos meses em que as inundações acontecem.	69
Figura 29. Dados climatológicos trimestrais, em milímetros (mm), referentes às precipitações na região da Zona da Mata de Pernambuco.	70
Figura 30. Panorama histórico da ocorrência das inundações no município de Goiana de 1970 a 2024.	70
Figura 31. Registro da poluição no Canal do Baldo do Rio, em Goiana (1980).	76
Figura 32. Registro da poluição no Canal do Baldo do Rio, na década de 1980.	77
Figura 33. Registro da alta mortandade atípica de caranguejo-Uçá no Porto Congaçari, durante a inundação de 2022.	79
Figura 34. Registro da alta mortandade atípica da fauna na RESEX acaú-Goiana, durante a inundação de 2022.	79
Figura 35. Fotografia de espécie peixe-boi encontrada morta na RESEX Acaú-Goiana.	81
Figura 36. Mapa com a distribuição espacial da ocorrência de peixes mortos na RESEX Acaú-Goiana em janeiro de 2024.	82
Figura 37. Imagens de registros de peixes mortos na RESEX Acaú-Goiana (2024).	83
Figura 38. Fotografias da ocorrência de fauna aquática morta na RESEX Acaú-Goiana (2024).	84
Figura 39. Fotografia da poluição no Baldo do rio na década de 1980, Goiana, Pernambuco.	86
Figura 40. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1988, município de Goiana.	88
Figura 41. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1988, município de Goiana.	89
Figura 42. Imagem do registro fotográfico da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1980, município de Goiana.	90
Figura 43. Mapeamento de reconhecimento de área de alto risco a inundação no município de Goiana, comunidades do Baldo do Rio, Ipueira e Vila operária, 2014.	91
Figura 44. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1990, município de Goiana.	91
Figura 45. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 2011, município de Goiana.	92
Figura 46. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 2022, município de Goiana.	92
Figura 47. Imagem do registro fotográfico de uma mobilização social na comunidade do baldo rio durante a década de 1980, Goiana, Pernambuco.	94
Figura 48. Capa do documento "A Luta dos Pescadores contra a Morte".	96
Figura 49. Mapa da delimitação da Área de Proteção Ambiental, Área Estuarina dos Rios Goiana e Megaó, no município de Goiana, 1986.	98
Figura 50. Precipitação Total Anual Acumulada (mm) para cada município que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022 e a média do Total Anual Climatológico.	104
Figura 51. Média Mensal pluviométrica (mm) para os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no ano de 2022 e a Média Mensal Climatológica.	105
Figura 52. Média Mensal pluviométrica (mm) para os municípios que compõem a Bacia	

Hidrográfica do Rio Goiana no ano de 2022 e a Média Mensal Climatológica.	107
Figura 53. Acumulado Mensal pluviométrica (mm) para os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no mês de maio de 2022 e os dados Climatológicos para o mês de maio de cada município.	108
Figura 54. Média diária da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana entre 01 de maio a 15 de junho de 2022. Comparativo com a média mensal, maio, dos dados Climatológicos da APAC.	109
Figura 55. Média diária da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana entre 20 de maio a 08 de junho de 2022. Comparativo com a média mensal, agosto, dos dados Climatológicos da APAC.	110
Figura 56. Acumulado pluviométrico diário para todos os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana do dia 28 de maio de 2022. Comparativo com a média mensal, agosto, dos dados Climatológicos da APAC.	111
Figura 57. Fotografia aérea da inundação de 2022 no município de Goiana. Planície inundada entre a sede municipal e ao fundo da imagem a RESEX Acaú-Goiana.	112
Figura 58. Composição dos Ambientes Naturais e Paisagem Modificada na Planície de inundação da BHRGOI.	114
Figura 59. Mapa da divisão dos Usos e ocupações da planície de inundação da BHRGOI, classificação binária dos dados do MapBiomas.	116
Figura 60. Gráfico da divisão dos Usos e ocupações da planície de inundação da BHRGOI, no Nível das Subclasses da classificação do MapBiomas.	117
Figura 61. Mapa da divisão dos Usos e ocupações da planície de inundação da BHRGOI, no Nível das Subclasses da classificação do MapBiomas.	120
Figura 63. Registro aéreo da inundação em Goiana (2022). Monocultura da cana-de-açúcar, área urbana, estação elevatória e rodovia BR-101 inseridas na Área Úmida.	124
Figura 64. Canavial na Estrada da Usina Maravilha inundado no Pulso ocorrido em 17 de julho de 2011 na cidade de Goiana-PE.	125
Figura 65. Imagem de radar (SAR), GRD do Sentinel-1 no dia 28 de maio de 2022, processada na Plataforma do GEE.	126
Figura 66. Imagem de radar (SAR), GRD do Sentinel-1 no dia 02 de junho de 2022, processada na Plataforma do GEE.	126
Figura 67. Mapa da Planície de inundação, subfaixa (Subswaths) da área de estudo sobreposta pelo limite da Planície de inundação do rio Goiana.	128
Figura 68. Imagem comparativa das superfícies associadas à água entre dados de sensor de Radar e sensor Óptico.	129
Figura 70. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.	131
Figura 71. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.	131
Figura 72. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.	131
Figura 73. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.	132
Figura 74. Mapa da mancha de inundação sobreposta às áreas de elevado nível de risco de inundação da BHRGOI.	133
Figura 75. Mapa da mancha de inundação de 2022 na planície do rio Goiana (radar e ótico).	133
Figura 76. Gravura de uma paisagem de área úmida do Brasil, realizada em 1834 por meio do desenho de Jean-Baptiste Debret, intitulada "Elicônia".	136

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Inundações em Bacias Hidrográficas: vulnerabilidades e riscos	17
3.2 Sensoriamento Remoto como ferramenta de análise	20
3.3 O Radar como análise espacial	23
3.4 O monitoramento Global do Satélite Sentinel-1	27
3.5 Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana	29
3.6 A importância das Áreas Úmidas para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana	33
4 MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1 Área de estudo	36
4.2 Dinâmicas ambientais da planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana por meio de dados históricos e contemporâneos.	40
4.2.1 Coleta de dados	40
4.2.2 Análise dos dados	43
4.3 Eventos de precipitação pluviométrica que contribuíram para as inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022	45
4.3.1 Coleta de dados	45
4.3.2 Análise dos dados	45
4.4 Cobertura e uso do solo da Planície de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana	47
4.4.1 Coleta de dados	47
4.4.2 Análise dos Dados	49
4.5 Mancha de inundação através de Sensoriamento Remoto	50
4.5.1 Coleta de dados	50
4.5.2 Análise e processamento de dados	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
5.1 Capítulo 1: Dados históricos e contemporâneos sobre as Dinâmicas Ambientais na planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana	52
5.1.1 Sobre a história das Ocorrência de Inundações	53
5.1.2 Poluição Industrial na planície de inundação do Rio Goiana e o impacto na Biodiversidade	76
5.1.3 Vulnerabilidade da comunidade do Baldo rio beneficiária da RESEX Acaú Goiana	87
5.1.4 Mobilização Social	93
5.1.5 Monitoramento e Pesquisas	99
5.2 Capítulo 2: Aspectos Ambientais da Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022	102
5.2.1 Análise dos eventos de precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022	102

5.2.2 Caracterização do uso e ocupação do solo na planície de inundação em 2022	112
5.2.3 Mapeamento da abrangência da mancha de inundação ocorrida no ano de 2022	125
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
7 CONCLUSÕES	141
REFERÊNCIAS	142

1 INTRODUÇÃO

Durante todo o processo de crescimento urbano e industrial, a várzea, planície de inundação, Área Úmida da bacia do rio Goiana, foi e continua sendo degradada. Entre as diversas intervenções, além da devastação da vegetação nativa e da poluição dos corpos hídricos, destacam-se a construção do Canal do Baldo do rio, a rodovia federal BR 101 e suas pontes, a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e empreendimentos como a gigante Aquicultura na ilha do Tiriri, uma área de exclusão situada no coração do estuário.

É após este cenário histórico da várzea, planície de inundação, Área Úmida da bacia do rio Goiana, que a partir de um período de luta das pescadoras(e) artesanais para criação de Unidades de Conservação, foi criada em 2007 a Reserva Extrativista Acaú-Goiana, UC federal que abarca a região estuarina da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana (BHRGOI). A sua criação foi impulsionada pela resistência das marisqueiras de Acaú, ganhando corpo através da união das outras comunidades que pescam neste estuário (BRASIL, 2023). A categoria RESEX - RESERVA EXTRATIVISTA tem como objetivo proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (BRASIL, 2000).

Frente aos históricos impactos ambientais, à luta pela conservação, à vulnerabilidade socioambiental, eventos de extremos pluviométricos e inundações com consequências desastrosas no ecossistema da planície, território pesqueiro, surge a necessidade de aprofundar a compreensão das dinâmicas ambientais que moldam a planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, fornecendo subsídios para a estruturação de políticas públicas eficientes.

Ao investigar as dinâmicas ambientais da planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, a pesquisa contribui diretamente para o propósito do PRODEMA de conectar ciência e realidade ambiental, promovendo soluções palpáveis para os desafios socioambientais. Além disso, ao fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas e ao fortalecer a gestão da Unidade de Conservação RESEX Acaú-Goiana, a pesquisa reforça o compromisso do programa com a formação de profissionais capacitados a desenvolver estratégias eficazes de gestão ambiental e promover o desenvolvimento sustentável.

Além disso, os resultados desta pesquisa estão em consonância com o chamado global à ação da Agenda 2030 da ONU, que busca integrar os aspectos social, econômico e

ambiental para promover o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a pesquisa contribui diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, 13, 14 e 15 (ONU, 2024). É nesse contexto que esta pesquisa se insere, buscando atender às demandas de conservação levantadas pelo Conselho Deliberativo da RESEX Acaú-Goiana e contribuir para uma ciência que toque a realidade.

Essa dissertação está estruturada da seguinte forma: Introdução, Referencial teórico, Materiais e Métodos, Resultados e discussões, divididos da seguinte forma: (i) Capítulo 1: Dados históricos e contemporâneos sobre as Dinâmicas Ambientais na planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana; (ii) Capítulo 2: Aspectos Ambientais da Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022, além das Considerações Finais e Conclusões.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Analisar a interação entre as dinâmicas ambientais da Planície de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana e a RESEX Acaú-Goiana no litoral norte de Pernambuco, com ênfase nas inundações que ocorreram em 2022.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a evolução das dinâmicas ambientais da planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana por meio de dados históricos;
- Identificar os eventos de precipitação que contribuíram para as inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana;x
- Analisar os padrões de uso e cobertura do solo na planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022, considerando os impactos das inundações ocorridas neste período;
- Mapear a extensão da mancha de inundação ocorrida na Planície de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Inundações em Bacias Hidrográficas: vulnerabilidades e riscos

Conforme exposto na introdução, as inundações são fenômenos naturais que integram o ciclo hidrológico da Terra. Contudo, esse ciclo pode apresentar situações de desequilíbrio, resultando no direcionamento de um volume de água superior à capacidade natural de absorção de determinada área (LOURENÇO E VIEIRA, 2020).

De acordo com Rocha (1995), a ocorrência de cheias é influenciada principalmente pelas condições meteorológicas das bacias hidrográficas, resultando de precipitações intensas que geram escoamento superficial e elevam os caudais dos cursos de água. Entretanto, as características geomorfológicas e fisiográficas de uma bacia hidrográfica desempenham papel fundamental na propagação das inundações, influenciando fatores como infiltração da água e escoamento superficial. Rocha (1995) também ressalta que o tipo de uso do solo, a cobertura vegetal, o relevo e a ocupação humana são fatores que impactam essas características (ROCHA, 1995; TAVARES, 2022).

Lourenço e Vieira (2020) esclarece que o conceito de cheia está diretamente relacionado ao de inundação, embora, frequentemente, sejam utilizados como sinônimos, não possuam o mesmo significado. Esses eventos, associados a extremos pluviométricos e ao aumento do nível das águas dos rios, são popularmente chamados de cheias. No entanto, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) faz uma distinção entre cheia e inundação. A cheia é caracterizada pelo aumento temporário do nível da água em um canal de escoamento devido ao acréscimo da vazão ou descarga, enquanto a inundação ocorre quando as águas desse canal transbordam para as planícies de inundação, ou várzea (BRASIL, 2007).

Portela (2008) define a cheia como o fenômeno que ocorre quando a bacia hidrográfica recebe um aporte de água tão intenso e prolongado que o volume resultante, ao escoar pela rede hidrográfica, excede sua capacidade normal de transporte, transbordando e inundando as áreas marginais.

De acordo com Rocha (1995), o conceito de inundação, de forma intuitiva, refere-se ao alagamento de uma determinada superfície pela água. No entanto, para uma abordagem técnica, é essencial identificar a origem da água que causa a inundação. As grandes

inundações, por exemplo, têm origem nos transbordamentos dos rios durante períodos de cheia, provocados por elevados caudais, resultantes de precipitações intensas. Esse fenômeno leva ao extravasamento do leito normal e à consequente inundação das áreas adjacentes. Dessa forma, esta pesquisa está em consonância com a definição de Santos (2015), que descreve a cheia como um processo físico responsável pela inundação.

De acordo com a Política Nacional de Defesa Civil, as enxurradas, também conhecidas como inundações bruscas, são classificadas como desastres naturais associados ao aumento das precipitações hídricas e às inundações. Esse fenômeno caracteriza-se pelo rápido acúmulo de grandes volumes de água, que transbordam de forma súbita, invadindo áreas adjacentes e causando danos expressivos. Diferenciam-se das inundações graduais devido à sua evolução rápida e imprevisível (BRASIL, 2007).

Maffra e Mazzola (2007) abordam as enxurradas como fenômenos resultantes de chuvas intensas em pequenas bacias hidrográficas caracterizadas por alta declividade, baixa capacidade de retenção e elevado escoamento superficial. Com grande capacidade de transporte esses eventos provocam danos significativos, como erosão das margens, destruição de infraestrutura e deslocamento de materiais. Sua gravidade é intensificada em confluências de rios e em locais onde resíduos bloqueiam o fluxo, ocasionando ondas altamente destrutivas (PINHEIRO, 2007).

A enxurrada é um fenômeno de escoamento superficial concentrado, caracterizado por alta energia no transporte de materiais, podendo ou não estar vinculado a áreas afetadas por processos fluviais. Esse tipo de evento é frequentemente observado em locais com grande declividade natural, como em vias construídas sobre antigos leitos de rios, que apresentam um elevado gradiente hidráulico (TOMINAGA, 2015).

Lourenço e Vieira (2020) afirma que os campos marginais, que são inundados quando os caudais correspondem a períodos de retorno mais elevados, são comumente chamados de "leitos de cheia", "leitos de inundação" ou ainda "leitos maiores" dos cursos d'água, e toma uma posição enfática ao afirmar que o leito de inundação pertence ao rio.

A OAS (1991) analisa a planície de inundação sob diferentes perspectivas. Sob o ponto de vista topográfico, trata-se de uma área plana localizada adjacente a um rio. Em termos geomorfológicos, é uma forma de relevo composta principalmente por sedimentos não consolidados, depositados pelo transporte de material. Sob a abordagem hidrológica, a

planície é definida como uma área do relevo frequentemente inundada por um rio principal, em decorrência das suas inundações periódicas (OAS, 1991).

Tockner e Stanford (2002) definem a planície de inundação como uma região plana, próxima ao leito do rio, caracterizada pela retenção sazonal de água. Por sua vez, Leopold (1964) apresenta uma definição mais objetiva, descrevendo-a como uma faixa de terra relativamente lisa que margeia um rio e é inundada durante períodos de cheia.

Dessa forma, as inundações são fenômenos naturais que, ao interagirem com as populações e as infraestruturas humanas, geram uma ligação direta com os conceitos de desastres, exposição, risco, vulnerabilidade e catástrofe. Nesse contexto, os eventos de inundação amplificam os danos e as consequências sobre os ambientes sociais, econômicos e naturais.

Castro (1999) define o conceito de risco como uma medida dos danos e prejuízos potenciais, levando em consideração dois aspectos principais: a probabilidade estatística de ocorrência de um evento adverso e a intensidade ou magnitude de suas possíveis consequências. Esse conceito reflete a relação entre a probabilidade de concretização de uma ameaça ou acidente com uma magnitude específica e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor aos seus efeitos.

Lourenço e Vieira (2020) amplia essa visão ao definir os riscos naturais como a probabilidade de ocorrência de fenômenos catastróficos originados nos elementos da natureza, que têm o potencial de causar danos tanto aos seres humanos quanto às infraestruturas construídas pelo homem. A interação desses fenômenos com as populações vulneráveis gera, portanto, um cenário propenso a desastres de grande impacto.

Monteiro *et al.* (2016) corroboram essa perspectiva, refletindo sobre a caracterização de um fenômeno natural como desastre. Para os autores, um evento só é considerado um desastre quando ocorre em áreas habitadas por seres humanos, resultando em danos materiais e humanos, além de prejuízos socioeconômicos. A magnitude desses danos pode ser agravada pela vulnerabilidade dos elementos afetados, como ressaltado por Lourenço e Vieira (2020), que discute as catástrofes como manifestações plenas de riscos, capazes de provocar destruição em larga escala e consequências devastadoras.

Em consonância com essa análise, a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR, 2009) define os riscos hidrometeorológicos, como as inundações, como fenômenos de origem atmosférica, hidrológica ou oceanográfica. Esses riscos podem resultar em impactos severos, como mortes, lesões e outros danos à saúde humana, além de prejuízos a bens e propriedades, perda de meios de sustento e serviços, transtornos sociais e econômicos, e danos ambientais.

Lourenço *et al.* (2018) também contribui para a sistematização dos riscos hidrológicos, caracterizando-os pela semelhança de decorrerem do excesso de água na superfície terrestre. O autor destaca que o risco de inundações progressivas, que se manifestam de forma mais lenta e resultam de precipitações prolongadas, leva ao transbordamento gradual e pode causar danos contínuos a longo prazo.

Por fim, a exposição é um fator determinante para a análise de riscos. De acordo com a UE (2010), a exposição refere-se à presença de pessoas, propriedades, sistemas ou outros elementos em áreas de risco, tornando-os suscetíveis a perdas potenciais. Esse fator é intrinsecamente ligado à vulnerabilidade, que, como descrito por Schanze (2006), diz respeito à capacidade de um elemento, como uma população ou um bem, resistir quando exposto a um evento de inundação. Dessa forma, os danos causados por riscos de inundação estão intimamente relacionados ao grau de vulnerabilidade dos elementos.

Esse ponto também é confirmado por Maffra e Mazzola (2007), que destacaram a forte correlação entre o crescimento da degradação ambiental, a intensificação dos impactos dos desastres e o aumento da vulnerabilidade das populações no Brasil.

3.2 Sensoriamento Remoto como ferramenta de análise

Durante a evolução da ciência e da ânsia humana por conhecimento e poder, surgiu a necessidade de coletar e analisar imagens da superfície terrestre em escala geográfica. De acordo com Jensen (2009), esse tipo de coleta de dados foi originalmente realizada utilizando câmeras fotográficas montadas em aeronaves suborbitais. Tais procedimentos deram o pontapé inicial para o que se compreende como Sensoriamento Remoto.

Meneses e Almeida (2012) afirmam que a corrida espacial na década de 1960 foi fundamental para o desenvolvimento do Sensoriamento Remoto. Tanto pelo avanço das tecnologias desenvolvidas para lançamento de satélites artificiais, como pelas missões

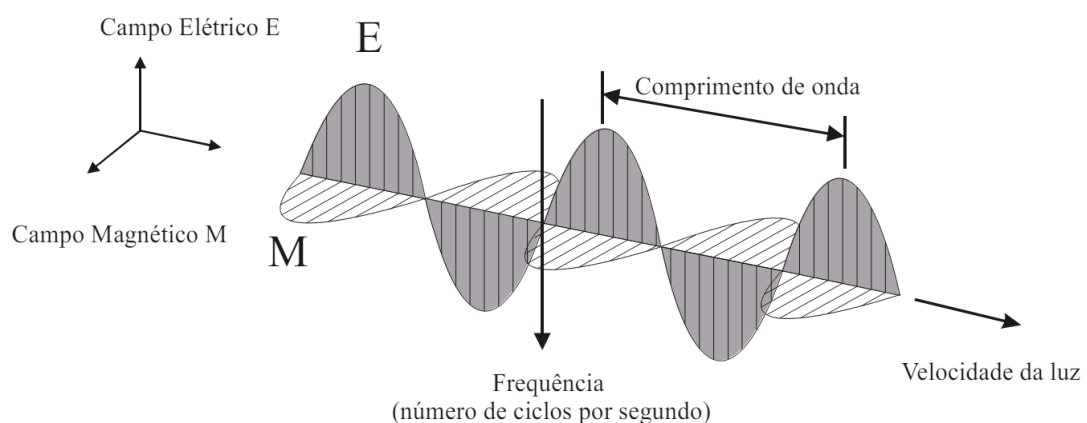
tripuladas nas quais foram realizados experimentos através de programas fotográficos espaciais, com o objetivo de produzir imagens multiespectrais da superfície terrestre.

É nesse contexto que o termo genérico de Sensoriamento Remoto é criado. Novo e Ponzoni (2001) trazem uma definição clássica do termo Sensoriamento Remoto (SR), referindo-se a um conjunto de técnicas destinado à obtenção de informações sobre objetos, sem que haja contato físico com eles. No entanto, Menezes e Almeida (2012) recorrem a uma definição mais precisa e em consonância com a técnica desenvolvida na contemporaneidade:

Sensoriamento Remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENEZES; ALMEIDA, 2012, p.13)

A radiação eletromagnética (REM) é um componente essencial nas técnicas de sensoriamento remoto, sendo vital entender sua dualidade de comportamento. A REM propaga-se no vácuo à velocidade da luz e sua interação com o meio físico pode ser explicada pelos modelos ondulatório (onda), formados pela oscilação dos campos elétrico e magnético, e modelo corpuscular (energia), resultado da emissão de pequenos pulsos de energia (NOVO, PONZONI, 2001; MENEZES, ALMEIDA, 2012), Figura 1.

Figura 1. Direção de propagação da radiação eletromagnética.



Fonte: Menezes & Almeida (2012). Direção de propagação da radiação eletromagnética na forma de uma onda, em função das oscilações ortogonais dos campos magnético (M) e elétrico (E).

Novo e Ponzoni (2001) ressalta ainda que para uma melhor compreensão é necessário identificar os elementos fundamentais das técnicas de Sensoriamento Remoto:

A fonte de REM, que para o caso da aplicação das técnicas de sensoriamento remoto no estudo dos recursos naturais, é o Sol (pode ser também a Terra para os sensores passivos de micro-ondas e termais, podem ser antenas de micro-ondas para os sistemas radares); o sensor, que é o instrumento capaz de coletar e registrar a REM refletida ou emitida pelo objeto, que também é denominado alvo, e que representa o elemento do qual se pretende extrair informação. (NOVO e PONZONI, 2001; pág. 06).

Menezes e Almeida (2012) ressaltam que apesar do espectro eletromagnético ter sido dividido em intervalos de comprimentos de onda a REM deve ser vista como um espectro contínuo. Dessa forma, apresenta os intervalos espectrais e seus respectivos comprimento de onda na Tabela 1.

Tabela 1. Divisão do espectro eletromagnético e o comprimento de onda.

Intervalo Espectral	Comprimento de Onda
Raios cósmicos	0,01 A°
Raios gama	0,01 – 0,1 A°
Raios X	0,1 – 10 A°
Ultravioleta	100nm – 0,38µm
Visível	0,38 – 0,76 µm
Infravermelho próximo	0,76 – 1,2 µm
Infravermelho de ondas curtas	1,2 – 3,0 µm
Infravermelho médio	3,0 – 5,0 µm
Infravermelho termal	5,0 µm – 1 mm
Micro-ondas	1 mm – 100 cm
Rádio	1 m – 10 km
Áudio	10 – 100 km
Corrente alternada	> 100 km

Fonte: Meneses & Almeida (2012)

De acordo com Moraes (2002), os sensores remotos detectam a energia eletromagnética de um objeto, convertendo-a em sinais elétricos para registro. As variações de energia da área observada podem ser captadas por sistemas imageadores ou não-imageadores. Os sistemas imageadores produzem imagens, enquanto os não-imageadores apresentam resultados em forma de dígitos ou gráficos. Moraes (2002), ainda classifica os sistemas sensores como ativos e passivos. Sensores passivos não têm fonte própria de energia

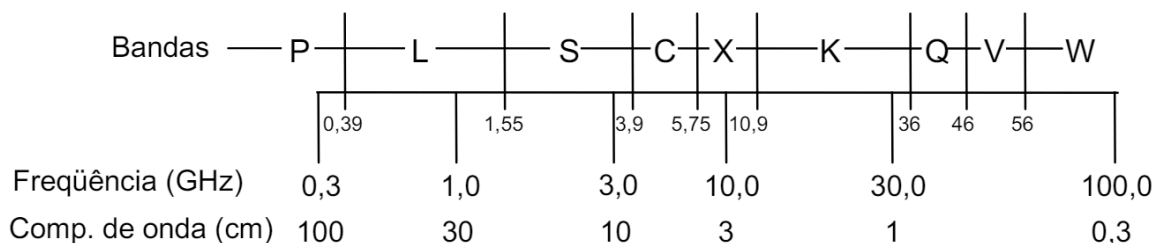
eletromagnética, enquanto sensores ativos possuem. Sensores ativos emitem energia eletromagnética para os objetos e detectam a energia refletida de volta.

Ao considerar o Sol como fonte de energia eletromagnética, os sensores passivos captam a energia refletida pelas superfícies dos objetos terrestres (alvos), permitindo que o sensoriamento remoto seja realizado na faixa do espectro solar (MORAES, 2002; MENEZES E ALMEIDA, 2012). De acordo com Moraes (2002), cerca de 70% da energia solar está concentrada na faixa espectral entre 0,3 e 0,7 μm . Como a atmosfera absorve muito pouco nessa faixa, uma grande quantidade de energia solar atinge a superfície da terra, onde pode ser absorvida, refletida ou dispersa.

3.3 O Radar como análise espacial

Quanto aos feixes de micro-ondas, eles são emitidos artificialmente e detectados pelos sistemas de Radar (Radio Detection and Ranging). O Radar de Abertura Sintética (SAR), que simula uma grande antena a partir de uma antena menor, é um sistema ativo que utiliza micro-ondas com comprimentos de onda variando aproximadamente de 0,8 cm a 120 cm. As bandas espectrais dos sistemas SAR são especificadas pelos seguintes códigos: K (0,8 cm – 2,5 cm); X (2,5 cm – 3,8 cm); C (3,8 cm – 7,5 cm); S (7,5 cm – 15 cm); L (15 cm – 60 cm); e P (60 cm – 120 cm) (MORAES, 2002; MENEZES E ALMEIDA, 2012; DINIZ, 2019; SANO, 2020), Figura 2.

Figura 2. Região de microondas no espectro eletromagnético.



Fonte: BENEDITTI (2010)

As ondas eletromagnéticas nesta faixa espectral são pouco influenciadas pela atmosfera, permitindo o imageamento da superfície mesmo quando há cobertura de nuvens ou neblina, podendo operar tanto de dia como à noite (DINIZ, 2019; MENEZES E ALMEIDA, 2012). E de acordo com Liu Chang (2016), nos últimos anos, esses fatores têm sido amplamente reconhecidos como eficazes na estimativa da abrangência de áreas inundadas. É especialmente relevante para regiões tropicais, onde a alta probabilidade de ocorrência de nuvens impõe grandes restrições aos sensores ópticos (DUTRA, 2003).

Novo e Ponzoni (2001) resumem as funções básicas de um RADAR: transmitir um pulso de micro-ondas, receber a energia refletida pelo alvo e registrar a potência, a variação temporal e o tempo de retorno do pulso. O Radar é composto por uma antena que atua duplamente (*duplexer*) como transmissora e receptora de radiação eletromagnética. À medida que a plataforma se desloca, a antena emite sucessivos pulsos de alta potência que se propagam pelo terreno. A energia retroespalhada é então captada pela antena, que recebe os sinais refletidos. Cada pulso registrado é medido quanto à sua intensidade (MENEZES e ALMEIDA, 2012)

Menezes e Almeida (2012) e Dutra (2003) descrevem que as antenas dos radares de sensoriamento remoto são fixadas na lateral das aeronaves ou satélites, apontando na direção da trajetória e produzindo imagens oblíquas. Essa configuração, comum em todos os radares imageadores, denomina o termo radares de visada lateral. Novo e Ponzoni (2001) complementam essa informação ao explicar que a direção de transmissão do pulso de um radar, conhecida como "range" é fundamental para determinar a distância até um alvo.

Quando um pulso de energia é emitido pela antena no radar, a onda pode ser transmitida polarizada horizontalmente (H) ou verticalmente (V). A maioria dos pulsos no radar é emitida e retornada com a mesma polarização, seja horizontal (HH) ou vertical (VV), denominada de polarização paralela. No entanto, quando o pulso atinge o alvo, pode ocorrer despolarização, resultando no retorno do sinal com uma polarização diferente da emitida, conhecida como polarização cruzada (HV ou VH). Os sensores de radar que operam com combinações multipolarizadas ajudam a melhor distinguir os materiais na superfície (NOVO e PONZONI, 2001; DUTRA, 2003; MENEZES e ALMEIDA, 2012).

O speckle é um ruído multiplicativo inerentemente presente nos sensores de radar, criando um padrão granuloso que dificulta a interpretação visual das imagens. Reduzir o speckle é possível utilizando múltiplas visadas (*multilooking*), mas isso pode resultar na degradação da resolução espacial. (MENEZES e ALMEIDA, 2012; DINIZ, 2019)

As informações das imagens de radar dependem das formas dos objetos e da rugosidade da superfície. O comprimento de onda determina se a superfície será lisa (reflexão especular), intermediária (reflexão difusa média) ou rugosa (reflexão difusa forte). Superfícies rugosas retroespalham o sinal em todas as direções, enquanto superfícies lisas não retornam o sinal à antena, como os espelhos d'água. Em contraste, as edificações refletem a radiação de volta à antena, sendo conhecidas como refletores de canto e resultando no fenômeno chamado "*double bouncing*" (MENEZES e ALMEIDA, 2012), Figura 3.

Figura 3. Ilustração dos alvos em uma imagem de RADAR.



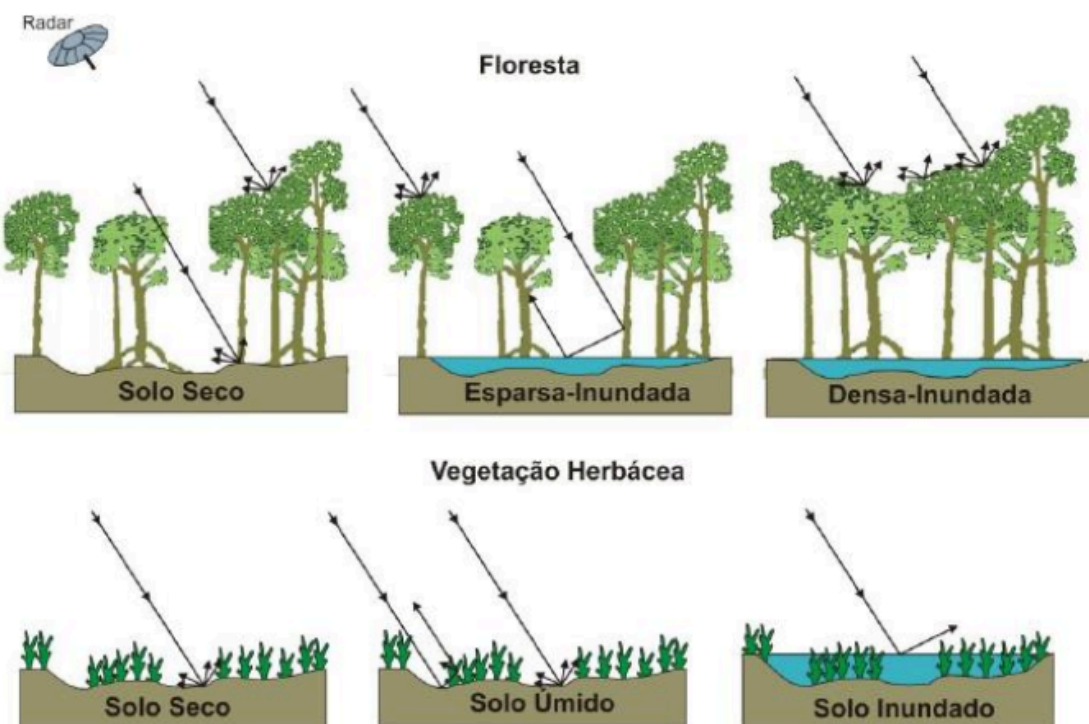
Fonte: MENEZES e ALMEIDA (2012). O círculo A mostra alvos especulares, esses alvos aparecem como áreas escuras na imagem. O círculo B mostra alvos difusores, representados por tons de cinza claro. O círculo C destaca o alvo difusor conhecido como refletor de canto. No exemplo específico dessa imagem, esses refletores são edificações que refletem quase toda a radiação incidente de volta para a antena do radar.

A constante dielétrica indica a capacidade de um material para formar dipolos e armazenar energia elétrica sob um campo elétrico. Materiais com alta constante dielétrica, como aqueles com água livre, respondem mais intensamente aos pulsos de micro-ondas devido a essa interação. Portanto, há uma relação direta entre a constante dielétrica e a intensidade do sinal refletido. Vegetação e solos úmidos, que contêm água, aparecem em tons de cinza claros nas imagens de radar, facilitando a distinção entre solos úmidos e secos. (MENEZES e ALMEIDA, 2012)

Diniz (2019) ressalta que em condições específicas, como vegetações herbáceas sobre solos úmidos, pode ocorrer espalhamento double-bounce devido ao aumento da constante

dielétrica da vegetação e do solo. Em áreas com vegetação inundada, a energia incidente é totalmente refletida em direção oposta ao sensor, resultando em um retroespalhamento reduzido, Figura 4.

Figura 4. Retroespalhamento teórico na banda C considerando áreas de floresta e vegetação herbácea, em condições de inundação e não inundação.



Fonte: DINIZ (2019)

3.4 O monitoramento Global do Satélite Sentinel-1

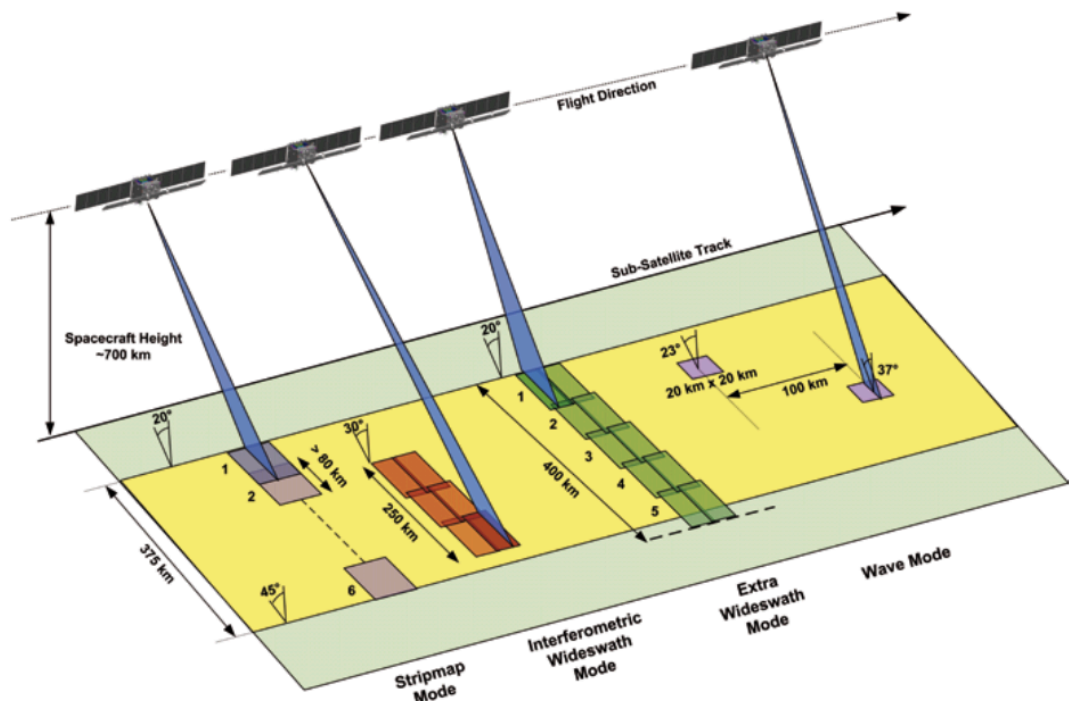
Por meio de uma iniciativa da Comissão Europeia (CE) e da Agência Espacial Europeia (ESA), foi criado o Programa de Monitoramento Global para o Meio Ambiente e Segurança (GMES) com o objetivo de fornecer e utilizar informações de monitoramento para aplicações ambientais e de segurança (ESA, 2023).

Assim, foi estabelecida a missão Sentinel, na qual a ESA iniciou o desenvolvimento de um Observatório Europeu de Radar de Abertura Sintética em banda C (CSAR) com o Sentinel-1, o primeiro satélite da série Copernicus, numa constelação de dois satélites em órbita polar síncrona ao sol (ESA, 2023). Com resolução temporal de 12 dias e acesso aberto

aos dados, o Sentinel-1 foi concebido para capturar imagens de média e alta resolução, mapeando diversas superfícies terrestres (como florestas, água, solo e agricultura), zonas costeiras e ambientes polares. Além disso, ele apoia o mapeamento em situações de crise humanitária, assegurando um serviço altamente confiável e contribuindo para a construção de um arquivo de dados consistente e de longo prazo (ESA, 2023).

Entre outras opções, as imagens Sentinel estão disponíveis em níveis de processamento de dados SAR brutos. Os produtos Single Look Complex (SLC) são dados complexos, georreferenciados e que preservam a informação de fase (ESA, 2018). Os dados são processados em modos de polarização única (HH ou VV) ou podem incluir modos de polarização dupla (HH+HV ou VV+VH), permitindo o acesso a diferentes modos de imageamento: Stripmap Mode (SM), Interferometric Wide Swath Mode (IW), Extra-Wide Swath Mode (EW) e Wave Mode (WM), (ESA, 2023), Figura 5.

Figura 5. Modos operacionais do Sentinel-1.



Fonte: ESA, (2023)

3.5 Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) caracteriza uma unidade de conservação como uma área territorial delimitada, compreendendo seus recursos ambientais e águas jurisdicionais, com características naturais significativas, oficialmente instituída pelo poder público. Essas zonas protegidas têm objetivos específicos de conservação e limites estabelecidos, operando sob um regime especial de gestão para garantir sua proteção (BRASIL, 2000).

A Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH) relata que a bacia hidrográfica do rio Goiana abriga quatro unidades de conservação. Entre elas, destaca-se uma de nível federal, a Reserva Extrativista (RESEX) Acaú Goiana, e três de nível estadual: os Refúgios de Vida Silvestre (RVS) Mata do Siriji e Mata de Água Azul, além da Área de Proteção Ambiental (APA) dos Estuários dos rios Goiana e Megaó (CPRH, 2019).

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) define os Refúgios de Vida Silvestres (RVS) como uma categoria de unidade de conservação cujo objetivo principal é proteger ambientes naturais que garantam as condições necessárias para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória (PERNAMBUCO, 2009).

O Refúgio de Vida Silvestre (RVS) Matas de Água Azul é uma unidade de conservação localizada nos municípios de Timbaúba e Macaparana. Criado em 2014, abrange uma área de 4.652,57 hectares, incluindo fragmentos de mata nativa como a mata do Engenho Água Azul e a mata de Xixá. O RVS é parte do Centro de Endemismo de Pernambuco, uma região crucial para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica, abrigando diversas espécies endêmicas. Este remanescente florestal é considerado bem preservado e pouco alterado, representando um importante recurso para a conservação da natureza no norte do estado (CPRH, 2025).

O Refúgio de Vida Silvestre (RVS) Matas de Siriji é um refúgio de vida selvagem de 645,94 hectares localizado em São Vicente Férrer, Agreste Setentrional. Criado em 2014, faz parte do domínio da Mata Atlântica e da Serra do Mascarenhas, o segundo maior bloco contínuo de Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco. A área é conhecida pela sua elevada importância biológica, ocorrem espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção. O

refúgio faz parte da rede hidrográfica do Complexo Serra do Mascarenhas-Jundiá, que inclui rios e riachos que drenam as áreas do Alto Capibaribe Mirim, Siriji e Cruangi (CPRH, 2025).

A Área de Proteção Ambiental (APA) Estuarina do Rio Goiana e Megaó, situada no município de Goiana, abrange uma área total de 4.776 hectares. Esta zona protegida foi oficialmente criada em 1986 através da Lei nº 9.931/86. A Área de Proteção Ambiental (APA) localiza-se no extremo norte do estado de Pernambuco. Esta área é formada por diversos rios, incluindo o Goiana, Megaó, Capibaribe Mirim, Tracunhaém e Barra de Goiana, além de riachos, lagoas, canais e ilhas cobertas por manguezais. Apesar de ainda estar relativamente preservado, o estuário enfrenta ameaças de poluição industrial e doméstica. O principal objetivo da APA é conservar, preservar, recuperar e restaurar esses ecossistemas, com foco no uso sustentável e na conservação dos ambientes estuarinos e marinhos de águas rasas (CPRH, 2025).

Em 2007, foi criada a RESEX Acaú-Goiana, no estuário do rio Goiana (BRASIL, 2007). Esta unidade de conservação de Uso Sustentável foi efetivada para subsidiar o modo de vida das comunidades tradicionais da pesca artesanal. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, dentre outros, tem o objetivo de proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura (BRASIL, 2000).

Alterada pela Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, define o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) como órgão executor da política nacional de unidades de conservação, atribuindo-o a competência de administrar as UC federais (BRASIL, 2007). Dentro do arcabouço do SNUC, as Reservas Extrativistas se enquadram dentro do grupo das unidades de Uso Sustentável, no qual tem o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Em seu Art 18º, define a categoria Reserva Extrativista como:

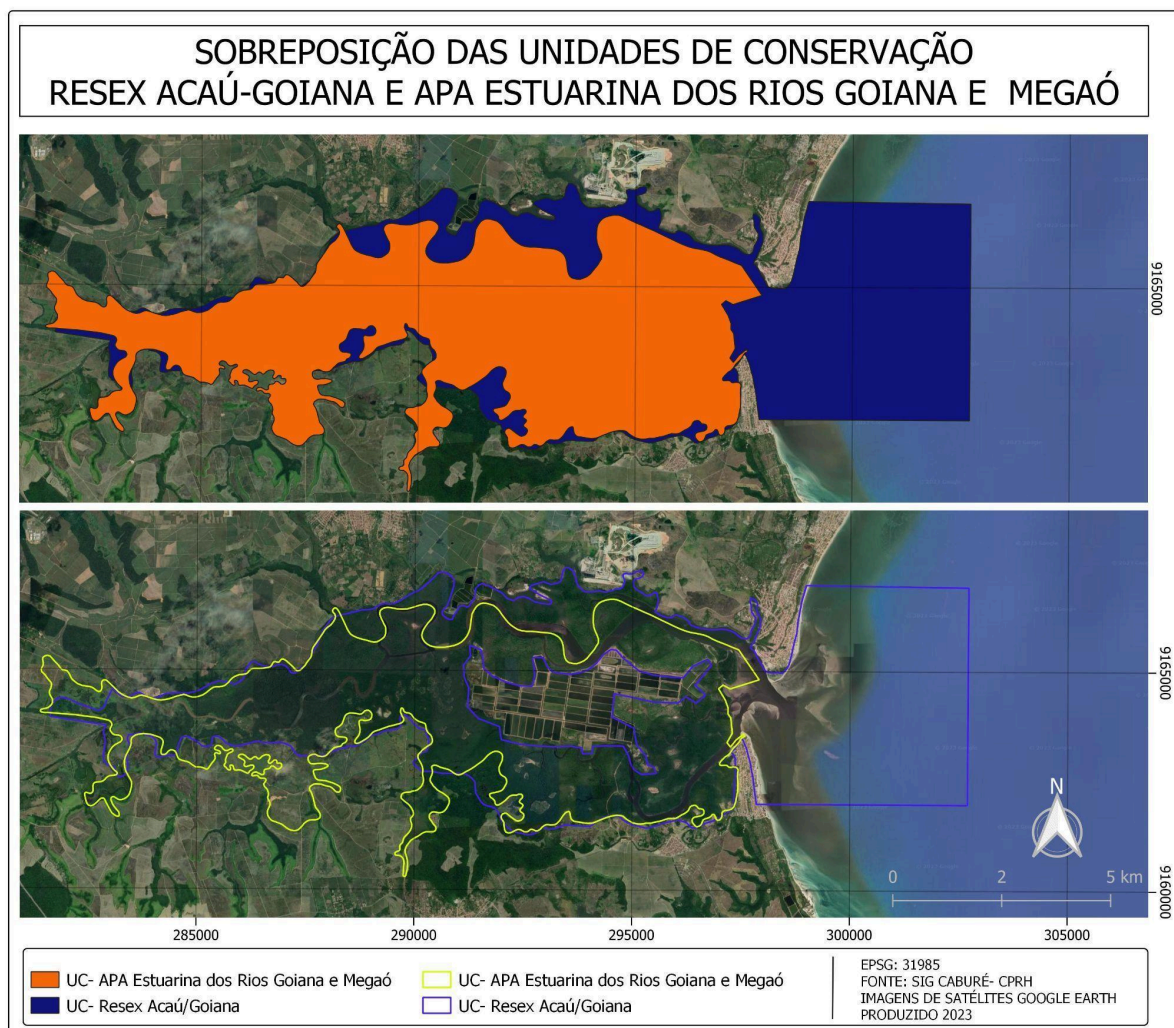
Uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (BRASIL, 2000, p.6).

Obedecendo seus fundamentos a RESEX Acaú-Goiana é gerida por um Conselho Deliberativo. Criado em 24 de outubro de 2012, através da portaria nº 113, o Conselho Gestor da RESEX é presidido pelo ICMBio e composto por órgãos públicos, organizações da sociedade civil e das populações tradicionais (BRASIL, 2012). Ativo, o Conselho realizou em setembro de 2023 a sua 32ª Reunião Ordinária.

As comunidades beneficiárias da Reserva Extrativista Acaú-Goiana são definidas pela portaria nº 53, de 3 de dezembro de 2015, incluindo São Lourenço, Carne de Vaca, Tejucupapo, Baldo do Rio, Caaporã e Acaú. A caracterização do perfil da família beneficiária é composta por critérios cumulativos. Num panorama geral, é necessário ser pescador(a) no território da RESEX; Residir nas comunidades beneficiárias; Ter raiz na pesca e ter a pesca como principal fonte de renda (BRASIL, 2015).

Embora criadas em momentos distintos, a Área de Proteção Ambiental (APA) Estuarina do Rio Goiana e Megaó e a Reserva Extrativista (RESEX) Acaú-Goiana compartilham uma sobreposição em seus limites. Contudo, apesar das semelhanças, a RESEX apresenta duas características distintivas em sua delimitação, Figura 06. A primeira alteração, de natureza conservacionista, expandiu a área protegida ao incorporar a porção marinha, que constitui o território pesqueiro das comunidades beneficiárias de Carne de Vaca e Acaú (BRASIL, 2023). Em contrapartida, a segunda alteração adotou uma abordagem de flexibilização da conservação, removendo a Ilha do Tiriri, situada no centro do estuário, e criando uma zona de exclusão destinada à aquicultura. Essa estratégia, que persiste até hoje, continua representando uma ameaça ao ecossistema estuarino e intensificando os conflitos existentes.

Figura 6. Mapa da Sobreposição dos limites da APA Estuarina dos Rios Goiana e Megaó e da RESEX Acaú-Goiana.



Fonte: Próprios Autores (2023)

Na estrutura do SNUC existe um mecanismo muito importante para garantir a proteção das unidades de conservação, a zona de amortecimento, que atua como uma área de transição que reduz os impactos de atividades externas, através de regulamentações específicas e monitoramento. A zona de amortecimento (ZA) é uma área no entorno de uma unidade de conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o objetivo de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (BRASIL, 2000; PERNAMBUCO, 2009).

O SNUC estabelece também que as zonas de amortecimento podem ser criadas simultaneamente à unidade de conservação ou posteriormente. Até o momento, a RESEX Acaú-Goiana não possui uma zona de amortecimento definida. Diante disso, o Ministério Público Federal (MPF) moveu uma ação civil pública contra o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a União, visando a delimitação desta Zona de Amortecimento. O MPF contesta o posicionamento da Advocacia-Geral da União (AGU), que impossibilitou a inclusão dessa área no plano de manejo (PIMENTAL, 2024).

3.6 A importância das Áreas Úmidas para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana

A Convenção de Ramsar, estabelecida em 1971, é um tratado intergovernamental que visa proteger zonas úmidas de importância internacional. Inicialmente focada na conservação de habitats aquáticos para aves migratórias, a convenção expandiu seu escopo para incluir a conservação e uso sustentável de todas as áreas úmidas, bem como o bem-estar das populações que dependem delas. A Convenção promove cooperação internacional para a conservação e uso racional dessas áreas em todo o mundo (MMA, 2025).

Considerando as funções ecológicas essenciais das zonas úmidas como reguladoras dos regimes hídricos e habitats de flora e fauna características, especialmente de aves aquáticas, o Decreto nº 1.905/96 estabelece o compromisso do Brasil na Convenção Ramsar. Este decreto visa contribuir para a proteção às zonas úmidas no território Brasileiro (BRASIL, 1996).

O conceito de zonas úmidas da Convenção Ramsar, embora de extrema importância, apresenta uma definição muito genérica para a realidade brasileira. Em resposta a essa limitação, Junk et al. publicaram em 2013 um artigo com uma definição adaptada às características do Brasil. Posteriormente, em 2015, o Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU) ratificou essa adaptação durante sua 13ª Reunião, aprovando a Recomendação CNZU nº 7, de 11 de junho de 2015, que estabelece uma definição mais específica e adequada ao contexto nacional, além de critérios para a identificação de sua extensão:

Áreas Úmidas são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanente ou periodicamente inundados ou com solos encharcados. As águas podem ser doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptados à sua dinâmica hídrica.

A extensão de uma zona úmida pode ser determinada pela borda da área permanentemente inundada ou alagada, ou no caso de níveis de água

flutuantes, pelo limite da área influenciada durante a inundação máxima média. As bordas externas das zonas úmidas são indicadas pela ausência de solos hidromórficos e/ou hidrófitas e/ou espécies lenhosas específicas que são capazes de crescer em solos periódica ou permanentemente inundados ou alagados. A definição de uma área úmida deve incluir, se presente, áreas internas permanentemente secas, pois esses habitats são de fundamental importância para a manutenção da integridade funcional e da biodiversidade da respectiva zona úmida. (JUNK *et. al*, 2013, p 08)

Em 2024, o Inventário das Áreas Úmidas Brasileiras foi lançado, apresentando uma compilação científica abrangente sobre os ecossistemas de áreas úmidas do Brasil. Esta obra analisa diversos tipos desses ambientes, com o objetivo de fornecer subsídios para estratégias de proteção e uso sustentável. O inventário não apenas classifica as áreas úmidas, mas também discute políticas públicas voltadas para sua conservação (JUNK e CUNHA, 2024).

Dentre as diversas classes de áreas úmidas apresentadas no Inventário das Áreas Úmidas Brasileiras, para esta pesquisa destacam-se as Áreas Úmidas Costeiras (AUs costeiras), sujeitas aos impactos dos pulsos previsíveis de curta duração das marés, como os manguezais em toda a sua extensão. Além disso, é interessante notar as Áreas Úmidas Interiores, caracterizadas por um nível de água flutuante e sujeitas a pulsos imprevisíveis multianuais, com inundações que ocorrem em intervalos de vários anos.

Quanto à caracterização biofísica das áreas úmidas, é importante notar as características da região da planície do Rio Xingu, no Mato Grosso. Esta área apresenta um ecossistema dinâmico nas planícies aluviais, que é fortemente influenciado pela sazonalidade das chuvas. A interação entre o regime hídrico e a topografia local resulta em um ambiente único, onde a biodiversidade se adapta às flutuações periódicas dos níveis de água, criando um mosaico de habitats que variam ao longo do ano:

Elas ocorrem ao longo das planícies aluviais submetidas à sazonalidade das chuvas (Prance, 1979; Rizzini, 1992), e acompanham os cursos das águas que percorrem o relevo predominante plano em forma de meandros que originam lagos e lagoas. Na época de chuvas, as águas transbordam os canais de escoamento da rede hídrica e inundam as áreas marginais dos canais, o que amplia o espelho d'água em um contínuo. Nas secas, há uma diminuição da área alagada, mas ainda persistem as condições de alta umidade, com um lençol freático raso, o que reflete nos padrões das fitofisionomias presentes, com a dominância de gramíneas nativas, brejos, buritis e outras formações associadas em ambientes úmidos (Rizzini, 1992; Rossete, 2008; Nunes da Cunha et al., 2015), (JUNK e CUNHA, 2024, p 410).

Todos esses fenômenos estão intimamente ligados ao conceito de Pulso de Inundação proposto por Junk *et al.* (1989). Que de acordo com essa teoria, as inundações periódicas, com suas variações no nível da água, desempenham um papel crucial na determinação dos processos ecológicos e na ocorrência de espécies vegetais e animais. Essas flutuações hídricas influenciam não apenas a distribuição das espécies, mas também moldam suas adaptações e ciclos de vida (JUNK e CUNHA, 2024), desempenhando um papel fundamental nos processos ecológicos (Junk *et al.*, 1989).

O novo Código Florestal, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, estabelece diretrizes para a proteção da vegetação nativa brasileira. Numa perspectiva legal as Áreas Úmidas são superfícies terrestres periodicamente inundadas, originalmente cobertas por florestas ou vegetação adaptada à inundação. A lei também determina que áreas úmidas, especialmente aquelas de importância internacional, podem ser classificadas como áreas de preservação permanente (APP) quando o Chefe do Poder Executivo as declara de interesse social por meio de um ato oficial.

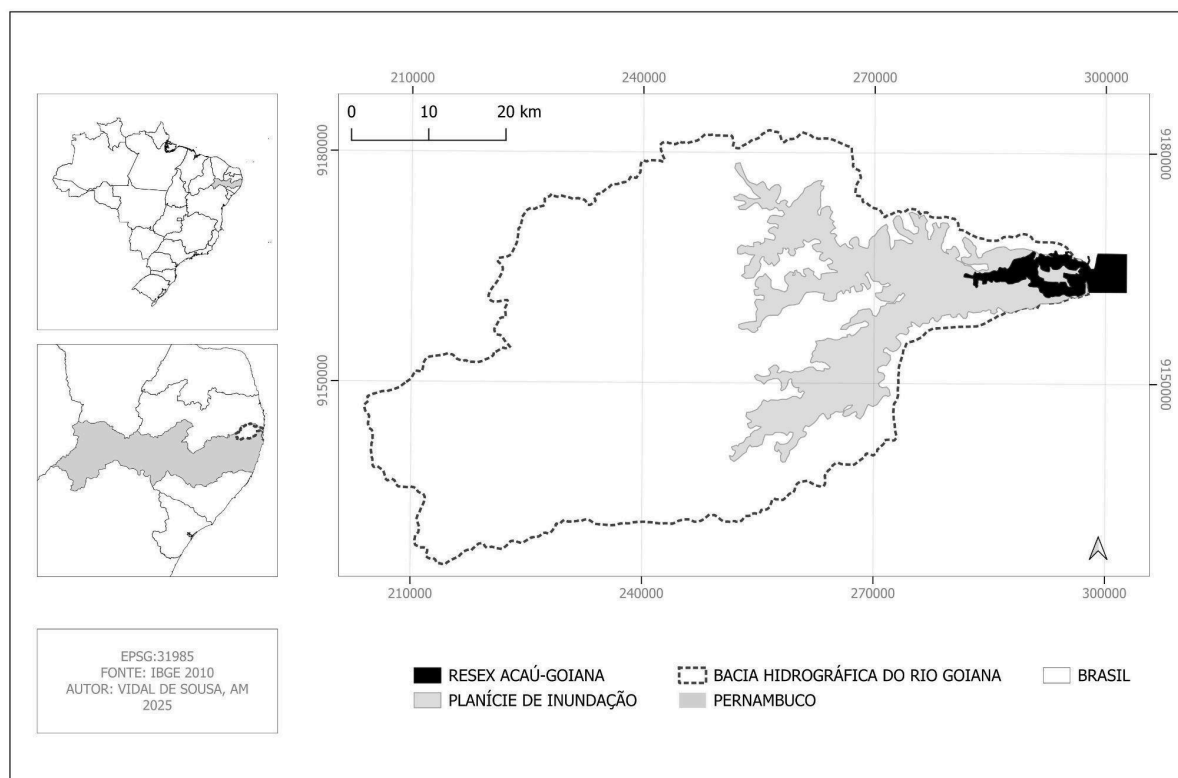
4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa adotou uma abordagem metodológica mista, articulando métodos quantitativos e qualitativos (CRESWELL, 2010). Na perspectiva quantitativa, foram analisados dados como índices de precipitação, informações provenientes de sensoriamento remoto e estudos de uso e ocupação do solo. Simultaneamente, a pesquisa incluiu a análise documental fundamentada no método de Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

4.1 Área de estudo

A área de estudo situa-se no Nordeste do Brasil, especificamente no estado de Pernambuco, abrangendo a planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana (BHRGOI). Esta planície foi identificada por meio de um mapeamento geomorfológico preliminar da BHRGOI, conduzido por do Carvalho (2020), conforme ilustrado na Figura 07.

Figura 7. Mapa de localização da área de estudo, Bacia hidrográfica do Rio Goiana e sua Planície de inundação.



Fonte: Próprios Autores (2025). Adaptado de CARVALHO (2020).

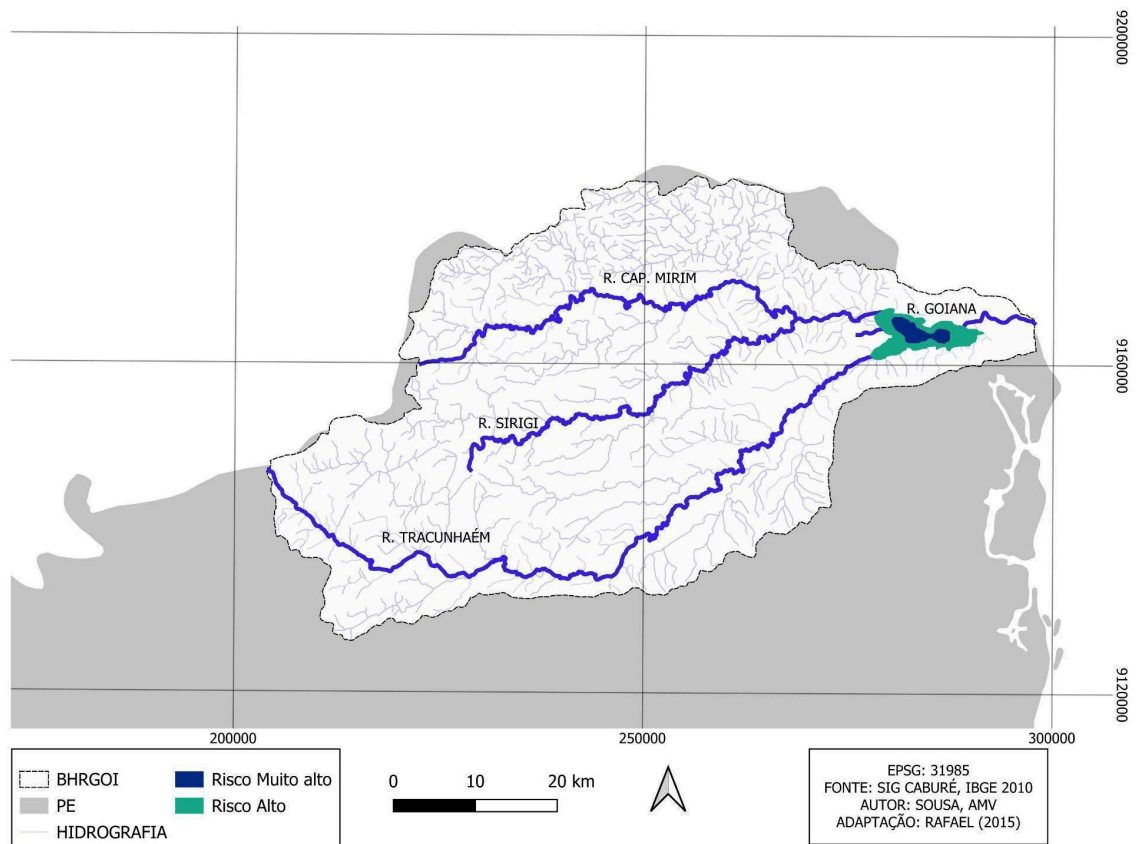
Magalhães (1989) traz uma definição clássica de bacia hidrográfica como a área onde a precipitação é coletada e conduzida para seu sistema de drenagem natural. Ou seja, toda chuva que cai em uma determinada área forma um rio ou corpo d'água, que pode desaguar em outro rio ou no mar. Pires et al., (2002), assumindo uma perspectiva conservacionista, ampliam o conceito para uma aproximação do conceito de ecossistema. Desse ponto de vista, o conceito de bacia hidrográfica considera o conhecimento da estrutura biofísica, as alterações nos padrões de uso da terra e as implicações ambientais.

As bacias hidrográficas também são consideradas como unidades dentro do campo da gestão pública. A Política Estadual de Recursos Hídricos reconhece as bacias hidrográficas como unidade territorial para a implementação da política. Dessa forma, o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, PERH-PE divide o estado em 16 Unidades de Planejamento - UP (APAC, 2020).

A Bacia Hidrográfica do Rio Goiana (BHRGOI), designada como Unidade de Planejamento 01 (UP01) na Política Estadual de Recursos Hídricos, abrange uma área de aproximadamente 2.878,30 km². Seu território, delimitado por divisores de água, se estende por 26 municípios. A hidrografia da bacia é marcada por importantes afluentes do Rio Goiana, como os rios Capibaribe-Mirim, Sirigi e Tracunhaém (CPRH, 2019).

Rafael *et al.* (2015) mapearam os riscos de inundação na bacia hidrográfica do rio Goiana, identificando áreas de alto e muito alto perigo. O estudo revelou que as regiões mais vulneráveis se concentram no município de Goiana, principalmente no trecho do baixo curso do rio, onde a suscetibilidade a inundações é maior, como demonstrado na Figura 8.

Figura 8. Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana com a localização de áreas de risco a inundações.



Fonte: Próprios Autores (2025). Adaptado de RAFAEL *et al.*(2015)

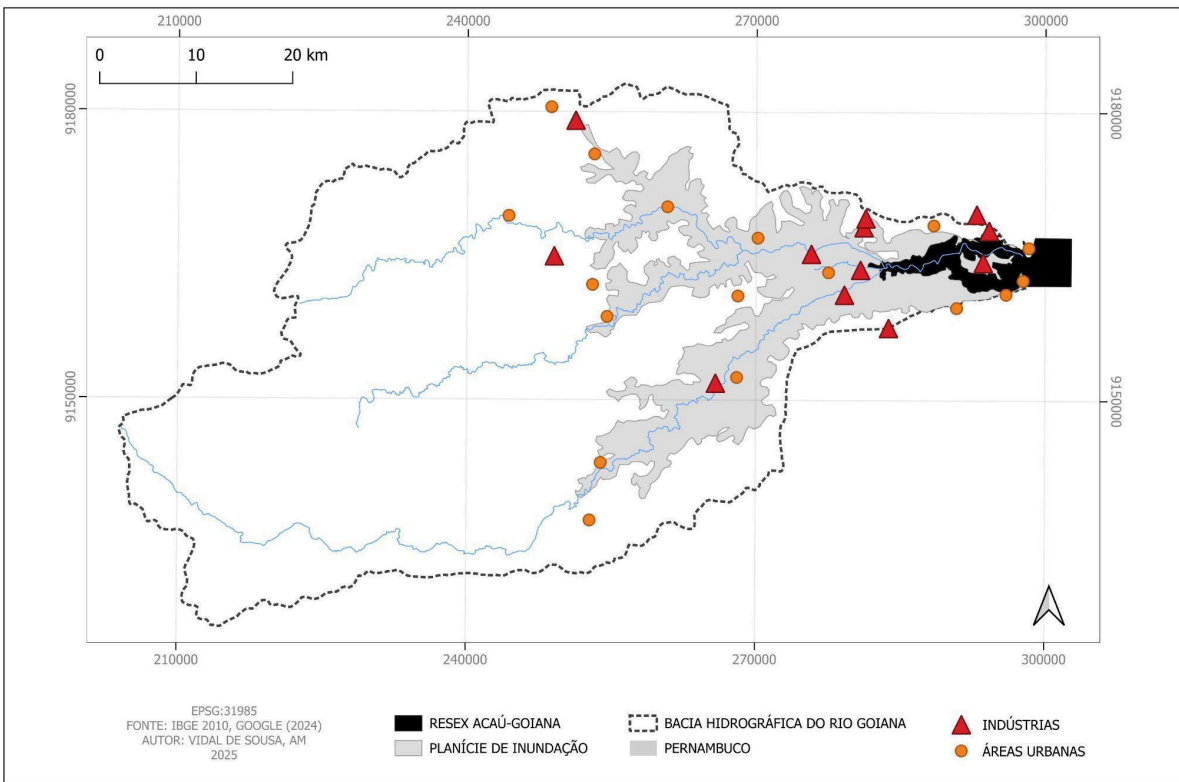
A Bacia Hidrográfica do Rio Goiana ocupa uma posição estratégica na transição entre o agreste e a zona da mata norte de Pernambuco, apresentando uma paisagem diversificada que influencia significativamente a ecologia e a hidrologia da região (CARVALHO, 2020). A topografia varia consideravelmente, com altitudes inferiores a 100m na planície costeira e no vale do rio, contrastando com áreas mais elevadas que atingem até 700m nos municípios de Macaparana e São Vicente Férrer (CONDEPE/FIDEM, 2005). Esta variação topográfica não apenas caracteriza a paisagem, mas também desempenha um papel crucial na dinâmica ambiental da bacia hidrográfica.

O período chuvoso na faixa Litorânea e na Zona da Mata pernambucana ocorre entre março e agosto, conforme apontado por Rafael *et al.* (2015). A combinação de alta intensidade pluviométrica e alterações antrópicas no ambiente resulta em enchentes, apresentando um potencial risco de inundações. Essa característica sazonal das chuvas tem

implicações significativas para a região. De acordo com o Atlas Hidrológico de Pernambuco, a precipitação média anual da BHRGOI atinge 1122 mm (GALVÍNCIO, 2023). Essa característica pluviométrica, aliada às intervenções humanas, torna a região particularmente vulnerável a eventos hidrológicos extremos.

A bacia do rio Goiana apresenta uma ocupação do solo diversificada, incluindo áreas urbanas e industriais, conforme apontado pela CONDEPE/FIDEM (2005), Figura 09. Esta região abriga centros urbanos e pontos de atividade industrial. Em 2005, a população total da bacia era estimada em 805.574 habitantes, com uma concentração urbana de 573.724 pessoas. A figura 9 oferece uma visualização clara das principais localizações das áreas industriais e urbanas que se desenvolveram ao redor da planície de inundação do rio Goiana.

Figura 9. Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana com a localização de áreas urbanas e indústrias ao redor da planície de inundação.



Fonte: Próprios Autores (2025).

Esse modelo de ocupação contribui para a poluição hídrica pelo lançamento de esgoto doméstico e efluentes industriais. Um problema recorrente nas zonas urbanas é a falta de

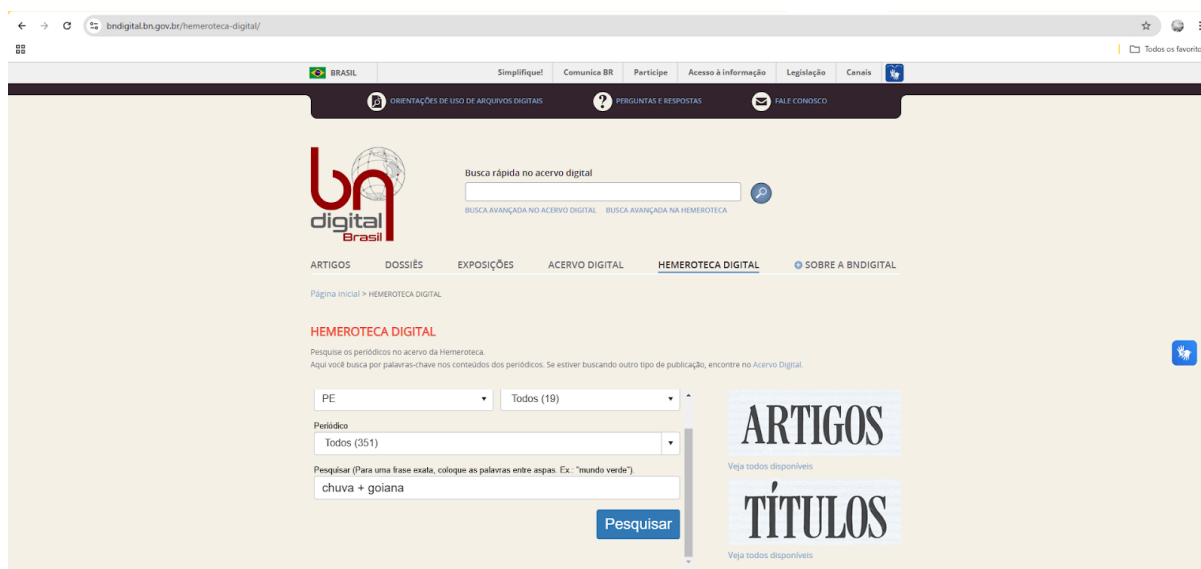
tratamento adequado de esgoto. Além disso, essas áreas abrigam setores industriais, como alimentício, têxtil, químico, metalúrgico e sucroalcooleiro, que também impactam a qualidade da água. A presença dessas atividades econômicas diversificadas nas regiões urbanas e industriais aumenta a carga de poluentes nos recursos hídricos locais, CPRH (2019).

4.2 Dinâmicas ambientais da planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana por meio de dados históricos e contemporâneos.

4.2.1 Coleta de dados

Os dados foram coletados no acervo histórico disponível na Hemeroteca da Biblioteca Nacional Digital (BNDigital), acessível em: <https://bndigital.bn.gov.br/hemeroteca-digital/>. Figura 10. A pesquisa focou no Estado de Pernambuco, dentro da categoria "Local", abrangendo periódicos publicados entre os anos de 1980 e 1996. A coleta foi conduzida a partir da definição de critérios específicos de busca, utilizando as seguintes palavras-chave: (i) chuva + Goiana; (ii) "rio Goiana". A combinação "chuva + Goiana" visou identificar relatos de precipitação na região, enquanto "rio Goiana" buscou informações específicas sobre o corpo d'água em questão.

Figura 10. Sítio eletrônico da Hemeroteca da Biblioteca Nacional Digital (BNDigital).



Fonte: Biblioteca Nacional (2025).

Com base nesses critérios, foi identificado o corpus da pesquisa, conforme apresentado no Quadro 01, que fornece uma visão geral dos periódicos consultados, as palavras-chave e o total de artigos selecionados para análise aprofundada.

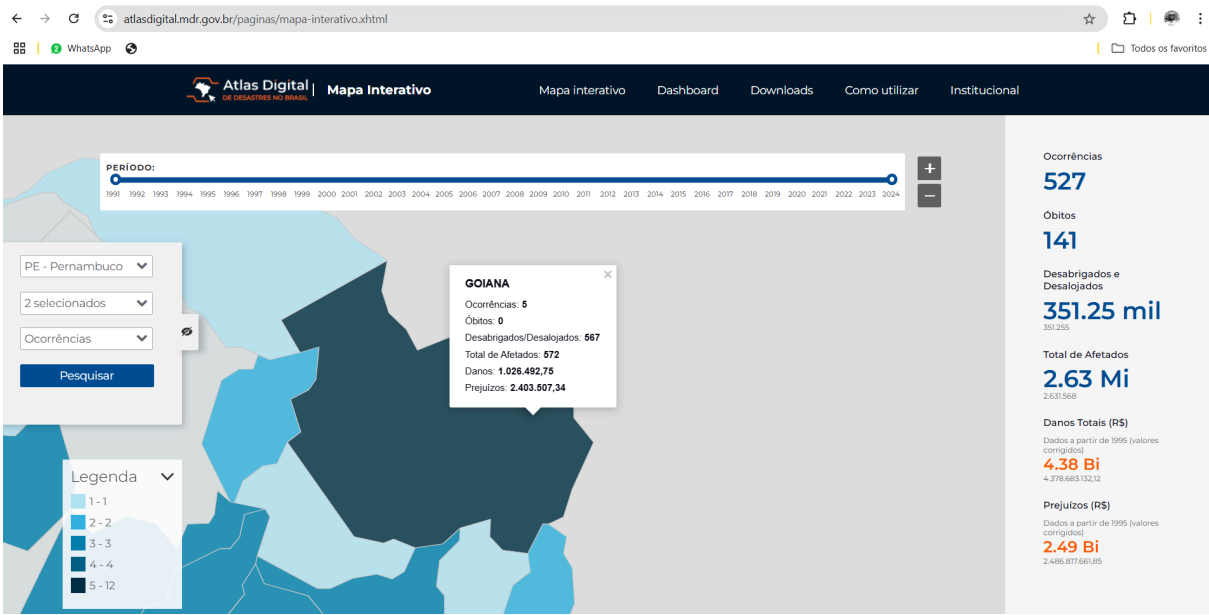
Quadro 1. Apresentação dos periódicos, as palavras-chave e o total de artigos consultados no município de Goiana, Pernambuco.

PERIÓDICO	PALAVRA CHAVE	ARQUIVOS
Diário de Pernambuco (PE) 1980 A 1989	chuva + goiana	523
Diário de Pernambuco (PE) - 1990 a 1996	chuva + goiana	22
Diário de Pernambuco (PE) 1980 A 1989	“rio goiana”	53
Diário de Pernambuco (PE) - 1990 a 1996	“rio goiana”	1

Fonte: Próprios Autores (2025)

Uma fonte complementar de dados foi a plataforma do Atlas Digital de Desastres do Brasil (<https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>), que utiliza informações do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), Figura 11. Nesta plataforma, a busca foi realizada de forma mais objetiva, selecionando o estado de Pernambuco, os tipos de desastres (inundações e enxurradas) e a categoria de ocorrência, abrangendo o período de 1991 a 2022. No mapa interativo resultante, foi selecionado o município de Goiana, o que imediatamente disponibilizou as ocorrências dos desastres selecionados para o período especificado.

Figura 11. Sítio eletrônico do Atlas Digital de Desastres do Brasil



Fonte: Atlas Digital (2025)

O quadro 2 apresenta os dados do Atlas Digital de Desastres do Brasil, organizados por ano, ocorrência e tipo de desastre, com foco em inundações e enxurradas.

Quadro 2. Apresentação dos dados organizados por ano, número de ocorrência e tipo de desastre no município de Goiana, Pernambuco.

ANO	OCORRÊNCIA	DESASTRE
2000	1	Inundações - Enxurradas
2004	1	Inundações - Enxurradas
2008	1	Inundações - Enxurradas
2011	2	Inundações - Enxurradas

Fonte: Próprios Autores (2025)

4.2.2 Análise dos dados

Na fase de codificação, os arquivos coletados na Biblioteca Nacional foram revisados e organizados para identificar os periódicos relevantes ao problema de pesquisa. As páginas de interesse foram capturadas utilizando a ferramenta *Print Screen* e salvas no formato *JPG*. Essas imagens foram então organizadas em uma tabela que incluía informações adicionais, como o número das edições, datas de publicação, nome do periódico e link de acesso. Posteriormente, o conteúdo das imagens foi transcrito em arquivos de texto para facilitar a análise.

Após a leitura detalhada, foram identificadas as unidades de registro, que foram codificadas com base em temas específicos. Os critérios para a escolha dessas unidades de registro foram orientados pela relevância ao problema de pesquisa. A seleção foi realizada a partir de uma leitura sistemática dos documentos, buscando informações sobre as dinâmicas ambientais.

A categorização das unidades foi organizada em temas-chave, como: Ocorrência de Inundação, Poluição Industrial, Vulnerabilidade, Biodiversidade, Mobilização Social e Monitoramento/Pesquisa. O critério de categorização adotado foi semântico, evidenciando informações relacionadas às históricas dinâmicas ambientais na planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana.

Quadro 3. Apresentação dos Temas, dados e descrição dos periódicos selecionados.

TEMA	ANO	EDIÇÃO	DESCRIÇÃO	FONTE
Ocorrência de Inundação	1984	142	Canal transborda, inundando residências. ...há 84 famílias desabrigadas e alojadas em colégios municipais. ...com a enchente dos rios Capibaribe Mirim e Tracunhaém, o rio Goiana estourou, levando pânico aos moradores, principalmente da zona ribeirinha.	http://memoria.bn.gov.br/DocReader/029033_16/75877
Poluição Industrial	1980	56	a soda cáustica e as caldas das destilarias de álcool e das oito usinas de açúcar da região não afetam apenas o Rio Goiana, “mas	http://memoria.bn.gov.br/DocReader/029033_16/3152

			também praias de Pontinha, Canoé, Carne de Vaca e Ponta de Pedras, em Pernambuco, e Acaú e Pitimbu, na Paraíba, também estão poluídas.”	
Vulnerabilidade	1986	168	"Mais de dois mil desabrigados e várias casas destruídas. Este foi o saldo das chuvas registradas em Goiana, de segunda a quarta-feira. A população atingida reside na área ribeirinha do canal Goiana, que corta a cidade. Todas as moradias, boa parte delas de taipa, foram invadidas pelas águas, que chegaram ao nível de até dois metros de altura."	http://memoria.bn.gov.br/DocReader/029033_16/103961
Biodiversidade	1980	139	“No rio havia xareu, pescada, tainha, amoré, carapeba, bagre, cururuca, camorim, camarão preto, camarão branco, caranguejos, guaíamum. O rio era um verdadeiro viveiro.”	http://memoria.bn.gov.br/DocReader/029033_16/8252
Mobilização Social	1980	201	a Comissão Pastoral dos Pescadores, órgão ligado à CNBB, lançou mais um documento mostrando que a destruição impiedosa de toda a fauna e flora dos rios pernambucanos está se tornando cada vez mais difícil a sobrevivência dos pescadores.	http://memoria.bn.gov.br/DocReader/029033_16/11824
Monitoramento/Pesquisa	1989	148	...a técnica do Biomonitoramento dos rios, que será implantada pela primeira vez no País, através de um projeto da Universidade Federal Rural de Pernambuco em convênio com a Ponsa-Papel Ondulado do Nordeste S/A, que implantará o sistema nas suas instalações no rio Goiana no segundo semestre deste ano...	http://memoria.bn.gov.br/DocReader/029033_16/153701

Fonte: Próprios Autores (2025)

A análise dos dados codificados foi conduzida por meio da identificação e seleção de trechos relevantes, que serviram como base para as análises subsequentes. As inferências foram formuladas a partir da interpretação detalhada desses dados, respaldada por evidências diretas extraídas do texto.

4.3 Eventos de precipitação pluviométrica que contribuíram para as inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022

4.3.1 Coleta de dados

Foram obtidos dados pluviométricos mensais e diários referentes ao ano de 2022 para 25 dos 26 municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana (BHRGOI). A coleta incluiu os municípios integralmente localizados na bacia: Aliança, Buenos Aires, Camutanga, Condado, Ferreiros, Machados, Nazaré da Mata, Timbaúba e Vicência. Também foram considerados os municípios parcialmente inseridos na bacia: Bom Jardim, Carpina, Goiana, Itambé, Itaquitinga, João Alfredo, Lagoa do Carro, Macaparana, Tracunhaém, Araçoiaba, Casinhas, Limoeiro, Paudalho e Salgadinho. O município de Igarassu não foi incluído no cálculo, pois apesar de fazer parte da bacia hidrográfica, sua área de contribuição é reduzida e está dentro do raio de cobertura da estação do município de Araçoiaba (Estação-309).

Os dados foram coletados no sítio eletrônico da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>, em 10 de janeiro de 2025.

Também foi necessário dados Climatológicos, que foram obtidos no sítio eletrônico da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), na seção de Climatologia, aba precipitação média por município: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio> em 10 de janeiro de 2025. Os dados representam as condições climáticas médias e os totais anuais de cada município. A APAC declara que os dados apresentados contêm mais de 30 anos de registros, assegurando a credibilidade histórica dos dados.

4.3.2 Análise dos dados

Os dados mensais coletados para os 25 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana para o ano de 2022 foram sistematizados em uma planilha eletrônica, Tabela 02, contendo as seguintes divisões: código do posto de coleta, município, ano e os meses do ano.

Tabela 2 . Dados Pluviométricos dos Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana para o ano de 2022.

Código	MUN	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
66	Aliança	2022	94,5	37,1	277,8	91,3	483,1	226,2	153,3	62,3	-	25,4	51	22,2
309	Araçoiaba	2022	73,3	24,6	358,7	75,5	509,9	351	215,8	104,4	44,5	29,3	68,8	41,7
139	Bom Jardim	2022	85,9	46,4	131	85,2	341,5	246,6	156,1	76,2	5,7	2,1	67,7	22,9
96	Buenos Aires	2022	53	39,9	209,3	91,7	296,1	368,2	171,9	48,5	13,9	9,3	41,1	17,5
514	Camutanga	2022	60,4	38,9	222,2	48,3	451,5	223,4	220,8	68,8	37,8	21,1	50,2	37,7
95	Carpina	2022	67	17,1	244,5	83,6	382,3	335,2	179,5	79,5	22,3	20,3	69,4	32,5
302	Casinhas	2022	40	14,7	93	37,2	253,3	182,3	88,9	80,2	3,5	1,2	34,3	31,1
131	Condado	2022	141,1	67,4	319	102,4	422	320,1	169,4	79	32,6	16,4	86,4	48,4
457	Ferreiros	2022	79	34,1	208,4	41,4	344,7	226,9	201,3	60,2	36,5	16,7	41,8	36
28	Goiana	2022	169,3	41,6	294,2	95,2	484,4	309,7	211,8	105,1	25,6	24	66,1	32
27	Itambé	2022	106	71,5	293,7	60	386	289,8	238,4	81,7	36,2	13,8	48	27,9
101	Itaquitinga	2022	63,1	35	197	57,4	464,1	289,7	133,5	48,5	16,7	14	59	25,9
523	João Alfredo	2022	83	70	120,5	71	391,5	249,5	183,5	58,5	4	7	200	64
204	Lagoa do Carro	2022	78	35,6	194	76,2	265,2	297	149,9	47,8	19,9	18	51,4	26,1
137	Limoeiro	2022	84,8	63,7	138	85,7	316,7	198,3	103,5	62	6,9	11,1	25,4	34,2
94	Macaparana	2022	62,3	29,5	33,8	25,7	241,2	289	240,2	80,4	37,1	13,6	34	21,5
133	Machados	2022	143	6,2	223,7	104,3	404,4	190,7	238,7	82,2	18,6	7,5	60,8	30,2
97	Nazaré da Mata	2022	35,6	47,7	220,6	38,1	391,6	309,9	147,8	53,9	16,1	22,9	46,1	24,2
463	Orobó	2022	96,4	33,6	134	98,6	322,1	247,4	139,7	75,7	5,1	1,8	64,8	27,7
98	Paudalho	2022	116,7	47,5	316,1	72,5	519	268,9	208,9	99,6	33,1	27,4	38,9	11
353	Salgadinho	2022	71	34	114,2	35,2	275,5	201,2	96,9	69,4	4,6	9,2	92,5	53,3
271	São V. Férrer	2022	180,7	10,6	232,6	121	468,8	309,6	335,3	81,2	61,8	1	60,6	36,4
99	Timbaúba	2022	123,5	79,7	298	69	532	225,3	186,4	60,5	34	30	99	68
515	Tracunhaém	2022	48,6	30,1	248	57,3	398,1	414,6	212,7	59,9	14,6	15,1	61,3	30,1
134	Vicência	2022	120,2	30,5	171	180,5	408	259,8	234,8	77,6	20	27	32,1	21,4

Fonte: Próprios Autores (2025).

Da mesma forma, as informações climatológicas recolhidas foram organizadas e condensadas na Tabela 03.

Tabela 3. Dados Pluviométricos da climatologia (média) de cada município que compõem a Bacia Hidrográfica do rio Goiana (30 anos) e o total anual para cada município.

MUN	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
Aliança	62	82	120	149	169	185	165	90	46	21	24	33	1146
Araçoiaba	76	91	143	187	207	240	224	126	66	29	27	35	1450
Bom Jardim	74	82	125	171	194	218	194	108	63	26	28	42	1324
Buenos Aires	60	77	106	136	158	179	162	87	44	18	22	31	1079
Camutanga	59	78	124	149	167	186	154	86	46	23	24	35	1130
Carpina	60	73	103	133	160	191	175	95	48	19	21	29	1106
Casinhas	48	55	103	135	131	139	138	66	41	20	19	33	930
Condado	73	91	141	181	198	231	202	114	58	27	26	35	1377
Ferreiros	59	78	124	151	169	191	159	89	47	24	24	34	1151
Goiana	84	101	161	211	226	265	234	133	69	32	29	39	1584
Itambé	64	78	130	162	179	222	179	103	53	26	24	32	1253
Itaquitinga	74	92	140	181	199	230	206	115	58	27	26	35	1383
João Alfredo	58	67	106	140	154	178	160	86	50	21	21	35	1077
Lagoa do Carro	56	70	94	122	147	178	158	85	42	17	19	28	1016
Limoeiro	52	64	86	113	135	167	142	77	40	17	17	29	939
Macaparana	58	76	115	143	160	163	144	78	44	21	24	37	1062
Machados	65	77	117	154	173	186	167	91	52	23	25	38	1169
Nazaré da Mata	64	82	112	144	164	191	179	96	45	19	22	28	1148
Orobó	65	74	119	160	173	188	173	92	54	24	25	39	1186
Paudalho	77	92	160	204	235	265	251	144	76	34	30	40	1608
Salgadinho	35	46	82	97	94	115	109	52	30	15	12	26	713
São V. Férrer	60	76	115	146	163	168	150	81	46	21	24	37	1087
Timbaúba	53	78	117	138	158	153	133	73	40	20	24	37	1025
Tracunhaém	59	73	101	131	156	186	170	92	46	19	20	29	1081
Vicência	59	79	112	140	161	173	157	85	43	19	23	33	1084

Fonte: Próprios Autores (2025).

A Tabela 2. foi fundamental para a análise dos dados pluviométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. A tabela organizou os acumulados mensais de precipitação por município e permitiu o cálculo dos totais anuais expressos em milímetros (mm), fornecendo uma visão clara da precipitação em cada território municipal para o ano de 2022. Além disso, a tabela facilitou o cálculo da média do total anual e da média mensal para toda a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana.

A partir da Tabela 3. foi possível realizar o cálculo da média do total anual e da média mensal climatológica (30 anos) para toda a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana.

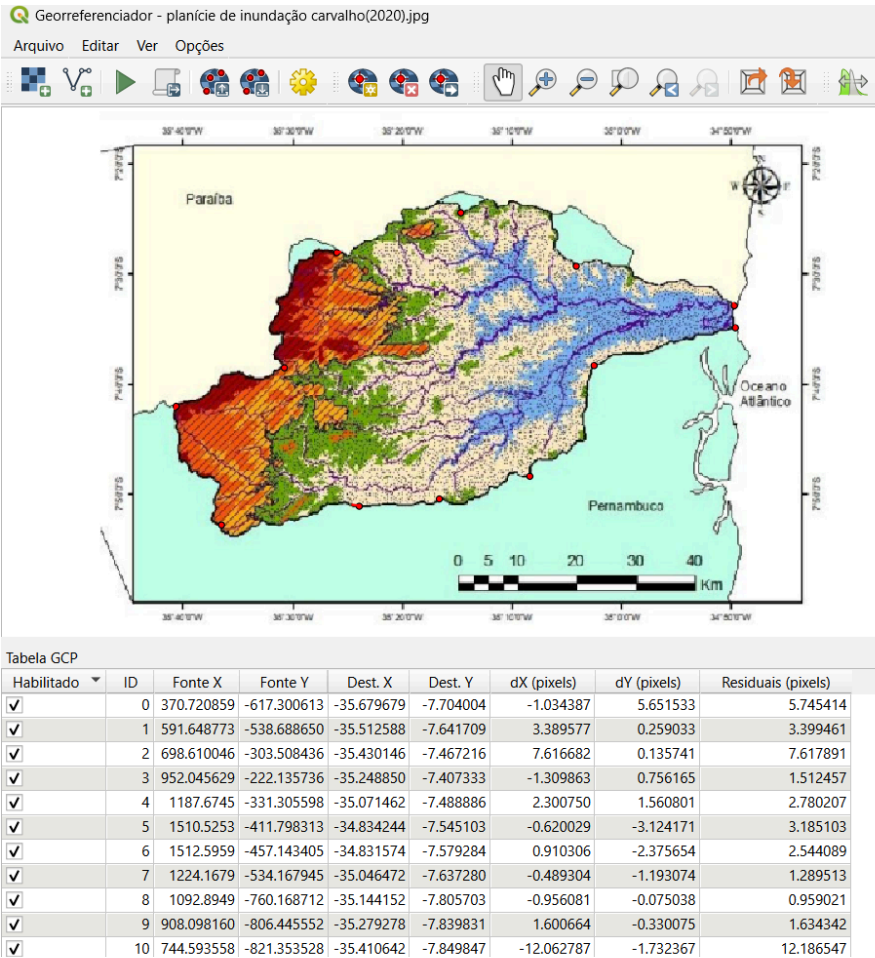
4.4 Cobertura e uso do solo da Planície de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana

4.4.1 Coleta de dados

A primeira ação realizada foi o georreferenciamento do mapa de Carvalho (2018) no software livre QGIS (Versão 3.22 białowieża). Em seguida, foi efetuada a vetorização

do polígono referente à Planície de Inundação da BHRGOI. Dessa forma, foi possível obter os limites da planície de inundação, ampliando as possibilidades de aplicação para a pesquisa (QGIS, 2024), Figura 12.

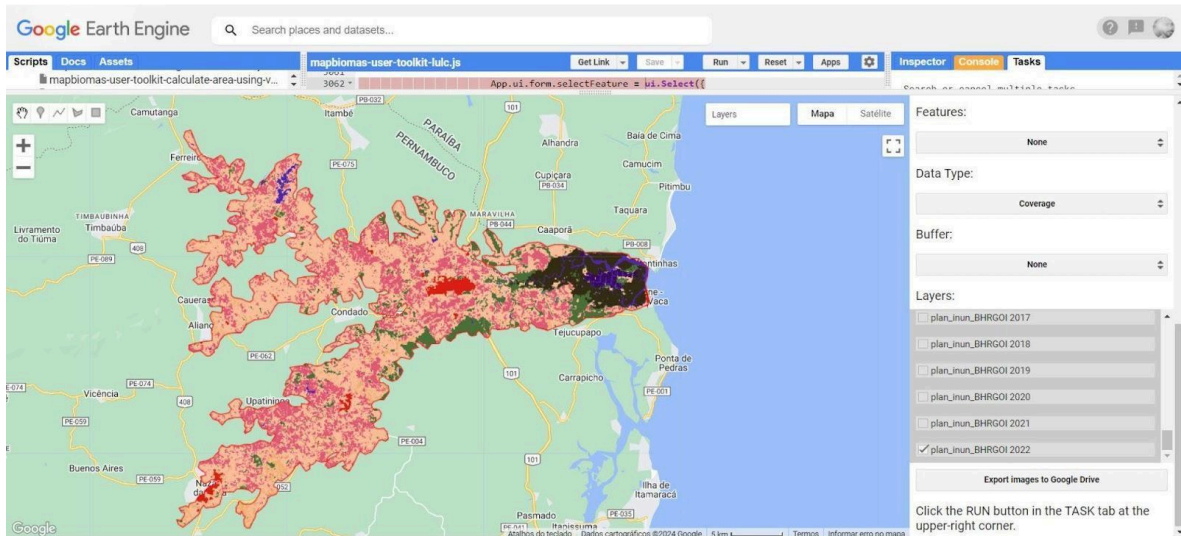
Figura 12. Georreferenciamento do mapa produzido por Carvalho e Oliveira (2018) no programa QGIS.



Fonte: Próprios Autores (2024).

Em seguida, utilizou-se a delimitação da planície de inundação no Google Earth Engine (GEE) para obter o mapa anual de cobertura e uso da terra de 2022, Figura 13. Assim, foi adquirida uma imagem raster no formato GeoTIFF, classificada por meio de Sensoriamento Remoto com satélites Landsat, com resolução espacial de 30 metros, da coleção 8 do MapBiomas, referente ao ano de 2022 (SILVA, 2019; GONÇALVES, 2021; MAPBIOMAS, 2024; QGIS, 2024), Figura 13.

Figura 13. Área de estudo na plataforma do no Google Earth Engine (GEE).



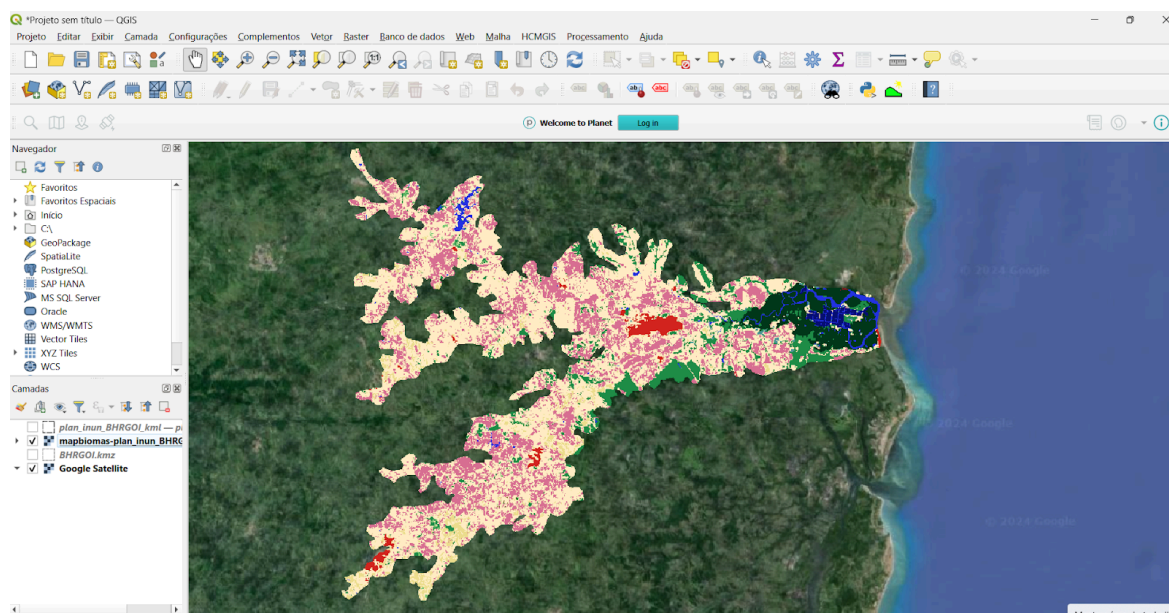
Fonte: Próprios Autores (2024)

4.4.2 Análise dos Dados

A fim de processar e analisar os dados, utilizou-se, o software livre QGIS (Versão 3.22 białowieża). O raster classificado pelo MapBiomias correspondentes ao ano de 2022, foi reprojetado para a projeção plana Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 25 Sul, utilizando o Sistema de Referência de Coordenadas SIRGAS 2000, etapa necessária para obtenção das dimensões das áreas. Para calcular as métricas de paisagem referente a cada subclasse, foi utilizado o plugin LecoS (Landscape Ecology Statistics) no QGIS e os resultados foram salvos em arquivo CSV.

Para finalizar e adequar o arquivo raster ao padrão de códigos da legenda para os valores de pixel na Coleção 8, foi realizado o download do arquivo (qml) no site do MapBiomias e adicionado ao Raster de Uso e ocupação do solo na planície de inundação da BHRGOI, (MAPBIOMAS, 2024), Figura 14.

Figura 14. Área de estudo- Planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no QGIS.



Fonte: Próprios Autores (2024)

Os dados das classes foram organizados no Google Planilhas para a geração de tabela e gráficos correspondentes ao uso e ocupação do solo na planície de inundação da BHRGOI. É importante salientar que a tabela usada para a classificação da coleção 8 do MapBiomas, fornece uma descrição detalhada das diferentes classes de cobertura do solo no Brasil. Essa tabela é baseada em metodologias e classificações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 1999) e o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), assim como o Manual for Integrated Field Data Collection da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

4.5 Mancha de inundação através de Sensoriamento Remoto

4.5.1 Coleta de dados

Para identificar a mancha de inundação, foi usado os dados do satélite Sentinel-1, disponíveis gratuitamente na plataforma virtual Scientific Data Hub da Agência Espacial Europeia- ESA. Após a realização de cadastro no site foi possível realizar o download das imagens em formato Single Look Complex-SLC, no modo Interferometric Wide Swath (IW), (COPERNICUS, 2023).

Para complementação da análise, foi usado imagens ópticas da constelação de satélite da Planet, adquirida através da plataforma Web do Programa Brasil MAIS, <https://plataforma-pf.sccon.com.br/imagens/index.html#/mapa>, Rede mais/MJSP (2025).

4.5.2 Análise e processamento de dados

Huang *et al.* (2018) especifica que o processamento das imagens seja realizado no software nativo Sentinel Application Platform (*SNAP*). A Agência Espacial Europeia disponibiliza gratuitamente em seu site o *SNAP* na versão 9.0.0 (ESA, 2023). Seguindo a metodologia aplicada por Diniz *et al* (2020) o pré-processamento iniciou com o *Split*, onde foi realizado a seleção do recorte para pesquisa, pois a imagem bruta apresenta os dados numa escala continental e diminuindo o tempo de processamento.

O processamento da imagem envolveu várias etapas. Inicialmente, aplicou-se o *Apply Orbit File* para ajustar a órbita. Em seguida, o *Deburst* unificou as subfaixas, enquanto o *Multilooking* reduziu o ruído *Speckle* utilizando o *Filtro Lee* numa janela de 9x9. A calibração foi realizada para equalizar as variações de intensidade, convertendo os números digitais da imagem em valores de retroespalhamento por área. Por fim, a correção do terreno foi efetuada utilizando os dados do *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* de 30m.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Capítulo 1: Dados históricos e contemporâneos sobre as Dinâmicas Ambientais na planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana

Fundado em 1825, o Diário de Pernambuco é o mais antigo jornal de circulação contínua do Hemisfério Sul em língua portuguesa. Por quase dois séculos, o Diário de Pernambuco tem documentado eventos significativos, destacando o avanço político, social e cultural de Pernambuco e do Brasil (SENADO, 2025).

Enquanto emissores, os meios de comunicação social podem influenciar a informação através da sua seleção de histórias e métodos de apresentação. Grupos poderosos podem alavancar seu acesso à mídia para exercer algum controle (REYNOLDS, 2018). No entanto, a mídia, neste caso o jornal impresso, também funciona como uma importante fonte de dados para a compreensão das dinâmicas ambientais na planície de inundação do rio Goiana.

A análise dos jornais, oferece uma janela única para entender como as questões ambientais são retratadas e percebidas ao longo do tempo. No contexto deste estudo, focou-se especificamente no papel dos jornais como fonte de informação sobre as dinâmicas ambientais na planície de inundação do rio Goiana. Esta abordagem reconhece a importância dos registros históricos para a compreensão da área de estudo e dos desafios enfrentados pela região.

Das 599 publicações periódicas analisadas na plataforma digital da Biblioteca Nacional, foram identificadas 66 publicações que continham informação pertinente para o problema de pesquisa,, Quadro 4. Este processo de seleção demonstra uma abordagem criteriosa na coleta dos dados, garantindo que apenas as fontes mais relevantes foram incluídas no estudo. A identificação destes 66 periódicos forneceu uma base de informação robusta para análise.

Quadro 4. Número de edições do Diário de Pernambuco com registros de inundações em Goiana (1980-2022)

ANO	NÚMERO DE EDIÇÕES	ANO	NÚMERO DE EDIÇÕES
1980	27	1986	7
1981	8	1987	3
1982	1	1988	7
1984	8	1989	3
1985	1	1990	2

Fonte: Próprios Autores (2024)

A categorização do conteúdo da pesquisa revelou seis temas que refletem a histórica dinâmica ambiental da Planície de inundação do Rio Goiana. As inundações surgiram como um evento natural recorrente. A poluição industrial indica os impactos ambientais causados pela atividade econômica local, enquanto a vulnerabilidade identifica a existência de grupos e áreas particularmente suscetíveis a riscos. A biodiversidade surge como uma riqueza ecológica, embora constantemente ameaçada. A mobilização social indica o envolvimento e a organização da população local na luta das questões ambientais e sociais, enquanto o Monitoramento/Pesquisa sugere esforços para compreender os impactos observados. Esses seis temas inter-relacionados fornecem uma visão abrangente da histórica dinâmica ambiental da Planície de inundação do Rio Goiana.

5.1.1 Sobre a história das Ocorrência de Inundações

As informações divulgadas nos jornais do Diário de Pernambuco estão diretamente relacionadas a eventos de inundações que causaram danos e impactos negativos na cidade de Goiana, constituindo-se em desastres. Os registros destacam a ocorrência de pessoas

desalojadas, destruição de residências, interrupção do tráfego na BR-101, além do comprometimento de pontes e do abastecimento de água.

A análise do material revelou informações valiosas sobre eventos de inundação que ocorreram na área de estudo em períodos anteriores à janela temporal inicialmente selecionada. Um caso notável foi a inundação registrada em 1881. Este incidente, ocorrido há mais de um século, fornece uma perspectiva importante sobre a longa história de inundações na região e sugere que esses eventos não são fenômenos recentes, mas sim parte de um padrão climático e geográfico de longo prazo.

HÁ UM SÉCULO (Diário de Pernambuco - Ano LVII, Nº 155, terça-feira, 12 de julho de 1881).

Telegramas - Goiana, 11 de julho - Grandes cheias dos rios Capibaribe-mirim e Tracunhaém, de modo a não ter-se notícias de iguais. Acha-se arrombada a estrada de Pedras de Fogo, e em risco de serem arrastadas as pontes desta cidade e da estrada do norte. A parte baixa desta cidade está quase toda coberta d'água. Já desabaram diversas casas. Os estragos e os prejuízos não são maiores em consequência do pronto esgoto que, em linha reta, dá o canal de Goiana. (Diário de Pernambuco, 1981)

O segundo caso diz respeito a duas inundações consecutivas na década de 1960 que afetaram as comunidades de Baldo do Rio e Ipueira. Estes acontecimentos tiveram um impacto significativo na vida das pessoas e a sua recorrência num curto espaço de tempo indicam a sua vulnerabilidade às variações climáticas e hidrológicas da região.

Maria Benedita de Oliveira, 63 anos, passou a noite de segunda para terça-feira acordada junto com a família, na expectativa de uma inundação do canal. Sua casa, bem próxima ao rio, já foi invadida em 1966 pelas águas do Capibaribe-Mirim, que atingiram um metro e meio dentro de casa.

Para Isnard José Cordeiro, morando há 23 anos no lugar, este não seria o motivo, pois já em 1967 o rio transbordou e atingiu mais de 90 centímetros em muitas casas. (Diário de Pernambuco, 1980)

A perspectiva de tratar as inundações como desastres fornece uma estratégia para identificar a ocorrência desses eventos. O Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) do Atlas Digital de Desastres no Brasil, combina dados históricos com tecnologias de mapeamento digital, oferecendo uma visão detalhada e histórica das ocorrências de inundações no país. Essa ferramenta não apenas registra os anos em que ocorreram os

desastres, mas também fornece informações sobre os municípios mais vulneráveis e seus impactos socioeconômicos. O Quadro 5 apresenta os dados sobre as ocorrências e suas descrições, coletados na plataforma da Biblioteca Nacional e no Atlas Digital dos Desastres no Brasil.

Quadro 5. Registro histórico de inundações e seus impactos no município de Goiana-PE entre 1980 e 2022.

ANO	MÊS	DESCRIÇÃO
1980	Junho	"Mais de 600 pessoas desabrigadas e o colapso no abastecimento de água da cidade foram as consequências que os habitantes de Goiana sofreram com o transbordamento do Rio Capibaribe-Mirim." Edição Nº 156 (2) - 11 de junho de 1980. Fonte: Diário de Pernambuco.
1984	Maio	"Com a enchente dos rios Capibaribe Mirim e Tracunhaém, o rio Goiana estourou levando pânico aos moradores, principalmente da zona ribeirinha." Edição Nº 142 - 27 de maio de 1984. Fonte: Diário de Pernambuco.
1985	Março	"No Interior - Goiana e Ipojuca - surgiram os primeiros casos de desabrigados, pois 200 pessoas do primeiro município tiveram que abandonar as casas invadidas pelas águas com o transbordamento do Canal de Goiana, sendo alojadas nos grupos escolares Manoel Borba e Diogo Dias." Edição Nº 083 - 26 de março de 1985. Fonte: Diário de Pernambuco.
1986	Junho	"Chuvas intensas em Goiana, município da Zona da Mata, fizeram transbordar o canal que passa na cidade."

		Edição Nº 167 - 19 de junho de 1986. Fonte: Diário de Pernambuco.
1988	Julho	"Embora acostumados com os transbordamentos do Rio Capibaribe-Mirim, frequentes na época das chuvas, os moradores de Goiana foram surpreendidos, na noite de segunda- feira, com o volume da enchente de ontem a maior dos últimos 20 anos". Edição Nº 205 - 27 de julho de 1988. Fonte: Diário de Pernambuco.
1989	Abril	“Devido às fortes chuvas registradas na noite de anteontem. o rio Capibaribe Mirim transbordou, arrastando uma ponte na BR-101 Norte, em Goiana.” Edição Nº 103 - 20 de abril de 1989. Fonte: Diário de Pernambuco.
1990	Agosto	"Águas destruíram quase 300 casas. Mais de 280 famílias, em todo o Estado, perderam suas casas devido às chuvas no último final de semana. De acordo com a Secretaria da Infra-Estrutura, os locais mais atingidos foram os Municípios de Camaragibe, com pelo menos 88 pessoas precisando de remanejamento imediato, e Goiana, com uma média de 70 casas completamente destruídas." Edição Nº 193 - 02 de agosto de 1990. Fonte: Diário de Pernambuco.
2000	—	Ocorrências: 1 Óbitos: 0 Desabrigados/Desalojados: 0 Total de Afetados: 0 Danos: 0,00 Prejuízos: 0,00

2004	—	Ocorrências: 1 Óbitos: 0 Desabrigados/Desalojados: 567 Total de Afetados: 572 Danos: 851.437,70 Prejuízos: 42.999,45
2008	—	Ocorrências: 1 Óbitos: 0 Desabrigados/Desalojados: 0 Total de Afetados: 0 Danos: 175.055,05 Prejuízos: 2.360.507,89
2011	—	Ocorrências: 2 Óbitos: 0 Desabrigados/Desalojados: 0 Total de Afetados: 0 Danos: 0,00 Prejuízos: 0,00
2022	—	Não há registro.

Fonte: Próprios Autores (2024)

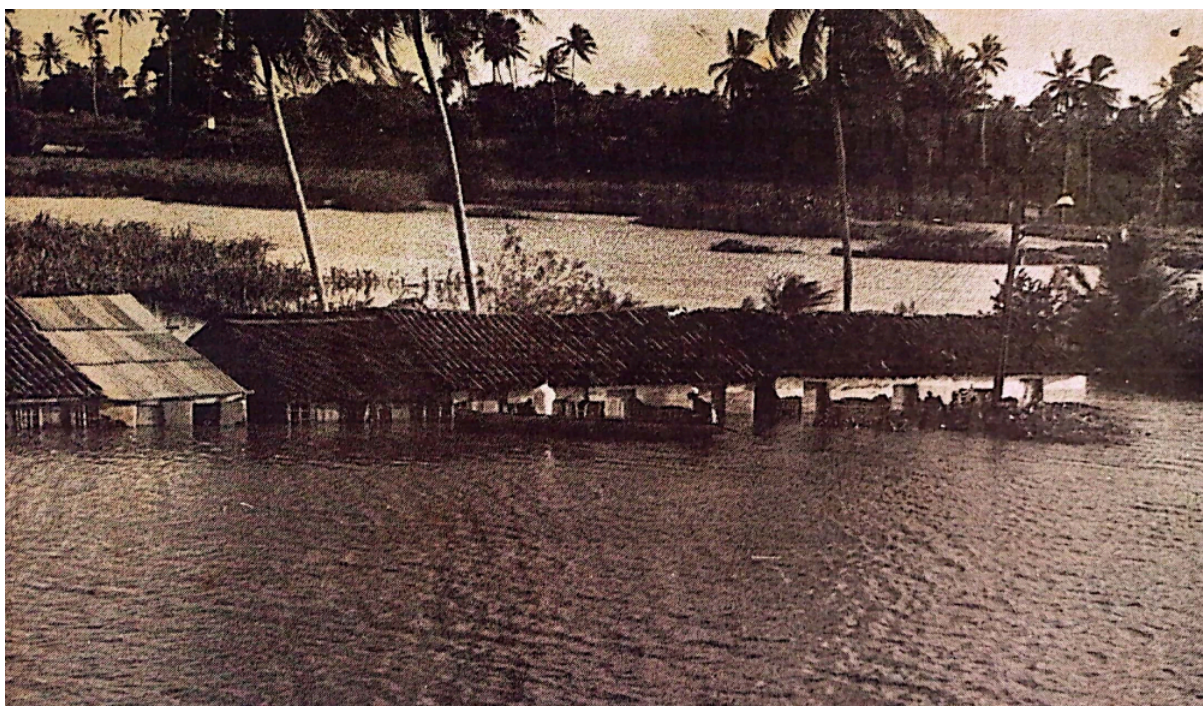
Os registros históricos indicam que o município de Goiana sofreu inundações recorrentes durante a década de 1980, demonstrando a natureza crônica desse fenômeno na região. Os principais fatores que contribuíram para essas ocorrências foram as precipitações intensas e o consequente transbordamento dos rios Capibaribe-Mirim, Tracunhaém e Goiana. Em contrapartida, na década de 1990, houve uma diminuição drástica na frequência de inundações, com apenas uma ocorrência registrada durante todo o período. Na Figura 15 e 16 é possível visualizar uma fotografia publicada no Diário de Pernambuco da inundação ocorrida no município de Goiana em 1986.

Figura 15. Fotografia da inundação ocorrida no município de Goiana em 1986.



Fonte: Pernambuco (1986)

Figura 16. Fotografia da inundação ocorrida no município de Goiana em 1986.



Fonte: Arquivo do Conselho Pastoral da Pesca- CPP-Olinda (1986)

A descrição dos dados disponíveis no S2iD para os anos 2000, 2004, 2008 e 2011 apresentam um carácter predominantemente objetivo, centrando-se na quantificação dos danos e perdas causados pelas inundações. No entanto, foram identificadas várias limitações significativas na base de dados. Em primeiro lugar, verifica-se uma ausência total de registos para o ano de 2022, sugerindo uma potencial falha no sistema de introdução de dados da plataforma. Uma segunda limitação substancial é a falta de informação sobre a distribuição mensal das ocorrências. Essa ausência de dados temporais mais detalhados impossibilita uma análise aprofundada da sazonalidade das inundações em Goiana, dificultando a compreensão dos padrões temporais desses eventos. Por fim, foram identificadas possíveis inconsistências nos dados referentes aos anos de 2000 e 2011, onde valores como o número de desalojados, desabrigados, população total afetada, danos materiais e perdas econômicas foram registrados como zero. Estes registos merecem uma análise mais cuidadosa, pois podem não refletir com rigor a realidade dos impactos causados pelas inundações nestes períodos.

No entanto, o evento de inundação ocorrido em Goiana em 2022 foi um acontecimento relevante, notável por sua magnitude e impacto. Essa ocorrência não só causou danos materiais e transtornos à população, como também evidenciou a vulnerabilidade da RESEX Acaú-Goiana. A intensidade dessa inundação reforçou a necessidade urgente de estudos aprofundados sobre a planície de inundação da Bacia do Rio Goiana e sua influência na RESEX Acaú-Goiana. A Figura 17 a 21 apresenta fotografias que dimensionam os impactos da inundação de 2022 no município de Goiana.

Figura 17. Fotografia aérea da inundação de 2022 no município de Goiana. Planície inundada entre a sede municipal e ao fundo da imagem a RESEX Acaú-Goiana.



Fonte: Foco (2022)

Figura 18. Fotografia aérea da inundação de 2022 no município de Goiana. BR 101 e Estação de Tratamento de Esgoto submergida pelo rio Tracunhaém.



Fonte: Júnior (2022). A ETE estava sendo construída.

Figura 19. Registro aéreo da inundação em Goiana (2022): monocultura da cana-de-açúcar , estação elevatória e BR-101 afetadas pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio e Rio Capibaribe-Mirim.



Fonte: Júnior (2022). A Estação elevatória estava sendo construída.

Figura 20. Registro aéreo da inundação em Goiana (2022). Plantação de cana-de-açúcar inundada pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio e Rio Capibaribe-Mirim.



Fonte: Júnior (2022)

Figura 21. Registro da alta mortandade atípica de caranguejo-Uçá na praia de Carne de Vaca, durante a inundação de 2022.



Fonte: Barros (2022)

Em resposta a esse desastre, o governo estadual emitiu o Decreto nº 52.921, em 29 de maio de 2022, declarando "Estado de Emergência" por 180 dias nas áreas afetadas pelas chuvas intensas em Pernambuco, incluindo Goiana. Essa declaração foi reconhecida pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil através da Portaria nº 1.713. O decreto foi fundamentado no Parecer Técnico nº 001/2022 elaborado pela Coordenadoria de Defesa Civil de Pernambuco (CODECIPE) e considerou os graves impactos causados pelas intensas precipitações, que resultaram em aumento significativo do volume das bacias hidrográficas estaduais, danos ambientais e perdas sociais substanciais. O documento também evidenciou que a população afetada, devido à sua situação socioeconômica vulnerável, não dispunha de recursos para se recuperar dos danos e prejuízos causados por esse evento extremo (PERNAMBUCO, 2022).

Apesar das inconsistências nos dados disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) em relação aos impactos dessas inundações, com vários indicadores registrados como zero, Goiana experimentou dois eventos de inundação significativos em 2011. O primeiro ocorreu no dia 3 de maio, quando fortes precipitações provocaram o transbordamento do Rio Goiana, impactando severamente as comunidades de Baldo do Rio e Ipueira, Figura 22. Em resposta a essa inundação, foi emitido o Decreto nº 36.493, em 6 de maio de 2011, levando em consideração o Parecer Técnico nº 001, elaborado pela CODECIPE em 4 de maio de 2011, que reconheceu o estado de emergência no município de Goiana devido aos altos índices pluviométricos (PERNAMBUCO, 2011).

Figura 22. Registro da inundação em Goiana (2011). Casas do Baldo do rio submergidas pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio.



Fonte: Pereira (2011)

A segunda inundação aconteceu em 17 de julho. Rafael *et al.* (2015) elucidam que esse evento pluviométrico extremo em 2011 foi resultado de um sistema meteorológico complexo, que envolveu a formação de um cavado associado às Ondas de Leste e um VCAN (Vórtice

Ciclônico de Altos Níveis). A convergência destes sistemas concentrou umidade na região, resultando em chuvas intensas e contínuas entre 15 e 17 de julho, Figura C5 e C6.

Figura 23. Registro da inundação em Goiana (2011). Casas do Baldo do rio submergidas pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio.



Fonte: Pereira (2011)

Figura 24. Registro da inundação em Goiana (2011). Casas e Canavial do Baldo do rio submergidos pelo transbordamento do canal do Baldo do Rio.



Fonte: Sílvia (2011)

A força das águas foi tão intensa que causou o tombamento de uma das pontes da rodovia que estava em fase final de construção, além de provocar o deslocamento da nova ponte que fazia parte da duplicação da BR-101, Figura 25.

Figura 25. Registro da inundação em Goiana (2011). Nova ponte da duplicação da rodovia federal BR-101 se deslocou e virou.



Fonte: Pereira (2011)

Nesse período, a rodovia BR-101, no trecho entre Goiana e Igarassu, passava por obras de duplicação (DNIT, 2010; G1, 2011) e teve sua estrutura danificada. Os danos à estrutura revelaram dois aspectos críticos: a construção da BR-101 sobre a planície de inundação do rio Goiana pode ter perturbado a dinâmica hidrológica e a própria vulnerabilidade da rodovia a eventos hidrológicos extremos Figura 26.

Figura 26. Registro da inundação em Goiana (2011). Rodovia federal BR-101 em reforma.



Fonte: Pereira (2011)

Para demonstrar o impacto recorrente de danos em pontes na BR-101 durante eventos de inundações intensas, pode-se utilizar o exemplo da inundação ocorrida em abril de 1989, quando o rio Capibaribe-Mirim transbordou, Figura 27. Esse evento histórico serve como um caso concreto que ilustra, mais uma vez, a vulnerabilidade da infraestrutura rodoviária construída na planície de inundação.

Devido às fortes chuvas registradas na noite de anteontem, o rio Capibaribe Mirim transbordou, arrastando uma ponte na BR-101 Norte, em Goiana Por conta disso, o trânsito ficou interrompido num trecho de seis quilômetros, forçando os veículos que trafegavam entre o Recife e João Pessoa a percorrer um desvio que alonga o percurso em mais de 80 quilômetros O DNER trabalha no local para resolver de vez o problema. (Diário de Pernambuco, 1989).

Figura 27. Registro da inundação em Goiana (1989). Ponte sobre o Rio Capibaribe-Mirim Danificada.



Fonte: Pernambuco (1989)

Em 18 de junho de 2008 , foi decretado estado de emergência em Goiana através do Decreto Municipal nº 043/2008. Após essa declaração, a situação de emergência foi ratificada pelo Ministério da Integração Nacional através da Portaria nº 1.506, de 12 de setembro de 2008 . Este reconhecimento oficial, teve a duração de três meses. Essa declaração e subsequente ratificação são relevantes, pois além de confirmar a situação de emergência, a portaria ministerial serviu como base documental para registrar o evento no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). Esta continua sendo a única referência documental que confirma a ocorrência de inundação em 2008 (BRASIL, 2008).

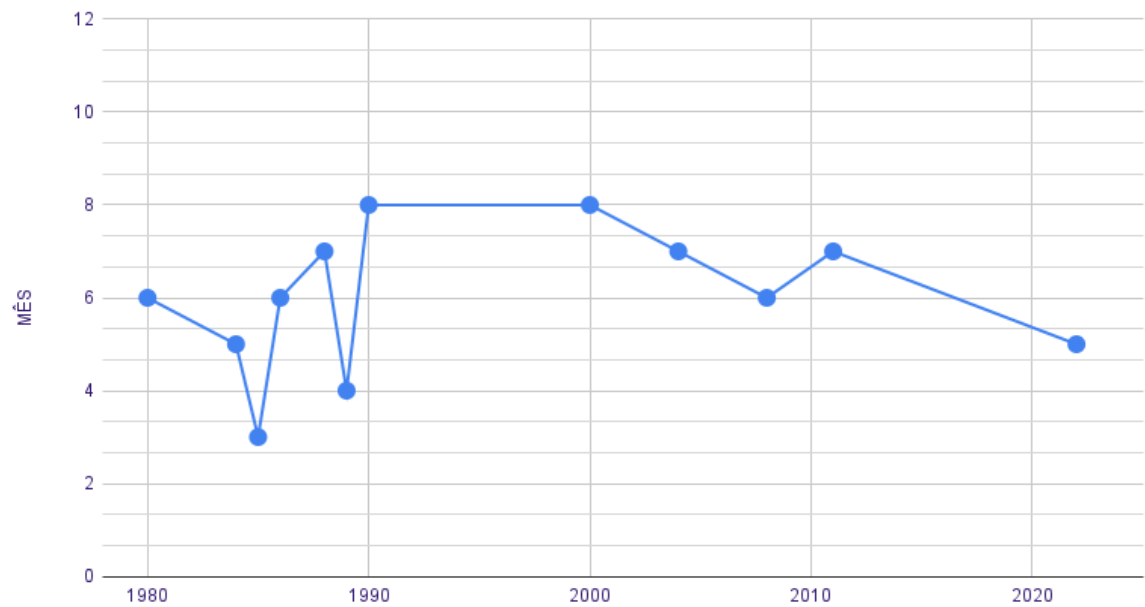
Em 16 de julho de 2004, a Prefeitura de Goiana decretou "Estado de Emergência" no município devido às fortes chuvas que atingiram a região. A medida foi estabelecida por meio do Decreto Municipal nº 316, posteriormente ratificado pelo Decreto Estadual nº 26.949, de 23 de julho de 2004, com prazo de validade de 60 dias. O documento destacou as dificuldades enfrentadas pela população, principalmente nas áreas de Ipueira e Baldo do Rio, onde os

moradores tiveram perdas significativas e encontraram desafios para enfrentar os impactos das precipitações. Em julho de 2004, a Agência Brasil (2004) e o site Perfil News (2004) noticiaram o transbordamento do canal do Baldo do rio, que recebe água do rio Capibaribe Mirim, em Goiana. Esse incidente resultou na inundação de mais de 100 casas e deixou 250 pessoas desalojadas.

Em agosto de 2000, o município de Goiana sofreu com intensas precipitações pluviométricas e inundações, levando à declaração de "Estado de Calamidade Pública" pelo Governo do Estado (PERNAMBUCO, 2000). O Decreto Estadual nº 22.556, de 14 de agosto de 2000, homologado pela Portaria nº 162 do Ministério da Integração Nacional, de 16 de agosto de 2000, reconheceu a situação crítica do município (BRASIL, 2000). Esta declaração foi resultado das fortes chuvas que atingiram o estado de Pernambuco entre 30 de julho e 1º de agosto de 2000, causando inundações e destruição em diversos municípios, incluindo Goiana (REPÓRTER NORDESTE, 2000).

Com base nos dados apresentados, fica evidente que o município de Goiana enfrenta um desafio recorrente de inundações. A ocorrência de 12 eventos em um intervalo de 42 anos indica uma frequência considerável, enfatizando a necessidade de atenção contínua a esse fenômeno que abrange a planície de inundação do Rio Goiana e interage diretamente com a RESEX Acaú-Goiana. A Figura 28 ilustra a distribuição temporal em relação aos meses de ocorrência dos eventos.

Figura 28. Distribuição ao longo do tempo com ênfase nos meses em que as inundações acontecem.

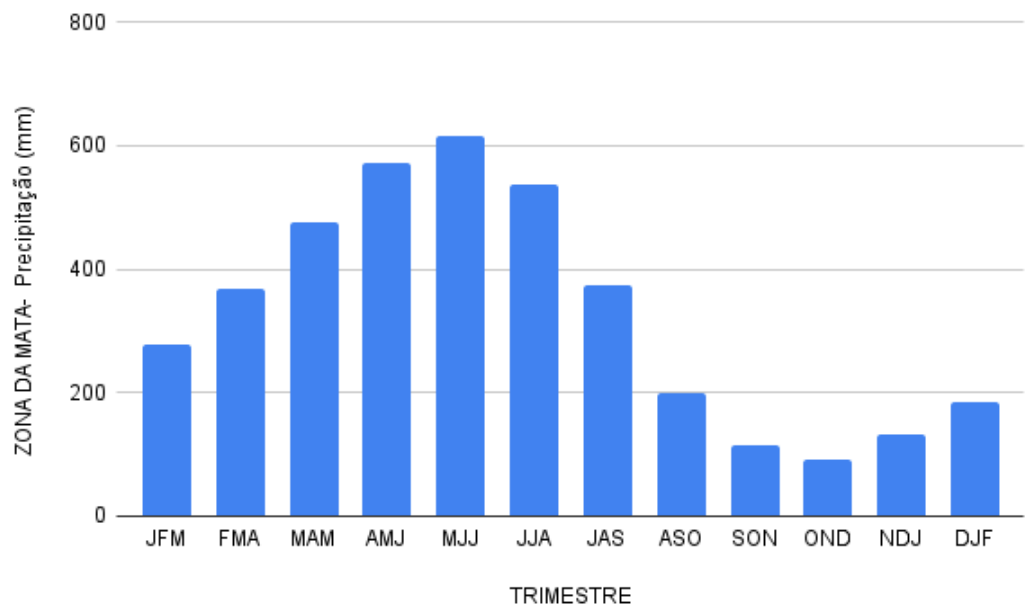


Fonte: Próprios Autores (2025)

Ao longo do período analisado, foi possível identificar um padrão sazonal nas ocorrências, com as inundações predominantemente concentradas entre os meses de maio e agosto, destacando-se apenas um evento atípico em março de 1985. Essa visualização temporal permite a compreensão da periodicidade das inundações no município, evidenciando uma tendência consistente de ocorrência durante os meses de inverno.

A Figura 29 ilustra dados climatológicos trimestrais (precipitação em mm) para a região da Zona da Mata de Pernambuco, APAC (2024). O trimestre mais chuvoso (MJJ) apresenta uma precipitação média de 614,0 mm e coincide com o início do inverno. Os três trimestres mais chuvosos são consecutivos: MJJ (614,0 mm), AMJ (572,7 mm) e JJA (537,9 mm). Uma concentração significativa de chuvas ocorre entre abril e agosto, caracterizando uma estação chuvosa bem definida. Consequentemente, os dados climatológicos da APAC (2024) para a região da Zona da Mata de Pernambuco revelam que o período de maior pluviosidade, entre abril e agosto, corresponde à época de maior incidência de inundações em Goiana, conforme registros históricos de 1980 a 2022. O mês de junho se destaca como o mês crítico, apresentando o maior número de ocorrências, evidenciando que o regime de chuvas é determinante para a ocorrência de inundações no município.

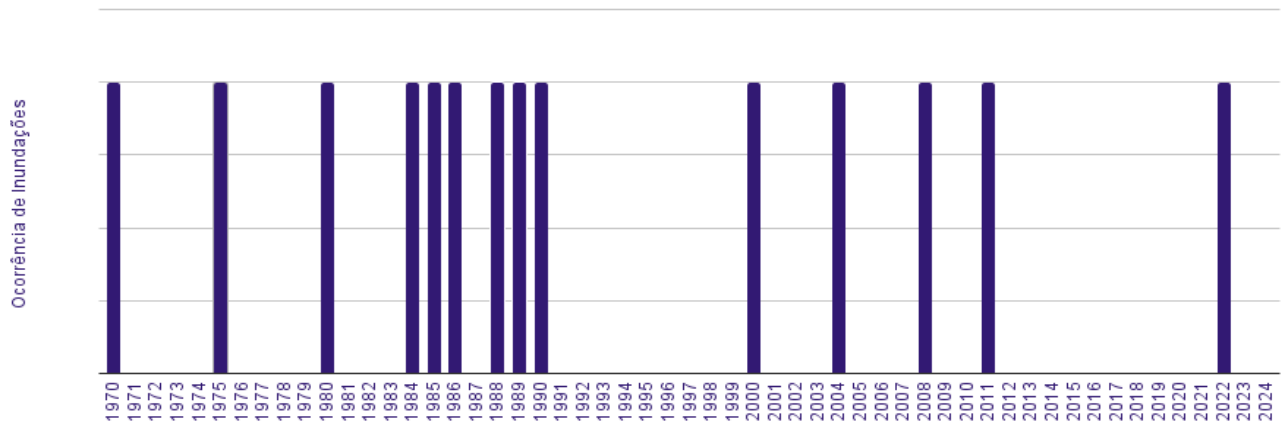
Figura 29. Dados climatológicos trimestrais, em milímetros (mm), referentes às precipitações na região da Zona da Mata de Pernambuco.



Fonte: Próprios Autores (2025)

A Figura 30 apresenta a distribuição temporal dos eventos de inundação, permitindo uma análise detalhada de seus padrões de ocorrência e regularidade. Essa representação visual oferece um panorama histórico abrangente das inundações ao longo das décadas, facilitando a identificação de regularidades e variações ao longo do tempo.

Figura 30. Panorama histórico da ocorrência das inundações no município de Goiana de 1970 a 2024.



Fonte: Próprios Autores (2025)

Embora esta pesquisa não tenha analisado a década de 1970, é importante notar que eventos significativos de inundações ocorreram nesse período. Em 1970, o município de Goiana-PE enfrentou inundação de grande impacto com um número alto de desabrigados (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 1970). Mais tarde, em 1975, uma cheia expressiva afetou a cidade do Recife, submergindo 80% de sua área urbana (OLIVEIRA, 1977). Dada a magnitude desse evento meteorológico na capital pernambucana, é plausível supor que seus efeitos tenham se estendido até Goiana, situada a apenas 65 km de distância. Esses eventos históricos, embora fora do escopo principal deste estudo, fornecem contexto importante para a compreensão dos padrões de inundação na bacia hidrográfica do rio Goiana.

As concentrações de inundações variam ao longo do tempo. A década de 1980 (1980 a 1989) e o período de 2000 a 2011 apresentam picos de ocorrências. Em contraste, o período de 1991 a 1999 e o intervalo entre 2012 e 2021 se caracterizam pela ausência de eventos de inundações.

Em relação a análise da frequência de inundações pode-se confirmar que entre 1980 e 1990, foram registradas sete inundações. No período de 1991 a 1999 não apresentou ocorrências. De 2000 a 2011, houve um ressurgimento com 4 inundações. Novamente, de 2012 a 2021, não foram registrados eventos. Finalmente, no período mais recente, de 2022 a 2024, ocorreu 1 inundação. Esta distribuição temporal demonstra uma tendência de diminuição na frequência de inundações ao longo dos anos, com períodos intermitentes de atividade e calmaria.

Apesar de não haver um padrão exato, é possível observar uma tendência aproximada nas ocorrências de inundações, com intervalos médios de 10-11 anos (1970, 1980, 1990, 2011 e 2022). Esses eventos significativos tendem a se concentrar próximos ao início de cada década. Embora não seja exato, o ciclo decenal revela uma correspondência aproximada de grandes inundações a cada 10-11 anos na bacia hidrográfica do rio Goiana. Essa observação sugere uma certa periodicidade no fenômeno, que se manifesta de forma cíclica e não linear ao longo do tempo.

Os eventos de inundações fazem parte da própria história geológica da Terra. Um exemplo marcante é o Evento Pluvial Carniano (EPC), caracterizado por um aumento substancial na precipitação, possivelmente relacionada às variações climáticas (HORNUNG E BRANDNER, 2005; DAL CORSO ET AL., 2011).

Talvez o relato mais difundido de uma grande inundação seja a narrativa bíblica do dilúvio, em que a Terra inteira teria sido inundada após dias seguidos de chuvas torrenciais. Silva (2023) destaca que essa narrativa está condicionada à cosmologia dos antigos hebreus para fins religiosos. No entanto, sob uma perspectiva histórica e científica, é possível concluir que o planeta já passou por diversas catástrofes e que algum evento ocorrido nos primórdios da humanidade deixou marcas profundas entre os povos antigos. Sob o ponto de vista geológico, a avaliação dos vestígios deixados nas rochas sugere que a hipótese da inundação ocorrida no Mar Negro pode estar na origem dessa narrativa milenar (SILVA, 2023).

As planícies de inundação, terras propensas a inundações recorrentes localizadas nas margens dos rios, têm atraído populações desde tempos antigos. Inicialmente, essa atração se deu pela grande fertilidade do solo aluvial, seguida pela busca por acesso à água, transporte e, mais tarde, como áreas destinadas à urbanização, (OAS, 1991). No contexto global contemporâneo, a Iniciativa Internacional de Inundações (IFI), uma colaboração com organizações como a UNESCO, destaca a recorrente incidência de inundações e suas consequências em diversas regiões do mundo (IFI, 2023). As inundações na América do Sul tendem a se intensificar, causando sérios danos à vida e à infraestrutura, conforme alerta o relatório do IPCC de 2023 sobre os impactos adversos das mudanças climáticas induzidas pelo ser humano (IPCC, 2023). Outro relatório do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais prevê que as diferenças climáticas regionais serão mais acentuadas com o aumento da temperatura global. Projeta-se que as áreas afetadas por inundações sejam mais extensas a 2°C do que a 1,5°C (IPCC, 2023).

De acordo com o relatório do Escritório das Nações Unidas para a Coordenação de Assuntos Humanitários (OCHA), a América Latina e o Caribe (ALC) são a segunda região mais propensa a desastres naturais no mundo. Entre 2000 e 2019, 152 milhões de pessoas foram afetadas por 1.205 desastres, sendo as inundações o tipo de desastre mais comum, com 548 ocorrências registradas. O Brasil está entre os 15 países com maior população exposta ao risco de inundações fluviais, o que destaca a necessidade de estratégias adequadas para a gestão e mitigação desses desastres (OCHA, 2020).

Entre os eventos de desastres mais recentes, destacam-se as inundações em Valência, Espanha, onde, em apenas oito horas, a região foi atingida pelo equivalente a um ano de chuvas, devido ao fenômeno conhecido como Depressão Isolada em Altos Níveis (DANA).

As consequências foram severas: mais de 200 mortes, dezenas de desaparecidos e destruição de veículos, casas e infraestrutura. Especialistas atribuem a crescente frequência e intensidade das DANAs ao aquecimento global, evidenciando os riscos agravados pelas mudanças climáticas (BBC, 2024). As inundações no norte da Tailândia, em 2024, causaram danos em mais de 12 mil residências, afetando sete províncias. O governo emitiu alertas, destacando a gravidade da situação (CNN BRASIL, 2024).

Episódios recentes de inundações no Brasil incluem as ocorridas no sul da Bahia, em 2021, que provocaram ampla destruição e afetaram mais de 629 mil pessoas (G1 BA; TV SANTA CRUZ, 2022). Outro evento significativo foi a histórica inundação de 2024 em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, quando o nível do lago Guaíba atingiu o recorde de 5,33 metros, impactando diretamente a vida de 157.701 pessoas (CNN Brasil, 2024).

Por outro lado, no deserto do Saara, chuvas extremas causaram inundações transformadoras, promovendo o florescimento de vegetação e o ressurgimento de lagos como o Iriki, seco há décadas. O fenômeno foi associado ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical, influenciado pelo aquecimento das águas oceânicas (CALDAS, 2024). As inundações exercem impactos significativos nos ecossistemas locais, seja em áreas antropizadas ou em regiões desérticas. Esse fenômeno tem atraído a atenção de pesquisadores em todo o mundo, que desenvolvem estudos abordando as inundações sob essa perspectiva.

No Brasil, há diversos estudos que apontam as inundações como fatores determinantes nos processos ecológicos das áreas alagáveis, das Áreas Úmidas. Esse fenômeno natural influencia significativamente a disponibilidade de nutrientes e a decomposição da matéria orgânica. Além disso, as inundações promovem a conectividade entre diferentes habitats, permitindo o intercâmbio de plantas e animais. Elas também desempenham um papel crucial na regulação hidrológica, sendo essenciais para os ciclos de vida de muitas espécies. Assim, as inundações não apenas moldam o ambiente físico, mas também sustentam a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados (JUNK e CUNHA, 2024).

O Atlas de Vulnerabilidade a Inundações é uma ferramenta estratégica que mapeia a ocorrência e os impactos das inundações graduais nas bacias hidrográficas do Brasil, identificando os cursos d'água e os trechos suscetíveis a esse tipo de evento. As inundações

graduais no Brasil são, em grande parte, sazonais, com o início das cheias variando de acordo com o período chuvoso de cada região, o que reforça a necessidade de um monitoramento constante (BRASIL, 2014). O Nordeste é frequentemente impactado por enxurradas e inundações, com uma concentração significativa desses fenômenos ocorrendo entre janeiro e agosto (CEPED, 2013). Entre os estados mais impactados por desastres relacionados a inundações no Nordeste, destacam-se Pernambuco, Bahia, Sergipe, Alagoas e Paraíba (KOBIYAMA *et al.*, 2006). Dentre as bacias hidrográficas do estado de Pernambuco, a bacia do rio Goiana, especificamente o município de Goiana apresenta áreas de alto risco de inundações (CPRM, 2014; RAFAEL *et al.* 2015).

As inundações em Goiana têm uma longa história, com registros que remontam a séculos. Koster, em sua viagem ao Nordeste do Brasil em meados de 1816, documentou as inundações do rio Goiana, especialmente na área abaixo da vila em direção ao mar. Essa observação destaca a constância desse fenômeno ao longo da história da região.

O rio é um dos maiores, em várias léguas ao norte e sul, e é influenciado pela maré, até pouca distância abaixo da vila. Goiana dista quatro léguas em linha reta, do mar, mas o rio calcula estar afastado umas cinco léguas. Abaixo da vila o inverno faz o rio transbordar, inundando as margens numa vasta extensão (KOSTER, 1942, pág 83).

As áreas de várzeas, áreas úmidas, ou vale ou planícies de inundação, regiões de transbordamentos dos rios no período de chuvas intensas e áreas já conhecidas por sua fertilidade, foram extremamente importantes para os colonos portugueses na ocupação do Nordeste brasileiro no século XVI. A destruição histórica da variabilidade de plantas, animais, fungos, microrganismos, habitats desses ecossistemas da zona da mata norte de Pernambuco estão associados ao ciclo comercial do pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) e da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (SILVA, 2010). A sua vegetação nativa adaptada às inundações sazonais foi devastada, assim como quase toda vegetação nativa de mata atlântica, para implantação dos engenhos e suas monoculturas da cana-de-açúcar.

Desapareceu assim aquela vegetação como que adstringente, das margens dos rios, que resistia às águas, tempo de chuva, não deixando que elas levassem o tutano das terras: conservando o húmus e a seiva do solo, (FREYRE, 1937, p.54).

O canal hoje tão nosso, tão da paisagem, desta sub região do Nordeste, que um tanto ironicamente se chama “zona da mata”, entrou aqui como um conquistador em terra em inimiga: matando as árvores, secando mato,

afugentando e destruindo os animais e até os índios, querendo para si toda a força da terra (FREYRE, 1937, p.71).

Desde os primórdios da colonização no século XVI, que o vale do rio Goiana é um território violado. Castilho (2020) destaca que, no contexto histórico do capitalismo, a natureza e os territórios das classes dominadas e oprimidas sempre foram alvo de uma violação brutal com vistas à geração de riquezas. Filho (1978) ressalta que Diogo Dias fundou o Engenho Recunzaém, no vargado do Rio Capibaribe-mirim, importante afluente do vale do rio Goiana, por volta de 1570. Conquistar essa área da várzea e garantir segurança contra os ataques dos povos originários foi uma ação imprescindível na implementação da colonização.

Aqueles índios belicosos internaram-se no sertão e os colonos de Itamaracá, confinados nessa ausência, fizeram nova migração para os portentosos vales dos rios de Goiana que eram a grande miragem daquela gente destemida e ávida de grandes lucros que lhe prometia a terra generosa e dadivosa dos vales goianienses (FILHO, 1978, p.107)

Com a mudança para o processo industrial, do período Monárquico ao da República, veio a ampliação da devastação da vegetação nativa, expandindo-se das férteis áreas de várzeas para o interior (SILVA, 2010; RODRIGUES, 2020). Os engenhos, ao se transformarem em engenhos centrais e, posteriormente, em usinas. As agroindústrias sucroalcooleiras herdaram a dependência dos corpos hídricos para a sua existência, utilizando a água dos rios em seu processamento e como receptor dos efluentes industriais. Com o aumento da produção, veio também o crescimento de tais rejeitos, principalmente a temerosa calda, vinhaça (RODRIGUES, 2020).

A água da chuva percorre diversos sistemas de drenagem até alcançar seu ponto de deságue (TUCCI, 1993). Na bacia hidrográfica do rio Goiana, cada curso d'água segue seu caminho até o estuário, território tradicional da comunidade pesqueira. A poluição desses corpos d'água, também conhecidas como áreas de sacrifício, não apenas provoca a contaminação e a morte de peixes, mas também afeta diretamente a sociedade (RODRIGUES, 2020). Qualquer contaminação nos corpos hídricos que compõem essa bacia hidrográfica impacta não só o ambiente natural e a biodiversidade, mas também o universo antrópico,

comprometendo a vida e o sustento desse povo tradicionalmente ligado às águas do rio Goiana.

Na semana do Natal de 1936, o rio Goiana, em Pernambuco, recebeu tanta calda que a quantidade de peixe podre foi enorme. Parecia uma praga do Velho Testamento. Os peixes mais finos fedendo de podres, ao lado dos mais plebeus. O cheiro de peixe podre, misturando-se ao de fruta podre, das margens sujas dos rios (FREYRE, 1937, p. 65).

5.1.2 Poluição Industrial na planície de inundação do Rio Goiana e o impacto na Biodiversidade

Na década de 1980, o Rio Goiana sofreu contaminação sistemática proveniente das principais atividades industriais da bacia hidrográfica, com contribuições significativas da fábrica de papel Ponsa e das usinas de cana-de-açúcar. A análise desses dados demonstra o impacto prejudicial das atividades industriais na qualidade da água do rio Goiana durante esse período, Figura 31 e 32.

[...] a poluição do rio Goiana, provocada pela fábrica de papel Ponsa e pelas usinas Maravilha, Santa Tereza e Timbaúba. Os produtos químicos despejados pelas indústrias no leito do rio Goiana têm exterminado os cardumes.(Diário de Pernambuco, 1981)

Figura 31. Registro da poluição no Canal do Baldo do Rio, em Goiana (1980).



Fonte: Pernambuco (1989)

Figura 32. Registro da poluição no Canal do Baldo do Rio, na década de 1980.



Fonte: Arquivo do Conselho Pastoral da Pesca- CPP-Olinda (1986)

A fábrica Ponsa realizou descargas expressivas de lixívia negra e soda cáustica no rio, enquanto as usinas e destilarias contribuíam com o lançamento de vinhoto, subproduto da produção sucroalcooleira. Além disso, há indícios de poluição através do esgoto doméstico dos núcleos urbanos existentes na bacia hidrográfica do rio Goiana.

[...] a poluição dos rios da região, sobretudo o Goiana, no qual Usinas e a fábrica Ponsa (Papeis Ondulados do Nordeste S/A) despejam diariamente 2.500 metros cúbicos de um composto de soda cáustica e bagacilho de cana, a lixívia negra.

[...] a soda cáustica e as caldas das destilarias de álcool e das oito usinas de açúcar da região não afetam apenas o Rio Goiana, “mas também praias de Pontinha, Canoé, Carne de Vaca e Ponta de Pedras, em Pernambuco, e Acaú e Pitimbu, na Paraíba, também estão poluídas (Diário de Pernambuco, 1980)

[...] este se constitui de despejos dos esgotos provenientes das diversas vilas e cidades existentes ao longo de sua bacia, visto que na Região não existe esgoto sanitário (Diário de Pernambuco, 1987)

O Programa Nacional do Álcool (Proálcool), instituído na década de 1970, intensificou a degradação dos recursos hídricos em Pernambuco, particularmente no Rio Goiana. O principal poluente, o vinhoto, subproduto da de álcool, era gerado na proporção de 14 litros para cada litro de álcool produzido. Na safra de 1980, a produção pernambucana gerou aproximadamente quatro bilhões de litros deste resíduo, equivalente à carga poluidora dos efluentes domésticos de oito milhões de habitantes.

Com o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), dado como prioritário pelo Governo Federal, a poluição dos rios tem aumentado significativamente nos Estados produtores de álcool. Isto porque, para cada litro de álcool produzido, são eliminados cerca de 14 litros de calda, substância altamente poluente, geralmente jogada nos rios.

Somente nesta safra, terminada agora em março, foram produzidos em Pernambuco quase quatro bilhões de litros de calda, que jogados nos rios significam uma poluição equivalente à que uma população de oito milhões de habitantes provocaria caso jogassem todo seu esgoto nos rios[...] (Diário de Pernambuco, 1980)

[...] o fator poluente limitante atualmente no rio Goiana é a carga poluidora das usinas de cana de açúcar e destilarias de álcool (Diário de Pernambuco, 1987)

Em 2022, após as fortes chuvas que afetaram a região costeira de Pernambuco entre o final de maio e o início de junho, o transbordamento do rio Goiana e suas subseqüentes inundações impactaram as comunidades pesqueiras, resultando na mortandade de caranguejos, Figura 33 e 34.

Figura 33. Registro da alta mortandade atípica de caranguejo-Uçá no Porto Congaçari, durante a inundação de 2022.



Fonte: G1 (2022) Reprodução/TV Globo

Figura 34. Registro da alta mortandade atípica da fauna na RESEX acaú-Goiana, durante a inundação de 2022.



Fonte: Barros (2022)

Durante a análise das amostras de caranguejos mortos, o professor Mário Barletta, biólogo marinho da UFPE com duas décadas de pesquisa no estuário do Rio Goiana, deparou-se com um fenômeno inédito em sua carreira científica. Sua análise questiona a noção de que as chuvas, por si só, causaram a mortalidade em massa, pois esse evento foi confinado à área de Goiana e ausente em outras regiões do estado igualmente impactadas pela precipitação. Isso sugere que fatores mais complexos podem ser responsáveis por esse incidente excepcional de mortalidade.

Existem na região muitas indústrias que, de certa forma, armazenam os efluentes [resíduos] dos produtos das atividades deles em contenção. Alguns desses locais onde guardavam material tóxico na região podem ter transbordado, perderam controle e houve uma contaminação.

Esse caranguejo-uçá tem uma característica importante: se reproduzem no final do verão. Os machos fecundam a fêmea e trocam de casca. Nesse período [em que estamos] é que a fêmea vai gerar e produzir os ovos fecundados. Se essas fêmeas morreram grávidas, fecundadas, não vão se reproduzir. Com certeza a próxima safra, que seria entre janeiro e março do ano que vem, está comprometida. Vai ter menos caranguejo disponível, e vai ter a mesma quantidade de pescador. Seria interessante saber se essa população que restou teria capacidade de suportar essa pressão (BARROS, 2022).

Em 2023, registrou-se na RESEX Acaú-Goiana um evento de significativa relevância ecológica: o óbito de dois espécimes fêmeas de *Trichechus manatus* (peixe-boi marinho), Figura 35 . As carcaças dos animais foram encontradas por pescadores artesanais, em ambos os casos, em avançado estado de decomposição, nos dias 15 de junho e 17 de junho, (G1, 2023).

Figura 35. Fotografia de espécie peixe-boi encontrada morta na RESEX Acaú-Goiana.



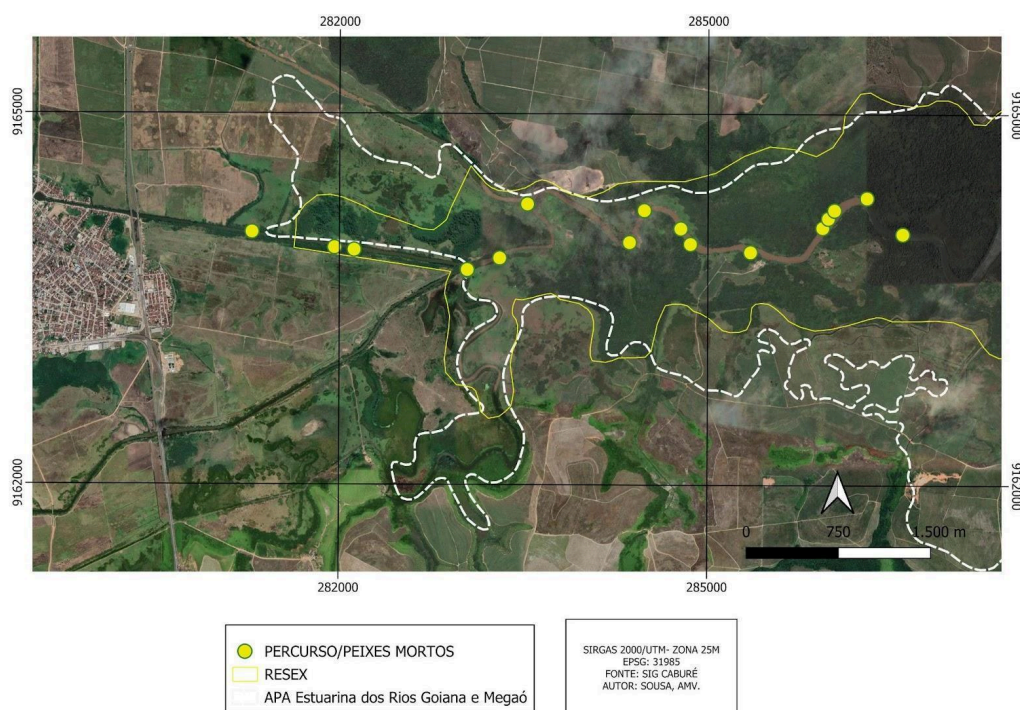
Fonte: G1 (2023). Reprodução: Projeto Viva Peixe-Boi-Marinho.

A equipe técnica do Projeto Viva o Peixe-Boi Marinho procedeu com os protocolos de necropsia e coleta de material biológico para análises laboratoriais, visando elucidar os fatores determinantes da mortandade. Embora a avaliação preliminar não tenha evidenciado lesões traumáticas aparentes, a comunidade pesqueira local levanta hipóteses sobre possível contaminação por defensivos agrícolas provenientes da carcinicultura ou das usinas da região. A baixa frequência de eventos desta natureza no litoral paraibano e pernambucano confere particular relevância ao caso, evidenciando a necessidade de investigações mais aprofundadas e implementação de medidas conservacionistas para a preservação desta espécie, categorizada como ameaçada de extinção (INSTITUTO VIVA O PEIXE-BOI MARINHO, 2023; MARCO ZERO, 2023).

No entanto, Teixeira tem uma suspeita mais forte: agrotóxico usado pelas usinas de cana-de-açúcar da região pode ter chegado ao local onde vivem os peixes-boi. “Há pouco tempo um drone foi fazer aplicação de veneno, saiu da rota e passou o veneno aqui, pegando as lavouras de inhame e de macaxeira dos agricultores [...] (MARCO ZERO, 2023).

Na manhã do dia 4 de janeiro de 2024, foram observados peixes mortos boiando ou nas margens do rio, com presença marcante de Muriongo, o que, segundo os pescadores da RESEX, indica alta contaminação. Entre outras espécies afetadas, foram identificadas Robalo, Camurim, Carapeba e Bagre, Figura 36 .

Figura 36. Mapa com a distribuição espacial da ocorrência de peixes mortos na RESEX Acaú-Goiana em janeiro de 2024.



Fonte: Próprios Autores (2023)

Relatos indicam que a degradação ambiental foi causada pela "Calda da Usina", um efluente industrial lançado irregularmente nos corpos d'água. A partir de 1º de janeiro, foram observados sinais de poluição, potencialmente oriundos do rio Capibaribe-mirim e na região da Usina Cruangi, única indústria sucroalcooleira em operação na sub-bacia durante o período dos danos ambientais, Figura 37.

Figura 37. Imagens de registros de peixes mortos na RESEX Acaú-Goiana (2024).



Fonte: Próprios Autores (2023)

Em abril de 2024, mais um caso de crime ambiental ocorreu na Reserva Extrativista Acaú-Goiana (Resex), provocando a morte de vários animais e levando a prefeitura de Goiana a suspender o consumo de peixes e crustáceos, Figura 38. A principal suspeita é o despejo ilegal de vinhoto, um resíduo industrial das usinas de açúcar e álcool, no rio Goiana. O Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP) afirma que o problema, recorrente, atinge as bacias dos rios Capibaribe-Mirim e Tracunhaém, que deságuam no Rio Goiana. A estação chuvosa facilita o descarte inadequado de resíduos, coincidindo com o período de desova do camarão de água doce, uma fonte crucial de renda para as mulheres da região (MARCO ZERO, 2024).

Figura 38. Fotografias da ocorrência de fauna aquática morta na RESEX Acaú-Goiana (2024).



Fonte: Marco zero, (2024). Crédito: Pastoral da Pesca

[...]foi água como eu nunca tinha visto por aqui”. Garantindo que ali ninguém tem medo de enchente, eles estão, agora, esperançosos de que quando as águas baixarem surjam muitos camarões, como sempre acontece nessas ocasiões. "Se isso acontecer, não compensa o prejuízo, não, mas já ajuda um bocado né?", disse Fernando Vital de Sales, 43 anos, pai de quatro filhos. (Diário de Pernambuco, 1986).

O ecossistema do rio Goiana enfrenta uma poluição sistemática que tem causado uma devastadora redução da biodiversidade local. A contaminação não se restringe apenas aos afluentes do rio Goiana, alcança o curso principal do rio, e se propaga as áreas estuarinas, multiplicando exponencialmente o impacto ambiental. Os depoimentos dos pescadores locais revelam uma transformação alarmante tanto na paisagem quanto na dinâmica ecológica do Rio Goiana.

Há dez anos, o rio Goiana era famoso por sua riqueza em peixes, caranguejos e camarões. Vinham pessoas de toda a região: gente do campo, das cidades pequenas e grandes, como Recife e João Pessoa. No rio havia xareu, pescada, tainha, amoré, carapeba, bagre, cururuca, camorim, camarão preto, camarão branco, caranguejos, guaiamum. O rio era um verdadeiro viveiro. Os peixes do mar subiam e iam desovar nas nascentes do rio, onde os novos peixes cresciam e desciam com as chuvas do inverno. Durante o inverno ficavam no rio os caranguejos, os camarões e os peixes. Com a chegada do verão, os peixes do mar, procurando comida, subiam o rio em grandes cardumes. Com o despejo de quantidades cada vez maiores de calda e bagaço das usinas, com quantidades cada vez maiores de bagacilhos de cana e veneno lançadas pela fábrica Ponsa, durante o ano todo, o rio que era como

viveiro e fonte de vida, começou a ser fonte de morte para o povo da região. Nem a mata consegue viver mais nas margens do rio. Em vez de brotar apodrece no lodo de suas margens. Até as ovas dos peixes passaram a apodrecer no lodo e nos mangues, (Diário de Pernambuco, 1980).

A destruição dos habitats essenciais da planície de inundação do Rio Goiana representa uma das mais graves ameaças à sustentabilidade ambiental da região. Esta degradação sistemática compromete não apenas a biodiversidade local, mas todo um complexo sistema ecológico que sustenta a vida aquática e terrestre. A importância destes ecossistemas é fundamental tanto para a preservação das espécies quanto para a manutenção dos ciclos naturais que garantem a saúde ambiental do rio.

Como se vê, até nas condições adversas, o segmento inferior do rio, o estuário e os mangues que o contornam são regiões com grande potencial para a produção de alimentos. Sabe-se que o ambiente estuarino é um dos mais produtivos (Diário de Pernambuco, 1980).

Ao longo da história, a planície de inundação do Rio Goiana tem sido crucial para a economia regional. Tradicionalmente, esta área tem apoiado várias atividades econômicas que dependem diretamente dos recursos naturais, incluindo a agricultura e a pesca. No entanto, o ecossistema da planície de inundação tem sofrido impactos negativos devido ao uso inadequado do solo e à poluição dos recursos hídricos, Figura 39.

Figura 39. Fotografia da poluição no Baldo do rio na década de 1980, Goiana, Pernambuco.



Fonte: Arquivo do Conselho Pastoral da Pesca- CPP-Olinda

O rio Goiana e o seu estuário têm uma tradicional importância pesqueira, uma vez que sempre foi abundante em ocorrência de espécies de alto valor comercial como tainha, camurim, aratu, siri, guaiamum, camarão e uma quantidade variada de molusco como ostras e mariscos...(Diário de Pernambuco, 1987).

A degradação ambiental da planície de inundação do Rio Goiana representa um caso clássico de impacto antropogênico sobre os ecossistemas naturais. A substituição da cobertura original da Mata Atlântica pela monocultura da cana-de-açúcar desencadeou uma série de problemas ambientais interligados. O solo, antes protegido pela vegetação nativa, tornou-se vulnerável à erosão, resultando em um processo acelerado de assoreamento do rio. Este fenômeno não apenas reduziu a profundidade do curso d'água, mas também pode ter alterado significativamente sua dinâmica hidrológica, influenciando na performance das inundações.

O Rio Goiana era profundo e, nas cheias, muito largo. As plantas do mangue derrubavam sementes no rio que as traziam para a terra e davam tantas novas plantas que as margens pareciam uma plantação de coentro, tudo verdinho. Na maré, grande como Maré morta, no inverno como no verão, a pesca era rica. Os caranguejos também eram tantos que cobriam as margens, lotavam os mangues. As famílias viviam da pesca e da venda de peixes (Diário de Pernambuco, 1980).

Todos esses dados apresentam consonância com os estudos realizados sobre a qualidade da água e impacto na fauna da bacia hidrográfica do rio Goiana. A poluição na bacia apresenta variações sazonais e espaciais. Os níveis de fósforo total excedem os limites permitidos, indicando contaminação por esgoto doméstico. As diferenças nos níveis de amônia, turbidez e coliformes termotolerantes entre os pontos de coleta revelam intensidades variadas de poluição, possivelmente originadas de descargas de esgoto doméstico, industrial ou agrícola (JUNIOR, 2022).

Cidreira-Neto (2022), em seu estudo sobre a qualidade da água do rio Goiana, identificou baixos níveis de oxigênio dissolvido (OD) e altas concentrações de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), indicando condições de hipóxia. No estuário do rio, a poluição por mercúrio representa um desafio significativo. Este contaminante provém principalmente do escoamento difuso, que inclui efluentes urbanos, industriais e da agroindústria canavieira. Uma vez no ambiente aquático, o mercúrio tende a se bioacumular em organismos como o *Trichiurus lepturus* (peixe-espada) (COSTA *et al.*, 2009).

5.1.3 Vulnerabilidade da comunidade do Baldo rio beneficiária da RESEX Acaú Goiana

Entre as comunidades localizadas na planície de inundação do rio Goiana, o Baldo do Rio, comunidade beneficiária da RESEX Acaú Goiana e Ipueira, destacam-se como as mais vulneráveis e historicamente impactadas pelas inundações, Figura 40.

Figura 40. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1988, município de Goiana.



Fonte: Pernambuco (1988)

Os registros históricos e documentais evidenciam a recorrência de adversidades enfrentadas por esta população, com destaque para as frequentes inundações e sua consequente vulnerabilidade social, Figura 41.

Figura 41. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1988, município de Goiana.



Fonte: Pernambuco (1988)

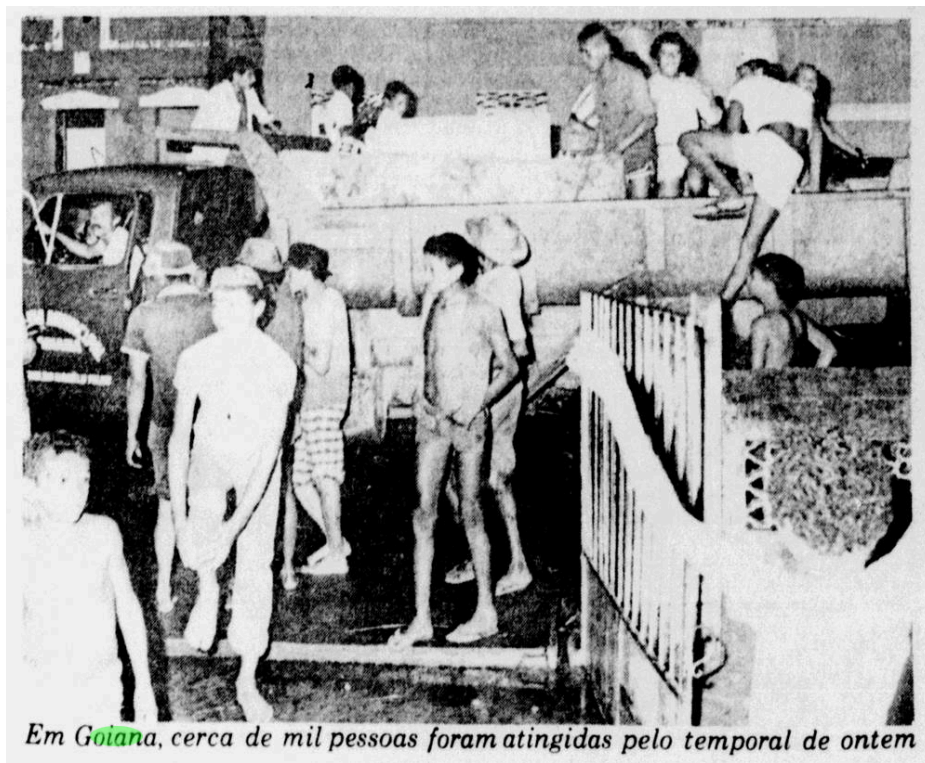
A menção constante destas comunidades em diversos documentos e relatos demonstra como estes grupos têm sido cronicamente afetados pelas dinâmicas ambientais da planície de inundação do rio Goiana, Figura 42.

Os mais atingidos foram os moradores, aproximadamente mil pessoas da zona ribeirinha ao canal de Goiana que recebe parte das águas do rio Capibaribe-Mirim. Desde ontem, pela manhã, após uma noite de muita chuva, o povo começou a abandonar as suas casas, principalmente, as situadas nas ruas Ipueira e Balde do Rio. (Diário de Pernambuco, 1980).

[...]com a enchente dos rios Capibaribe Mirim e Tracunhaém, o rio Goiana estourou levando pânico aos moradores, principalmente da zona ribeirinha. (Diário de Pernambuco, 1984).

Mais de dois mil desabrigados e várias casas destruídas. Este foi o saldo das chuvas registradas em Goiana, de segunda a quarta-feira. A população atingida reside na área ribeirinha do canal Goiana, que corta a cidade. Todas as moradias, boa parte delas de taipa situadas na área, foram invadidas pelas águas, que chegaram ao nível de até dois metros de altura (Diário de Pernambuco, 1986).

Figura 42. Imagem do registro fotográfico da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1980, município de Goiana.



Fonte: Pernambuco (1980)

As recentes inundações na cidade de Goiana, que afetaram uma parte da população e causaram sérios prejuízos ao município[...]procuram agilizar as providências para ajudar a população ribeirinha que perdeu suas casas e outros bens pessoais (Diário de Pernambuco, 1990).

O estudo realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2014) classifica as regiões das comunidades do Baldo do Rio e Ipueira como zonas de alto risco para inundações, evidenciando a vulnerabilidade crítica destas áreas, Figura 43.

Figura 43. Mapeamento de reconhecimento de área de alto risco a inundação no município de Goiana, comunidades do Baldo do Rio, Ipueira e Vila operária, 2014.



Fonte: CPRM (2014)

A análise da CPRM (2014) ressalta a urgência de ações interventivas, enfatizando a necessidade de implementar medidas efetivas de controle urbano e estabelecer um sistema contínuo de monitoramento das áreas sob risco. Esta avaliação técnica fundamenta a necessidade de políticas públicas imediatas para proteger estas comunidades e mitigar os riscos iminentes de desastres naturais, Figura 44 a 46.

Figura 44. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 1990, município de Goiana.



Fonte: Pernambuco (1980)

Figura 45. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 2011, município de Goiana.



Fonte: Pernambuco (2011)

Figura 46. Fotografia da comunidade do baldo rio durante a inundação de 2022, município de Goiana.



Fonte: Foco (2022)

No entanto, a vulnerabilidade das comunidades da planície de inundação do rio Goiana é uma questão multidimensional que vai além dos efeitos imediatos das inundações. A situação é agravada principalmente pela poluição persistente nos rios e solos, que atua como catalisador de vários problemas socioambientais.

Além de atingir os peixes, a soda cáustica jogada no rio Goiana pela Ponsa causa sérios danos aos pescadores: são doenças de pele, descritas pela população como "uma sarna que deixa o couro em carne viva", ou ainda, como relata uma pescadora de Barreira, em Goiana: A lama da poluição deixa o couro como sarna que termina ficando ferida. E as mãos da gente entre os dedos é só feridas. E as comidas e caranguejos dessa água dão disenteria. O mau cheiro dá tonturas, dor de cabeça, e até vontade de vomitar (Diário de Pernambuco, 1980).

A contaminação sistemática do rio Goiana tem provocado uma devastadora perda dos recursos naturais, comprometendo diretamente a principal fonte de renda e subsistência das comunidades pesqueiras locais. Este impacto vai além do aspecto econômico, pois representa uma ruptura no modo de vida tradicional dessas populações, que por gerações estiveram relacionadas à pesca. Além disso, a exposição contínua à poluição tem causado graves problemas de saúde entre os moradores, evidenciados pela ocorrência frequente de doenças de pele e disenteria. Assim, forma-se um cenário crítico onde a degradação ambiental não apenas destrói os meios de subsistência, mas também compromete a saúde e a identidade cultural destas comunidades.

Desde o início do funcionamento da fábrica, o rio, antes muito rico em peixes e crustáceos, está perdendo sua produção. Por causa da soda cáustica despejada pela fábrica (80 toneladas diárias de soda-cáustica), mais de cinquenta canoas estão paradas. Não há mais nada para pescar, e o pouco que conseguimos está doente. Antes da instalação da fábrica, era possível capturar cerca de 200 guaiamuns e caranguejos por dia. Agora, não se tira nada, e, se nada for feito, vamos morrer de fome (Diário de Pernambuco, 1980).

5.1.4 Mobilização Social

A mobilização social contra a degradação da planície de inundação do rio Goiana ganhou força através da liderança da Pastoral dos Pescadores em conjunto com pescadores locais organizados e outros aliados estratégicos para fortalecer as demandas e ampliar a visibilidade do problema. Para buscar justiça ambiental e combater a poluição, a comunidade

adotou diferentes estratégias de resistência, incluindo a organização de protestos, a coleta de assinaturas em abaixo-assinados e a formalização de denúncias junto às autoridades competentes, Figura 47.

Figura 47. Imagem do registro fotográfico de uma mobilização social na comunidade do baldo rio durante a década de 1980, Goiana, Pernambuco.



Fonte: Arquivo do Conselho Pastoral da Pesca- CPP-Olinda (1986)

O primeiro registro jornalístico do período analisado relata um importante ato público realizado em Goiana. O evento reuniu pescadores de diversas cidades da região e evidenciou que, há dois anos, a comunidade pesqueira local já vinha alertando sobre os problemas de poluição que afetavam a planície de inundação do rio Goiana.

A Pastoral dos Pescadores da Arquidiocese de Olinda e Recife promove, hoje à noite, em Goiana, um ato público contra a poluição do rio Goiana, pelas fábricas e usinas da região e pela modificação da atual legislação da poluição (Diário de Pernambuco, 1980).

A execução dos protestos demonstrou a forte capacidade de mobilização, organização coletiva e envolvimento da comunidade, reunindo centenas de participantes na sua luta pela defesa dos seus direitos. A magnitude destes eventos sugere que as questões em causa tiveram eco num vasto segmento da população, revelando uma rede social altamente interligada.

Mais de 500 pescadores da Zona da Mata Norte de Pernambuco participaram, anteontem à noite, em Goiana, de uma concentração em protesto contra a poluição dos rios da região...(Diário de Pernambuco, 1980).

Mais que um registro da destruição ambiental, o documento "A Luta dos Pescadores contra a Morte" representa um marco na organização comunitária, Figura 48, evidenciando como a luta pela preservação do rio está intrinsecamente ligada à sobrevivência e resistência das comunidades pesqueiras tradicionais. Além de dar voz aos pescadores locais, registra o impacto devastador da contaminação industrial em suas vidas.

No documento "A Luta dos Pescadores contra a Morte", a Comissão Pastoral dos Pescadores informa que parte dessas usinas está localizada às margens do rio Tracunhaém e outras no Capibaribe-Mirim, que ao juntarem suas águas a 35 km antes de chegar ao Oceano, formando o rio Goiana, que VIDA E MORTE DO RIO [...]no documento, consta a denúncia de José Joaquim de Souza, conselheiro e líder dos caranguejeiros do mangue do rio Goiana, relatou no documento: "Desde o início do funcionamento da fábrica, o rio, antes muito rico em peixes e crustáceos, está perdendo sua produção. Por causa da soda cáustica despejada pela fábrica (80 toneladas diárias de soda-cáustica). (Diário de Pernambuco, 1980).

Figura 48. Capa do documento "A Luta dos Pescadores contra a Morte".



Fonte: Arquivo do Conselho Pastoral da Pesca- CPP-Olinda (1986)

A comunidade demonstrou persistência, recorrendo a várias abordagens na busca por soluções. Entre as ações realizadas, destacam-se as assembleias para discussões e decisões coletivas, o envio de cartas e abaixo-assinados para registrar suas demandas, a organização de marchas e visitas a empresas para dar visibilidade às suas causas, além da participação em reuniões, estabelecendo um diálogo direto.

Os pescadores da região atingida não deixaram de reclamar, pedir soluções, organizar assembleias, enviar cartas ao Presidente e a outros órgãos federais. Num abaixo-assinado elaborado por pescadores de Barreiras Grande (PB), em 1978, enviado ao Presidente[...]

[...] Além de uma marcha frustrada pelas autoridades policiais, uma comissão de pescadores conseguiu realizar várias visitas às usinas e também à Ponsa (Diário de Pernambuco, 1980).

[...]os pescadores conseguiram fazer realizar, em agosto deste ano, uma série de reuniões entre representantes da Secretaria Especial do Meio Ambiente, vinculada ao Ministério do Interior, da Comissão Permanente de Recursos Hídricos, da Secretaria Geral do Conselho de Segurança Nacional, para tratar da recuperação das atividades pesqueiras do rio Goiana, poluído pela fábrica de Papelão Ondulado S/A. Desse encontro, do qual também participaram empresários, ficou decidido que "o elenco de providências no caso Ponsa, no que tange à poluição hídrica do rio Goiana e de toda a bacia, bem como da poluição ambiental, será estendido, de imediato, a todas as indústrias da região, (Diário de Pernambuco, 1980).

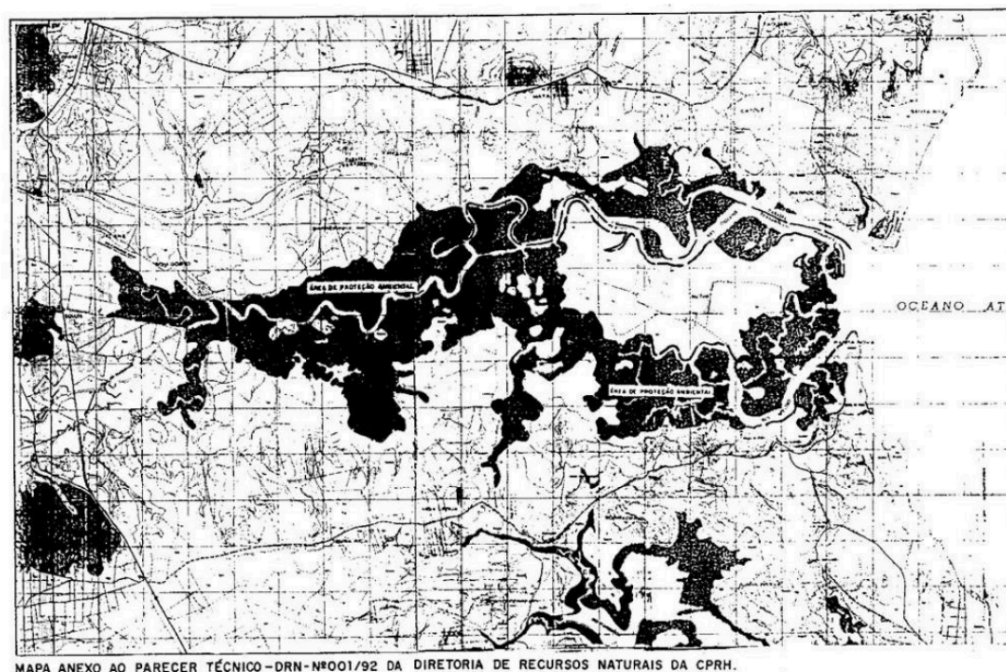
A mobilização social em defesa do Rio Goiana representa um marco histórico na luta ambiental brasileira, pois antecedeu a própria existência de políticas públicas para Unidades de Conservação no país. Esta articulação comunitária não apenas catalisou a criação de um projeto de lei específico para áreas protegidas na região, mas também estabeleceu um precedente fundamental ao demonstrar como a organização social pode ser precursora de mudanças estruturais nas políticas ambientais.

Preservação das Áreas Estuarinas de Pernambuco

Foi enviado à Assembleia Legislativa em julho de 1986 um Projeto de Lei que visa a proteção e preservação das zonas estuarinas do Estado de Pernambuco. Com esse projeto, as zonas estuarinas serão classificadas como "Áreas de Proteção Ambiental", estabelecendo instrumentos legais para proteger e preservar os recursos naturais dessas reservas biológicas situadas na faixa litorânea do Estado, além de promover a valorização paisagística e turística dessas áreas (Diário de Pernambuco, 1986).

Em 1986, foi promulgada a Lei nº 9.931, que definiu como Áreas de Proteção Ambiental as reservas biológicas do litoral do Estado de Pernambuco, incluindo a área estuarina dos Rios Goiana e Megaó, Figura 49.

Figura 49. Mapa da delimitação da Área de Proteção Ambiental, Área Estuarina dos Rios Goiana e Megaó, no município de Goiana, 1986.



Fonte: CPRH (2024)

Em 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) foi instituído pela Lei nº 9.985, implementando uma estrutura nacional padronizada para a criação e gestão de áreas protegidas no Brasil (BRASIL, 2000). Posteriormente, em 2007, através da organização social na promoção da proteção ambiental do território, foi criada a Reserva Extrativista Acaú-Goiana (RESEX). Onde a unidade de conservação federal foi concebida para salvaguardar os meios de vida e os recursos naturais utilizados pelas comunidades extrativistas na área estuarina dos rios Goiana e Megaó (BRASIL, 2007).

Em 2009, o Estado de Pernambuco instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC) através da Lei nº 13.787, com o objetivo de abranger a diversidade dos ecossistemas pernambucanos e definir critérios para a criação e gestão das unidades de conservação (SEUC, 2009). Nessa conjuntura, a Área de Proteção Ambiental dos Rios Goiana e Megaó, criada inicialmente em 1986, foi incorporada ao SEUC como Unidade de Conservação estadual na categoria de Uso Sustentável, mantendo sua delimitação original. Isso representa não só a integração da área ao sistema formal, mas também a ratificação de uma área protegida que, agora esclarecida sua origem, surgiu dos movimentos de luta dos pescadores.

O envio do projeto de lei à Assembleia Legislativa de Pernambuco em 1986, precedendo marcos legais nacionais e estaduais, ressalta o impacto da luta do movimento pesqueiro na planície de inundação do rio Goiana. Onde os esforços culminaram com a designação do estuário dos rios Goiana e Megaó como Unidades de Conservação.

5.1.5 Monitoramento e Pesquisas

Outro resultado, impulsionado pela mobilização das comunidades pesqueiras, foi a implantação do monitoramento ambiental e da pesquisa científica na planície de inundação do rio Goiana durante o período estudado. A organização e a resistência desses grupos não só evidenciaram a gravidade da situação, como também estabeleceram um precedente fundamental sobre como o engajamento comunitário pode promover mudanças efetivas na proteção dos recursos naturais.

A fábrica Papelão Ondulados S.A. (PONSA) e as usinas N.S. de Lourdes, Central Olho d'Água, N.S. das Maravilhas, Cruangi, Barra, Laranjeiras, Aliança, Matary e Santa Tereza foram responsabilizadas pela Comissão Pastoral dos Pescadores, órgão ligado à CNBB, pelo alto índice de poluição do rio Goiana e pelas dificuldades socioeconômicas que vêm enfrentando mais de 3.500 famílias que dependem da pesca artesanal naquele rio.

[...] os pescadores da região atingida não deixaram de reclamar, pedir soluções, organizar assembleias, enviar cartas ao Presidente e a outros órgãos federais (Diário de Pernambuco, 1980)

As investigações e o monitoramento ambiental do Rio Goiana emergiram como resposta direta à crescente preocupação com sua degradação, especialmente frente ao impacto devastador da poluição industrial em suas águas.

Prospecção dos Estuários de Pernambuco (Estuário de Goiana)" é o projeto a ser executado pelo Departamento de Pesca, da UFRPE, em convênio assinado entre aquela Universidade e a Finep Financiadora de Estudos e Projetos. O principal objetivo do projeto consta da "elaboração de um manual para prospecção e avaliação de estuários. Na elaboração do referido manual serão estudados os aspectos hidrológicos e geológicos quanto às características químicas e físicas e aspectos biológicos concernentes às espécies de valor comercial, assim como a determinação dos índices de poluição".

Este manual servirá de modelo para estudos detalhados de vários estuários que visem: a) Estimativa do potencial pesqueiro; b) mapeamento das áreas disponíveis para cultivo de peixes, crustáceos e moluscos; e, c) fornecimento de subsídios para trabalhos de planejamento urbano, industrial e de controle ambiental (Diário de Pernambuco, 1982).

As pesquisas científicas sobre o Rio Goiana, lideradas principalmente pela UFRPE desempenharam um papel fundamental na compreensão dos efeitos da poluição na biodiversidade fornecendo informações indispensáveis para a sociedade e as autoridades competentes, visando a recuperação ambiental da Planície de inundação do Rio Goiana.

Uma pesquisa para determinar a resistência de peixes, crustáceos e moluscos às caldas de usinas despejadas nos rios pernambucanos está sendo realizada por estudantes de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob a coordenação da professora Liana Barroso Fernandes.

O estudo inicial está sendo feito com tainhas do Rio Goiana, uma das espécies sob ameaça de extinção. O objetivo é determinar qual a concentração das caldas que podem ser suportadas pelas tainhas, nas diversas fases do seu ciclo de vida nos estuários. Em seguida, serão alertados os órgãos que combatem a poluição das águas para que controlem os despejos das usinas.

Segundo a professora Liana Barroso, a etapa inicial da pesquisa consiste na captura de alevinos (filhotes) de tainhas e no estudo de seu comportamento em laboratório do Departamento de Pesca da UFRPE. Posteriormente, outras espécies de valor comercial, como o camorim, a ostra, o caranguejo, o marisco e o camarão, serão também pesquisadas.

A professora Liana Barroso acredita que a primeira etapa da pesquisa com os alevinos deverá estar concluída em aproximadamente um ano. A escolha da tainha como primeira a ser pesquisada se deve, segundo ela, ao fato de ser a espécie mais pescada no Rio Goiana (Diário de Pernambuco, 1980).

O Biomonitoramento apresentou-se como uma ferramenta promissora para o controle da poluição industrial e a proteção dos recursos hídricos da planície de inundação do rio Goiana, combinando pesquisa científica, ação governamental e participação da iniciativa privada.

As ações de controle à poluição industrial dos rios pernambucanos contam agora com uma nova e revolucionária arma: os programas de Biomonitoramento. Eles são pioneiros no país e se fundamentam na avaliação dos efeitos letais de efluentes industriais, para a fauna aquática, principalmente, para as espécies de valor comercial.

O sistema consiste na instalação de sensores biológicos nas indústrias para detectar com segurança qualquer aumento de poluição. Os sensores, explica a professora Liana Barroso Fernandes, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, são simplesmente tanques em série contendo espécies animais aquáticas sensíveis à poluição.

Para a bióloga Liana, que também é responsável pelo Laboratório de Bioensaios de Toxicidade da Rural, o Biomonitoramento complementar os trabalhos da Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos-CPRH, que até então utilizavam apenas o monitoramento químico em suas ações de controle da poluição nos mananciais do Estado.

Os estudos serão desenvolvidos no Laboratório de Bioensaios de Toxicidade, do Departamento de Pesca da UFRPE, que além de estimar a descarga máxima permissível de poluentes, ainda atende às indústrias que necessitam de pesquisas nesse sentido e oferece estágio supervisionado a alunos de graduação e pós-graduação, com vistas à elaboração de monografias, dissertações e teses.

Para a professora Liana, apesar de largamente utilizado no exterior o Biomonitoramento não é usado no Brasil, estando somente agora encampado nesta iniciativa pioneira da CPRH. Entende que é por demais comprovada a eficiência do Biomonitoramento, nos programas de controle ambiental, assinalando algumas vantagens, como: salvar a responsabilidade da empresa com a instalação do sistema de "alarme biológico", que pode até provar não ser ela o ente poluidor; possibilitar a detecção de poluentes em níveis muito baixos, os quais não podem ser evidenciados pelas análises químicas além de se constituir em mais uma arma, eficiente, para que as empresas de controle à poluição possam evitar catástrofes ecológicas, como inúmeras que têm ocorrido, especialmente com o vinhoto (Diário de Pernambuco, 1988).

As pesquisas são peças-chave na luta contra a degradação da planície de inundação do Rio Goiana. Elas fornecem conhecimento, embasam políticas públicas, monitoram as variáveis ambientais, impulsionam a busca por soluções e fortalecem as comunidades afetadas. No entanto, apesar das pesquisas realizadas e do conhecimento gerado, a poluição permanece como um problema grave, indicando uma lacuna significativa entre a produção científica e a implementação de políticas públicas efetivas. Essa discrepância evidencia o desafio de transformar o conhecimento em ações concretas.

5.2 Capítulo 2: Aspectos Ambientais da Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022

5.2.1 Análise dos eventos de precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022

A Tabela 4 apresenta os dados brutos de precipitação coletados na plataforma da APAC (2025). Organizada por município, fornece informações detalhadas de precipitação mensal para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022, incluindo a Precipitação Total Anual por município, a Média mensal e a Média do Total Anual para a bacia.

Tabela 4. Dados Pluviométricos brutos, Total anual por município, média mensal e precipitação média anual para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no ano de 2022.

CÓDIGO	MUN	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
66	Aliança	2022	94,5	37,1	277,8	91,3	483,1	226,2	153,3	62,3	-	25,4	51	22,2	1524,2
309	Araçoiaba	2022	73,3	24,6	358,7	75,5	509,9	351	215,8	104,4	44,5	29,3	68,8	41,7	1897,5
139	Bom Jardim	2022	85,9	46,4	131	85,2	341,5	246,6	156,1	76,2	5,7	2,1	67,7	22,9	1267,3
96	Buenos Aires	2022	53	39,9	209,3	91,7	296,1	368,2	171,9	48,5	13,9	9,3	41,1	17,5	1360,4
514	Camutanga	2022	60,4	38,9	222,2	48,3	451,5	223,4	220,8	68,8	37,8	21,1	50,2	37,7	1481,1
95	Carpina	2022	67	17,1	244,5	83,6	382,3	335,2	179,5	79,5	22,3	20,3	69,4	32,5	1533,2
302	Casinhas	2022	40	14,7	93	37,2	253,3	182,3	88,9	80,2	3,5	1,2	34,3	31,1	859,7
131	Condado	2022	141,1	67,4	319	102,4	422	320,1	169,4	79	32,6	16,4	86,4	48,4	1804,2
457	Ferreiros	2022	79	34,1	208,4	41,4	344,7	226,9	201,3	60,2	36,5	16,7	41,8	36	1327
28	Goiana	2022	169,3	41,6	294,2	95,2	484,4	309,7	211,8	105,1	25,6	24	66,1	32	1859
27	Itambé	2022	106	71,5	293,7	60	386	289,8	238,4	81,7	36,2	13,8	48	27,9	1653
101	Itaquitinga	2022	63,1	35	197	57,4	464,1	289,7	133,5	48,5	16,7	14	59	25,9	1403,9
523	João Alfredo	2022	83	70	120,5	71	391,5	249,5	183,5	58,5	4	7	200	64	1502,5
204	Lagoa do Carro	2022	78	35,6	194	76,2	265,2	297	149,9	47,8	19,9	18	51,4	26,1	1259,1
137	Limoeiro	2022	84,8	63,7	138	85,7	316,7	198,3	103,5	62	6,9	11,1	25,4	34,2	1130,3
94	Macaparana	2022	62,3	29,5	33,8	25,7	241,2	289	240,2	80,4	37,1	13,6	34	21,5	1108,3
133	Machados	2022	143	6,2	223,7	104,3	404,4	190,7	238,7	82,2	18,6	7,5	60,8	30,2	1510,3
97	Nazaré da Mata	2022	35,6	47,7	220,6	38,1	391,6	309,9	147,8	53,9	16,1	22,9	46,1	24,2	1354,5
463	Orobó	2022	96,4	33,6	134	98,6	322,1	247,4	139,7	75,7	5,1	1,8	64,8	27,7	1246,9
98	Paudalho	2022	116,7	47,5	316,1	72,5	519	268,9	208,9	99,6	33,1	27,4	38,9	11	1759,6
353	Salgadinho	2022	71	34	114,2	35,2	275,5	201,2	96,9	69,4	4,6	9,2	92,5	53,3	1057
271	São V. Férrer	2022	180,7	10,6	232,6	121	468,8	309,6	335,3	81,2	61,8	1	60,6	36,4	1899,6
99	Timbaúba	2022	123,5	79,7	298	69	532	225,3	186,4	60,5	34	30	99	68	1805,4
515	Tracunhaém	2022	48,6	30,1	248	57,3	398,1	414,6	212,7	59,9	14,6	15,1	61,3	30,1	1590,4
134	Vicência	2022	120,2	30,5	171	180,5	408	259,8	234,8	77,6	20	27	32,1	21,4	1582,9
MÉDIA			91,06	39,48	211,73	76,17	390,12	273,21	184,76	72,12	22,96	15,41	62,03	32,96	1471,09

Fonte: Próprios Autores (2025).

A Tabela 5 é um resumo abrangente de dados pluviométricos para os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, apresentando informações detalhadas sobre a precipitação

média ao longo de um período de 30 anos, APAC (2025). Ela inclui os dados brutos de precipitação em milímetros para cada município, o total anual de precipitação por município, a média mensal e o Total Médio Anual para toda a bacia a partir da climatologia (média histórica).

Tabela 5. Dados Pluviométricos da climatologia (média) de cada município que compõem a Bacia Hidrográfica do rio Goiana (30 anos) , total anual, a Média mensal e a Média do Total Anual para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana.

MUN	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
Aliança	62	82	120	149	169	185	165	90	46	21	24	33	1146
Araçoiaba	76	91	143	187	207	240	224	126	66	29	27	35	1450
Bom Jardim	74	82	125	171	194	218	194	108	63	26	28	42	1324
Buenos Aires	60	77	106	136	158	179	162	87	44	18	22	31	1079
Camutanga	59	78	124	149	167	186	154	86	46	23	24	35	1130
Carpina	60	73	103	133	160	191	175	95	48	19	21	29	1106
Casinhas	48	55	103	135	131	139	138	66	41	20	19	33	930
Condado	73	91	141	181	198	231	202	114	58	27	26	35	1377
Ferreiros	59	78	124	151	169	191	159	89	47	24	24	34	1151
Goiana	84	101	161	211	226	265	234	133	69	32	29	39	1584
Itambê	64	78	130	162	179	222	179	103	53	26	24	32	1253
Itaquitinga	74	92	140	181	199	230	206	115	58	27	26	35	1383
João Alfredo	58	67	106	140	154	178	160	86	50	21	21	35	1077
Lagoa do Carro	56	70	94	122	147	178	158	85	42	17	19	28	1016
Limoeiro	52	64	86	113	135	167	142	77	40	17	17	29	939
Macaparana	58	76	115	143	160	163	144	78	44	21	24	37	1062
Machados	65	77	117	154	173	186	167	91	52	23	25	38	1169
Nazaré da Mata	64	82	112	144	164	191	179	96	45	19	22	28	1148
Orobó	65	74	119	160	173	188	173	92	54	24	25	39	1186
Paudalho	77	92	160	204	235	265	251	144	76	34	30	40	1608
Salgadinho	35	46	82	97	94	115	109	52	30	15	12	26	713
São V. Férrer	60	76	115	146	163	168	150	81	46	21	24	37	1087
Timbaúba	53	78	117	138	158	153	133	73	40	20	24	37	1025
Tracunhaém	59	73	101	131	156	186	170	92	46	19	20	29	1081
Vicência	59	79	112	140	161	173	157	85	43	19	23	33	1084
MÉDIA	62,16	77,28	118,24	151,12	169,2	191,52	171,4	93,76	49,88	22,48	23,2	33,96	1164,32

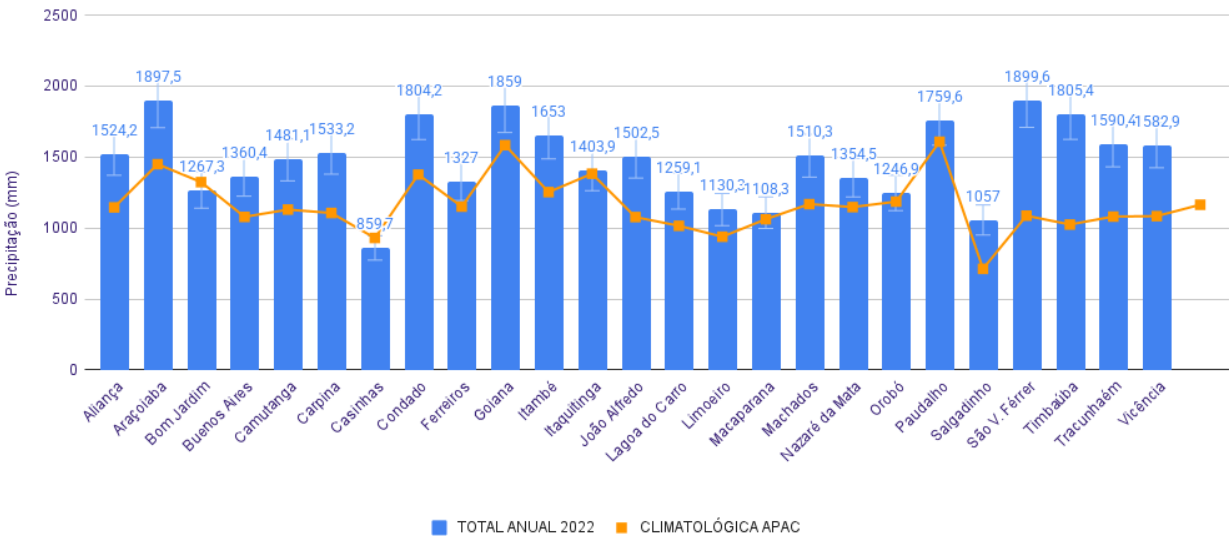
Fonte: Próprios Autores (2025).

A precipitação média anual para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no ano de 2022 foi de 1471,09 mm. Esse resultado supera os valores da média histórica (APAC, 2025) para a bacia (1164,32 mm) e o apresentado no Atlas Hidrológico de Pernambuco que indica para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, uma precipitação média anual de 1122 mm utilizando dados de 1961 a 2021 (GALVÍNCIO, 2023).

A precipitação média anual para a Bacia do Rio Goiana em 2022, 1471,09 mm, também excedeu o cenário de mudanças climáticas com aumento de precipitação projetado pelo Atlas Hidrológico de Pernambuco. O Atlas, utilizando dados de 1961 a 2021, prevê uma incidência média de 1313 mm nesse cenário. Embora 2022 tenha sido um ano com intensa precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, Silva, Montenegro e Souza (2017) indica uma tendência de diminuição da precipitação total anual a longo prazo na bacia. A excepcionalidade de 2022 pode ser um evento isolado.

Figura 50 apresenta um gráfico que mostra a Precipitação do Acumulado Anual (mm) para os diversos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. O município de São Vicente Ferrer registrou a maior precipitação da bacia, com um total de 1899,6 mm, enquanto o município de Casinhas apresentou o menor valor precipitação, com apenas 859,7 mm. Vale ressaltar que os municípios com os valores mais extremos estão localizados na região fisiográfica do Agreste (CONDEPE/FIDEM, 2005). Essa região engloba as cabeceiras dos principais afluentes do Rio Goiana, porém, estão situadas em sub-bacias distintas. O município São Vicente Ferrer está localizado na região da cabeceira do rio Capibaribe-Mirim, enquanto o município de Casinhas é a região de influência da nascente do rio Tracunhaém.

Figura 50. Precipitação Total Anual Acumulada (mm) para cada município que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana em 2022 e a Climatologia total anual.



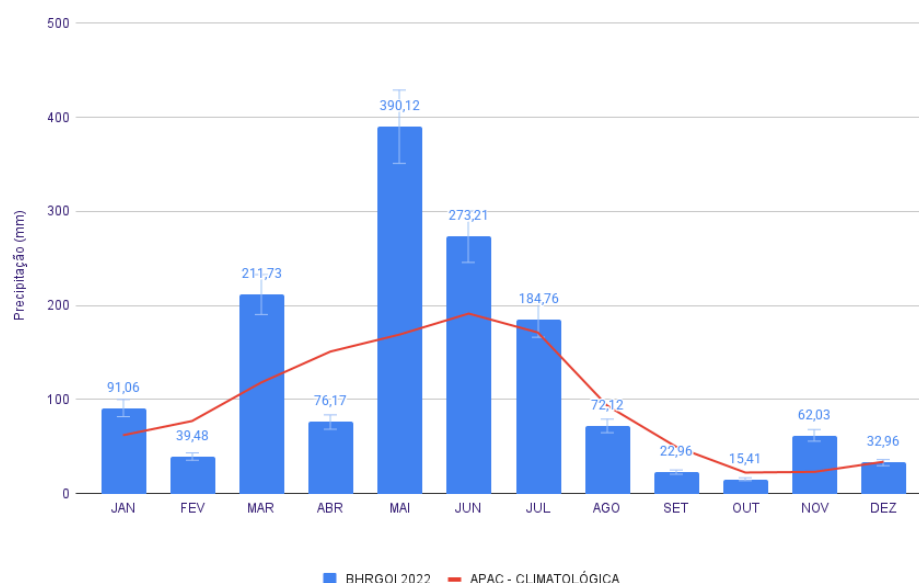
Fonte: Próprios Autores (2025).

Em comparação com a média do Total Anual Climatológico fornecida pela APAC (2025), observa-se que, em 2022, quase todos os municípios apresentaram precipitação acumulada acima da média. O ano de 2022 pode ser definido como um ano chuvoso para a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. Com exceção da Casinha, que recebeu 859,7mm de precipitação em relação aos 930mm previstos, e Bom Jardim, que registrou 1267,3mm frente aos 1324mm previstos.

Os municípios de Timbaúba e São Vicente Férrer registaram níveis de precipitação significativamente superiores aos previstos para o ano, com uma precipitação de 1805,4 mm e 1899,6 mm, respectivamente, em comparação com os 1025 mm e 1087 mm previstos. Isso resultou em excessos de precipitação distribuída durante o ano de 76,1% e 74,7%, respectivamente.

A Figura 51, apresenta a média mensal para o ano de 2022, que apresentou variações significativas. Maio destacou-se como o mês mais chuvoso, registrando um expressivo volume de 390,12 mm de chuva. Posteriormente, junho registrou 273,21 mm, enquanto março apresentou 211,73 mm de precipitação, de acordo com a estação chuvosa que se estende de março a julho, outono/inverno, para a região (CONDEPE/FIDEM, 2005).

Figura 51. Média Mensal pluviométrica (mm) para os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no ano de 2022 e a Média Mensal Climatológica.

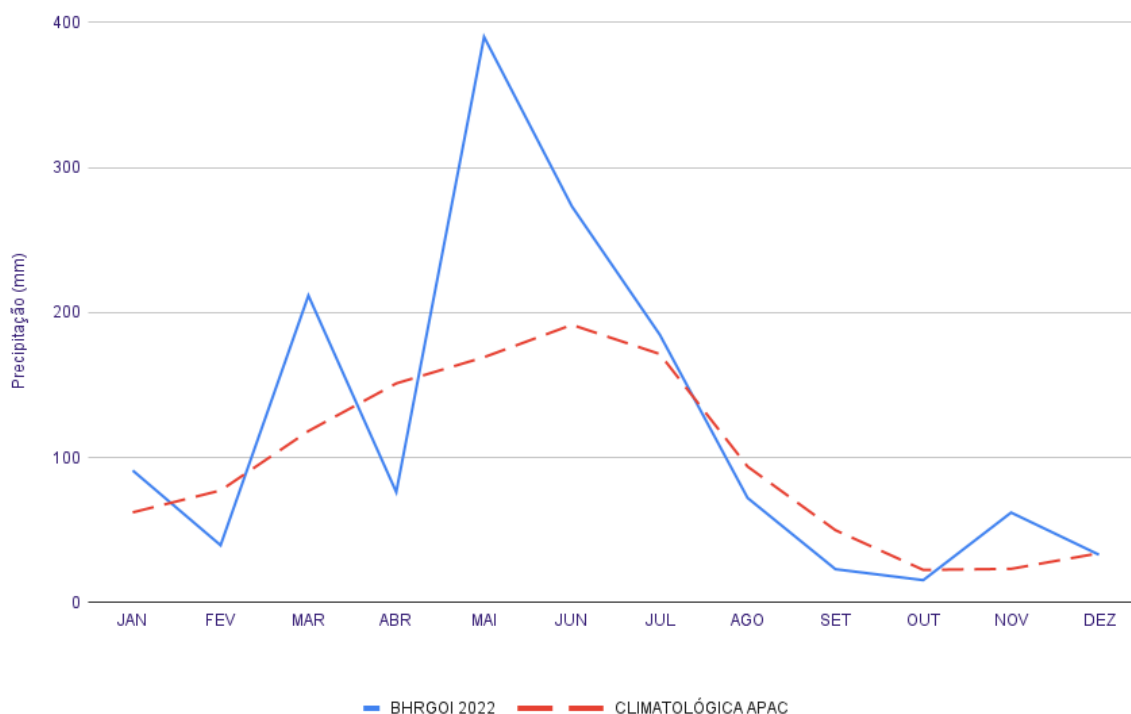


Fonte: Próprios Autores (2025)

Em relação aos dados mensais climatológicos disponibilizados pela da APAC (2025) destaca-se três meses específicos em 2022 que apresentaram precipitação acima do esperado. o mês de maio, com um aumento expressivo de 130,6% em relação à média. Março também registrou um acréscimo significativo, com 79,7% acima do previsto. Junho, que é o mês com maior expectativa de precipitação, apresentou um incremento de 42,6%.

Analizando a Figura 52, é possível identificar um período úmido e seco na climatologia mensal, assim como nos dados observados em 2022. Iniciando-se em outubro, o mês mais seco, observa-se um aumento gradual na quantidade de chuva nos meses subsequentes. Esta tendência ascendente persiste até junho, quando a precipitação atinge seu ápice. A partir deste ponto, inicia-se uma fase de declínio progressivo nos níveis pluviométricos, que se estende até outubro, completando assim o ciclo anual.

Figura 52. Precipitação pluviométrica (mm) mensal observada em 2022 e Climatologia da precipitação (mm) para os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no ano de 2022 e a Média Mensal Climatológica.

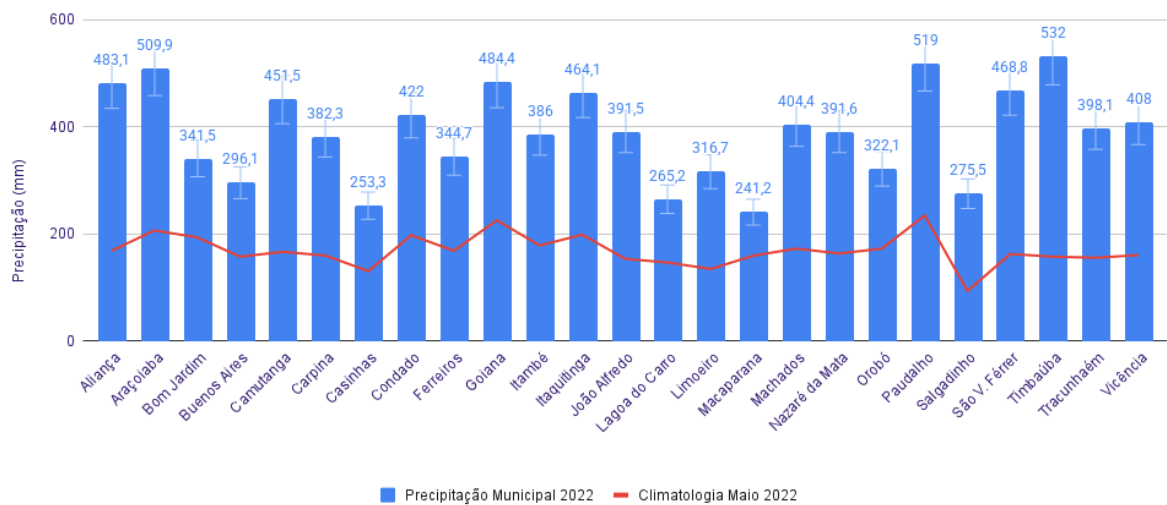


Fonte: Próprios Autores (2025)

O ano de 2022 apresentou um comportamento pluviométrico bastante irregular na BHRGOI. O padrão de precipitações mostrou-se oscilante ao longo dos meses, com variações significativas em relação à média histórica. Janeiro iniciou com um volume de chuvas 46,4% acima da média, seguido por uma queda expressiva em fevereiro, que registrou precipitações 48,9% abaixo do esperado. Em março, houve uma nova elevação, com um excedente de 79,0%, mas abril voltou a apresentar déficit, ficando 49,5% abaixo da média. Maio destacou-se como o mês mais chuvoso do ano, registrando um notável excedente de 130,6% em relação à média histórica e marcando a ocorrência de uma inundação na bacia. Após este pico, observou-se uma acentuada tendência decrescente das precipitações, com junho (42,6%) e três meses consecutivos de déficit: agosto (-23,08%), setembro (-53,9%) e outubro (-31,4%). A conclusão do ano caracterizou-se por novas oscilações, com o mês de novembro apresentando um excedente de 167,3%, enquanto o mês de dezembro concluiu 2022 aproximadamente na média, com apenas 2,9% abaixo do valor esperado.

A Figura 53, apresenta os níveis de precipitação registrados em cada município, permitindo uma análise abrangente da distribuição espacial na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana durante o mês de maio de 2022. Esse mês se destacou por apresentar o maior volume de chuva do ano, e sucedendo em um evento de inundação na bacia.

Figura 53. Acumulado Mensal pluviométrica (mm) para os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana no mês de maio de 2022 e os dados Climatológicos para o mês de maio de cada município.



Fonte: Próprios Autores (2025)

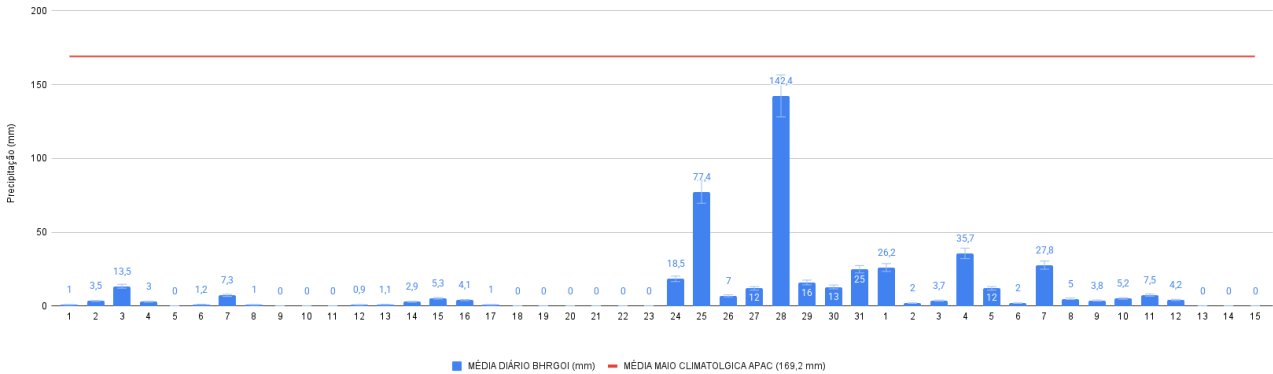
Em referência aos dados climatológicos médios da APAC (2025), todos os municípios da Bacia Hidrográfica do rio Goiana registraram níveis de precipitação significativamente superiores aos normalmente esperados. Esta análise indica um aumento substancial nos volumes de chuva em comparação com as médias históricas das últimas três décadas.

Como observado anteriormente, o mês de maio de 2022 apresentou índices pluviométricos elevados. Essa observação é corroborada pelo boletim meteorológico de maio, APAC (2022), que indica que na região da Zona da Mata, a distribuição das chuvas resultou em um acumulado de precipitação superior a 400 mm. Entre os municípios da bacia do rio Goiana com índices superiores a 500 mm distribuídos em um único mês, Timbaúba registrou 532 mm de precipitação, seguido de Paudalho com 519 mm e Araçoiaba com 509,9 mm. Os demais municípios também registraram altos volumes de chuvas num curto espaço de tempo, apresentando um acumulado de 9753 mm de precipitação para toda a bacia. Oliveira et al. (2014) alertam que em caso de precipitação extraordinária com distribuição espacial da chuva ao longo das bacias, desde a cabeceira até a foz acompanhando a onda de cheia, contribui para o aumento do nível dos rios em um curto intervalo de tempo.

Numa perspectiva comparativa da precipitação em relação às médias esperadas para maio de 2022, o município de Timbaúba apresenta o caso mais extremo, com um aumento de 236,7% na quantidade de chuva recebida. Em seguida, o município de Salgadinho se destaca com um excesso de 193,1%, enquanto o município São Vicente Férrer e Aliança registraram 187,6% e 185,9% acima do esperado, respectivamente.

Souza, *et al.* (2012) enfatiza a importância de considerar a ocorrência de dias consecutivos de precipitação na análise de impacto, particularmente para a previsão de desastres. Desta forma, a Figura 54 apresenta uma análise diária, compreendendo o período de 1º de maio e estendendo-se até 15 de junho. Este intervalo temporal permite uma visão abrangente, possibilitando a identificação de eventos específicos na bacia hidrográfica do rio Goiana.

Figura 54. Média diária da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana entre 01 de maio a 15 de junho de 2022. Comparativo com a média mensal, maio, dos dados Climatológicos da APAC.

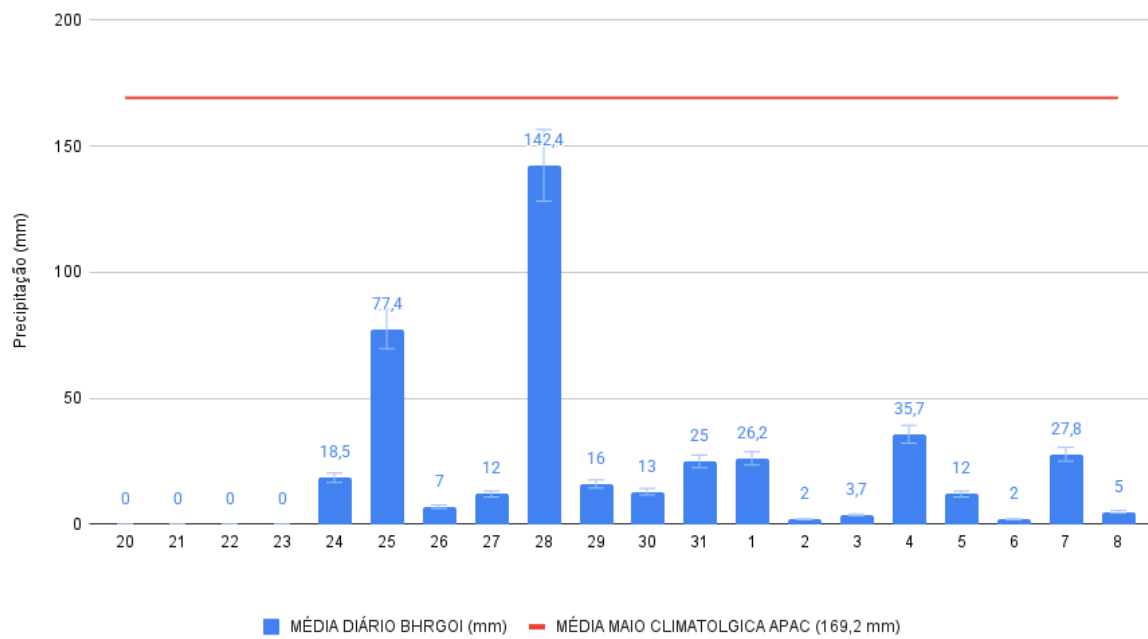


Fonte: Próprios Autores (2025)

Entre maio e junho de 2022, a Bacia do Rio Goiana enfrentou um período de intensa atividade pluviométrica, caracterizado por variações significativas nos níveis de precipitação. De acordo com os dados da APAC, a média climatológica mensal para maio é de 169,2 mm. No entanto, até o dia 23, os índices permaneceram muito abaixo dessa média, registrando uma pluviometria bastante reduzida. A partir de 24 de maio até 1º de junho, houve um aumento expressivo nas chuvas, marcando um período de precipitação extrema na região. Entre 2 e 15 de junho, a Bacia do Rio Goiana apresentou chuvas em gradual declínio após o pico de maio, com volumes muito baixos (2,0 mm e 3,7 mm em 2 e 3/06), um breve aumento em 4 e 5/06 (35,7 mm e 12,0 mm) e mais um episódio isolado em 7/06 (27,8 mm). Nos demais dias, os valores ficaram abaixo de 8 mm/dia, e não houve precipitação de 13 a 15 de junho, sinalizando o fim do evento intenso. Oliveira et al. (2014) enfatizam a importância da precipitação antecedente na intensificação de cheias (inundações). Onde os solos saturados devido a chuvas anteriores aumentam o escoamento superficial e agravam os impactos das inundações.

Fazendo um recorte entre 20 de maio e 08 de junho de 2022, Figura 55, a bacia hidrográfica do rio Goiana sofreu um evento extremo de precipitação, acumulando 425,7 mm em 20 dias, valor quase quatro vezes superior à climatologia proporcional para o período.

Figura 55. Média diária da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana entre 20 de maio a 08 de junho de 2022. Comparativo com a média mensal, agosto, dos dados Climatológicos da APAC.



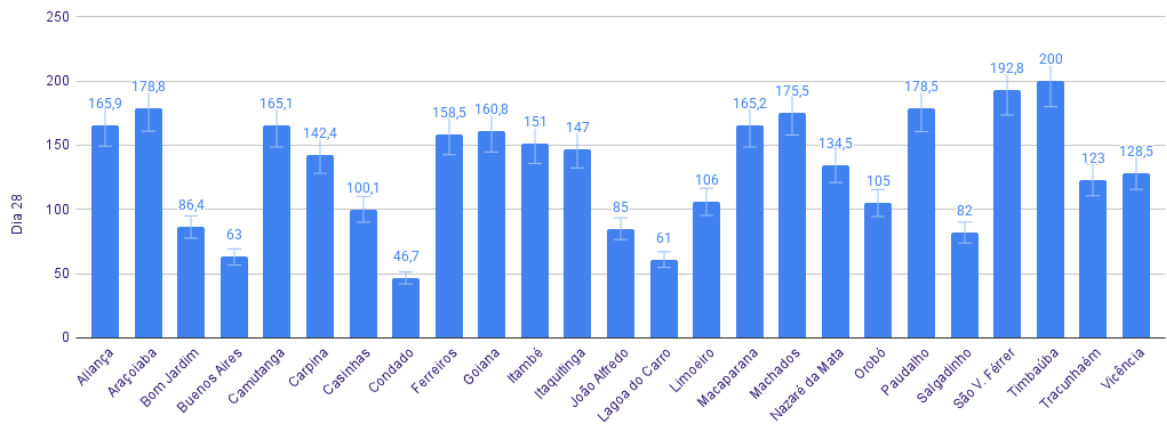
Fonte: Próprios Autores (2025)

Após quatro dias sem chuva (20–23/05), iniciou-se um ciclo intenso a partir de 24 de maio, culminando em um pico de 142,4 mm em 28/05, o que sozinho correspondeu a 84 % da média histórica mensal de maio. Este fenômeno está alinhado com as observações de Souza, *et al.* (2012,b), que identificaram um aumento na frequência de eventos extremos de chuva a partir da década de 1980 no município de Recife, localizado a aproximadamente 40 km da bacia.

Segundo a APAC (2022), a precipitação intensa que ocorreu no dia 25 de maio resultou de uma confluência de massas de ar contrastantes, o ar frio vindo do sul encontrando ar quente local a baixas altitudes. No dia 28 de maio de 2022, o sistema meteorológico foi caracterizado por Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL's) atuando em conjunto com a extremidade de Sistemas Frontais. Estes fenômenos meteorológicos provocaram eventos extremos de chuva acompanhadas de rajadas de vento e trovoadas. As consequências destes eventos foram devastadoras, incluindo a queda de árvores, inundações, alagamentos em áreas urbanas e deslizamentos de terra.

A Figura 56 apresenta a distribuição dos extraordinários 3302,7 mm precipitados na bacia hidrográfica do rio Goiana, por município. Esta representação visual oferece uma perspectiva detalhada da variação, destacando os municípios que receberam maiores volumes de chuva no dia 28 de maio.

Figura 56. Acumulado pluviométrico diário para todos os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana do dia 28 de maio de 2022. Comparativo com a média mensal, agosto, dos dados Climatológicos da APAC.



Fonte: Próprios Autores (2025)

Os municípios que se destacam com os maiores volumes de chuva no dia 28 de maio foram Timbaúba (200 mm), São Vicente Ferrer (192,8 mm), Araçoiaba (178,8 mm) e Paudalho (178,5 mm). Dessa forma, é possível compreender o motivo pelo qual o ano de 2022 foi excepcionalmente chuvoso na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, resultando em uma inundação de grandes proporções e com impactos socioambientais significativos no dia 28 de maio, conforme ilustrado na Figura 57.

Figura 57. Fotografia aérea da inundação de 2022 no município de Goiana. Planície inundada entre a sede municipal e ao fundo da imagem a RESEX Acaú-Goiana.



Fonte: Foco (2022)

5.2.2 Caracterização do uso e ocupação do solo na planície de inundação em 2022

Os resultados referentes ao uso e ocupação do solo na planície de inundação da BHRGOI são apresentados através de três plataformas complementares: tabelas, gráficos e mapas. Cada uma dessas ferramentas possui características específicas que, quando combinadas, potencializam a análise e melhoram a comunicação das informações. As tabelas fornecem dados detalhados, os gráficos facilitam a visualização das proporções e os mapas ilustram a distribuição espacial. A utilização integrada destas ferramentas garante uma compreensão mais abrangente e aprofundada dos dados, otimizando a análise, interpretação e comunicação da informação.

Utilizando os dados espaciais projetados em UTM, oriundos do arquivo raster adquirido do projeto MapBiomias, foi possível a construção da Tabela 5. Esta tabela organiza as informações de área em metros quadrados (m²), associadas aos códigos das classes de uso e cobertura da terra da Coleção 8 do MapBiomias, bem como suas respectivas descrições de legenda.

O Quadro 6 facilita a compreensão da distribuição espacial dos diversos usos e ocupações do solo na planície de inundação, apresentando a classificação do MapBiomias. Essas classes incluem Floresta, Formação Natural Não Florestal, Agropecuária, Área Não Vegetada e Corpos d'água. Além disso, cada uma dessas classes engloba subclasses

específicas, detalhando a diversidade de usos e ocupações do solo presentes na região de estudo.

Quadro 6. Distribuição das Classes, Subclasses e valores das áreas.

CLASSE	SUBCLASSE	NEW ID	ÁREA (m ²)	ÁREA (%)
1. Floresta	1.1 Formação Florestal	3	48690000 m ²	8,60%
	1.2 Formação Savânica	4	1262700 m ²	0,22%
	1.3 Mangue	5	30913200 m ²	5,46%
2. Formação Natural não Florestal	2.1 Campo Alagado e Área Pantanosa	11	96300 m ²	0,3%
3. Agropecuária	3.1 Pastagem	15	1697400 m ²	3,32%
	3.2.1.2 Cana (Agricultura/Lavoura temporária)	20	18778500 m ²	25,49%
	3.3 Silvicultura	9	144283500 m ²	0,02%
	3.4 Mosaico de Usos (Agricultura e Pastagem)	21	294973200 m ²	52,11%
4. Área não Vegetada	4.1 Praia e Duna	23	4500 m ²	0,00%
	4.2 Área Urbanizada	24	10728000 m ²	1,90%
	4.3 Mineração	30	368100 m ²	0,07%
	4.4 Outras áreas não vegetada	25	51300 m ²	0,01%
5. Corpo D'água	5.1 Rio, Lago e Oceano	33	4536900 m ²	0,80%
	5.2 Aquicultura	31	9703800 m ²	1,71%

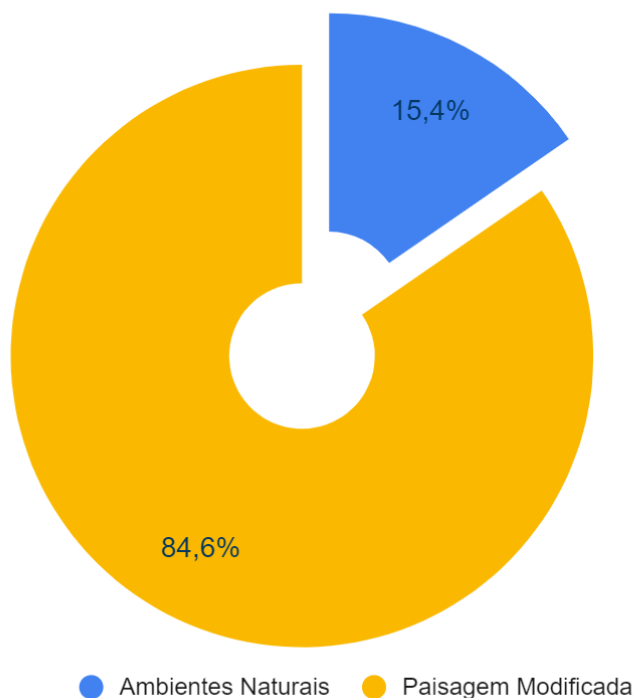
Fonte: Próprios Autores (2024).

Desta forma, é possível observar uma visão detalhada da distribuição espacial dos diversos usos e ocupações do solo na planície de inundação, referente ao ano de 2022. Essa organização facilita uma compreensão abrangente da área, permitindo uma comparação eficiente entre as diferentes categorias. Além disso, a inclusão de medidas de área em metros quadrados (m²) e porcentagem (%) permite uma análise da distribuição espacial, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica territorial.

A Figura 58 apresenta a composição dos ambientes naturais e da paisagem modificada na planície de inundação. A transformação extensiva da planície de inundação pela ação humana é evidente. Atualmente, 84,63% da área é composta por paisagens modificadas, enquanto apenas 15,38% permanecem como ambientes naturais. A Categoria

Áreas Modificadas englobam a Classe Agropecuária, a Classe Área não vegetada e a Subclasse Aquicultura. Por outro lado, A Categoria Ambientes Naturais são constituídos pela Classe Floresta, Classe Formação Natural não Florestal e Subclasse Rios e Lagos.

Figura 58. Composição dos Ambientes Naturais e Paisagem Modificada na Planície de inundação da BHRGOI.

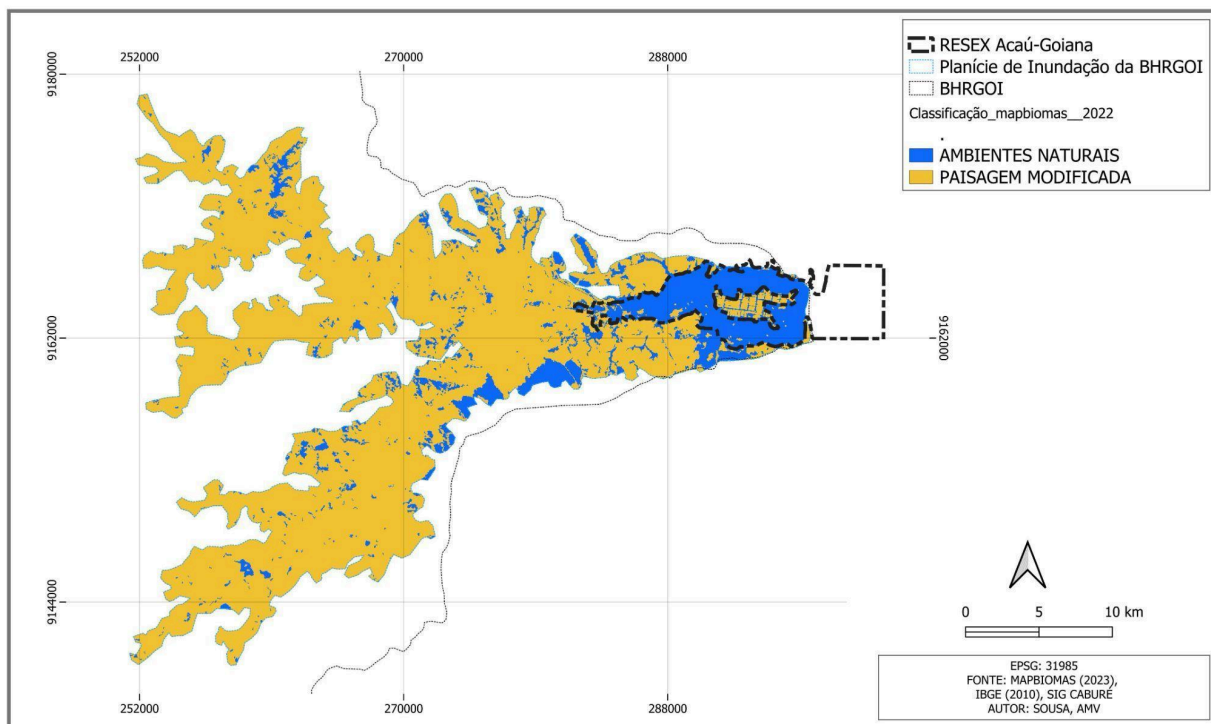


Fonte: Próprios Autores (2024).

As consequências dessa predominância das atividades humanas são particularmente evidentes no setor agrícola. Como destaca a OAS (1991), a agricultura é frequentemente a principal atividade de ocupação em planícies de inundação. Apresentam intervenções como valas de drenagem, sistemas de irrigação e desvios de água que alteram o fluxo hídrico. Outro fator preocupante é a sua posição de Matriz, paisagem circundante que envolve manchas ou fragmentos de habitat (KUPFER, 1995). Nesse contexto, o MMA (2003) destaca que quando a matriz é desfavorável, como em áreas de agricultura intensiva, ela não apenas limita a dispersão de espécies, mas também intensifica o isolamento dos fragmentos, ampliando os impactos nos ambientes naturais remanescentes.

A Figura 59 apresenta um mapa da classificação da paisagem da planície de inundação nas duas categorias: Ambientes Naturais e Paisagem Modificada. Essa abordagem oferece uma análise direta e compreensível da composição básica da paisagem, destacando claramente a distinção entre áreas preservadas e aquelas alteradas pela ação humana. Essa representação oferece uma visão clara da extensão das transformações humanas na área, sendo sua relevância na dissertação a capacidade de sintetizar e localizar a intensa modificação da paisagem natural pela ação antrópica. Além disso, permite identificar áreas prioritárias para conservação, bem como regiões que possam necessitar de intervenções ou manejo específico.

Figura 59. Mapa da divisão dos Usos e ocupações da planície de inundação da BHRGOI, classificação binária dos dados do MapBiomas.



Fonte: Próprios Autores (2024)

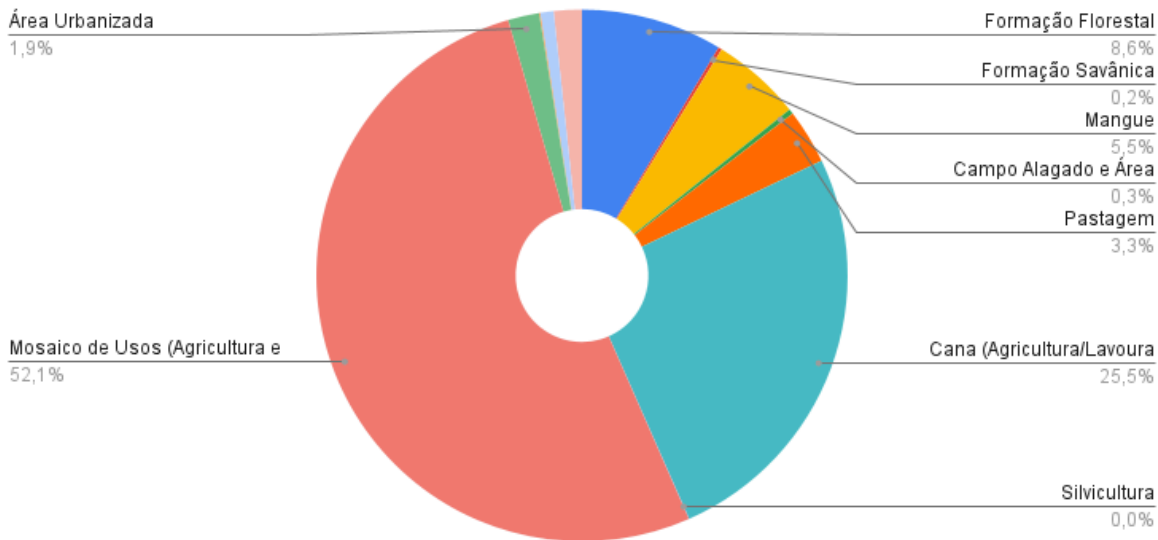
Maffra e Mazzola (2007) observam que essas intervenções antrópicas agravam a degradação ambiental, aumentando a probabilidade de fenômenos naturais que muitas vezes resultam em desastres, causando danos significativos às comunidades locais.

As florestas e outras formações naturais foram extensivamente substituídas por áreas de cultivo de cana-de-açúcar e pastagem, resultando em fragmentos isolados. Rodrigues (2020) indica que o desmatamento ocasionou significativa perda de diversidade genética e

biológica. Segundo o MMA (2003), a fragmentação e o isolamento comprometem a diversidade genética, prejudicando a adaptação das populações. A fragmentação é uma das principais causas da perda de biodiversidade, resultando em menor quantidade de espécies, simplificação das comunidades e extinções. Portanto, é evidente que as mudanças na paisagem têm ramificações que se estendem por diversos aspectos do ecossistema, desde a biodiversidade até a dinâmica hídrica. A Estratégia Internacional para Redução de Desastres (ISDR, 2003) enfatiza que o desmatamento não apenas afeta a biodiversidade, mas também intensifica as inundações. Esta prática, associada ao uso inadequado do solo, acelera a erosão e provoca o assoreamento dos rios, influenciando na severidade das inundações.

Para quantificar e localizar as áreas afetadas por essas alterações, realizou-se uma análise minuciosa do uso do solo, conforme ilustrado na Figura 60. Esta figura representa diretamente os itens da tabela e detalha a divisão dos usos e ocupações em nível de subclasse. Essa abordagem permite uma análise mais aprofundada das diferentes áreas, atividades antrópicas e ocupação do solo na planície de inundação, oferecendo uma nova perspectiva sobre a dinâmica da região.

Figura 60. Gráfico da divisão dos Usos e ocupações da planície de inundação da BHRGOI, no Nível das Subclasses da classificação do MapBiomas.



Fonte: Próprios Autores (2024)

De forma clara, verifica-se a distribuição percentual das subclasses de uso do solo na planície de inundação, facilitando uma análise detalhada dos padrões de ocupação e da proporção de cada categoria em relação à área total. Essa visualização potencializa a compreensão da diversidade e complexidade no uso do solo da região. Esse resultado entra em consonância com a classificação da CPRH (2019) para área de estudo, onde caracteriza o uso do solo para a bacia hidrográfica do rio Goiana em áreas de ocupação urbana e industrial, cultivo de cana-de-açúcar, policultura e pecuária, áreas de Mata Atlântica, além de manguezais e aquicultura na zona litorânea.

A cultura da cana-de-açúcar se estabeleceu em áreas de planícies fluviais, nos vales dos rios, em todas as regiões onde foi introduzida no Brasil (RODRIGUES, 2020; SILVA, 2010). Essa tendência histórica de ocupação se perpetua e reflete na atual configuração do uso do solo na planície de inundação da BHRGOI. Nessa área, predomina a subclasse Mosaico de Usos, abrangendo 52,11% da área total, representando regiões onde a distinção entre pastagem e agricultura não é claramente definida. A subclasse Cana-de-açúcar é responsável por 25,49% da ocupação, enquanto a pastagem por 3,32%. Juntas, formam a categoria Agropecuária, que ocupa 80,92% da área da planície de inundação. Tal distribuição do uso do solo corrobora o estudo de Santos (2010), que identifica a Agropecuária como os principais usos na Bacia hidrográfica do rio Goiana, com destaque para o cultivo de cana-de-açúcar.

Este uso extensivo da terra tem implicações significativas para o ecossistema local. De acordo com Barletta *et al.* (2009), o cultivo da cana-de-açúcar constitui o principal uso da terra no entorno da porção estuarina do rio Goiana. Além disso, o processo de cultivo engloba vários procedimentos necessários como preparo do solo, adubação, proteção química contra competidores, predadores e parasitas, além da irrigação.

Gunkel (2006) avalia o impacto da indústria da cana-de-açúcar na qualidade da água. A pesquisa centra-se na prática da fertirrigação com vinhaça, método que usa o efluente da destilação como fertilizante e para irrigação. Os resultados mostram uma forte correlação entre a precipitação e o aumento de concentrações de vários elementos químicos no rio, sugerindo que a chuva causa o transporte de contaminantes dos canaviais para os corpos d'água, evidenciando o impacto ambiental desta prática agrícola na qualidade da água local. Macedo (2005) vai no mesmo sentido e apontando uma ligação entre a reciclagem da vinhaça e a potencial contaminação das águas subterrâneas através da lixiviação, sugerindo impactos prejudiciais para aplicações superiores a 300 m³ / ha.

Subclasses como Formação Florestal, que correspondem a apenas 8,6% da área, evidenciam a destruição histórica da vegetação do Bioma Mata Atlântica, resultado de processos intensos de exploração ao longo dos séculos. Rodrigues (2020) destaca que um dos efeitos mais marcantes das atividades humanas sobre a paisagem é a retirada da cobertura vegetal. No caso específico do plantio de cana-de-açúcar, a Floresta Pluvial Atlântica, a primeira a ser severamente impactada.

O estuário do rio Goiana-Megaó é classificado por Silva (2011) como um estuário de Planície Costeira, também conhecido como vale inundado. Com sua formação ocorrendo durante a transgressão marinha no Holoceno, período em que a inundação dos vales dos rios superou a taxa de sedimentação, resultando na configuração atual do estuário. Nesse contexto de formação e características geomorfológicas, é importante destacar a presença significativa da vegetação de mangue que atualmente ocupa 5,46% da planície de inundação do rio Goiana. Apesar do histórico de exploração intensiva dos manguezais, caracterizada pelo desmatamento contínuo para abastecer fornos ou produzir cinzas para purificação do caldo Rodrigues (2020), análises recentes têm apresentado resultados promissores. Cidreira-Neto et al. (2024) apresentam um estudo sobre o ecossistema manguezal na Bacia do Rio Goiana, Reserva Extrativista Acaú-Goiana. Os resultados, abrangendo um período de 27 anos (1992 a 2019), indicam que a vegetação de mangue na RESEX apresentou relativa estabilidade. Essa observação sugere a eficácia dos esforços de gestão local implementados.

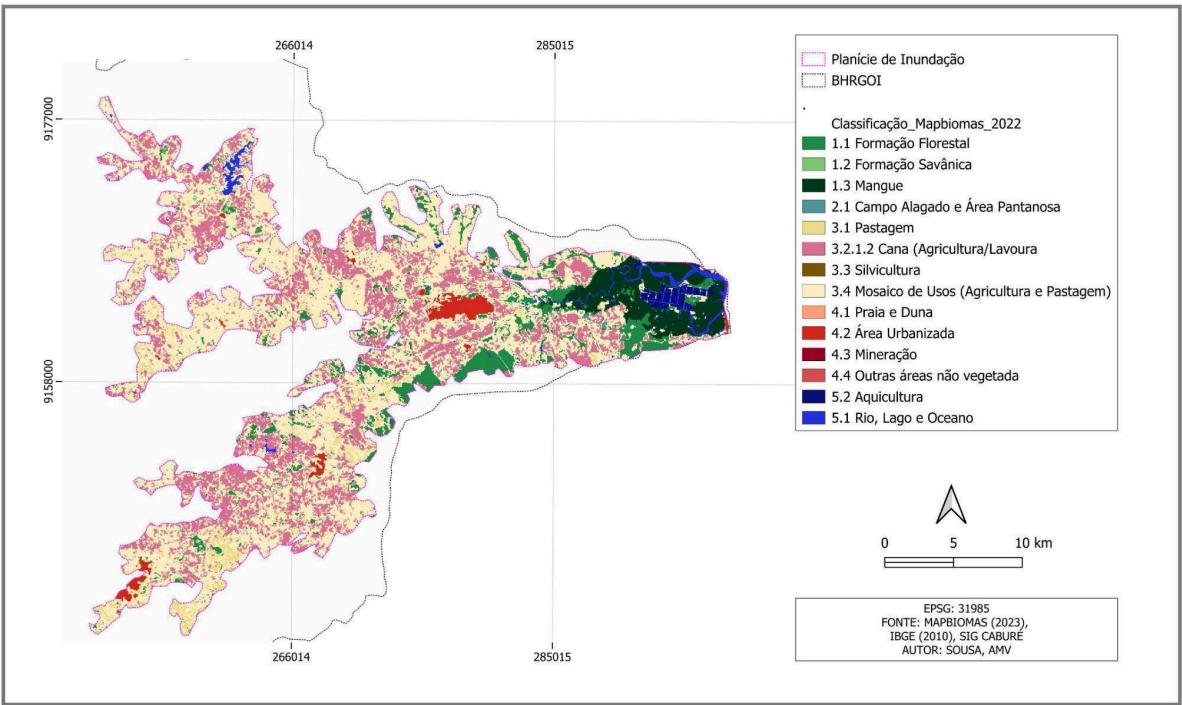
Interessante notar que a aquicultura ocupa 1,71% da área total, uma proporção significativamente maior em comparação com os açudes, barragens e rios, que ocupam apenas 0,8%. A  rea dedicada à aquicultura é cerca de 2,13 vezes maior do que a área ocupada por açudes, barragens e rios. Barletta *et al.* (2009) destacam a presença de fazendas de aquicultura no estuário do rio Goiana, locada nas regiões do médio e baixo estuário, onde ocupam extensas áreas de manguezais, utilizam água retirada do estuário e descartam efluentes diretamente no canal principal, intensificando impactos ambientais.

O Guia do Participante para o Plano de Manejo da RESEX Acaú-Goiana (BRASIL, 2023) destaca a presença do extenso viveiro de carcinicultura no centro do estuário. Curiosamente, embora esteja situado em uma área de preservação permanente, esse viveiro foi excluído dos limites da RESEX quando esta foi estabelecida. Ao longo dos anos, observou-se um aumento significativo na área dedicada à carcinicultura no estuário do rio Goiana, na ilha de Tiriri, resultando em impactos notáveis na vegetação circundante (SILVA

et al., 2020). Diante desse cenário de expansão, é crucial considerar as implicações ambientais dessa atividade. Cidreira-Neto *et al.* (2024) ressaltam que o estabelecimento destes viveiros de carcinicultura no centro do estuário levanta preocupações sobre a degradação.

O mapa apresentado na Figura 61 ilustra a localização geográfica das diversas categorias de uso e ocupação do solo na planície de inundação da BHRGOI, servindo como uma ferramenta essencial para a compreensão da distribuição dos usos do solo na área de estudo. O mapa foi gerado através do software QGIS, utilizando dados raster em formato TIFF adquiridos do Google Earth Engine (GEE). Esta representação cartográfica mostrou-se fundamental para a compreensão da localização e extensão das diferentes categorias de uso do solo ao nível das subclasses.

Figura 61. Mapa da divisão dos Usos e ocupações da planície de inundação da BHRGOI, no Nível das Subclasses da classificação do MapBiomas.



Fonte: Próprios Autores (2024)

O mapa expõe a complexa dinâmica da planície de inundação da BHRGOI, caracterizada por um uso do solo diversificado. Predominam extensas áreas contínuas de Agropecuária (Subclasses de Cana-de-açúcar, pastagem e Mosaico de Uso), enquanto a Formação Florestal, embora presente, aparece de forma restrita e fragmentada, reflexo da degradação ambiental histórica da região.

A fragmentação é um processo de divisão de habitats contínuos em áreas menores e isoladas, conforme definido pelo MMA (2003), este fenômeno está intrinsecamente ligado aos ciclos econômicos brasileiros, como a exploração do pau-brasil e o cultivo da cana-de-açúcar. A indústria da cana-de-açúcar tem sido um dos principais fatores responsáveis pelo intenso desmatamento, resultando em uma significativa redução da cobertura florestal.

Por outro lado, a Subclasse Áreas Urbanizadas surgem no mapa como pequenos núcleos dispersos. Embora representem apenas 1,9% da extensão total da planície de inundação da BHRGOI, sua presença não deve ser subestimada devido ao seu potencial poluidor. Apesar de ocuparem uma fração reduzida da área, essas zonas urbanizadas exercem um impacto significativo que merece atenção. Adicionalmente, é importante considerar as demais áreas urbanas que, mesmo não estando construídas na planície de inundação, localizam-se em suas bordas, despejando seus efluentes nos corpos hídricos. A ocupação urbana e industrial, juntamente com o lançamento de efluentes domésticos, representa uma significativa fonte de poluição para o rio Goiana e seus afluentes. Esses impactos ambientais na bacia do rio comprometem a qualidade da água (CONDEPE-FIDEM, 2005; CPRH, 2019).

Cidreira-Neto *et al.*, (2022) analisando a qualidade da água no rio Goiana, especificamente na área da Reserva Extrativista (RESEX) Acaú-Goiana, identificou baixos níveis de OD e as altas concentrações de DBO indicando um estado de hipóxia. Além de níveis elevados de coliformes termotolerantes sugerindo contaminação por esgoto doméstico sem tratamento adequado, excedendo o limite estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A Subclasse Mangue, Área Úmida da BHRGOI que contribui para sua diversidade ecológica, concentra-se na região entremarés do estuário da bacia, regularmente inundada pela água do mar. A sua localização corresponde às expectativas para esse ecossistema, ocupando seu habitat natural. Cidreira-Neto *et al.* (2024) aborda que esse manguezal desempenha um papel crucial como berçário para a biodiversidade marinha e estuarina, fornecendo uma infinidade de serviços ecossistêmicos e intrinsecamente ligados à dinâmica socioeconômica. Após um longo processo de luta contra a degradação ambiental e a exploração predatória dos recursos naturais, liderado pelas marisqueiras das comunidades locais, esse manguezal foi finalmente reconhecido como área protegida em 2007, com a criação da RESEX Acaú-Goiana (FADIGAS *et al.*, 2010).

A Subclasse classificada como Rio, Lago e Oceano representa a rede hídrica na área estudada, incluindo rios como Capibaribe, Sirigi, Tracunhaém, Goiana e Megaó, além de açudes e barragens. Destaca-se o reservatório Guararema no rio Itambé, em Camutanga, Pernambuco, com área de drenagem de 69,7 km², usado para irrigação e abastecimento. A barragem tem 227 hectares e capacidade de 18 milhões de metros cúbicos (PERNAMBUCO, 2004).

Na década de 1990, o maior empreendimento de carcinicultura no litoral pernambucano estava localizado na ilha de Tiriri, com cultivo e beneficiamento de camarão marinho (GARLIPP, 2010). Essa atividade representa a classe Aquicultura que caracteriza-se pela extensa presença de tanques de carcinicultura no interior do vasto manguezal do estuário dos rios Goiana e Megaó (ICMBIO, 2018). Tal situação evidencia a complexidade da gestão da área protegida, uma vez que grandes viveiros de camarão estão inseridos no manguezal do Rio Goiana, tendo sido declarados como área de exclusão da RESEX (ICMBIO, 2023). Além de ser território histórico de uso tradicional dos pescadores, habitat do goiamun, espécie criticamente em perigo de extinção (SILVEIRA e BUTI, 2022).

As áreas de Campo Alagado e Pantanosas, pertencentes à Classe Formação Natural não Florestal, representam apenas 0,3% da vegetação natural influenciada por sistemas fluviais e/ou lacustres na planície de inundação do rio Goiana. Essa vegetação, que se desenvolve em áreas sob influência de rios ou lagos, está localizada nas proximidades dos bosques de Mangue.

Freyre (1937) retrata a paisagem dos vales e várzeas dos rios do Nordeste, destacando a presença de solos encharcados, pauis e lagoas. Embora a cana-de-açúcar prospere nas várzeas, o autor ressalta que há um limite para seu cultivo: a terra melada, mole e indecisa de mangue. Essa descrição histórica é complementada por estudos mais recentes. Rodrigues (2020) complementa essa análise ao destacar, que a expansão do cultivo da cana-de-açúcar em áreas úmidas, como lagoas e brejos cercados por restingas e manguezais, foi viabilizada pela execução de obras de drenagem. Essa prática de conversão de áreas úmidas em terras cultiváveis não se limitou ao passado. De fato, em muitas regiões, as agroindústrias modernas destruíram áreas úmidas ao convertê-las em terras de cultivo (JUNK *et al.*, 2013).

Embora represente uma pequena parcela, a presença de vegetação de campo alagado revela a amplitude das Áreas Úmidas na planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio

Goiana. Essa constatação amplia nossa compreensão, mostrando que essas áreas não se restringem apenas à região costeira inundada pelas águas salgadas da maré, que tem uma forte relação com a delimitação da RESEX, mas se estendem em direção ao interior da bacia.

Os extremos pluviométricos na Bacia Hidrográfica do Rio Goiana desencadeiam inundações fluviais na planície, evidenciando as áreas alagáveis durante esses eventos hidrometeorológicos. Nesse momento, ocorre a conexão entre ambientes aquáticos e terrestres, criando um ecossistema singular, transicional e dinâmico. Essa unidade indivisível é denominada sistema rio-planície de inundação (JUNK *et al.* 1989), Figura 62.

Figura 62. Fotografia aérea da inundação na planície de inundação do rio Goiana. RESEX, ao fundo da imagem.



Fonte: G1-Vinícius Oliveira 2022

Este fenômeno está intrinsecamente relacionado ao conceito de pulso de inundação introduzido por Junk *et al.* (1989), onde as flutuações dos níveis de água, causadas por inundações regulares, influenciam na estrutura ecológica (JUNK e CUNHA, 2024). Assim, as inundações são eventos naturais essenciais para os processos geomorfológicos dos rios e das planícies de inundação (LEOPOLD *et al.*, 1964), além de desempenharem um papel fundamental nos processos ecológicos (JUNK *et al.*, 1989). Nesse contexto, é importante compreender como essas áreas são delimitadas. A extensão de uma área úmida pode ser determinada pela borda da área permanentemente inundada ou encharcada, ou, no caso de

níveis de variação do nível da água, pelo limite da área influenciada durante a inundação máxima média (JUNK *et al.*, 2013), Figura 63.

Figura 63. Registro aéreo da inundação em Goiana (2022). Monocultura da cana-de-açúcar, área urbana, estação elevatória e rodovia BR-101 inseridas na Área Úmida.



Fonte: Júnior (2022). A Estação elevatória estava sendo construída.

A análise da paisagem da BHRGOI revela uma realidade preocupante. A planície de inundação sofreu modificações em 84,63% de sua extensão, sendo 80,92% dessa área está ocupada por atividades agropecuárias.

Conforme evidenciado ao longo deste livro, as atividades agropecuárias representam uma ameaça significativa para a maioria das pequenas AUs no Brasil. A drenagem de solos encharcados e a modificação da vegetação natural causam perturbações no ciclo hidrológico, poluição dos corpos d'água devido ao uso de agrotóxicos e perda de biodiversidade. É imperativo aprimorar a legislação ambiental que aborda a proteção dessas áreas, a fim de evitar a manipulação dessas AUs e a perda dos diversos serviços ecossistêmicos que elas oferecem tanto ao meio ambiente quanto à população. Entretanto, o setor agropecuário detém poder econômico e político específico, o que resulta em forte oposição à tentativa de implementação de uma legislação ambiental mais eficaz (JUNK e CUNHA, 2024, p. 707)

Essa transformação tem implicações significativas para a resiliência ecológica e a gestão ambiental da região. A extensa modificação da planície de inundação, majoritariamente para fins agropecuários, compromete a capacidade natural do ecossistema de regular e absorver as inundações, Figura 64.

Figura 64. Canavial na Estrada da Usina Maravilha inundado no Pulso ocorrido em 17 de julho de 2011 na cidade de Goiana-PE.



Fonte: Pereira (2011)

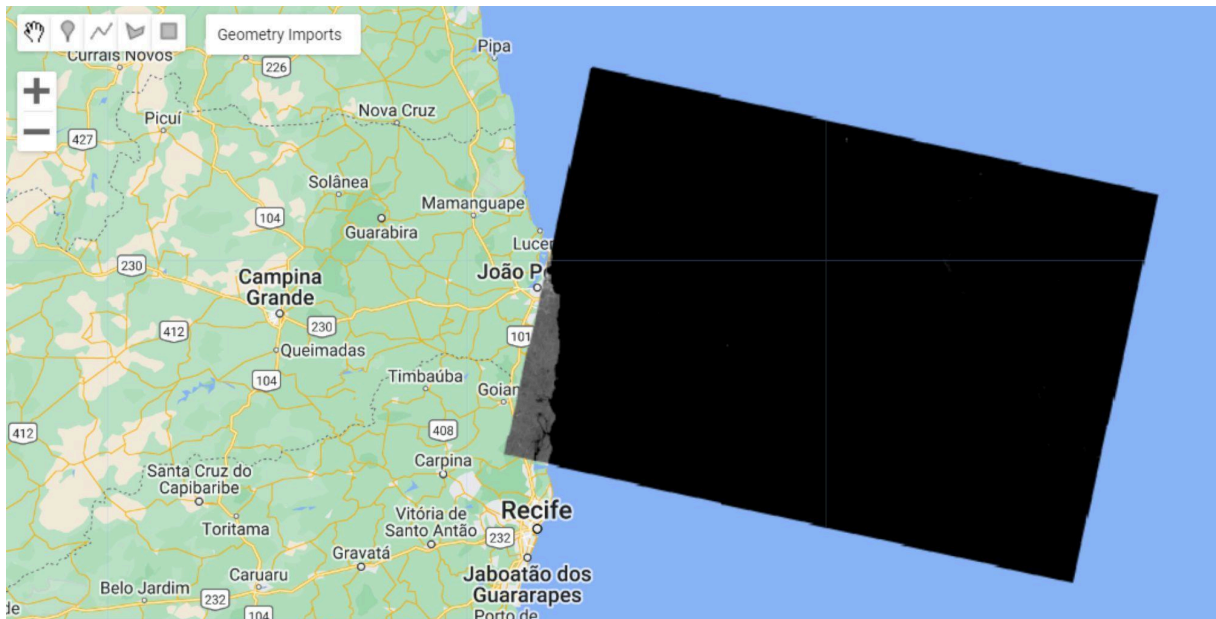
A recorrência das inundações, combinada com a extensa modificação da paisagem, extremos pluviométricos e seu histórico de poluição, evidencia a necessidade urgente de políticas de ordenamento territorial e novas práticas de uso do solo que respeite a dinâmica natural do sistema rio-planície de inundação.

5.2.3 Mapeamento da abrangência da mancha de inundação ocorrida no ano de 2022

Em 28 de maio de 2022, o satélite Sentinel-1A sobrevoou o Nordeste Brasileiro, incluindo a área de estudo. Durante sua varredura progressiva ao longo da faixa litorânea,

com uma largura de 250 km, o satélite capturou principalmente a região marítima. O limite oeste da imagem alcançou um pequeno trecho do manguezal do rio Goiana e Megaó. Consequentemente, no auge da inundação, não foi possível identificar a abrangência do fenômeno, Figura 65.

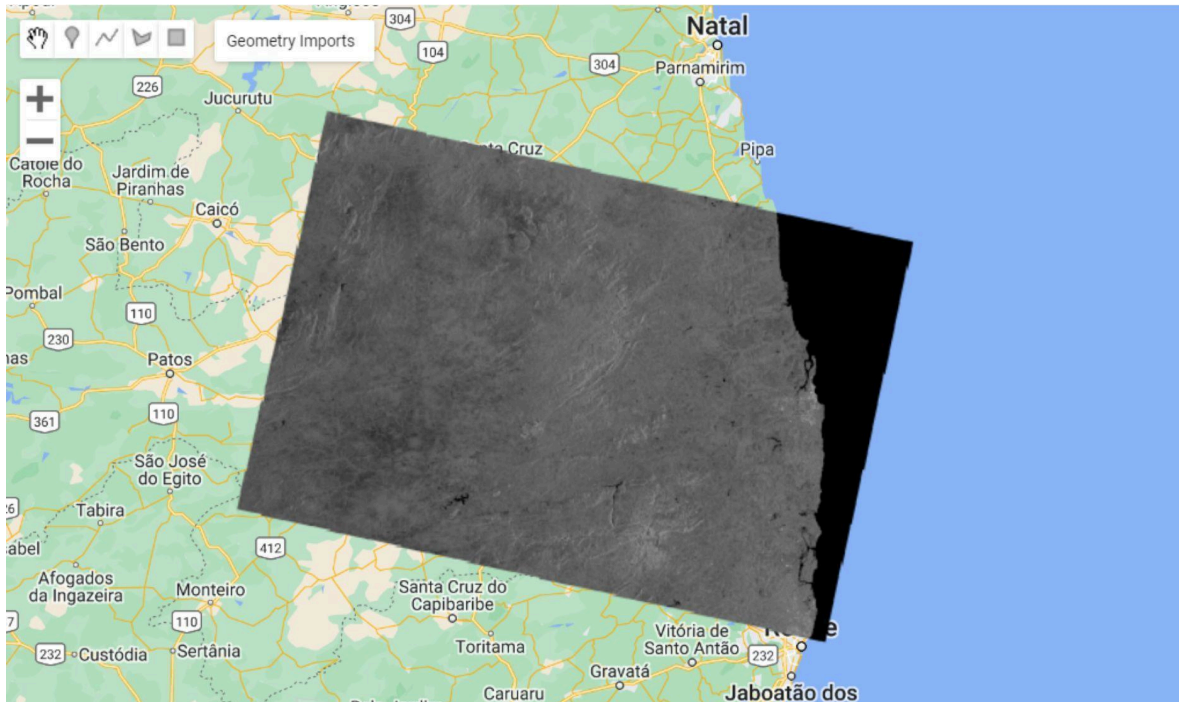
Figura 65. Imagem de radar (SAR), GRD do Sentinel-1 no dia 28 de maio de 2022, processada na Plataforma do GEE.



Fonte: Próprios Autores (2024).

Devido à dinâmica de resolução temporal do Sentinel-1, especificamente a frequência com que um satélite revisita a mesma área na Terra, o imageamento da área de estudo ocorreu em 2 de junho de 2022, cinco dias após o pico do evento. Essa periodicidade de revisita permitiu a captura da extensão da inundação durante uma fase de regressão, Figura 66.

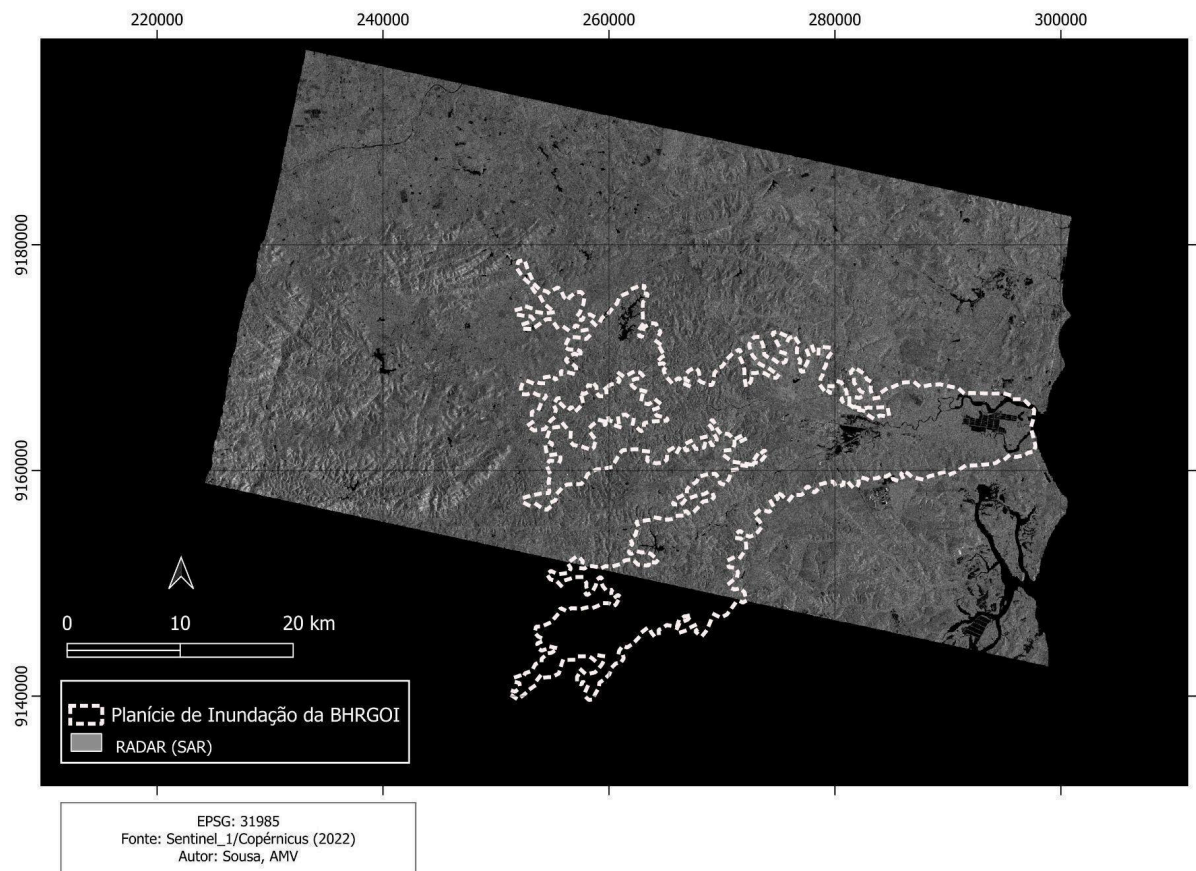
Figura 66. Imagem de radar (SAR), GRD do Sentinel-1 no dia 02 de junho de 2022, processada na Plataforma do GEE.



Fonte: Próprios Autores (2024).

O processamento dos dados SAR foi realizado com uma imagem SLC (Single-Look Complex) da banda C (3,8 cm – 7,5 cm) na faixa de microondas, capturada pelo sensor do satélite Sentinel-1A e processada na polarização VH, Figura 67. O imageamento ocorreu em 2 de junho de 2022, às 08:01:56 UTC, no modo Interferométrico de Faixa Larga(IW). A imagem utilizada tem o código de identificação: S1A_IW_SLC__1SDV_20220602T080156_20220602T080223_043481_053110_A589.

Figura 67. Mapa da Planície de inundação, subfaixa (*Subswaths*) da área de estudo sobreposta pelo limite da da Planície de inundação do rio Goiana.

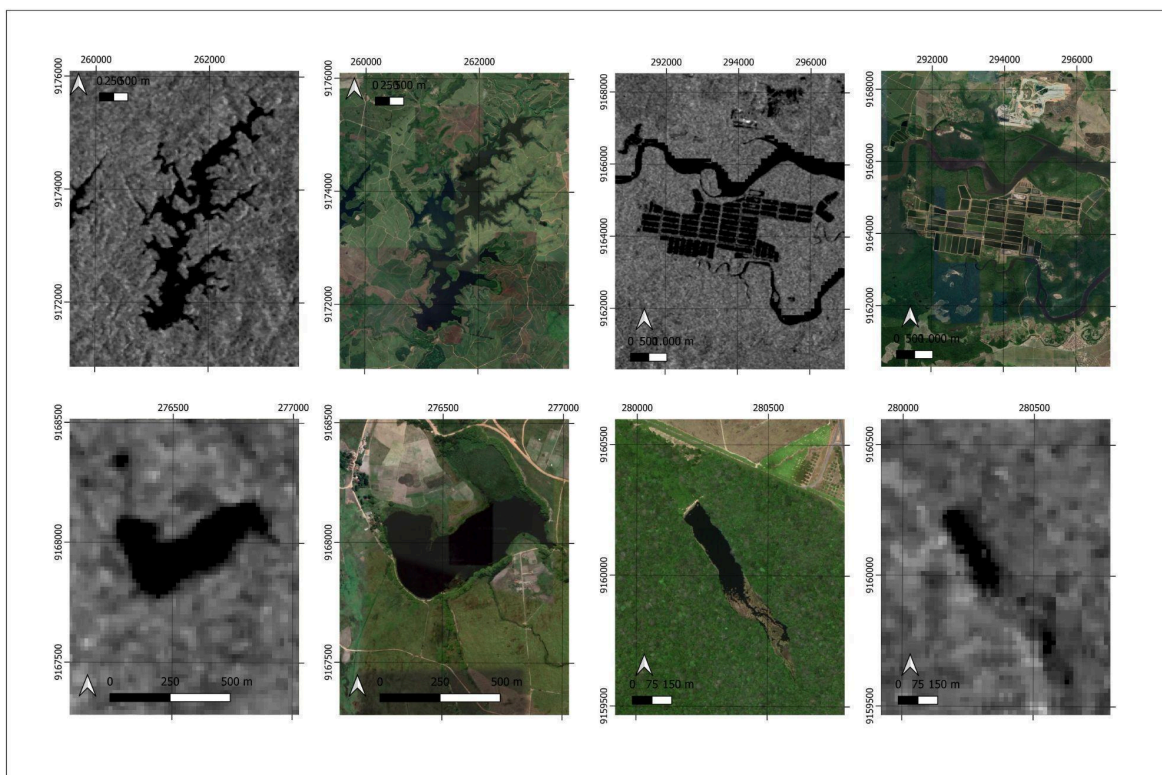


Fonte: Próprios Autores (2024).

O mapa apresenta a Planície de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana (BHRGOI), sobreposta à imagem obtida através do sistema de RADAR. O processamento das ondas de rádio resultou em uma imagem monocromática, na qual as variações de tonalidade representam os diferentes elementos detectados na superfície. Neste estudo, analisaremos as superfícies lisas, os espelhos d'água da inundação. Esses elementos criam uma reflexão especular, não devolvendo o sinal à antena e, consequentemente, apresentando imagens escuras.

Para identificar os espelhos d'água existentes na bacia hidrográfica do rio Goiana e validar a imagem de Radar, realizamos uma comparação entre as superfícies associadas à água e os mosaicos de imagem do Google. Focamos em corpos d'água conhecidos dentro da planície de inundação, incluindo a barragem de Guararema (Itambé), o Açude da Mata do Bujari (Goiana), o Açude da Mãezinha (Goiana) e a área de aquicultura na Ilha do Tiriri (Goiana), Figura 68.

Figura 68. Imagem comparativa das superfícies associadas à água entre dados de sensor de Radar e sensor Óptico.



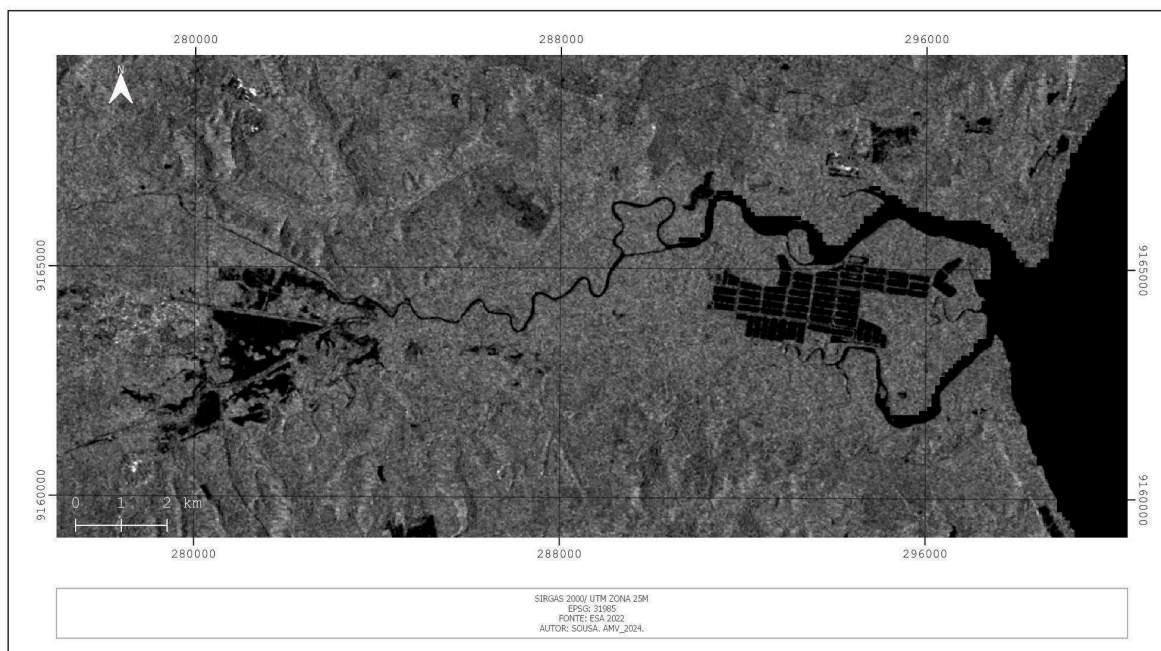
Fonte: Próprios Autores (2024).

A análise comparativa entre as duas fontes de dados corrobora a interpretação dos corpos d'água na planície de inundação da BHRGOI. A correspondência observada entre os elementos hidrográficos reforça o potencial das imagens de Radar na identificação de feições aquáticas. Assim, a metodologia empregada demonstrou resultados satisfatórios para o mapeamento das áreas. Os resultados sustentam o estudo de Silva (2020), que demonstra o potencial dos dados de polarização VH como uma ferramenta eficaz para o mapeamento de áreas inundadas. Esta abordagem aproveita as propriedades únicas de reflexão da água nas imagens de radar, permitindo uma identificação das regiões afetadas por inundações.

Um aspecto relevante é a resposta da vegetação do manguezal no estuário do rio Goiana. Ao analisar a imagem, observa-se que as áreas dos bosques de mangue exibem uma variedade de tons de cinza. O espalhamento volumétrico, na banda C, é o principal fator que influencia a intensidade dos sinais de retorno do radar em regiões de mangue. Esse fenômeno ocorre quando o sinal do radar é disperso por numerosas superfícies pequenas dentro de um volume, como as folhas e galhos da vegetação. Como resultado, a intensidade do sinal de

retorno é significativamente afetada por essa característica estrutural da floresta (TEIXEIRA, 2005), Figura 69.

Figura 69. Mapa do manguezal do estuário do rio Goiana.



Fonte: Próprios Autores (2024).

Este fenômeno está intrinsecamente ligado à impossibilidade de visualizar a inundação sob o bosque de mangue, seja ela causada pelos extremos pluviométricos ou pelas marés cotidianas. Os corpos d'água sob coberturas densas podem não ser detectáveis através de imagens de radar na banda C. A incorporação de dados de sistemas com comprimentos de onda mais longos (como as bandas L ou P) permitiria um sinal mais forte sobre corpos d'água cobertos por vegetação densa (HARDY *et al.*, 2019).

Contudo, a Figura 70 revela uma ampla área de inundação que permaneceu mesmo após o ápice do evento, sendo ainda visível no momento da captura da imagem, cinco dias depois. Esta área se estende significativamente nas proximidades da região denominada por Barletta *et al.* (2009) como alto do Rio Goiana, bem como na planície formada pela confluência dos rios Capibaribe, Tracunhaém, o Canal do Baldo e o rio Japumim. Esta região, conhecida como Três Bocas, marca o início dos limites da RESEX no sentido oeste-leste. A Figura 70 a 73, fotografias aéreas capturadas em 01 de junho de 2022, quatro dias após o pico da inundação, ilustra claramente esta situação.

Figura 70. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.



Fonte: Vando (2022).

Figura 71. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.



Fonte: Vando (2022).

Figura 72. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.



Fonte: Vando (2022).

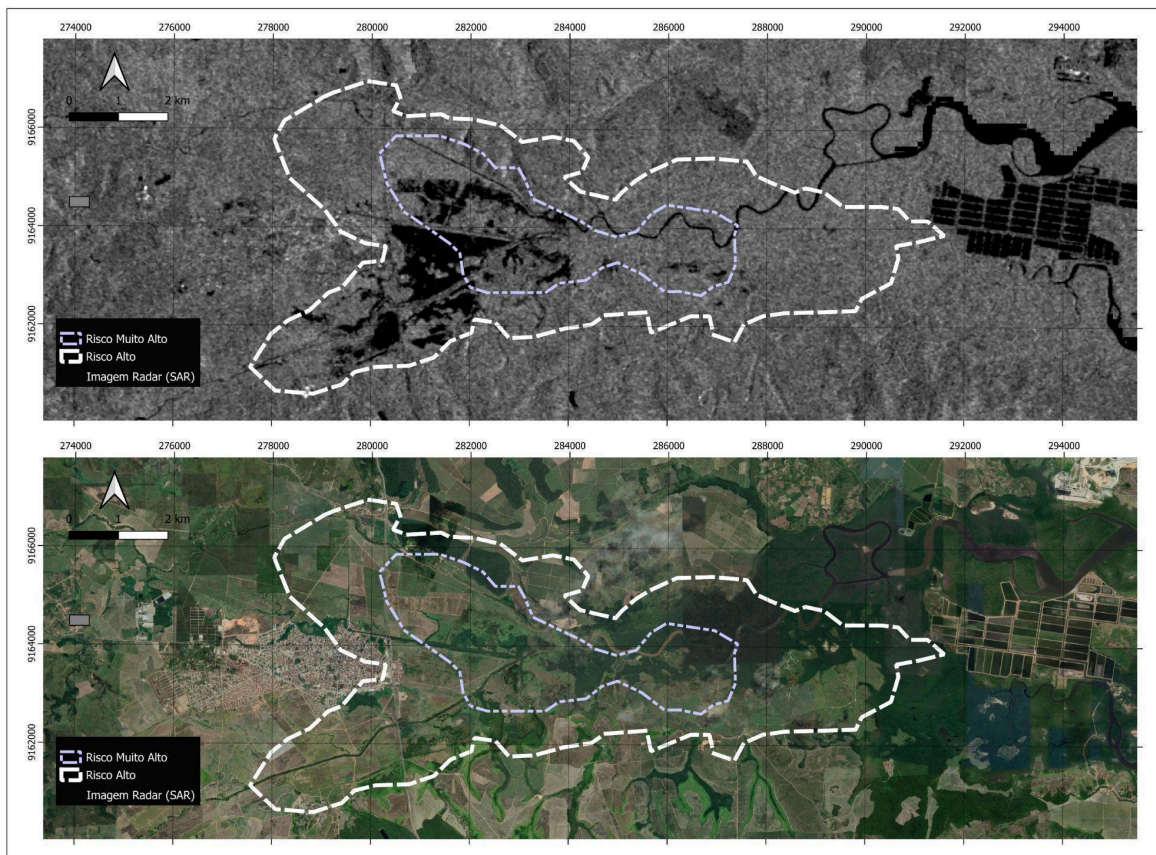
Figura 73. Fotografia aérea da inundação em Goiana-PE no dia 01 de junho de 2022.



Fonte: Vando (2022).

Esta área corresponde com as localidades classificadas com níveis de perigo de inundação altos e muito altos, conforme o mapeamento de estimativa dos riscos de inundação na bacia hidrográfica do rio Goiana, conduzido por Rafael *et al.* (2015), Figura 74.

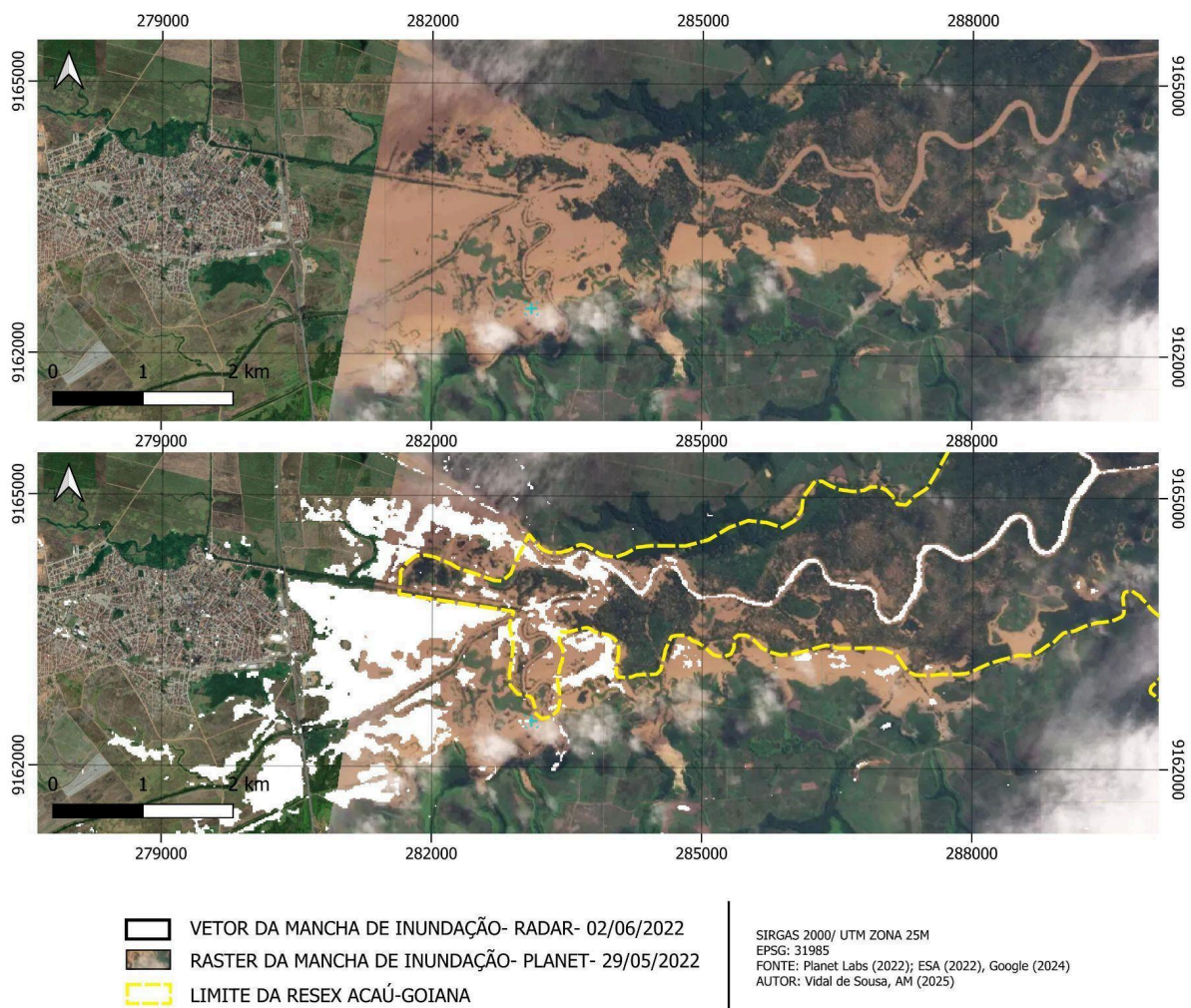
Figura 74. Mapa da mancha de inundação sobreposta às áreas de elevado nível de risco de inundação da BHRGOI.



Fonte: Próprios Autores (2024). Área de risco de inundação adaptada de RAFAEL et al.(2015)

Embora as imagens de radar tenham apresentado limitações na identificação da mancha de inundação de 2022 na planície do rio Goiana, foi possível detectar parte da inundação utilizando imagens da constelação de satélites Planet. Apesar da cobertura de nuvens, um trecho da inundação foi identificado em 29 de maio de 2022, às 08:42, oferecendo conhecimentos importantes sobre a abrangência do fenômeno.

Figura 75. Mapa da mancha de inundação de 2022 na planície do rio Goiana (radar e ótico).



Fonte: Próprios Autores (2025). Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

A imagem do satélite da Planet, capturada apenas um dia após o pico da inundação, apresenta uma mancha significativa. A inundação abrangeu toda a parte baixa da planície, adentrando no manguezal, os apicuns e avançando os limites das bordas da floresta. Embora a imagem apresente uma limitação na direção oeste, é evidente que a mancha de inundação se estendia além, submergindo ainda mais as áreas ocupadas pelos canaviais. Essa visão panorâmica demonstra o impacto e a amplitude do evento na região, atingindo diversos ecossistemas e uma grande extensão de áreas agrícolas.

A imagem de radar, capturada cinco dias após o pico do evento natural, revela o recuo da área inundada. Essa representação vetorial não só evidencia a extensão da retração das

águas, mas também oferece compreensões sobre a dinâmica temporal desse processo. O vetor apresenta uma delimitação simplificada das áreas alagadas, evidenciando as regiões com escoamento mais rápido, especialmente nas bordas da floresta de mangue, e consolidando o núcleo das áreas mais vulneráveis à inundação na planície, representando uma clara visualização da dinâmica hídrica.

Os extremos pluviométricos são o grande impulsionador das inundações fluviais na bacia hidrográfica do rio Goiana. Em 2022, as águas não só submergiram extensas áreas agrícolas, os canaviais, como também adentraram os limites da RESEX. A inundação alcançou o território da floresta de mangue e as áreas habitualmente alagadas pela maré. Além disso, as ilhotas dentro do bosque de mangue e os apicuns salinos foram submersos. A água não se limitou a essas regiões, avançando para terrenos adjacentes onde se encontram roçados e habitat dos goiamuns (SILVEIRA e BUTI, 2022), como Calçada de Cima, Ilha da Buchada e Sauninha.

Nos períodos de inundação, os limites da área protegida se expandem e se transformam, incorporando a extensão da área úmida inundada. A RESEX se integra ao canal alagado, formando um ambiente contínuo. Embora legalmente designada como área protegida, a Unidade de Conservação não está isolada das dinâmicas ambientais da planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana. Essa interconexão ressalta a natureza fluida e emaranhada dos ecossistemas na área de estudo.

As inundações expõem a vulnerabilidade da RESEX Acaú-Goiana e evidenciam a necessidade de estratégias de manejo integrado. Ademais, ressaltam a importância de estabelecer uma zona de amortecimento mais robusta para garantir a eficácia da área protegida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A planície de inundação da bacia hidrográfica do rio Goiana é um Território Violado. Essa condição resulta de uma exploração histórica, marcada por poluição, desmatamento e desconsideração das territorialidades das populações locais. Tal cenário acarreta graves consequências ambientais e sociais, afetando negativamente a biodiversidade, a qualidade da água e a saúde humana.

Figura 76. Gravura de uma paisagem de área úmida do Brasil, realizada em 1834 por meio do desenho de Jean-Baptiste Debret, intitulada "Elicônia".



A planície de inundação do rio Goiana é uma área sujeita a inundações frequentes. Durante a pesquisa, o evento mais antigo de inundação identificado ocorreu em 1881, com um relato de ocorrência no início do século XIX. Esses eventos são registrados pela mídia jornalística e pelo poder público sob a ótica do desastre, enfatizando as consequências: pessoas desalojadas, destruição de residências, interrupção de tráfego, comprometimento de pontes e do abastecimento de água. Embora esses registros não representem a natureza do fenômeno, não contribuam significativamente para a compreensão do problema, nem apresentem soluções potenciais, e frequentemente se beneficiem midiaticamente de cada evento de inundação, enfocando a tragédia e a vulnerabilidade social, eles constituem uma fonte de dado para a identificação histórica das ocorrências de inundações.

A planície de inundação da bacia hidrográfica do rio Goiana exibe uma diversidade de características dos estudos apresentados no Inventário das Áreas Úmidas Brasileiras (2024). Em uma visão simplificada, a região compreende Áreas Úmidas Costeiras, sujeitas aos impactos dos pulsos previsíveis de curta duração das marés na zona estuarina, bem como Áreas Úmidas Interiores. Contudo, faz-se necessária a realização de estudos mais aprofundados para identificar com precisão os tipos de pulsos de inundação e suas características específicas em relação às variações no regime hidrológico da região.

Entre 1980 e 2022, um período de 42 anos, a bacia hidrográfica do rio Goiana registrou 12 Pulsos de inundações. Essas ocorrências concentram-se majoritariamente entre maio e agosto, com uma exceção em março de 1985. Os meses de junho e julho emergem como os mais críticos, apresentando a maior incidência desses eventos.

Embora a frequência geral dos pulsos de inundação na bacia hidrográfica do rio Goiana tenha diminuído ao longo do tempo, sua distribuição temporal revela períodos alternados de atividade e calmaria. Notavelmente, mesmo ocorrendo com menor frequência, observa-se uma previsibilidade aproximada na ocorrência desses pulsos, provocados por eventos pluviométricos extremos. Estes tendem a se manifestar na planície de inundação em intervalos de cerca de 10-11 anos, geralmente no início de cada década.

A contaminação histórica do rio Goiana é um problema persistente. Na década de 1980, diversos relatos evidenciaram a contaminação sistemática proveniente das principais atividades industriais da bacia hidrográfica. A fábrica de papel Ponsa, por exemplo, lançava lixívia negra e soda cáustica no rio, enquanto as usinas de cana-de-açúcar despejavam

vinhoto. Além disso, havia indícios de poluição causada pelo esgoto doméstico dos núcleos urbanos. Atualmente, a situação permanece preocupante, com mortandade da fauna aquática na Reserva Extrativista Acaú-Goiana (RESEX), possivelmente, devido ao despejo ilegal de vinhoto.

Os relatos dos pescadores locais revelam um cenário preocupante: a poluição contínua do rio Goiana tem provocado uma significativa diminuição da biodiversidade na região. Espécies de peixes, caranguejos e camarões, antes abundantes na planície de inundação, agora se tornaram escassas, evidenciando o impacto negativo da degradação ambiental no ecossistema local.

Dentre todas as comunidades beneficiárias da RESEX Acaú-Goiana, o Baldo do Rio destaca-se como a mais vulnerável. Essa vulnerabilidade se manifesta em múltiplas dimensões. Além de enfrentar uma fragilidade histórica devido às inundações recorrentes na planície do rio Goiana, a situação é agravada pela poluição nos rios e solos.

A mobilização social por justiça ambiental e combate à poluição na planície de inundação do rio Goiana desempenhou um papel crucial na luta pela proteção ambiental. Liderada pela Pastoral dos Pescadores, a comunidade pesqueira local se organizou e adotou diversas estratégias de resistência.

A mobilização social em defesa do Rio Goiana representa um marco histórico na luta ambiental brasileira. Essa articulação comunitária não apenas impulsionou a criação de um projeto de lei específico para áreas protegidas nos estuários, mas também estabeleceu um precedente fundamental. Ela demonstrou como a organização social pode ser precursora de mudanças estruturais nas políticas ambientais, evidenciando a importância de reconhecer e apoiar movimentos de base na formulação de estratégias de conservação ambiental mais eficazes e inclusivas.

Os esforços culminaram, em 1986, na classificação do estuário dos rios Goiana e Megaó como Área de Proteção Ambiental, juntamente com outros estuários. Isso ocorreu antes mesmo da existência de políticas públicas para Unidades de Conservação no país (SNUC). A delimitação inicial desta área protegida serviu como alicerce para a criação de unidades de conservação neste mesmo território.

Durante o período analisado, práticas de biomonitoramento e avaliação da qualidade da água foram implementadas. O Laboratório de Bioensaios de Toxicidade da UFRPE desempenhou um papel fundamental nesse processo. Considerando a persistência da poluição que afeta a RESEX, é crucial que a própria unidade de conservação mantenha e dê continuidade a essas práticas históricas de controle ambiental.

O ano de 2022 destacou-se por uma precipitação extraordinária na Bacia do Rio Goiana. A média anual de chuvas não apenas superou os registros históricos, como também ultrapassou as projeções baseadas em cenários de mudanças climáticas. Na maior parte dos municípios, os índices pluviométricos ficaram acima da média anual. O período mais chuvoso concentrou-se nos meses de maio e junho, com maio registrando os maiores volumes de precipitação.

Entre os meses de maio e junho de 2022, a região foi marcada por um período excepcional de chuvas, com volumes acumulados significativamente elevados. O ponto culminante desse episódio ocorreu em 28 de maio, quando foram registrados 142,4 mm de precipitação em apenas 24 horas — quantidade que, por si só, representa cerca de 84% da média histórica mensal de maio (169,2 mm). A intensidade e a concentração desse volume em um curto intervalo de tempo caracterizam a ocorrência de um evento pluviométrico extremo na região.

Esse cenário meteorológico constitui a principal fonte de água para a área úmida da planície da BHRGOI, exercendo influência significativa na duração e extensão do pulso de inundação. O ápice desse fenômeno ocorreu em 28 de maio de 2022, desempenhando um papel crucial na modelagem da ecologia, promovendo a interconexão entre riachos, várzeas e manguezais.

Toda essa precipitação cai sobre uma paisagem profundamente alterada. A atividade agropecuária predomina em 80,92% da área, com destaque para o cultivo de cana-de-açúcar, resultando em um total de 84,6% de Paisagem Modificada. Os ambientes naturais ocupam apenas 15,4% da planície, concentrando-se principalmente na região estuarina, dentro da RESEX Acaú-Goiana.

Localizada no exutório da bacia, a RESEX Acaú-Goiana recebe todo o fluxo da rede hídrica que atravessa a planície transformada pela monocultura da cana-de-açúcar, atuando como receptor final. No contexto do pulso de inundação, o manguezal (RESEX), Área Úmida

Costeira, estabelece uma conexão com a porção degradada da planície. A planície do rio Goiana, desprovida de vegetação nativa e adaptada aos ciclos de inundação periódica, é dominada pela monocultura da cana-de-açúcar. Esta atividade agrícola e seus processos associados e historicamente contínuos, como valas de drenagem, aragem, sistemas de fertirrigação e desvios de água, apresenta características de degradação das Áreas Úmidas.

Apesar das limitações na identificação precisa da mancha do Pulso de inundação na Área Úmida da planície do rio Goiana, foi possível observar como esse fenômeno natural criou uma área contínua, unificando o manguezal e as áreas da planície ocupadas pelos canaviais, Área Úmida de interior. A inundação se estendeu pelo manguezal, submergindo apicuns e as bordas da floresta, bem como o que sobrou dos campos alagados. Além disso, abrangeu os canaviais, áreas urbanizadas, rodovia e a Estação de Tratamento de Esgoto (em fase de construção).

A RESEX, embora seja uma Unidade de Conservação legalmente estabelecida pelo Governo Federal, está intrinsecamente ligada às dinâmicas ambientais da planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana. Como parte integrante da Área Úmida, ela interage com os ambientes degradados durante os pulsos de inundação periódicos. Assim, a RESEX é diretamente influenciada pelas dinâmicas ocorridas na planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana.

A Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação RESEX Acaú-Goiana deve incorporar em seus critérios de delimitação a Planície de inundação, uma importante Área Úmida brasileira. Essa inclusão é fundamental devido à sua proteção para unidade, relevância ecológica e função reguladora dos regimes hídricos.

Deve-se levar em conta o território pesqueiro das comunidades beneficiárias, que se estende na planície de inundação, além das fronteiras dos limites inicialmente estabelecidos para a RESEX. Igualmente importante é a preservação dos habitats da fauna local, com atenção especial às espécies ameaçadas de extinção, como o goiamum. Assegurando a proteção dos recursos e da biodiversidade inerente a conservação da unidade que ultrapassam essas demarcações.

7 CONCLUSÕES

A planície de inundação da bacia hidrográfica do rio Goiana é uma área úmida que apresenta características tanto de áreas costeiras quanto de interiores. Esta região está sujeita a pulsos de inundação, os quais são desencadeados por eventos pluviométricos extremos. Entre 1980 e 2022, a bacia hidrográfica do rio Goiana registrou 12 pulsos de inundações, ocorrendo aproximadamente a cada 10-11 anos, no início de cada década.

A planície de inundação da bacia hidrográfica do rio Goiana é predominantemente uma Paisagem Modificada com um histórico de poluição e redução de biodiversidade. Sendo 84,6% de sua área total alterada, onde a atividade agropecuária ocupa expressivos 80,92%. Durante eventos de inundação, forma-se uma área contínua que unifica o manguezal (RESEX) e as áreas da planície ocupadas pelos canaviais, interface entre os sistemas terrestres e aquáticos.

As inundações evidenciam a intrínseca ligação entre a RESEX e as dinâmicas ambientais da planície de inundação da bacia hidrográfica do Rio Goiana. Considerando essa interconexão, é fundamental que a Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação RESEX Acaú-Goiana incorpore em seus critérios de delimitação a planície de inundação, reconhecendo-a como uma área de importância significativa.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASIL. Desabrigados pela chuva em Pernambuco começam a voltar para casa. Brasília, 19 jul. 2004. Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil//noticia/2004-07-19/desabrigados-pela-chuva-em-pernambuco-comecam-voltar-para-casa>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- AGÊNCIA CONDEPE/FIDEM. (2005) Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. e Sexto Grupo de Rios Litorâneos. Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco, Nº02, Recife (PE), 2005.
- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. Relatório de situação de recursos hídricos do Estado de Pernambuco 2011/2012. Recife: APAC, 2013.
- APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco – PERH-PE. Recife: APAC, 2020.
- APAC. Boletim do clima: síntese climática. Recife, v. 10, n. 5, maio de 2022. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. Site oficial. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARLETTA, M. & COSTA, M. F. Living and Non-living Resources Exploitation in a Tropical Semi-arid Estuary (Exploração de recursos vivos e não vivos em um estuário tropical semiárido), 2009.
- BARROS, M. L. Em PE, pescadores sofrem com fim da fonte de renda após enchente matar animais. Brasil de Fato, Recife, 17 jun. 2022. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2022/06/17/em-pe-pescadores-sofrem-com-fim-da-fonte-de-renda-apos-enchente-matar-animais>. Acesso em: 01 jan. 2023.
- BBC. Enchentes na Espanha: as fotos do antes e depois que mostram tamanho da devastação. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cn8gzpppzjl>. Acesso em: 12 nov. 2024.
- BENEDITTI, C. A. Imagens Multitemporais ALOS/PALSAR Baseada em Orientação a Objeto na Discriminação da Cobertura da Terra. Presidente Prudente: Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, 2010.
- BN - BIBLIOTECA NACIONAL. Hemeroteca Digital. Disponível em: <https://bndigital.bn.gov.br/hemeroteca-digital/>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- BRASIL. Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996. Promulga a Convenção Relativa às Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 maio 1996. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1996/dec_1905_1996_convencaoderamsar.pdf. Acesso em: 4 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC. Diário Oficial da União, [2000]. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=9985&ano=2000&ato=77ck3aq1kMNpWTfc9>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Portaria nº 162, de 16 de agosto de 2000. Ministério da Integração Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 ago. 2000, Seção 1, p. 165. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=165&data=18/08/2000>. Acesso em: 4 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Política Nacional de Defesa Civil. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2007. Disponível em: . Acesso em: 12/12/2023.

BRASIL. Decreto s/nº, de 26 de setembro de 2007. Cria a Reserva Extrativista Acaú-Goiana, nos Municípios de Pitimbu e Caaporã, no Estado da Paraíba, e Goiana, no Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. Portaria nº 1.506, de 12 de setembro de 2008. Reconhece situação de emergência no Município de Goiana - PE. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 set. 2008, Seção 1, p. 25. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/816067/pg-25-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-15-09-2008/pdf>. Acesso em: 4 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas - ANA. Atlas de vulnerabilidade a inundações. Brasília/DF, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias/portarias-2015/dcom_portaria_53_de_03_de_dezembro_de_2015.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. PORTARIA Nº 53, DE 3 DE DEZEMBRO DE 2015. Aprova o Perfil da Família Beneficiária da Reserva Extrativista Acaú -Goiana. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 04 de dezembro de 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Oficina do Plano de Manejo RESEX Acaú-Goiana - Guia do Participante. 2023.

CALDAS, D. Chuvas no Saara mostram um futuro incerto de um planeta assolado por eventos climáticos extremos. Jornal da USP, 17 out. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=816396>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CARVALHO, A. T. F. M. Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana - PE: Compartimentação e Considerações Preliminares. GEOTemas - ISSN: 2236-255X - Pau dos Ferros, RN, Brasil, v. 10, n. 1, p. 48-65, jan./abr. 2020.

CASTILHO, C. J. M. Territórios Violados, Resistências e Massacres de Povos e Pobres na História do Brasil – Mas a Luta Continua... Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 40, n. 01, p. 1–25, 2020.

CASTRO, A. L. C. Manual de planejamento em defesa civil. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/ Departamento de Defesa Civil.133 p. 1999.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 104p, 2013.

CIDREIRA-NETO, I. R. G.; GUILHERME, B. C.; RODRIGUES, G. G.; CANDEIAS, A. L. B. Qualidade da Água no Estuário do Rio Goiana, Nordeste do Brasil: Subsídios para a Conservação. Revista Brasileira de Geografia Física v.15, n.05, 2022.

CIDREIRA-NETO, I. R. G.; QUEIROZ, V. D. B.; CANDEIAS, A. L. B.; GUILHERME, B. C.; RODRIGUES, G. G. Análise espaço-temporal da vegetação de manguezal em uma área protegida usando índices espectrais. Ocean and Coastal Research , [S. l.] , v. 72, 2024. DOI: 10.1590/. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ocr/article/view/232368>.

CNN Brasil. Enchentes na Tailândia destroem mais de 12 mil casas. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/enchentes-na-tailandia-destroem-mais-de-12-mil-casas/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

COPERNICUS. Open Access Hub. Site oficial. Disponível em: <https://scihub.copernicus.eu/>. Acesso em: 5 mar. 2023.

COSTA, M. F.; BARBOSA, S.C.T.; BARLETTA, M.; DANTAS, D.V.; KEHRIG, H.A.; SEIXAS, T.G.; MALM, O. Seasonal differences in mercury accumulation in *Trichiurus lepturus* (Cutlassfish) in relation to length and weight in a Northeast Brazilian estuary. Environmental Science and Pollution Research International, 2009.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchente e inundação: Goiana, Pernambuco. CPRM, 2014.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente. Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco. Recife: 2019.

CPRH - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. RVS Matas de Água Azul. 2025a. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/uc/rvs-matas-de-agua-azul/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

CPRH - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE.. RVS Mata do Siriji. 2025b. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/uc/rvs-mata-do-siriji/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

CPRH - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE.. APA Estuarina do Rio Goiana e Megaó. 2025c. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/uc/apa-estuarina-do-rio-goiana-e-megao/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

CRESWELL, J. W. Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto; Tradução Magda Lopes. Porto Alegre: Artmed, 296. 2010.

DAL CORSO, J.; MIETTO, P.; NEWTON, R. J.; PANCOST, R. D.; PRETO, N.; ROGHI, G.; WIGNALL, P. B. Discovery of a major negative ^{13}C spike in the Carnian (Late Triassic) linked to the eruption of Wrangellia flood basalts. *Geology*, 40(1), 79–82, 2011. doi:10.1130/g32473.1

DINIZ, J. M. F. S. Avaliação do potencial dos dados polarimétricos sentinel-1a para mapeamento do uso e cobertura da terra na Região de Ariquemes - RO. 2019. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2019.

DINIZ, J. M. F. S. et al. Evaluation of polarimetry and interferometry of sentinel-1A SAR data for land use and land cover of the Brazilian Amazon Region. *Geocarto International*, v. 37, n. 5, p. 1-17, 2020.

DNIT. Duplicação da BR-101 NE avança em Pernambuco. Brasília, 11 out. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/duplicacao-da-br-101-ne-avanca-em-pernambuco>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DUTRA, L. V.; MURA, J. C. FREITAS, C. C.; SANTOS, J. R.; ELMIRO, M. T. Processamento de imagens de radar de abertura sintética—princípios e aplicações. In: *Anais do IV Workshop em Tratamento de Imagens*, NPDI/DCC/ICEx/UFGM. 2003.

ESA - EUROPEAN SPACE AGENCY. Site oficial. Disponível em: <https://www.esa.int/>. Acesso em: 5 mar. 2023.

FADIGAS, A. B. M. & GARCIA, L. G. Uma análise do processo participativo para a conservação do ambiente na criação da Reserva Extrativista Acaú-Goiana. *Sociedade e Natureza*, 22(3), 561–576, 2010.

FILHO, Ângelo Jordão. *Povoamento, Hegemonia e Declínio de Goiana*. Recife: Companhia Editora de Pernambuco, 1978.

FOCO, Pernambuco em. GOIANA: Situação da cidade na manhã de hoje (29). Com as fortes chuvas que caíram sobre a Zona da Mata Norte de Pernambuco. Disponível em: <https://www.facebook.com/PEemFoco/videos/goiana-situa%C3%A7%C3%A3o-da-cidade-na-manh%C3%A3-de-hoje-29-com-as-fortes-chuvas-que-ca%C3%ADram-so/409893454332541/>. Acesso em: 8 jan. 2022.

FREYRE, G. Nordeste. Aspectos da influência da cana sobre a vida e a paisagem no Nordeste do Brasil, 1937. 5. ed. Recife: José Olympio Editora, 2013.

G1. Trecho da BR-101 entre Recife e João Pessoa é isolado para reforma. G1 Paraíba, nov. 2011. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2011/11/trecho-da-br-101-entre-recife-e-joao-pessoa-e-isolado-para-reforma.html>. Acesso em: 10 jan. 2025.

G1 BA; TV Santa Cruz. Temporal que causou inundações em cidades do sul da BA completa um ano e moradores relatam medo de novos alagamentos. G1, 14 dez. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2022/12/14/temporal-que-causou-inundacoes-em-cidades-do-sul-da-ba-completa-um-ano.ghtml>. Acesso em: 12 nov. 2024.

GALVÍNCIO, J., MIRANDA, R., MONTENEGRO, S., & LUZ, G. (2023). ATLAS HIDROLÓGICO DE PERNAMBUCO: Situação atual e cenários futuros. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 1(1), 1-36, 2023.
doi:<https://doi.org/10.29150/2237-2202.2023.257889>

GARLIPP, A. B., SOUZA NETO, J. A., VALENÇA, L. M. M., MANSO, V. A. V. Variabilidade histórica de elementos maiores e traços em sedimentos estuarinos sob influência da carcinicultura: o sistema estuarino Goiana-Megaó, Pernambuco, Brasil. *Estud. Geológicos* 20, 3–18, 2010. doi: 10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v20n2p3-18

GONÇALVES, V. P.; RIBEIRO, E. A. W. Obtenção de série histórica da evolução da classe Floresta Plantada a partir dos dados de uso e cobertura do solo da Coleção 5 do projeto MapBiomass. *Revista Metodologias e Aprendizado*, v. 1, 2021.

GUNKEL, G., KOSMOL, J., SOBRAL, M., ROHN, H., MONTENEGRO, S., & AURELIANO, J. Sugar Cane Industry as a Source of Water Pollution – Case Study on the Situation in Ipojuca River, Pernambuco, Brazil. *Water, Air, and Soil Pollution*, 180(1-4), 261–269, 2006. doi:10.1007/s11270-006-9268-x

HARDY, A., ETTRITCH, G., CROSS, D., BUNTING, P., LIYWALII, F., SAKALA, J., SILUMESII, A., SINGINI, D., SMITH, M., WILLIS, T., THOMAS, C. J. Automatic detection of open and vegetated water bodies using Sentinel 1 to map African malaria vector mosquito breeding habitats. *Remote Sensing*, 11(5), 593, 2019.

HORNUNG, T., E BRANDNER, R. Biochronostratigraphy of the Reingraben Turnover (Hallstatt Facies Belt): Local black shale events controlled by regional tectonics, climatic change and plate tectonics: *Facies*, v. 51, p. 460–479, 2005. doi:10.1007/s10347-005-0061-x.

HUANG, L. et al. OpenSARShip: A Dataset Dedicated to Sentinel-1 Ship Interpretation. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, v. 11, n. 1, p. 195-208, 2018.

IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1999.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012.

ICMBIO- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ISBN 978-85-61842-75-8, 176 p. 2018.

IFI - International Flood Initiative. Site oficial. Disponível em: <http://www.ifi-home.info>. Acesso em: 10 jun. 2023.

INSTITUTO VIVA O PEIXE-BOI MARINHO. Duas fêmeas de peixe-boi-marinho foram encontradas mortas no litoral sul da Paraíba. 2023. Disponível em: <https://vivaopeixeboimarinho.org/noticias/duas-femeas-de-peixeboimarinho-foram-encontradas-mortas-no-litoral-sul-da-paraiba>. Acesso em: 5 jan. 2025.

IPCC. Sumário para Formuladores de Políticas. Em: *Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese*. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação

do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. IPCC, Genebra, Suíça, pp. 1-34, 2023. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

IPCC. Aquecimento Global de 1,5°C: Relatório especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e as trajetórias de emissões globais de gases de efeito estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança climática, desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza. 2023.

JÚNIOR, I. Alagamento no Rio Goiana/PE (28/05/2022). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yN3-V8cONsw&t=107s>. Acesso em: 8 jan. 2022.

JUNIOR, J. C. R. ; PAIVA, A. L. R.; MOTTERAN, F.; OLIVEIRA, L. M. M.; SILVA FILHO, J. A.; PESSOA, J. O. Variância de parâmetros de qualidade da água e análise de agrupamentos na bacia hidrográfica do rio Goiana, Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 06, p. 3013-3031, 2022.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. Tradução português 2 Ed. São José dos Campos: Parêntese Editora, 2009. 598 p.

JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: Dodge, D.P. (ed.): Proceedings of the International Large River Symposium (LARS), Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 110-127, 1989.

JUNK, W. J., NUNES DA CUNHA, C., BOZELLI, R. L., KANDUS, P., LACERDA, L. D., SCHÖNGART, J., LOURIVAL, R., ESTEVES, F. A., AGOSTINHO, A. A., PIEDADE, M. T. F., SCHAEFFER-NOVELLI, Y., MALTCHIK, L., & WITTMANN, F. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 24(1), 5–22, 2013. <https://doi.org/10.1002/aqc.2386>

JUNK, W. J. E CUNHA. C.N. Inventário das áreas úmidas brasileiras: Distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento [recurso digital] / Organizadores: Wolfgang J. Junk; Cátia Nunes da Cunha. 1.ed. Cuiabá-MT: Carlini & Caniato Editorial 720 p, , 2024.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.;MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.M. 2006. Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading. 109 p. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>

KOSTER, Henry. Viagens ao Nordeste do Brasil. São Paulo: Cia Editora Nacional, 596 p. (Coleção Brasileira), 1942.

KUPFER, J. A. (1995). Landscape ecology and biogeography. Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 19(1), 18–34. <https://doi.org/10.1177/030913339501900102>

LOURENÇO, L. e AMARO, A. Riscos e Crises: Da Teoria à Plena Manifestação. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2018.

LOURENÇO, L. e VIEIRA, A. Catástrofes naturais: uma abordagem global. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2020. DOI <https://doi.org/10.14195/978-989-26-1936-1>

LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G., MILLER, J. P. Fluvial Processes in Geomorphology. Freeman, San Francisco, 522 p, 1964. Acesso em: 20-11-2024
<https://archive.org/details/fluvialprocesses0000leop>

LIU, CHANG. Analysis of Sentinel-1 SAR Data for Mapping Standing Water in the Twente Region.. Tese de Doutorado. Master Thesis on Science in Geoinformation Science and Earth Observation, University of Twente, Twente, The Netherlands. 2016.

MACEDO, I. C. A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertecchia; UNICA, 2005.

MAFFRA, C.Q.T. & MAZZOLA, N. 2007. As razões dos desastres em território brasileiro. In: SANTOS, R. F. dos (org.) Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 192p., 2007.

MAGALHÃES, A.; LORENA, M. Hydraulic Design of Labyrinth Weirs. Report nº 736, National Laboratory of Civil Engineering, Lisbon, Portugal, 1989.

MARCO ZERO. Peixes-boi encontrados mortos em estuário de rio na divisa entre Paraíba e Pernambuco. 2023. Disponível em:
<https://marcozero.org/peixes-boi-encontrados-mortos-em-estuario-de-rio-na-divisa-entre-parai-ba-e-pernambuco/>. Acesso em: 5 jan. 2025.

MARCO ZERO. Crime ambiental provoca morte de animais e suspende consumo de pescados em Goiana. 2024. Disponível em:
<https://marcozero.org/crime-ambiental-provoca-morte-de-animais-e-suspende-consumo-de-pescados-em-goiana/>. Acesso em: 5 jan. 2025.

MENESES, P. R. e ALMEIDA, T. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. 2012. Disponível em: <http://www.cnpq.br/web/guest/livro-eletronico>.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas, 2003.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Zonas úmidas – Convenção de Ramsar. 2025. Disponível em:
<https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-d-e-ramsar.html>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MONTEIRO, J. B., PINHEIRO, D. R. C. O desastre natural como fenômeno induzido pela sociedade: abordagens teóricas e metodologias operacionais para identificação/mitigação de desastres naturais. Revista de Geografia-PPGEO-UFJF, v. 2, n.º 1, p.1-9, 2016.

MORAES, E. C. de. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. Capítulo 1. Departamento de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2002.

MOTTE, C. É. P. Eliconia. Paris [França]: Firmin Didot Frères, 1834. 1 grav, litografia, pb, 32,3 x 21,3cm em 30,6 x 19,7. Disponível em:

https://acervobndigital.bn.gov.br/sophia/index.asp?codigo_sophia=8753. Acesso em: 30 Jan. 2025.

NOVO, E. M. L. de M.; PONZONI, F. J. Introdução ao sensoriamento remoto. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.

OCHA. Natural disasters in Latin America and the Caribbean 2000-2019. 20p. Disponível em: <https://www.humanitarianresponse.info/en/operations/latin-america-and-caribbean/document/latin-americaand-caribbean-natural-disasters-2000> (acesso em: 1 de jan. 2020).

OLIVEIRA, V.J.C.; ROCHA, J.M.B.; SILVA, G.B. & CABRAL, C.L.N. - Considerações sobre novo surto epidêmico de leptospirose humana na Grande Recife, Brasil, em 1975. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 37:33-36, 1977.

ONU. Nações Unidas no Brasil. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil. [s.d.]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 nov. 2024.

ORGANIZATION OF AMERICAN STATES (OAS). Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning. Department of Regional Development and Environment Executive Secretariat for Economic and Social Affairs, Organization of American States with support from the Office of Foreign Disaster Assistance United States Agency for International Development, Washington, D.C., 350 p., 1991.

PEREIRA, A. Calamidade Pública: População sofre com enchente em Goiana. Blog do Anderson Pereira - Notícias de Goiana e região!, 6 maio 2011. Disponível em: <https://www.blogdoandersonpereira.com/2011/05/calamidade-publica-populacao-sofre-com.ht>ml. Acesso em: 10 jan. 2025.

PERFIL NEWS. Canal transborda e deixa 250 pessoas desabrigadas. 16 jul. 2004. Disponível em: <https://www.perfilnews.com.br/2004/07/16/canal-transborda-e-deixa-250-pessoas-desabrigadas/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

PERNAMBUCO (Estado). Decreto nº 22.444, de 18 de julho de 2000. Declara situação de emergência no município de Goiana-PE. Diário Oficial do Estado de Pernambuco - Poder Executivo, 2000. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pe/decreto-n-22444-2000-pernambuco-homologa-na-forma-do-decreto-federal-no-895-93-a-declaracao-de-situacao-de-emergencia-no-municipios-do-estado-de-pernambuco>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PERNAMBUCO. Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos da Região Metropolitana do Recife, Zona da Mata e Agreste Pernambucano. Tomo 2. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2004.

PERNAMBUCO. Lei nº 13.787, de 08 de junho de 2009. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SEUC. Alepe Legis. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=13787&complemento=0&ano=2009&tipo=&url=>Acesso em: 15 jun. 2023.

PERNAMBUCO (Estado). Decreto nº 36.493, de 06 de maio de 2011. Declara situação de emergência no município de Goiana-PE. Diário Oficial do Estado de Pernambuco - Poder Executivo, 2011. Disponível em:

<https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=6&numero=36493&complemento=0&ano=2011&tipo=&url=>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PERNAMBUCO (Estado). Decreto nº 52.921, de 29 de maio de 2022. Declara situação de emergência no município de Goiana-PE. Diário Oficial do Estado de Pernambuco - Poder Executivo, 2022. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=64385&tipo=TEXTTOORIGINAL#:~:text=Declara%20situa%C3%A7%C3%A3o%20anormal%2C%20caracterizada%20como,II%20e%20IV%20do%20art.> Acesso em: 15 jun. 2023.

PIMENTAL, S. MPF ajuíza ação para proteger reserva extrativista. A União, João Pessoa, Paraíba, 19 set. 2024. Disponível em: https://auniao.pb.gov.br/noticias/caderno_paraiba/mpf-ajuiza-acao-para-proteger-reserva-extrativista. Acesso em: 10 jan. 2025.

PINHEIRO, A. ENCHENTE E INUNDAÇÃO. In: SANTOS, R. F. dos (org.) Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. 192p.

PIRES, J. S. R. et al. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A. (Org.) Conceitos de Bacias Hidrográficas, Teorias e Aplicações. UESC, 2002.

PORTELA, M. M. Modelação Hidrológica. DECivil, SHRHA, 2005/2006, 2º Semestre, Mestrado Integrado em Engenharia Civil. 4º ano Modelação Hidrológica (2007/2008), 2008

PROJETO MAPBIOMAS. Descrição de Legenda: Coleção 8.0. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

PROJETO MAPBIOMAS. Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil (1985 - 2022). Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

PROJETO MAPBIOMAS. Plataforma. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2023. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 4 ago. 2024.

RAFAEL, L. M. NETO, M. V. B., GIRÃO, O., NÓBREGA, R. S. Análise da dinâmica climática associada a zonas potenciais de inundação enquanto fatores condicionantes das cheias ocorridas em julho de 2011 na bacia do rio Goiana, Estado de Pernambuco. Caminhos de Geografia, v. 16, n. 55, p. 47-60, 2015.

REDE MAIS/MJSP. 2025. Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados. Disponível em: <https://plataforma-pf.scon.com.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

REPÓRTER NORDESTE. 1º de agosto de 2000: memórias da enchente. 2000. Disponível em: <https://reporternordeste.com.br/1o-de-agosto-de-2000-memorias-da-enchente/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

REYNOLDS, C. Building Theory From Media Ideology: Coding for Power in Journalistic Discourse. *Journal of Communication Inquiry*, 43(1), 47–69, 2018. <https://doi.org/10.1177/0196859918774797>.

RODRIGUES, G. S. de S. C.; ROSS, J. L. S. A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil: perspectivas geográfica, histórica e ambiental. Uberlândia/MG: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2020.

ROCHA, J. S. Prevenção de inundações e reabilitação de edifícios em zonas inundáveis. *Territorium*, (2), 11–20, 1995. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_2_2.

SANO, E. E.; MATRICARDI, E. A. T.; CAMARGO, F. F. Estado da Arte do Sensoriamento Remoto por Radar: Fundamentos, Sensores, Processamento de Imagens e Aplicações. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 72, p. 1458–1483, 2020. DOI: 10.14393/rbcv72nespecial50anos-56568.

SANTOS, A. M. Impactos das Mudanças Climáticas sobre os recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana-Pernambuco, 2010.

SANTOS, P. M. P. Cheias e Inundações: Avaliação, Impactos e Instrumentos Para a Gestão do Risco. 2015. Tese (Doutoramento em Território, Risco e Políticas Públicas) - Universidade de Lisboa, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Lisboa, 2015.

SCHANZE, J. Flood risk management: A basic framework. In: Schanze, J., Zeman, E. & Marsalek, J. (eds.) *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*. Springer Netherlands, 1-20, 2006.

SENADO, Agência Senado. Acervo jornalístico do 'Diario de Pernambuco' torna-se patrimônio cultural material do Brasil. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/11/19/acervo-jornalistico-do-diario-de-pe-rambuco-torna-se-patrimonio-cultural-material-do-brasil>. Acesso em: 07 jan. 2025.

SILVA, G. C. A representação sócio-econômica da cana de açúcar para a região da Zona da Mata de Pernambuco. *Geoambiente On-line*, 2010.

SILVA, J. B.; GALVÍNCIO, J. D; CORRÊA, A.C.B; SILVA, D; MACHADO, C.C.C. Classificação Geomorfológica dos Estuários do Estado de Pernambuco (Brasil) com base nas imagens do LANDSAT 5/TM. *Revista Brasileira de Geografia Física*. V 01.2011.

SILVA, R. O. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOUZA, W. M. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 579-589, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017142481>, 2017.

SILVA, A. S., SILVA, F. H. S., SANTOS, G., LEITE, M. J. H. Desmatamento multitemporal no bioma Caatinga no município de Delmiro Gouveia, Alagoas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 5, p. 654-657, 2019.

SILVA, F. S.; PESTANA, A. L. M. Mapeamento da cobertura hídrica da microrregião da Baixada Maranhense com dados do sensor SAR Sentinel 1A. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v. 1, n. 2, p. 58-71, 2020.

SILVA, R. B. A narrativa do dilúvio em Gênesis e a ciência: possibilidades para o entendimento da descrição da catástrofe. *Último Andar*, 26(42),2023. <https://doi.org/10.23925/ua.v26i42.e62589>

SILVEIRA, Pedro Castelo Branco; BUTI, Rafael Palermo. A vida e a morte dos guaiamuns: antropologia nos limites dos manguezais. *Anuário Antropológico*, v. 45, n. 1, 2020. DOI: 10.4000/aa.4945. Disponível em: <http://journals.openedition.org/aa/4945>. Acesso em: 22 jul. 2022.

SÍLVIO. Enchente em Goiana PE: foi a pior nestes últimos 10 anos. 2011. Disponível em: <https://tropicabanda.blogspot.com/2011/07/enchente-em-goiana-pe.html>. Acesso em: 8 jan. 2011.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V.; ARAÚJO, L. E.. Classificação da Precipitação Diária e Impactos Decorrentes dos Desastres Associados às Chuvas na Cidade do Recife-PE. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 5(2), 250–268, 2012(a). <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i2.232788>,

SOUZA, W. M., & Azevedo, P. V. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE (Detection Indexes Derived from Climate Change Rainfall and Temperatures in Recife-PE). *Revista Brasileira De Geografia Física*, 5(1), 143–159, 2012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i1.232793>.

TAVARES, Carlos Luís. Gestão do risco de inundação no Baixo Mondego. *Estudos Cindínicos*, [S.L.], p. 109-128, 22 mar. 2022. RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. http://dx.doi.org/10.34037/978-989-9053-12-0_10_5.

TEIXEIRA, Sheila Gatinho; SOUZA FILHO, Pedro Walfir Martins e. Análise de coeficientes de retroespalhamento de imagens multitemporais RADARSAT-1 na discriminação de ambientes costeiros tropicais da região da Baixada Maranhense. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 12., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2005. p. 2225-2232.

TOCKNER, K. and STANFORD, J.A. Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation*, 2002. DOI:10.1017/S037689290200022X

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela(org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

TUCCI, C.E.M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C. (org) *Hidrologia ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH cap 16, p. 621-658, 1993.

UNIÃO EUROPEIA. *Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*. Brussels, 2010.

UNISDR - International Strategy for Disaster Reduction. 2009. *Terminology on Disaster Risk Reduction*. Disponível em <http://www.unisdr.org>. Acesso em novembro de 2024.

VANDO. Dando um voo sobre a enchente que teve em Goiana (01/06/22) no estado de Pernambuco. Canal Bora Voar, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=84nJJq45c8s>. Acesso em: 10 jan. 2025.