

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

VINICIUS VALDIR DOS SANTOS

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA RIACHO TALHADA – SEMIÁRIDO ALAGOANO**

Vinicius Valdir dos Santos

Orientadora: Dra. Nivaneide Alves de M. Falcão

Maceió-Alagoas
2024

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA RIACHO TALHADA – SEMIÁRIDO ALAGOANO**

VINICIUS VALDIR DOS SANTOS
Discente

NIVANEIDE ALVES DE MELO FALCÃO
Orientadora

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Área de concentração Organização do Espaço Geográfico, Linha de pesquisa em Dinâmica Socioambiental e Geoprocessamento – como requisito para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Maceió-Alagoas
2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S237a Santos, Vinicius Valdir dos.
Análise da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica Riacho Talhada - semiárido alagoano / Vinicius Valdir dos Santos. – 2024.
81 f. : il. color.

Orientadora: Nivaneide Alves de M. Falcão.
Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Maceió, 2024.

Bibliografia: f. 71-81.

1. Bacias hidrográficas. 2. Impacto ambiental - Avaliação. 3. Vulnerabilidade. 4. Semiárido - Alagoas. I. Título.

CDU: 911.2:556.51(813.5)

DEDICATÓRIA

Á minha Mãe.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha orientadora, Nivaneide Melo, cujo suporte e orientação foram essenciais ao longo de todo o meu trabalho. Sua sabedoria e dedicação foram fundamentais para que eu pudesse desenvolver esta dissertação com clareza e profundidade.

Agradeço também à minha mãe e ao meu irmão, que sempre me incentivaram a buscar meus objetivos e que foram uma fonte constante de amor e apoio durante esta jornada. Sem o apoio incondicional de vocês, este trabalho não seria possível.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado, oferecendo palavras de encorajamento e momentos de descontração, meu sincero agradecimento. O apoio de vocês foram cruciais para que eu pudesse enfrentar os desafios dessa fase.

Por fim, expresso minha gratidão à FAPEAL, que possibilitou a realização deste projeto por meio de sua valiosa contribuição e apoio.

A todos vocês, meu muito obrigado!

RESUMO

SANTOS, Vinicius Valdir, M.S. Universidade Federal de Alagoas, fevereiro de 2024. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – Semiárido Alagoano.** Orientadora: Nivaneide Alves de M. Falcão. Examinadores: Ana Paula Lopes da Silva e José Alegnoberto Leite Fechine.

A análise ambiental da bacia hidrográfica Riacho Talhada no Sertão de Alagoas tem como objetivo identificar e compreender os principais desafios e impactos ambientais que afetam essa região. Alguns autores como com Oliveira et al. (2012), fala que “as principais vulnerabilidades ambientais do semiárido brasileiro são as erosões, o processo de desertificação, a ocupação inadequada de áreas naturais, a perda de diversidade biológica, e a escassez de água”. Para realizar a análise ambiental da bacia hidrográfica, foram utilizados diversos estudos e pesquisas que abordam o tema. Foram realizados levantamentos de dados sobre o desmatamento, poluição, uso do solo e outras variáveis relevantes para a compreensão do estado atual da bacia hidrográfica, seguindo a metodologia de Crepani et al. (2001). Os estudos apontam que a bacia hidrográfica enfrenta sérios problemas ambientais, o uso inadequado do solo, associado à falta de políticas de preservação ambiental, contribui para o processo de degradação da bacia hidrográfica. A análise realizada mostra que a bacia hidrográfica do Riacho Talhada-AL enfrenta desafios significativos em relação à conservação ambiental. É fundamental que sejam implementadas medidas de proteção e recuperação, como o estabelecimento de áreas de preservação permanentes, a regularização do uso do solo e o desenvolvimento de políticas de manejo sustentável dos recursos naturais.

Palavras chaves: Bacia Hidrográfica; Ambiental; Vulnerabilidade; Semiárido.

ABSTRACT

SANTOS, Vinicius Valdir, M.S. Federal University of Alagoas, February 2024. **Analysis of the Environmental Vulnerability of the Riacho Talhada Hydrographic Basin – Alagoas Semi-arid.** Advisor: Nivaneide Alves de M. Falcão. Examiners: Ana Paula Lopes da Silva and José Alegn Roberto Leite Fechine.

The environmental analysis of the Riacho Talhada river basin in the Sertão de Alagoas aims to identify and understand the main environmental challenges and impacts that affect this region. Some authors, such as Oliveira et al. (2012), says that “the main environmental vulnerabilities of the Brazilian semi-arid region are erosion, the desertification process, the inadequate occupation of natural areas, the loss of biological diversity, and the scarcity of water”. To carry out the environmental analysis of the basin hydrographic, several studies and research were used that address the topic. Data were collected on deforestation, pollution, land use and other variables relevant to understanding the current state of the river basin, following the methodology of Crepani et al. (2001). Studies indicate that the river basin faces serious environmental problems, inadequate land use, associated with the lack of environmental preservation policies, contributes to the process of degradation of the river basin. The analysis carried out shows that the Riacho river basin Talhada-AL faces significant challenges in relation to environmental conservation. It is essential that protection and recovery measures are implemented, such as the establishment of permanent preservation areas, the regularization of land use and the development of sustainable management policies for natural resources.

Keywords: Hydrographic Basin; Environmental; Vulnerability; Semi-arid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Esquema do Geoprocessamento.....	26
Figura 01: Mapa de Localização da área de estudo.....	28
Figura 03: Mapa de Declividade da bacia Riacho Talhada.....	29
Figura 04. Mapa Hipsométrico da bacia Riacho Talhada.....	30
Figura 05. Mapa Pluviométrico da bacia Riacho Talhada – AL.....	32
Figura 06. Mapa Geológico da bacia Riacho Talhada.....	36
Figura 07. Mapa de solos da bacia Riacho Talhada.....	39
Figura 08. Mapa de vegetação da bacia Riacho Talhada.....	41
Figura 09. Mapa de uso e cobertura do solo da bacia Riacho Talhada.....	43
Figura 10. Mapa de hidrografia da bacia Riacho Talhada.....	44
Figura 11: Estrutura da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.....	45
Figura 12: Padrões de drenagem.....	46
Figura 13. Mapa geomorfológico da bacia Riacho Talhada.....	48
Figura 14: Inselberg da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.....	49
Figura 15: Cimeira da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.....	50
Figura 16: Morro da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.....	51
Figura 17: Encosta da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.....	51
Figura 18: Unidade Pedimentar da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.....	52
Figura 19: Escala de vulnerabilidade para as Unidades Territoriais Básicas.....	55
Figura 20: Modelo do cálculo aplicado individualmente aos temas.....	55
Figura 21: Embasamento Metodológico.....	57
Figura 22: Esquema Metodológico.....	58
Figura 23: Escala de estabilidade/vulnerabilidade.....	59
Figura 24: Mapa de Vulnerabilidade Natural – Potencial.....	62
Figura 25: Mapa de Vulnerabilidade Ambiental – Emergente.....	64
Figura 26: Análise Temporal do Uso do Solo na B.H.Riacho Talhada AL.....	65
Figura 27: Agricultura Familiar comunidade quilombola serra das viúvas.....	66
Figura 28: Análise temporal do local da rampa de parapente.....	67
Figura 29: Rampa para Salto de Parapente, Água Branca – AL.....	68

GRÁFICO

Gráfico 01. Climograma município de Mata Grande - AL, para o ano de 2020 a 2023.....	33
Gráfico 02. Climograma município de Água Branca -AL, para o ano de 2020 a 2023.....	33
Gráfico 03. Climograma município de Delmiro Gouveia – AL, para o ano de 2020 a 2023.....	34
Gráfico 04. Climograma município de Inhapi – AL, para o ano de 2020 a 2023.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.1 Objetivos Específicos.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 Bacias Hidrográficas	16
3.2 Bacias Hidrográficas em Ambientes Semiáridos.....	17
3.3 Dinâmica Hidrográfica do estado de Alagoas.....	19
3.4 Vulnerabilidade Ambiental.....	21
3.5 Uso e Ocupação do Solo	23
3.6 Uso do Geoprocessamento na Análise Ambiental.....	25
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
4.1 Localização da Área de Estudo.....	28
5. ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS.....	31
5.1 Aspecto Climático Regional.....	31
5.2 Aspectos Geológicos.....	35
5.3 Aspectos pedológicos	38
5.4 Vegetação – Bioma	40
5.5 Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Riacho Talhada-AL.....	42
5.6 Hidrografia	44
6. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA RIACHO TALHADA – AL	47
6.1 Geomorfologia da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada- AL.....	47
6.2 Fragmentos Geomorfológicos:	49
6.3 Inselbergue	49
6.4 Cimeira.....	49
6.5 Morros	50
6.6 Encosta	51
6.7 Unidade Pedimentar	52
7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	53
7.1 Delimitação da Área de Estudo	53
7.2 Levantamentos de Bases de Dados Cartográficos e Elaboração dos Mapas	53
7.3. Atribuição dos Valores de Vulnerabilidade Natural e Ambiental	54

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
8.1 Análise das Vulnerabilidades Natural e Ambiental da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.....	59
8.2 Vulnerabilidades Natural – Potencial.....	60
8.3 Vulnerabilidade Ambiental – Emergente	63
8.4 Agricultura familiar da comunidade quilombola serra das viúvas	66
8.5 Água Branca- AL – Rampa da Serra do Paraíso – AL	67
9. CONCLUSÃO	69
10. REFERENCIAS:	71

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas do semiárido alagoano possuem uma grande importância para a região, especialmente por fornecerem água para o abastecimento de populações e atividades agrícolas. Diversos autores já discutiram a importância dessas bacias, como por exemplo, Melo e Vila Nova (2017) destacam que as bacias hidrográficas do semiárido alagoano são fundamentais para a manutenção da vida na região, por permitirem a captação de água para consumo humano e para a irrigação de lavouras. Sá *et al.* (2015) ressaltam que a gestão das bacias hidrográficas do semiárido alagoano é importante para garantir um uso sustentável dos recursos hídricos, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Gomes *et al.* (2012) afirmam que as bacias hidrográficas do semiárido alagoano são ecossistemas frágeis, e por isso devem ser protegidos e conservados, de forma a garantir a disponibilidade de água para as gerações presentes e futuras. Por essas razões, o estudo das bacias hidrográficas é fundamental para garantir a qualidade de vida das comunidades locais, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento econômico sustentável.

Os estudos ambientais em bacias hidrográficas têm uma importância significativa na gestão sustentável dos recursos hídricos e na preservação do meio ambiente. Segundo Reis (2010), a bacia hidrográfica é uma unidade territorial fundamental para a gestão de recursos hídricos, uma vez que é nesse espaço geográfico que se observa a dinâmica hidrológica, climática e ecológica da região. Dentro desse contexto, um dos principais objetivos dos estudos ambientais em bacias hidrográficas é a identificação e avaliação dos impactos ambientais causados pela atividade humana, como a urbanização, agricultura, pecuária, mineração, entre outras.

Nesse sentido, os estudos permitem o desenvolvimento de estratégias de gestão ambiental para minimizar esses impactos e garantir a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos (SOARES *et al.*, 2017). Outra contribuição importante dos estudos ambientais em bacias hidrográficas é a compreensão das interações entre os sistemas naturais e sociais da região, como destaca Gonçalves *et al.* (2017). Essa compreensão permite a implementação de estratégias de gestão que levem em consideração as necessidades socioeconômicas e culturais da comunidade, sem comprometer a integridade do ecossistema.

O semiárido brasileiro apresenta características edafoclimáticas que se diferem de outras regiões. No estado de Alagoas, onde está localizada a área de estudo, apresenta diversas particularidades relacionadas ao clima, e na relação homem-natureza. Nessa região, as bacias hidrográficas são fundamentais para a sobrevivência da população e das atividades produtivas, pois elas fazem a manutenção dos canais fluviais em períodos de chuvas intensas, porém, estão sujeitas a grande vulnerabilidade ambiental devido às características ambientais e ao uso inadequado dos recursos naturais. Segundo Pinto (2019), a gestão inadequada dos recursos hídricos é um dos principais responsáveis pela degradação ambiental na região semiárida, resultando em conflitos e disputas principalmente pelo acesso à água. Além disso, a intensificação da atividade agrícola sem a adoção de práticas de conservação do solo tem impactos significativos na qualidade dos recursos naturais da região.

Esse contexto de vulnerabilidade socioambiental afeta diretamente a população da região, especialmente os mais pobres, como ressalta Guedes (2020), que aponta relação entre vulnerabilidade ambiental e pobreza no semiárido de Alagoas.

Dessa forma, de modo a elucidar os reflexos da vulnerabilidade ambiental e propor medidas de mitigação e adaptação que promovam a sustentabilidade ambiental e social da região, o trabalho teve objetivo avaliar os impactos das atividades humanas e naturais na bacia hidrográfica Riacho Talhada – AL.

O desenvolvimento do trabalho foi estruturado em etapas, onde cada etapa contribuiu para a construção do conhecimento e para a obtenção dos resultados. Inicialmente foi realizado um estudo bibliográfico no qual se deu base para a construção do referencial teórico, em seguida realizamos a caracterização da área de estudo de maneira em que foi possível delimitar a área específica, na qual proporcionou uma eficaz metodologia. Após a aplicação da metodologia de Crepani et al. (2001) obtemos resultados e conclusões significativas.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada - AL

2.2 Objetivos Específicos

- 1- Organizar um banco de dados cartográficos da área de estudo;
- 2- Realizar o diagnóstico dos fatores que favorecem a vulnerabilidade ambiental;
- 3- Gerar e analisar mapas temáticos ligados a vulnerabilidade ambiental.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Bacias Hidrográficas

As bacias hidrográficas são áreas territoriais delimitadas pelos interflúvios, nas quais as águas superficiais são drenadas para um único ponto de saída, são áreas geográficas delimitadas pelos divisores de águas, que direcionam o escoamento superficial das águas pluviais para os canais que por sua vez desaguam em um rio de maior ordem ou oceano (SANTANA, 2003).

As bacias hidrográficas são fundamentais para a manutenção dos recursos hídricos e ecossistemas, além de serem importantes para o abastecimento de água, para a produção de energia e para a atividade agrícola. Segundo Paiva (2015), a compreensão das características e dinâmicas das bacias hidrográficas são essenciais para a conservação e gestão sustentável desses recursos. Pereira (2014) afirma que a gestão integrada dos recursos hídricos é vital para o uso sustentável e equitativo desse bem comum, ressaltando assim a bacia hidrográfica como uma unidade territorial apropriada para a implementação dessas políticas.

As bacias hidrográficas servem também como objeto de estudo para o planejamento básico de preservação de recursos naturais, elas integram em si características ecológicas, geomorfológicas e sociais. (ATTANASIO 2004).

No mesmo sentido, para Attanásio, (2004):

A bacia hidrográfica é a unidade básica de planejamento para a compatibilização da preservação dos recursos naturais e da produção agropecuária. As microbacias hidrográficas possuem características ecológicas, geomorfológicas e sociais integradoras, o que possibilita uma abordagem holística e participativa envolvendo estudos interdisciplinares para o estabelecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerentes ao local ou região onde foram implementados (p.02).

Assim, a compreensão da dinâmica e vulnerabilidade das bacias hidrográficas é fundamental para a avaliação do uso atual e futuro da água e para a implementação de planos de gestão integrada sustentável. Conseqüentemente, o presente estudo tem como objetivo principal analisar a vulnerabilidade ambiental, avaliando a situação atual da bacia hidrográfica Riacho Talhada- AL, quanto à conservação e ao uso sustentável dos recursos hídricos, em conjunto com a identificação de estratégias para melhoria da gestão ambiental da bacia de acordo com a legislação ambiental vigente.

As bacias hidrográficas são importantes para a manutenção da vida no planeta, pois são responsáveis pela disponibilização de água para consumo humano, agricultura, produção de energia hidrelétrica, entre outros. Por isso devesse ser usada de maneira sustentável. Segundo Pinto (2006), é fundamental entendermos que a água é um recurso natural limitado e indispensável, e que ela é distribuída de forma desigual no planeta, com regiões extremamente secas e outras que sofrem com enchentes e catástrofes naturais. É importante ressaltar que o uso e a ocupação do solo numa bacia hidrográfica podem afetar diretamente a qualidade e quantidade da água disponível.

Assim, é necessária uma gestão integrada e participativa dessas áreas, envolvendo diferentes setores da sociedade (BRASIL, 2011). Portanto, compreender as bacias hidrográficas é fundamental para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, visando a garantia de sua disponibilidade e a redução de impactos negativos nas áreas de drenagem.

3.2 Bacias Hidrográficas em Ambientes Semiáridos.

O semiárido brasileiro é uma região localizada no Nordeste do país, que abrange os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e parte de Sergipe e Bahia. A região é caracterizada por um clima semiárido, com baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas, o que torna a convivência com a seca um desafio constante para as comunidades locais. Segundo Almeida (2014), o semiárido brasileiro é uma região que abrange nove estados do Nordeste e apresenta sérios problemas relacionados ao acesso à água e à produção agrícola, devido à constante presença da seca. Almeida (2014) destaca ainda que a região é caracterizada por apresentar uma das maiores concentrações de população rural do país e que o desafio de conviver com o clima semiárido é uma questão central para o desenvolvimento sustentável da região.

Para Zanella (2014):

O semiárido nordestino apresenta elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas. Os totais pluviométricos são baixos e apresentam alta variabilidade no tempo e no espaço. Ocorrem, ainda, elevadas taxas de evapotranspiração e elevado déficit hídrico. (p.01).

Desse modo a região semiárida brasileira é caracterizada pelo baixo índice pluviométrico e pela irregularidade das chuvas ao longo do ano, o que torna a gestão das bacias hidrográficas um desafio para as autoridades e comunidades locais. Essa é uma

região caracterizada por condições climáticas adversas, como a escassez de água e a alta temperatura. Segundo Oliveira (2009), o Semiárido brasileiro representa um dos maiores desafios para a sustentabilidade do país, pois seu meio ambiente natural é fragilizado por problemas relacionados à escassez hídrica. A falta de água e o uso inadequado dos recursos naturais levaram à desertificação crescente desta região (FREITAS et al., 2012).

Para além, a hidrografia da região semiárida brasileira é caracterizada por apresentar rios temporários, que permanecem secos por longos períodos durante o ano, mas que são fundamentais para a sobrevivência das comunidades locais durante a época das chuvas. Segundo Costa et al. (2018), a região semiárida apresenta uma rede hidrográfica formada, em sua maioria, por rios de pequeno e médio porte. Contudo, a hidrografia da região semiárida vem enfrentando diversos desafios relacionados à degradação ambiental e à falta de investimentos em infraestrutura para o aproveitamento dos recursos hídricos. Segundo Brandolim e Silva (2016), a extração ilegal de madeira e a falta de práticas sustentáveis de manejo da terra têm contribuído para o assoreamento dos rios e a diminuição da oferta de água na região.

Nesse sentido, é importante destacar os estudos realizados por Silva *et al.* (2019), que apontam a necessidade de se adotar uma abordagem integrada e participativa na gestão das bacias hidrográficas semiáridas. Isso implica em envolver a população local na tomada de decisões e na implementação de ações de conservação e uso racional da água. Segundo Costa Neto e Horner (2017), a bacia hidrográfica é a unidade territorial mais adequada para a gestão dos recursos hídricos em regiões semiáridas, pois permite a integração de diferentes usos da água e a promoção do desenvolvimento sustentável. De acordo com Marques (2019), a hidrografia semiárida é caracterizada por um regime hídrico irregular, apresentando chuvas essencialmente sazonais, com estiagens prolongadas, escassa infiltração e presença de solos arenosos. Além disso, possuem curvas de nível suavemente onduladas, com rios de pequeno porte e curto alcance, muitas vezes intermitentes, que apresentam vazões variáveis e baixos índices de sedimentos (MARCQUES., 2019).

É possível ainda mencionar as contribuições de Oliveira e Oliveira (2016), que destacam a importância da recuperação e preservação das nascentes e mananciais para a sustentabilidade das bacias hidrográficas em regiões semiáridas. Segundo os autores, a revitalização dessas áreas é essencial para garantir o volume e a qualidade da água, bem como para a conservação da biodiversidade.

De acordo com Dantas (2019),

A bacia hidrográfica do rio São Francisco na região semiárida brasileira é considerada um dos recursos hídricos mais importantes do país, uma vez que abrange uma extensa área territorial e é essencial para o abastecimento de água de grande parte da população (p.5).

Segundo Pires e Silva (2008), a região Nordeste possui uma extensa e variada rede de hidrografia, contendo importantes rios, como o São Francisco, Parnaíba, Jaguaribe, Paraíba do Norte, entre outros. A bacia do São Francisco, que é a maior do Nordeste, abrange grande parte da região, compreendendo parte dos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Outras bacias importantes na região são a do Parnaíba, do Jaguaribe, do Mearim, do Paraíba do Norte, do Açu, do Piauí, do Mucuri e do Itapicuru (PIRES; SILVA, 2008).

Apesar da limitada disponibilidade de água, a hidrografia da região é fundamental para a sobrevivência das comunidades locais, principalmente através da construção de açudes e barragens para a captação e armazenamento de água da chuva. Conforme Santiago et al. (2015), os açudes são importantes para o fornecimento de água para a agricultura familiar e para o abastecimento de água potável para as comunidades locais durante a época da seca. Diante desse cenário, são necessárias políticas públicas que visem à preservação do meio ambiente e à conscientização da população sobre a importância da conservação dos recursos naturais. É importante investir em tecnologias e práticas sustentáveis para minimizar os impactos causados pelo clima da região.

3.3 Dinâmica Hidrográfica do estado de Alagoas.

Entre as bacias hidrográficas do estado de Alagoas a bacia hidrográfica do São Francisco é uma das principais, principalmente para o interior do estado. Esta região possui relevância histórica e geográfica para o país, pois é responsável por fornecer água aos moradores. De acordo com Carvalho (2008), as bacias hidrográficas de Alagoas são divididas em seis bacias principais: bacia do São Francisco, bacia do Moxotó, bacia do Mundaú, bacia do Jaguaribe, bacia do Paraíba do Norte e bacia do Pernambuco. Essas bacias se encontram na região Nordeste do Brasil e são importantes fontes de água para a população local. Segundo Marques et al. (2011), Alagoas possui mais de 30 bacias hidrográficas que são responsáveis pelo abastecimento de água potável de diversas cidades, além de serem importantes fontes de água para a agricultura e a pesca na região.

De acordo com o geógrafo Braz Martins, "Alagoas possui uma grande variedade de rios que podem ser aproveitados para abastecer a população local" (MARTINS, 2017, p. 7). Além disso, a geógrafa Maria José Mota aponta que "a bacia hidrográfica de Alagoas é importante para o abastecimento de água de boa qualidade na região" (MOTA, 2012, p. 14). Já de acordo com Queiroz *et al.* (2014), as bacias hidrográficas de Alagoas possuem condições particulares que favorecem o crescimento da população, como a presença de importantes recursos naturais, como a água, e também a presença de diversos ecossistemas. São caracterizadas também por apresentarem uma rede de drenagem que se distribui de forma heterogênea no território alagoano.

Conforme Pimentel e Nascimento (2008), a bacia do Rio Mundaú é considerada uma das maiores do estado, sendo responsável pelo abastecimento de água da região metropolitana de Maceió e de inúmeras cidades do agreste alagoano. As lagoas e as praias do litoral alagoano constituem um importante recurso hídrico para o setor turístico do estado. Nesse sentido Neto (2019) fala que a gestão adequada desses recursos hídricos é essencial para manter a qualidade da água e garantir a segurança dos banhistas na região.

Bezerra (2013) fala que as bacias alagoanas são importantes recursos para o meio ambiente e para as comunidades locais. Segundo Bezerra *et al.* (2013), as bacias hidrográficas de Alagoas são alvos de diversas atividades antropogênicas, como a agricultura, a pecuária e a instalação de barragens, que podem causar impactos negativos no meio ambiente, como o desmatamento e a contaminação da água.

Por isso, Nascimento e Fernandes (2015) falam que a gestão adequada dos recursos hídricos é essencial para garantir a sustentabilidade ambiental e o uso racional dos recursos naturais na região. Destaca também a importância da participação da sociedade civil no processo de gestão dos recursos hídricos, visando a construção de políticas públicas mais efetivas para a conservação e o uso sustentável da água na região. Santos e Melo (2014) ressaltam a importância do planejamento e da gestão integrada dos recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável de Alagoas.

As bacias hidrográficas de Alagoas desempenham um papel fundamental na sustentabilidade socioeconômica, ambiental e na qualidade de vida, oferecendo também importantes serviços ambientais, como a regulação do clima, a proteção da biodiversidade e a manutenção do equilíbrio hidrológico. Entretanto é essencial que haja esforços para a preservação e conservação das bacias hidrográficas de Alagoas, podendo se dar por meio

de políticas públicas voltadas à gestão integrada dos recursos hídricos, ampliação de áreas protegidas, planejamento territorial e conscientização da população sobre a importância da preservação ambiental.

3.4 Vulnerabilidade Ambiental

A vulnerabilidade ambiental é um tema que está sendo bastante discutido nos últimos anos, os estudos sobre vulnerabilidade ambiental são importantes para entender melhor como os fatores ambientais como mudanças climáticas, poluição, uso de recursos naturais afetam os ecossistemas. É um tema amplamente abordado na geografia, especialmente por sua relação com o meio ambiente e seus impactos na sociedade. De acordo com Wilinon e Krishnaswamy (2019, p. 48),

"a vulnerabilidade ambiental é a probabilidade de que os impactos ambientais adversos causem danos significativos às atividades humanas e ao meio ambiente, que pode ser quantificada através de indicadores como a capacidade de adaptação e resiliência dos sistemas ecológicos e sociais".

Segundo Gomes (2009), a vulnerabilidade ambiental pode ser definida como a capacidade de um sistema de lidar com as consequências de mudanças ambientais, sejam naturais ou causadas pelo homem. Ainda de acordo com Gomes (2009), a vulnerabilidade ambiental é influenciada por diversos fatores, como características físicas do ambiente, atividades humanas e a capacidade de resposta da sociedade. É importante destacar que a vulnerabilidade ambiental não é uma condição fixa e pode ser alterada por meio de políticas e ações específicas.

Pode ser ainda definir a vulnerabilidade como a possibilidade de um sistema natural, social ou econômico sofrer ação de danos em decorrência de variações climáticas ou de eventos de ordem natural. Segundo Ostrom *et al.* (2002), a vulnerabilidade é um processo complexo e multifacetado que envolve aspectos sociais, econômicos e políticos.

"A vulnerabilidade ambiental está relacionada à exposição e sensibilidade dos ecossistemas e comunidades às mudanças climáticas globais e aos impactos ambientais causados pela ação humana" (GALLOPIN, 1996, p. 15).

A mudança climática é um dos principais fatores que contribuem para a vulnerabilidade ambiental. Segundo Gaillard *et al.* (2014), as mudanças climáticas podem causar impactos significativos em diversas áreas, como a saúde, a economia e o meio ambiente. Por outro lado, ações humanas também podem influenciar a vulnerabilidade

ambiental, de acordo com Lemos e Agrawal (2006). Pode ser intensificada em regiões onde a população é mais vulnerável, como é o caso de países em desenvolvimento.

De acordo com Adger (2006), a vulnerabilidade é uma questão social que afeta grupos mais vulneráveis e marginalizados. Ao longo dos anos, a humanidade tem causado sérias consequências ao meio ambiente, resultando em uma crescente vulnerabilidade ambiental. A vulnerabilidade é causada pela ação humana, como a poluição, desmatamento, mudanças climáticas e entre outras (MARENGO, 2008 p.83). De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (INTERGOVERNAMENTAL; MUDANÇA, 2021) a ação humana é a principal causa das mudanças climáticas, que causam efeito estufa e elevação das temperaturas globais. Em regiões semiáridas onde as temperaturas são elevadas essas ações se potencializam devido ao clima da região.

De acordo com Oliveira *et al.* (2012), "as principais vulnerabilidades ambientais do semiárido brasileiro são as erosões, o processo de desertificação, a ocupação inadequada de áreas naturais, a perda de diversidade biológica, e a escassez de água". Segundo Mendes e Galvão (2013), o semiárido brasileiro é uma região com pouca disponibilidade hídrica, o que faz com que a população viva em constante risco de escassez de água e de insegurança alimentar. A região também é marcada pela fragilidade dos solos e pela degradação ambiental, que são agravados pelo uso inadequado da terra e pela ausência de políticas públicas que visem a conservação e gestão dos recursos naturais (SILVA, 2016).

Ainda de acordo com Silva (2016), a vulnerabilidade ambiental sobretudo a do semiárido se dá tanto pela sua condição natural, como pela sua história de exploração e falta de investimentos em infraestrutura e desenvolvimento social. Nesse sentido, é fundamental que sejam estabelecidas políticas públicas efetivas para a região, com foco na conservação dos recursos naturais, na promoção de atividades sustentáveis e no fortalecimento da agricultura familiar (MENDES; GALVÃO, 2013). A falta de conscientização ambiental também é um grande problema na região. Muitas pessoas ainda não reconhecem a importância de preservar os recursos naturais e utilizam os recursos de forma indiscriminada, sem se preocupar com as consequências a longo prazo.

Dessa maneira Boff, (2017) destaca a importância da relação entre humanidade e natureza, a necessidade de reconhecer a vulnerabilidade ambiental e tomar medidas

práticas para reduzir o impacto ambiental. Ele afirma que a natureza não pode ser vista como um recurso a ser explorado, mas sim como uma divindade que deve ser respeitada e venerada. Ingo (2015), afirma que o meio ambiente é um fator importante para a saúde mental e física, e que a preocupação com a natureza é fundamental para a melhoria da qualidade de vida. Por isso se faz necessário estudos para que sejam implementadas estratégias de gestão ambiental que considerem a vulnerabilidade ambiental, a fim de minimizar os impactos da mudança climática e promover a conservação dos ecossistemas. Como afirma Turner *et al.* (2003), dizendo que a vulnerabilidade ambiental é um problema global que exige soluções locais, nacionais e internacionais.

3.5 Uso e Ocupação do Solo

O solo um mecanismo onde a vida biológica se desenvolve, e é caracterizado por matéria orgânica, minerais, água e ar. O mesmo é a rocha matriz desenvolvida, ele desempenha uma grande variedade de características ambientais, ecológica, social e econômica, constituindo um grande e importante elemento paisagístico, patrimonial e físico para a atividade humana na terra, ele fornece elementos essenciais para a vida da biodiversidade. Esse material é um componente essencial do ambiente, tem sua importância normalmente desconsiderada e pouco valorizada (BRIDGES; VAN BAREN,1997).

O uso do solo é um fator importante na geografia, pois influencia diversos processos naturais, como a hidrologia, biogeografia, ecologia e geologia. A cobertura da terra se refere à distribuição e organização dos diversos tipos de uso do solo, como áreas urbanas, agrícolas, florestais, entre outras. Alguns autores, como Sposito (2008), ressaltam que essa distribuição é influenciada por fatores naturais, mas também pela ação humana, que pode ser tanto negativa quanto positiva em relação à conservação e preservação dos recursos naturais. A utilização da terra pelos seres humanos ao longo do tempo é um tema de grande importância para a Geografia. Segundo Santos (1997), a forma como os seres humanos usam a terra é uma das manifestações mais significativas de sua cultura. Sauer (1982) fala que o espaço rural é o resultado histórico de um conjunto de ações humanas, tanto das que se destinam a satisfazer necessidades imediatas quanto das de caráter econômico ou político. Isso demonstra que as questões ligadas a cobertura da terra estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento humano. O solo é o “berço da vida” (EMBRAPA, 2014). Ele é fundamental para a sustentabilidade da agricultura, pois é responsável pela produção de alimentos, forragens, madeira, fibra e energia (RIBEIRO et

al., 2009). Com o crescimento populacional vem também a necessidade de produzir alimento, e no passado isso era feito através da agricultura que crescia próximo aos rios Oliveira (2007). Silva (2011, p. 25) complementa dizendo que

"as bacias hidrográficas são locais estratégicos para a construção das comunidades humanas, pois oferecem recursos hídricos para o abastecimento, agricultura, pesca, transporte e lazer. Porém, é necessário que haja um planejamento adequado para evitar problemas ambientais e sociais".

Dessa maneira podemos perceber que as bacias hidrográficas também são classificadas como um dos motivos para a escolha de local de construção da civilização, sendo assim se tornando importante para o desenvolvimento dinâmico de um grupo instalado em sua proximidade. E essa fala sustentada por Silva (2011) explana também a realidade vivida nos dias atuais.

Sendo assim para que não haja problemas ambientais é importante que se tenha um manejo adequado do solo, elemento fundamental para garantir a qualidade da produção agrícola e a saúde do meio ambiente (MARTINS et al., 2016). A prática de técnicas conservacionistas, como a utilização de insumos orgânicos, a rotação de culturas, a adoção de plantações em mosaico e o plantio direto, tem contribuído para a melhoria da fertilidade dos solos (FREITAS et al., 2019). De acordo com Corrêa (2015), o uso e manejo adequado do solo são cruciais para a preservação da biodiversidade, assim como para o desenvolvimento agrícola e a manutenção da qualidade do meio ambiente. O manejo correto do solo consiste em práticas como a conservação de solos, a rotação de culturas, o uso de adubação eficiente, a irrigação adequada e o controle de erosão. Essas práticas ajudam a manter a fertilidade do solo, melhorar a qualidade da água e aumentar a produção agrícola (Costa, 2019). É importante lembrar que o uso incorreto do solo pode levar à perda de solo fértil, à contaminação da água e à redução da biodiversidade.

O uso correto do solo é fundamental para garantir sua qualidade e sustentabilidade. Segundo Mielniczuk (2002), o manejo do solo deve ser baseado em práticas que preservem ou melhorem sua qualidade física, química e biológica. Dentre as práticas de manejo do solo recomendadas, destaca-se a adoção do sistema de plantio direto, que consiste em semear as culturas diretamente na palhada da cultura anterior, sem mobilização do solo (LOUREIRO ET AL., 2013). Esse sistema apresenta vantagens como a preservação da estrutura do solo e da sua biodiversidade, a redução da erosão, a economia de tempo e dinheiro e a melhoria da eficiência no uso dos recursos naturais

(MIELNICZUK, 2002). Por isso é importante adotar práticas complementares, como a rotação de culturas, a adubação orgânica e mineral balanceada e a correção do pH do solo (Loureiro et al., 2013). De acordo com Carvalho

"Ao longo da história, o uso do solo tem sido moldado pelas relações entre sociedade, clima, solo e vegetação, o que resultou em diferentes padrões de uso e ocupação do território" (CARVALHO, 2016, p. 67).

Dessa maneira ainda de acordo com Carvalho (2016), a dinâmica do uso do solo é influenciada por fatores naturais e antrópicos, que variam conforme a região em que estão presentes. Assim, é importante considerar as características do solo em conjunto com o clima, a vegetação e os aspectos socioeconômicos para um manejo adequado do solo e do território. Sobre tudo em bacias hidrográficas, pois a gestão do uso do solo em bacias hidrográficas é fundamental para a preservação da qualidade e quantidade de água disponível. Segundo Chaves e Herdies (2014), o uso inadequado do solo pode causar a degradação das nascentes e cursos d'água, bem como aumentar o risco de enchentes e deslizamentos de terra. Para Silva (2017), a ocupação desordenada do solo é um dos principais fatores que contribuem para a degradação ambiental em bacias hidrográficas. O autor destaca a importância da adoção de práticas de conservação do solo para a minimização dos impactos negativos. De acordo com Santos *et al.* (2018), a gestão do uso do solo em bacias hidrográficas deve ser orientada pela busca de um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental. Os autores ressaltam a importância da participação ativa das comunidades locais na definição das estratégias de gestão.

3.6 Uso do Geoprocessamento na Análise Ambiental

Atualmente com o avanço tecnológico e a facilidade em acesso as tecnologias fazem com que as pesquisas acadêmicas que necessitam de ferramentas como as do SIGs (Sistema de Informação Geográfica) por exemplo sobretudo trabalhos ambientais se tornam fundamental para a sua construção. "Sistema de coordenação geográfica são ferramentas que tem combinado uma gama de parâmetros ambientais, devido a capacidade de reportar resultados confiáveis durante a avaliação de dados temáticos" (LOPES et al, 2018, p107) ele ainda completa dizendo que:

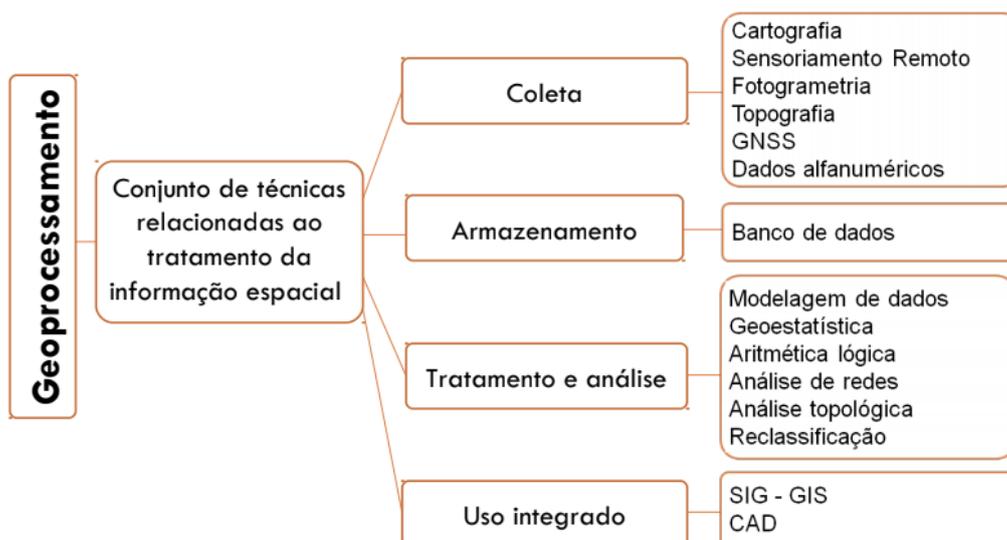
"Ambos são considerados ferramentas potenciais para avaliar, determinar interpretar a análise de informações ambientais relacionadas ao espaço geográfico das bacias hidrográficas."

Através do uso dessas tecnologias foi possível obter dados cartográficos, geográficos e também imagens derivadas do sensoriamento remoto. Para esse trabalho o uso de imagens de satélites desempenhou um papel importante para o mapeamento. Para Nogueira et al. (2008, p. 157) os

“materiais de Sensoriamento remoto são de extrema importância para a realização de mapeamentos geomorfológicos, independente se a escala de análise é em nível regional ou local. As imagens de satélite, fotos aéreas e dados de radar são essenciais na elaboração de cartas geomorfológicas, tendo em vista que representam a realidade da paisagem física como ela é. Através destes materiais é possível identificar feições geomorfológicas em diversas escalas de generalização a escalas de grandes detalhes.”

Portanto, o uso do geoprocessamento na construção e elaboração de pesquisa geográfica utilizando-se de softwares, aplicativos, programas, imagens, internet e outros para verificar elementos como, classificar paisagem, clima, pluviometria, relevo e afins se tornam um auxílio fundamental. O geoprocessamento tem sido amplamente utilizado para a análise espacial de dados geográficos em diversas áreas, incluindo a gestão de recursos naturais e a planejamento urbano. Segundo Almeida (2019), o geoprocessamento é uma abordagem que permite integrar informações de diferentes fontes, como mapas, imagens de satélite e dados tabulares, e analisá-las de maneira integrada. Para entender melhor o processo na imagem abaixo é possível visualizar os processos característicos da área de geoprocessamento: coleta, armazenamento, tratamento e análise de dados e uso de softwares.

Figura 02: Esquema do Geoprocessamento



Fonte: Fábio. M. B (2020)

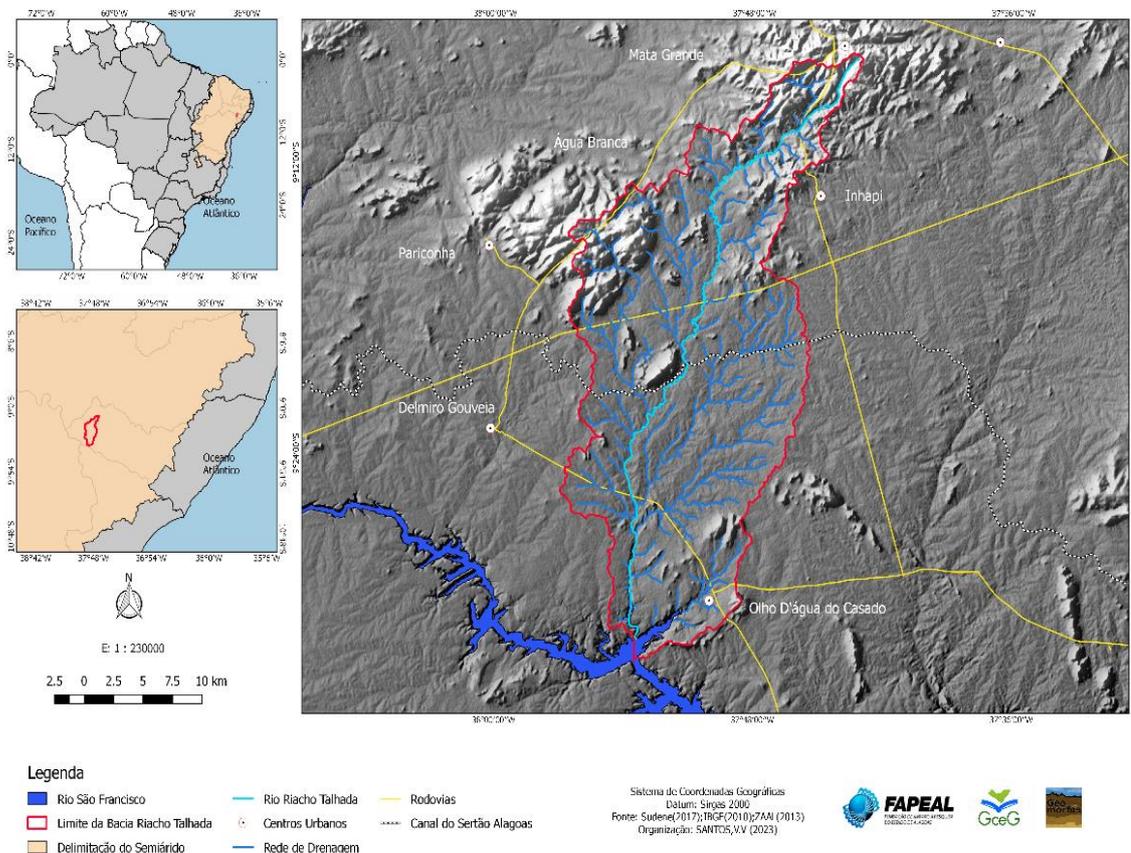
Sendo assim, de acordo com Câmara *et al.* (2018), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias que permite a análise e manipulação de dados espaciais, utilizando ferramentas de georreferenciamento, análise e modelagem. Os autores destacam a importância do uso de softwares específicos, como o ArcGIS e o QGIS, que permitem a integração de dados de diferentes fontes e a realização de análises espaciais avançadas. Para Paez (2019), o geoprocessamento é uma abordagem que permite a análise integrada de dados espaciais e a tomada de decisão baseada em informações georreferenciadas. O QGIS é um software livre de Sistema de Informação Geográfica (SIG) que pode ser utilizado em diversos trabalhos que envolvam análise geoespacial, desde a geoprocessamento até a análise de dados ambientais. Fernandes e Cunha (2016), falam que o QGIS é uma ferramenta robusta e eficiente, além de fornecer diversos recursos e extensões para a realização de análises espaciais avançadas. Santana et al. (2020) avaliaram a aplicabilidade do QGIS em diversos estudos ambientais e concluíram que o software é uma opção viável e de baixo custo para a realização de análises espaciais em diferentes áreas.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Riacho Talhada está localizada no Sertão de Alagoas, especificamente na região do Agreste Alagoano tem uma área de aproximadamente 626,9 km² e pertence a região hidrográfica do Talhada. Abrange os municípios de Olho d'Água do Casado, Água Branca, Delmiro Gouveia, Mata Grande e Inhapi. Trata-se de uma região semiárida, com pouca vegetação e altas temperaturas ao longo do ano. A topografia da microbacia é marcada por serras, chapadas e vales, com elevações que variam entre 200 e 800 metros acima do nível do mar. O principal curso d'água da microbacia é o Riacho Talhada, que apresenta baixo fluxo hídrico na maior parte do ano devido aos períodos de estiagem. Situa-se entre as latitudes 9° 12' 00" e 9° 24' 00" sul do equador e as longitudes de 38° 00' 00" e 37° 48' 00" oeste de Greenwich, como podemos observar na Figura 02.

Figura 03: Mapa de Localização da área de estudo.



Elaboração: Autor, 2023

Em uma área de terrenos áridos, com clima semiárido a bacia hidrográfica Riacho Talhada – AL possui também como característica física o relevo acidentado, com grande variação altimétrica, com morros, serras e vales profundos. Onde nas partes mais baixas da bacia, podem ocorrer áreas alagáveis, tais como brejos e lagoas temporárias. Na Figura 03 podemos observar a medida de inclinação da superfície em relação ao horizonte. Já na Figura 04 pode-se observar o mapa de hipsometria no qual analisamos altitude ou elevação da superfície na bacia hidrográfica em questão. Ela está inserida entre os maciços estruturais de Água Branca e Mata Grande, ambos com altitude acima de 600 m e declividade entre 3% acima 75%, e a depressão sertaneja. Esses dados fornecem uma descrição dos modelados descritos nos mapas a seguir. A declividade e a hipsometria são duas variáveis importantes na análise e planejamento do ambiente natural e construído, permitindo a identificação de áreas de risco, bem como de oportunidades de desenvolvimento de infraestrutura e uso do solo.

Figura 03: Mapa de Declividade da bacia Riacho Talhada.

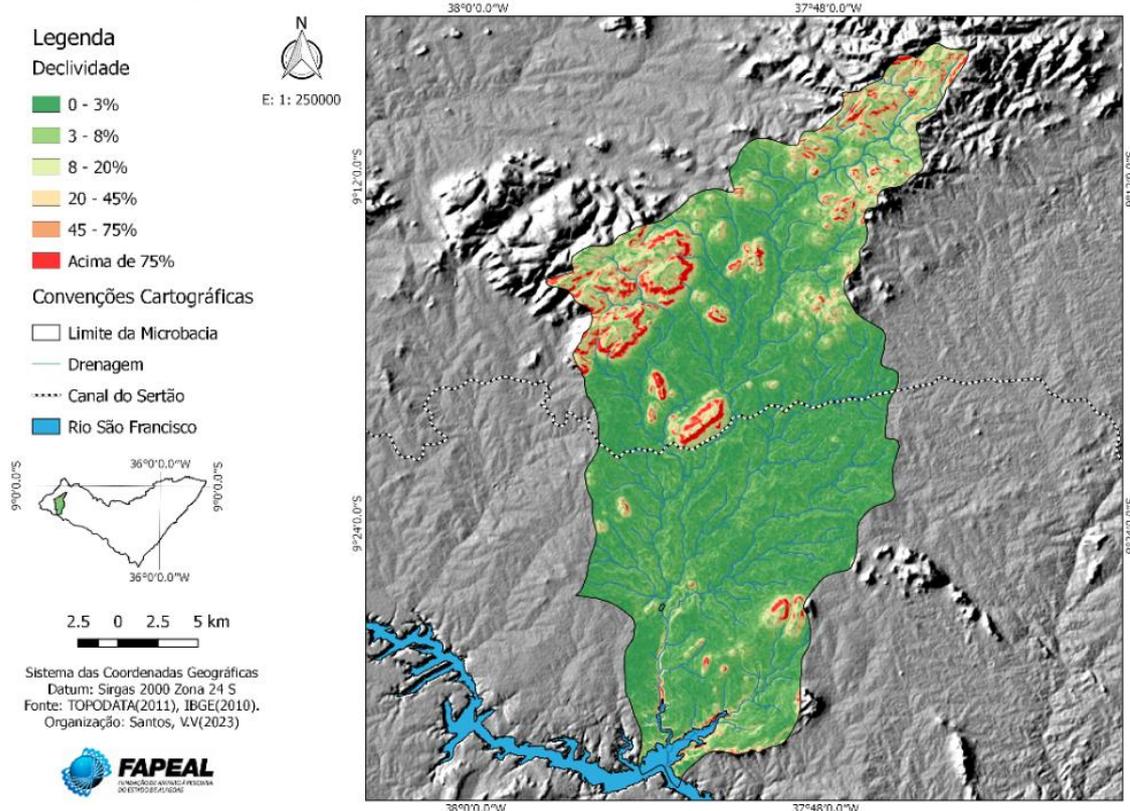
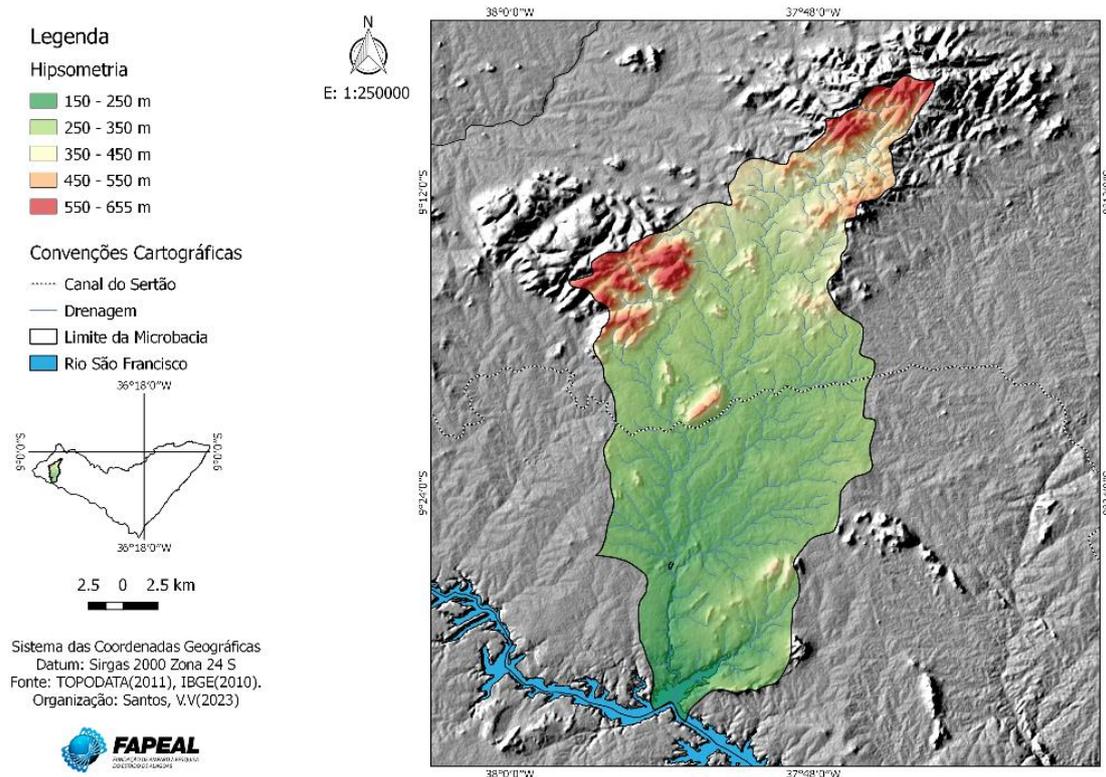


Figura 04. Mapa Hipsométrico da bacia Riacho Talhada.



Elaboração: Autor, 2023

A hipsometria indica a distribuição espacial das diferentes altitudes dentro da bacia hidrográfica, onde através de tons de cores do vermelho ao verde classificados por metros (m) conseguimos identificar onde estão as áreas mais elevadas e áreas mais baixas. Da mesma maneira no mapa de declividade, porém no mapa de declividade ele apresenta as áreas com maior ou menor declive através de grau de porcentagem (%), através dos mapas de hipsometria e declividade se a área apresentar uma hipsometria ou declividade acentuada isso pode aumentar a velocidade do escoamento de água, aumentando o risco de enchentes e erosões no local.

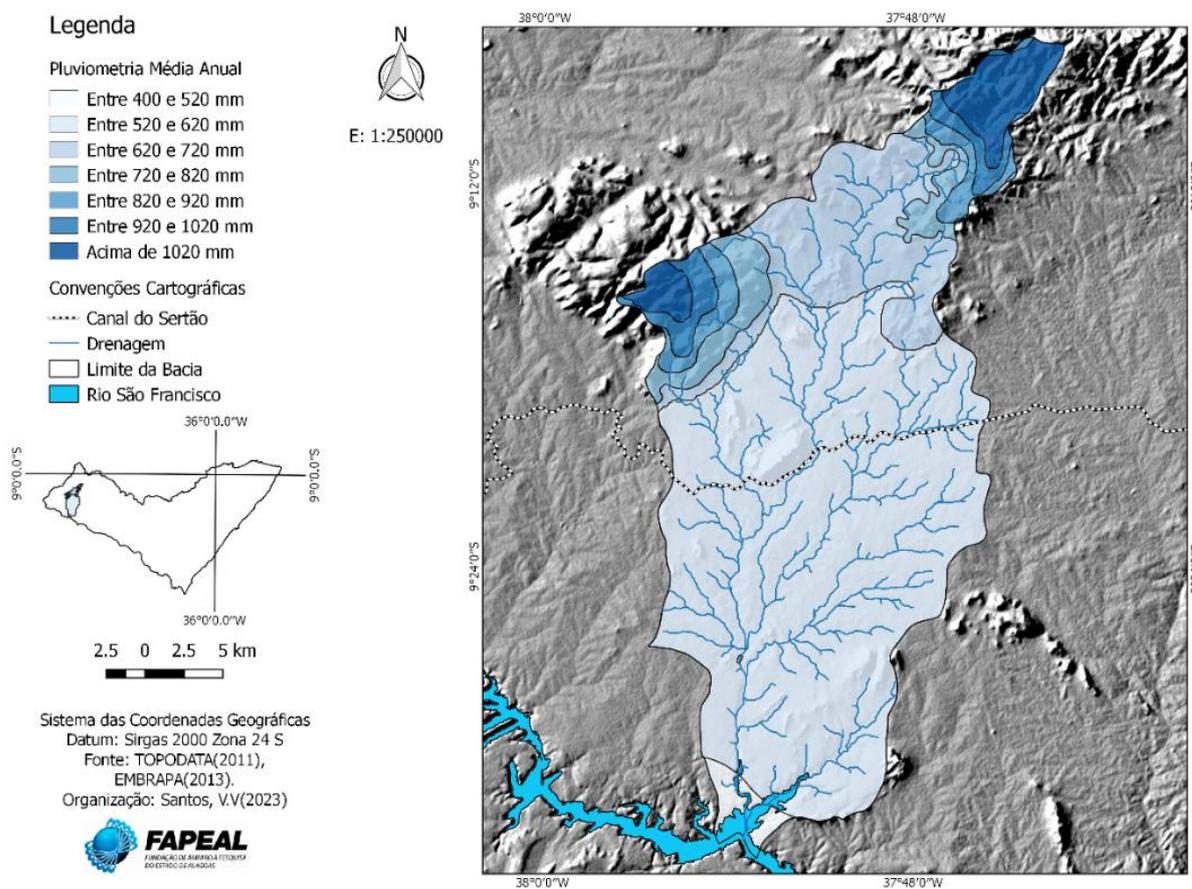
5. ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS

5.1 Aspecto Climático Regional

A bacia hidrográfica do Riacho Talhada está situada dentro do estado Alagoas, tendo como uma das características o clima semiárido. O semiárido alagoano é caracterizado por baixa pluviosidade que pode variar de uma sub-região para outra dentro do semiárido Brasileiro e temperaturas elevadas que durante a maior parte do ano chegam a 30°C ou até mesmo ultrapassando os 40°C em alguns casos. Segundo Medeiros (2017), o semiárido alagoano apresenta uma média pluviométrica anual de aproximadamente 600 mm, concentrada principalmente entre os meses de março e julho. Conforme Beltrão (2009), a temperatura média no semiárido alagoano é de 27°C, podendo chegar a 40°C em determinadas épocas do ano. Souza e Cavalcante (2017) fala, que esse cenário é responsável por um alto índice de desertificação, caracterizado por processos de erosão e desagregação do solo em virtude da falta de umidade. De acordo com Maestre (2012) além de temperaturas extremas e baixa disponibilidade de água esse ambiente possui solos pouco desenvolvidos e com baixa fertilidade.

Segundo estudos realizados por Alencar. (2017), o Sertão alagoano tem um clima semiárido, caracterizado por períodos prolongados de estiagem e baixos níveis de precipitação. Por outro lado, o Maciço estrutural de Água Branca- AL e de Mata Grande -AL no qual se encontra a cabeceira da bacia hidrográfica estudada possuem um microclima com temperaturas menores do que o resto da região, apresentam um regime de chuvas mais elevado, com médias anuais que ultrapassam os 1020mm, esse fenômeno se dar pela topografia mais acidentada e elevada, o que favorece a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas mais intensas. Além disso, essa região é influenciada pela zona de transição do semiárido para o semiárido úmido.

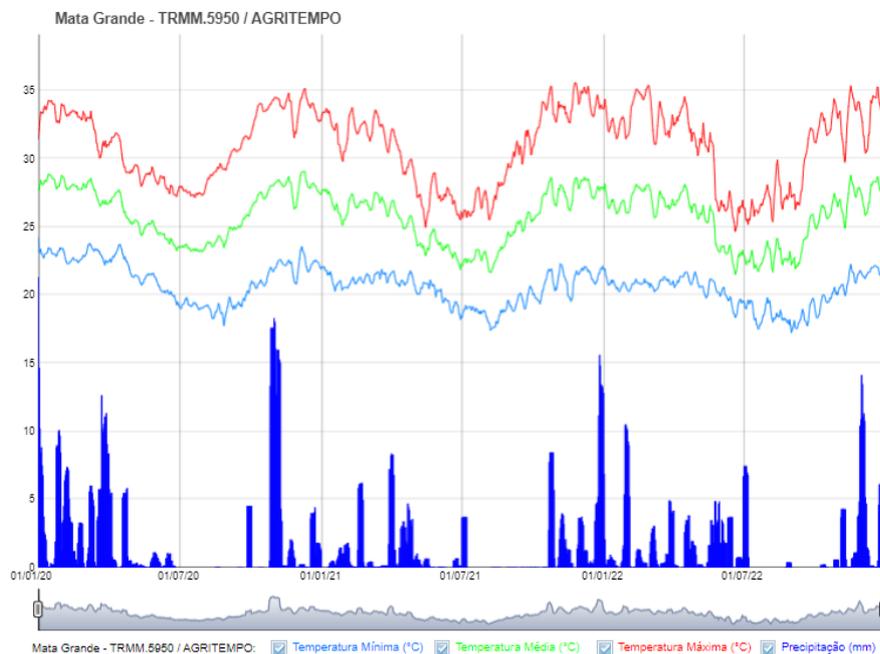
A análise dos aspectos climáticos permite identificar padrões de chuvas, temperaturas e outros fenômenos climáticos que podem afetar a negativamente a bacia hidrográfica, através deles podemos identificar os riscos de eventos climáticos, como secas prolongadas, inundações, tempestades, entre outros. Ao analisar a vulnerabilidade da bacia hidrográfica, considerando os aspectos climáticos, é possível identificar áreas mais suscetíveis a escassez de água e eventos climáticos mais graves. Na Figura 05 a seguir observamos o mapa pluviométrico da bacia Riacho Talhada – AL, no qual podemos compreender melhor como se comporta a dinâmica climática na área de estudo.

Figura 05. Mapa Pluviométrico da bacia Riacho Talhada - AL**Elaboração:** Autor, 2023

Existem diversas teorias e estudos que tentam explicar porque chove mais nas regiões de serras e maciços. Alguns autores associam esse fenômeno à presença de cadeias de montanhas. A elevação do terreno pode promover a formação de nuvens mais densas, favorecendo a ocorrência de precipitações, as serras e maciços também podem atuar como barreiras físicas, impedindo a dissipação das correntes de umidade. Fazendo assim com que os pontos com a topografia mais elevada tenham a maior quantidade de precipitação.

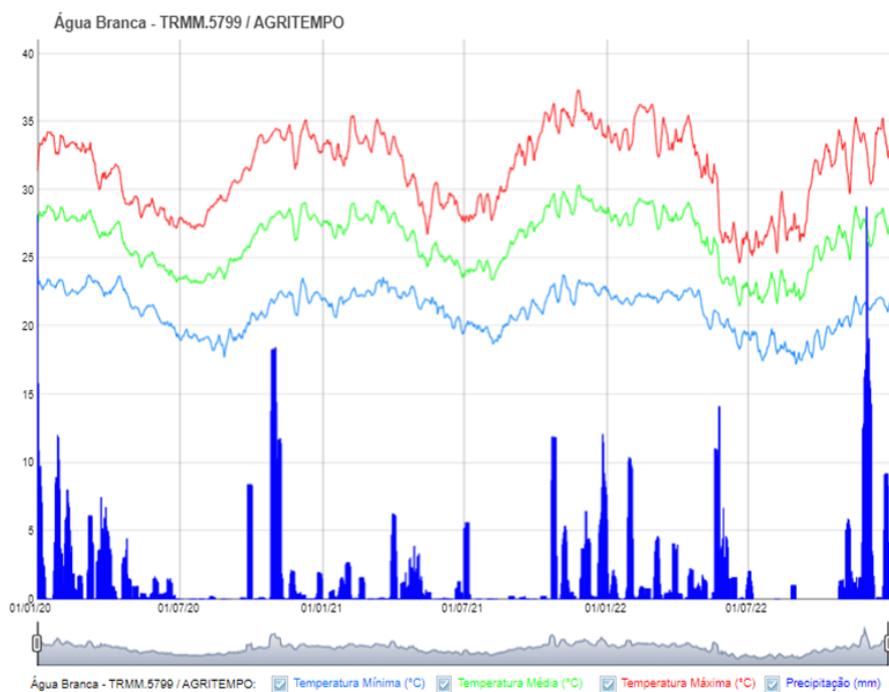
Os gráficos pluviométricos a seguir nos mostram a precipitação e temperatura das quatro cidades na qual fazem parte da delimitação da área de estudo, os dados foram capturados entre os anos de 2020 a 2022, e teve com o objetivo de analisar a quantidade de chuvas que caem na bacia hidrográfica estudada ao longo do tempo. Essa informação é muito importante para entender o comportamento da região em relação ao clima, ajudando a identificar períodos de seca ou de chuvas intensas.

Gráfico 01. Climograma município de Mata Grande - AL, para o ano de 2020 a 2023.



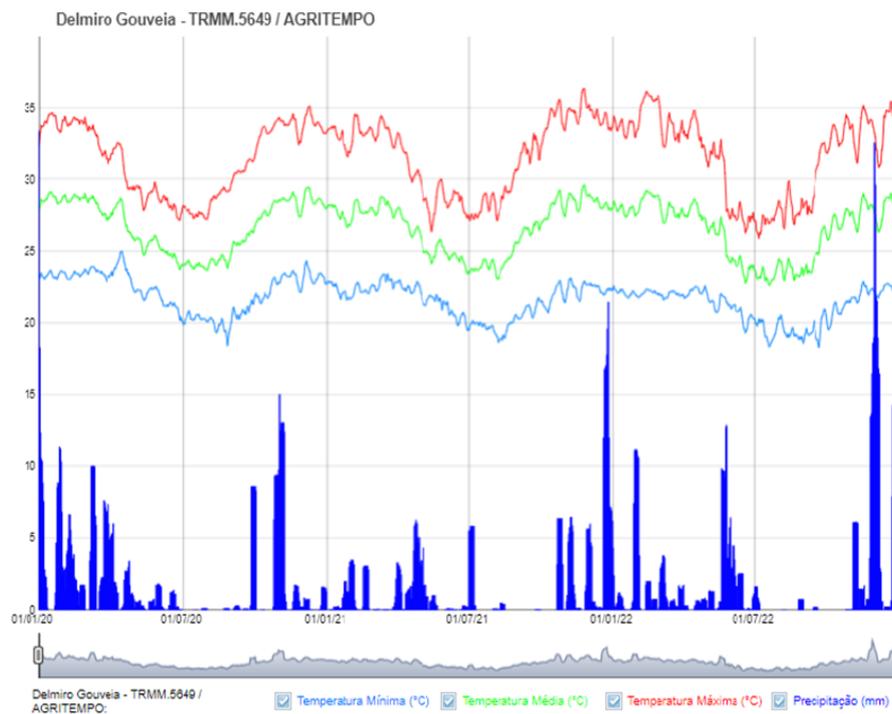
Fonte: Agritempo, adaptado: Autor, 2023

Gráfico 02. Climograma município de Água Branca -AL, para o ano de 2020 a 2023.



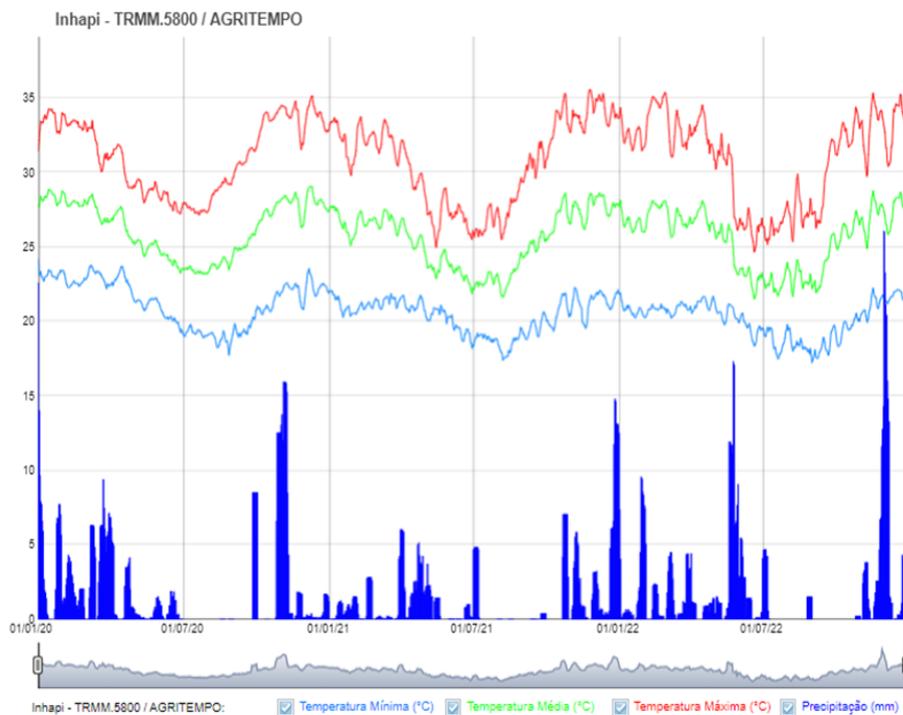
Fonte: Agritempo, adaptado: Autor, 2023

Gráfico 03. Climograma município de Delmiro Gouveia – AL, para o ano de 2020 a 2023.



Fonte: Agridtempo, adaptado: Autor, 2023

Gráfico 04. Climograma município de Inhapi – AL, para o ano de 2020 a 2023.



Fonte: Agridtempo, adaptado: Autor, 2023

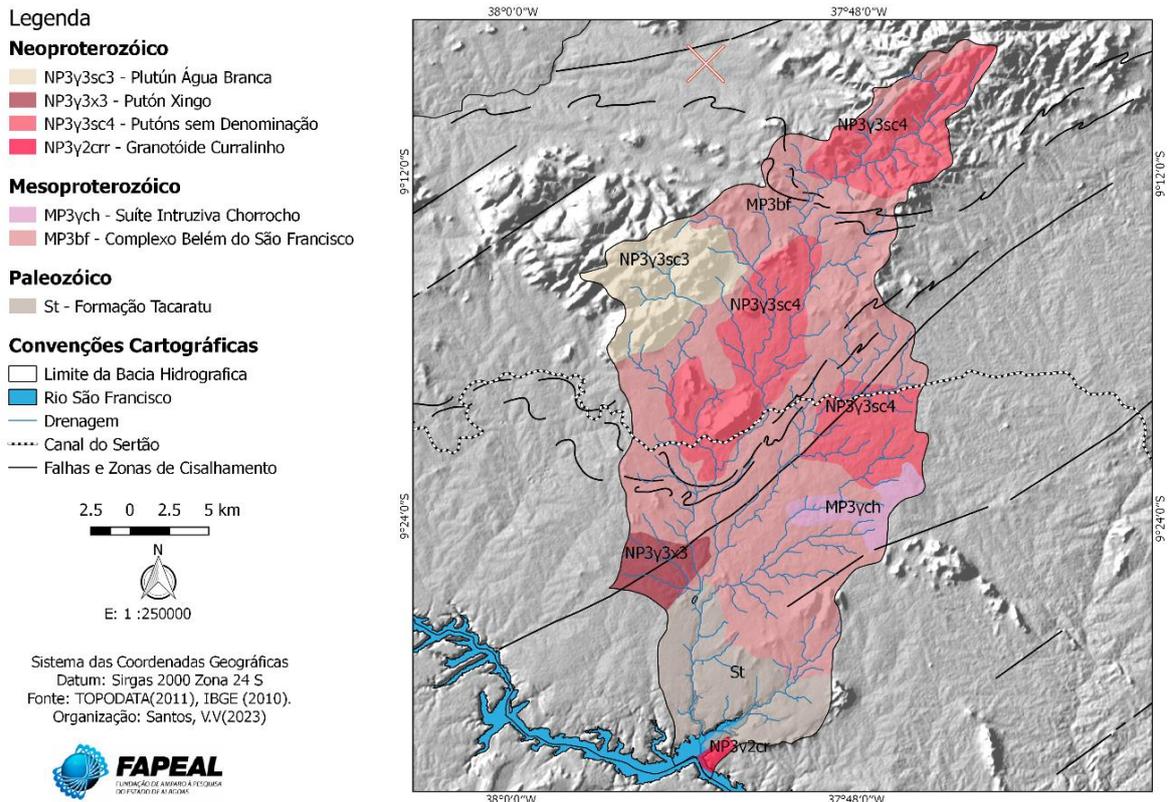
Os gráficos foram construídos a partir dos dados coletados por pluviômetros instalados em diferentes pontos da bacia hidrográfica. Com base nesses dados, os gráficos pluviométricos foram elaborados, mostrando a quantidade de chuva registrada em cada mês do ano ao longo do período estudado. Através deles podemos identificar algumas informações como por exemplo perceber os meses que apresentam maior volume de chuvas são os meses de janeiro, fevereiro, março e abril. Essas informações nos ajudam a compreender a dinâmica climática na bacia hidrográfica. Poderia fazer uma análise mais apurada.

5.2 Aspectos Geológicos

O sertão de Alagoas apresenta diferentes formações geológicas. Segundo o levantamento de Potencialidades Minerais de Alagoas (CPRM, 2016), a região é dominada por rochas do Grupo Serra do Catulino, com predominância de quartzitos, argilitos silicosos e rochas carbonáticas. Esses tipos de rochas geram solos pobres e pouco férteis, o que condiciona a vegetação do sertão alagoano, composta principalmente por caatinga. Outras unidades geológicas presentes na região são o Granito Penedo (Silva et al., 2017) e a Formação Serra Talhada (Vieira et al., 2019), sendo o granito uma rocha ígnea plutônica e a formação uma sequência sedimentar predominantemente calcária. A existência de áreas com diferentes formações geológicas condiciona variações paisagísticas e características edafoclimáticas específicas (Silva et al., 2017).

Sobre o ponto de vista de recursos hídricos, o sertão alagoano é caracterizado por um regime de chuvas irregular e baixa disponibilidade de água superficial, o que impõe desafios para o abastecimento humano e a produção agrícola (Alcantara-Sanchez e Cavalcante, 2013). Por outro lado, há potencial para aproveitamento de águas subterrâneas, como demonstram os estudos sobre a Bacia Sedimentar de Sergipe-Alagoas (Maciel et al., 2015). Diante dessas condições climáticas são encontradas características geológicas pertencentes a Província Borborema e a bacia Reconcavo Tucano-Jatobá. De acordo com estudos realizados pela CPRM, a área de estudo está embasada em unidades litológicas do Complexo Belém do São Francisco; suíte intrusiva Chorrochó; Granitoíde Currealinho; Pluton Água Branca; Pluton Xingó e formação Tacaratu. Observamos melhor no mapa geológico (figura 06).

Figura 06. Mapa Geológico da bacia Riacho Talhada.



Elaboração: Autor, 2023

Foram encontradas três eras geológicas e seus domínios, as eras geológicas representam grandes períodos de tempo na história da terra, subdividindo-se em períodos menores de acordo com eventos importantes na evolução do planeta. Entre as eras destacam-se na bacia hidrográfica o Neoproterozoico, o Mesoproterozoico e o Paleozoico, que tiveram importantes mudanças ambientais e biológicas.

De acordo com Ávila et al. (2018), o Neoproterozoico é caracterizado por uma grande glaciação, que ocasionou a formação de extensas camadas de gelo em diferentes partes do globo. Essa glaciação foi denominada "Neoproterozoic Snowball Earth" e teve uma importante influência na evolução da vida na Terra. Durante essa era, surgiram os primeiros organismos multicelulares, como as esponjas e os cnidários, e também houve a diversificação dos organismos unicelulares.

Na era Mesoproterozoica, conforme Castro (2019), foi marcado pela estabilização das condições geológicas e climáticas na Terra. Nessa época, a crosta

terrestre já havia se formado, o alvorecer da fotossíntese, e houve a proliferação de seres unicelulares e pluricelulares em diferentes ecossistemas. Esse período foi fundamental para a evolução dos seres eucarióticos, como os animais, fungos e plantas.

No Paleozoico, descrito por Christofolletti (2011), é conhecido como a "Era dos animais". Foi nesse período que surgiram e evoluíram os primeiros animais vertebrados, como os peixes. A era foi subdividida em períodos menores: Cambriano, Ordoviciano, Siluriano, Devoniano, Carbonífero e Permiano. Cada período foi marcado por eventos geológicos, climáticos e biológicos distintos, como a formação de massas de gelo, a expansão de florestas e a extinção em massa de espécies.

Entre os domínios encontra-se 6 unidades litológicas:

O **Complexo Belém do São Francisco** é uma unidade litológica presente na região nordeste do Brasil, principalmente nos estados de Pernambuco e Bahia. De acordo com a CPRM, é caracterizado por rochas graníticas e gnaissicas, com presença de pegmatitos, quartzo e feldspato.

Segundo Melfi (1977) e Vasconcelos (2011), o Complexo Belém do São Francisco é formado por granitoides e migmatitos de idade paleoproterozóica, com idade entre 2,1 a 1,8 bilhões de anos. Outros autores como Guimarães e Sá (1993) acrescentam que há presença de anfíbolitos e rochas metavulcânicas.

Segundo a CPRM, o Complexo Belém do São Francisco está relacionado ao Ciclo Brasileiro, que envolveu a colisão entre a Placa Sudamericana e a Placa Africana, formando a porção oriental do supercontinente Gondwana.

A **suíte intrusiva Chorrochó** é uma unidade litológica presente na região Nordeste do Brasil, no estado da Bahia. De acordo com a CPRM (Serviço Geológico Brasileiro), ela é composta principalmente por gabro, diorito, granodiorito e quartzo diorito.

Segundo Souza et al. (2014), a suíte intrusiva Chorrochó é formada por rochas plutônicas máficas e félsicas, que se encontram intrudidas na Formação Canabrava. Os autores destacam que as rochas da suíte intrusiva apresentam abundante mineralização de sulfetos de cobre e ouro, o que tem atraído o interesse da indústria mineral na região.

A unidade litológica **Granitoide Curralinho**, no estado de Alagoas, é caracterizada pela presença de rochas ígneas graníticas e granodioríticas com idade entre

531 a 534 milhões de anos. De acordo com a CPRM - Serviço Geológico do Brasil, essa unidade é encontrada na bacia hidrografia. Segundo o levantamento geológico realizado pela CPRM, a unidade Granitoíde Curralinho é composta por granitos e granodioritos com texturas e estruturas variadas, além de uma grande variação mineralógica. Essas rochas apresentam principalmente quartzo, feldspato potássico e plagioclásio,biotita, anfíbolos e apatita.

A unidade litológica **Pluton Água Branca** é um corpo de granitoides que ocorre no estado de Alagoas, Brasil. Segundo a CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), essa unidade apresenta granitoides de duas variedades principais, granitos porfíricos e granodioritos. Araújo et al. (2002), fala que o Pluton Água Branca é composto por rochas graníticas porfíricas e meta granodioríticas. De acordo com os autores, a textura porfírica é caracterizada por fenocristais de feldspato alcalino e plagioclásio, enquanto as rochas granodioríticas apresentam fenocristais de hornblenda e biotita.

A unidade litológica **Pluton Xingó** é um granitoide intrusivo encontrado em Alagoas, na região do baixo São Francisco. Segundo a CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), a unidade tem uma idade entre 526 e 512 milhões de anos e é composta essencialmente por quartzo, feldspatos e biotita, apresentando um padrão macroscópico de coloração cinza-rosada. Autores como Dantas (2004) e Laranjeira et al. (2014) realizaram estudos geológicos na região do baixo São Francisco e identificaram a unidade Pluton Xingó. Dantas (2004) ressaltou a importante característica mineralógica do granitoide, destacando a presença de biotita como um importante fator na mineralização de recursos minerais, como o urânio.

A unidade litológica **Tacaratu** é encontrada no estado de Alagoas, é composta por formações sedimentares de idade cretácica. Segundo a CPRM (Serviço Geológico do Brasil), esta unidade é composta principalmente por arenitos e conglomerados, intercalados com camadas de argila e calcário.

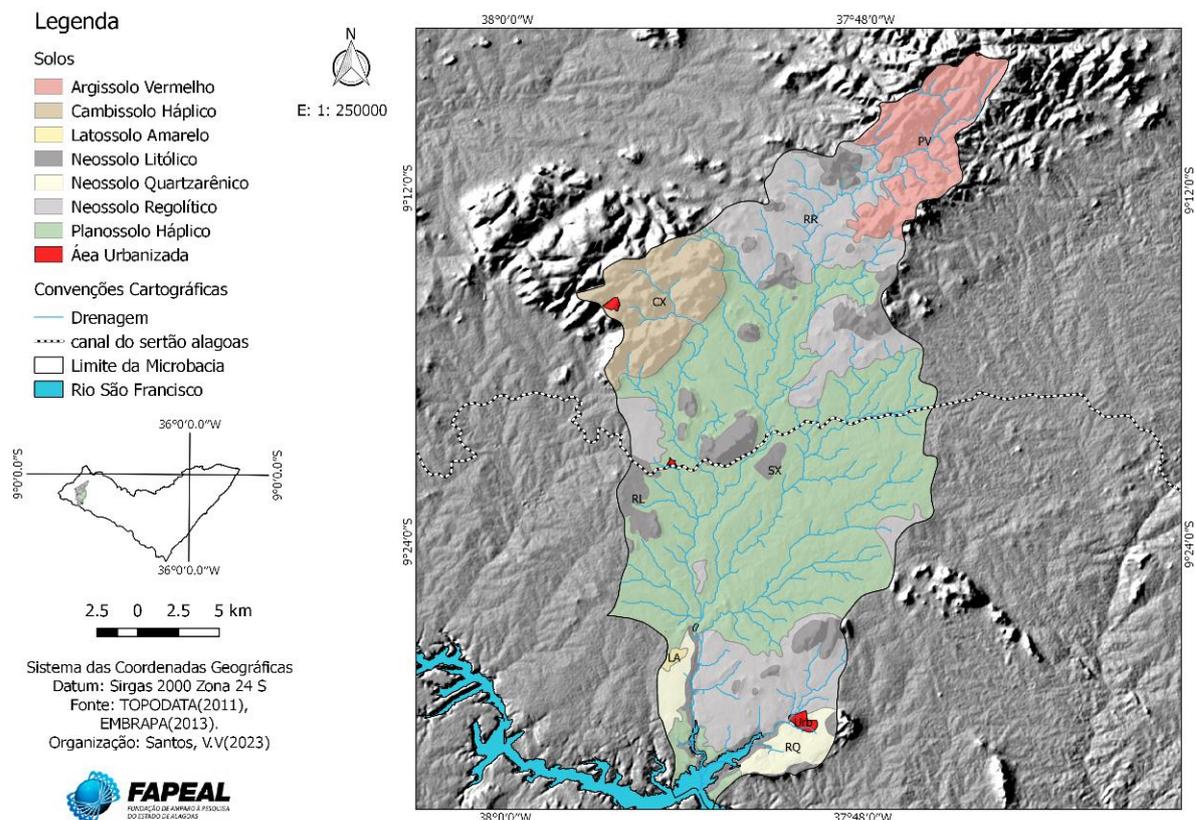
5.3 Aspectos pedológicos

A pedologia do sertão alagoano é um tema relevante para compreender as características do solo nessa região árida do nordeste brasileiro. A pedologia estuda a

formação, classificação, distribuição e uso dos solos, considerando fatores como clima, relevo, material de origem, organismos vivos e tempo. As características pedológicas dos solos podem variar de acordo com a região específica e suas características climáticas, geológicas e geomorfológicas. Silva et al. (2016), os solos do sertão apresentam uma baixa fertilidade natural devido às condições climática. Mello (2018) destaca que os solos encontrados são geralmente classificados como Neossolos Quartzarênicos, que são arenosos com baixa evolução e presença significativa de quartzo. Ferreira (2019) menciona que os solos do sertão alagoano são afetados pela dinâmica do semiárido, com períodos prolongados de estiagem e chuvas concentradas em curtos períodos.

De acordo com a base de dados da Embrapa (LEPCH, 2010; EMBRAPA, 2006; SBCS, 2006) entre os solos da bacia representados na Figura 07, existem quatro tipos de solos predominantes: Planossolo Háplico, Neossolo Regolítico, Argissolo Vermelho e Cambissolo Háplico, ainda tendo evidência de algumas manchas de Latossolo Amarelo, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Litólico.

Figura 07. Mapa de solos da bacia Riacho Talhada.



Elaboração: Autor, 2023

No mapa pode-se ver alguns tipos de solos encontrado na bacia hidrográfica, entre eles estão:

Argissolo Vermelho: No qual sua origem sedimentar que apresenta características específicas. Ele é composto predominantemente por partículas finas, como argila, e possui uma coloração vermelha intensa devido à alta concentração de óxidos de ferro.

Cambissolo Háptico: É constituído por minerais primários, tais como quartzo, feldspato e mica, pode variar bastante, podendo ser desde arenosa até argilosa, apresentam baixa fertilidade natural devido à falta de horizontes bem desenvolvidos. **Latossolo Amarelo:** Recebe esse nome devido à sua coloração característica, que varia do amarelo ao vermelho-amarelado. Essa cor é resultado do alto teor de óxidos de ferro presentes no solo.

Neossolo Litólico: Solo raso, encontrado em áreas montanhosas ou regiões de rochas expostas, tem uma camada de solo bastante superficial, geralmente com menos de 50 cm de profundidade. Isso ocorre devido à presença de rochas ou pedras logo abaixo da superfície.

Neossolo Quartzarênico: Possui uma alta quantidade de areia em sua composição, com uma grande quantidade de partículas de quartzo, devido à sua granulometria grossa, possui também uma capacidade de retenção de água limitada, o que pode dificultar o cultivo de algumas culturas.

Neossolo Regolítico: É um tipo de solo caracterizado por possuir uma camada superficial, geralmente de espessura reduzida e pode apresentar textura variada, de acordo com a composição da rocha matriz que deu origem ao solo.

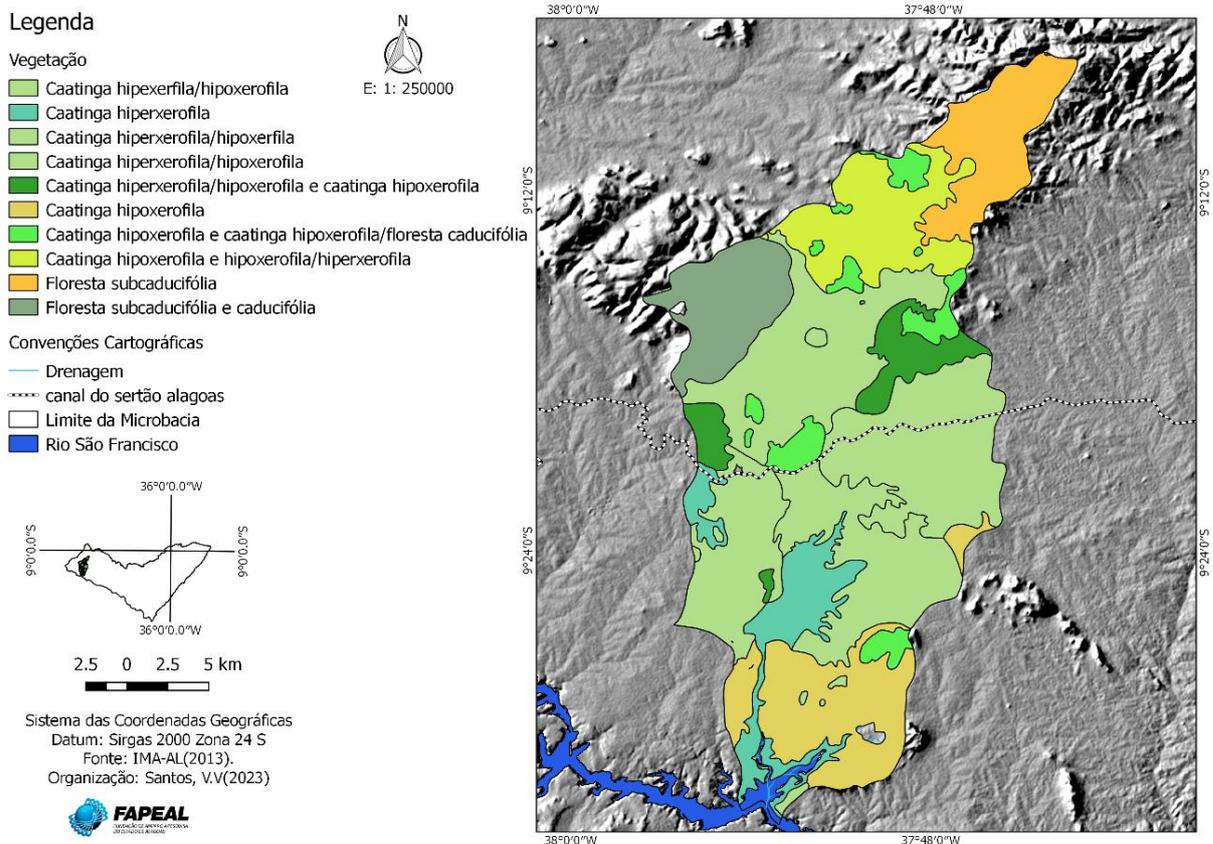
Planossolo Háptico: Geralmente apresenta textura média a argilosa, com predomínio de partículas de argila. Isso permite uma boa drenagem e armazenamento de água.

5.4 Vegetação – Bioma

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro e está presente na região do sertão de Alagoas. Caracteriza-se por ser uma região semiárida, com uma vegetação adaptada à escassez de água e altas temperaturas. As características físicas e biológicas desse bioma podem ser abordadas e embasadas através de diversos autores da geografia.

A vegetação característica da Caatinga é adaptada às condições adversas do clima semiárido, com plantas espinhosas e folhas espessas. A maior parte das espécies dessa vegetação possuem adaptações como perda de folhas durante a estação seca, caules suculentos ou reserva de água nas raízes. (AB'SABER, 1977). A região da Caatinga é marcada por um clima quente e seco, com chuvas concentradas em poucos meses do ano. A média pluviométrica anual nessa região varia de 300 a 800 mm. (NOBRE; MARENGO, 2005). Os solos da Caatinga são rasos e pedregosos, devido à erosão e à fraca cobertura vegetal, são solos pobres em nutrientes e com baixa capacidade de reter água, o que torna a terra ainda mais árida. (CARVALHO; GASTALDO JÚNIOR, 2011). A Caatinga abriga uma grande diversidade de espécies adaptadas ao clima e ao solo característicos. É possível encontrar uma variedade de animais, como aves, répteis e mamíferos, além de espécies endêmicas de plantas. (LEAL et al., 2012). Na figura 08 vemos o mapa de vegetação onde observamos como o bioma caatinga se comporta entre as delimitações da bacia hidrográfica.

Figura 08. Mapa de vegetação da bacia Riacho Talhada.



Elaboração: Autor, 2023

A caatinga hipexerófila é caracterizada por apresentar plantas adaptadas a períodos prolongados de estiagem. Elas possuem estratégias de adaptação como folhas reduzidas e cactáceas que armazenam água. Essas plantas conseguem sobreviver durante longos períodos de seca, quando a disponibilidade de água é limitada.

A caatinga hipoxerófila é caracterizada por apresentar plantas adaptadas a solos e locais com baixa disponibilidade de oxigênio. Isso ocorre porque essas áreas são sujeitas a alagamentos temporários devido às chuvas torrenciais na região semiárida. As plantas da caatinga hipoxerófila possuem raízes adaptadas para lidar com o excesso de água no solo e são resistentes a condições de baixo oxigênio.

Por imagens de satélite encontramos no bioma diferentes comportamentos da flora como por exemplo a presença da Caatinga arbustiva que é caracterizada pela presença de arbustos e pequenas árvores espalhados pela paisagem, com pouca presença de árvores de grande porte. Encontrasse também a Caatinga espinhosa onde nesse tipo de caatinga, as plantas apresentam espinhos e se adaptam às condições áridas do ambiente. Por sua vez observasse em meio a bacia hidrográfica a Caatinga de carrasco que é uma forma de vegetação de caatinga mais densa, com árvores de pequeno e médio porte se sobrepondo umas às outras.

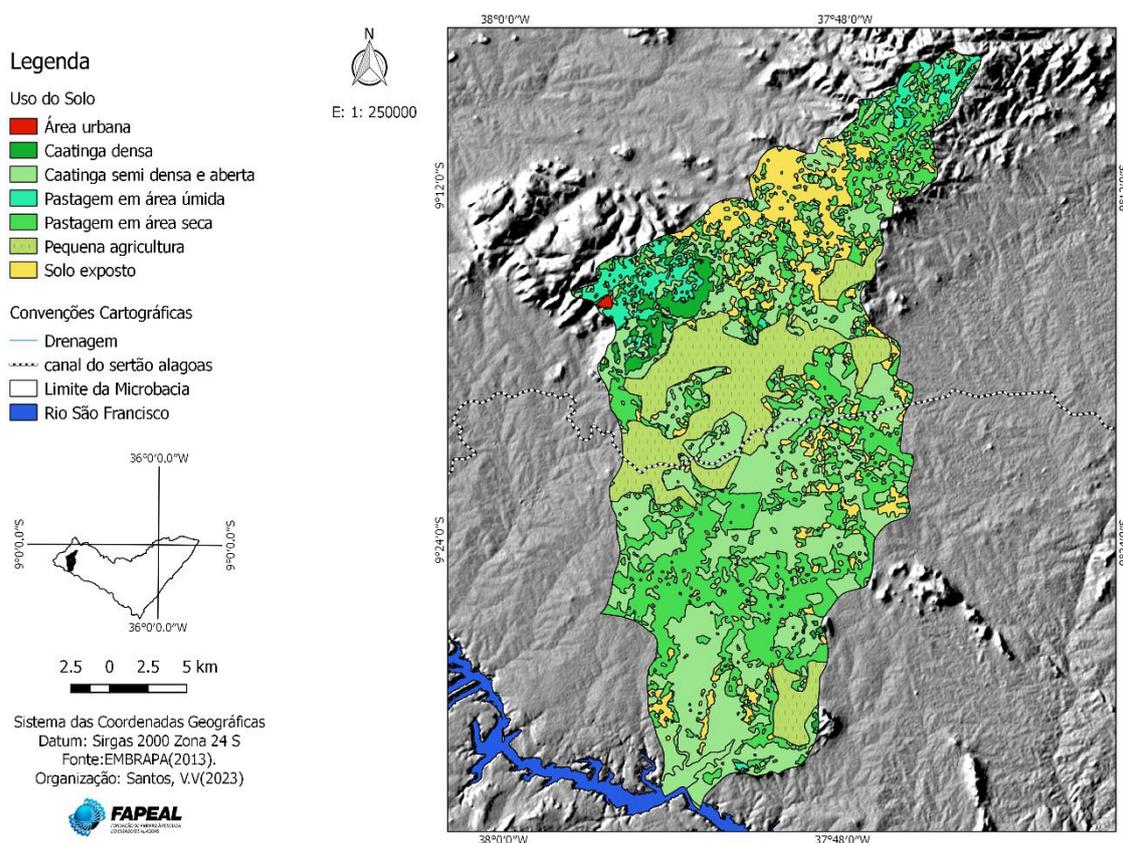
5.5 Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Riacho Talhada-AL

Analisar o uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica, como a do Riacho Talhada se torna importante porque a cobertura da terra tem um impacto direto na qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis na região, afetando a disponibilidade de água para abastecimento humano, agricultura e outros usos. Alguns autores destacam a importância da análise da cobertura da terra em bacias hidrográficas. Um exemplo é o Silva *et al.* (2016), que avaliou a cobertura vegetal e a relação com a qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jacu, também em Alagoas. O trabalho demonstrou que a cobertura florestal tem um papel fundamental na preservação da qualidade da água, atuando como filtro natural de poluentes e evitando a erosão do solo.

Outro autor relevante é Soares *et al.* (2013), que analisou a correlação entre a cobertura da terra e a vazão dos rios na bacia hidrográfica do rio São Francisco. O estudo

mostrou que áreas desmatadas ou com pouca cobertura vegetal apresentam maior taxa de escoamento superficial, resultando em vazões mais elevadas e maior risco de enchentes. Dessa maneira a figura 09 a seguir se torna de fundamental importância para avaliação da vulnerabilidade do local.

Figura 09. Mapa de uso e cobertura do solo da bacia Riacho Talhada.



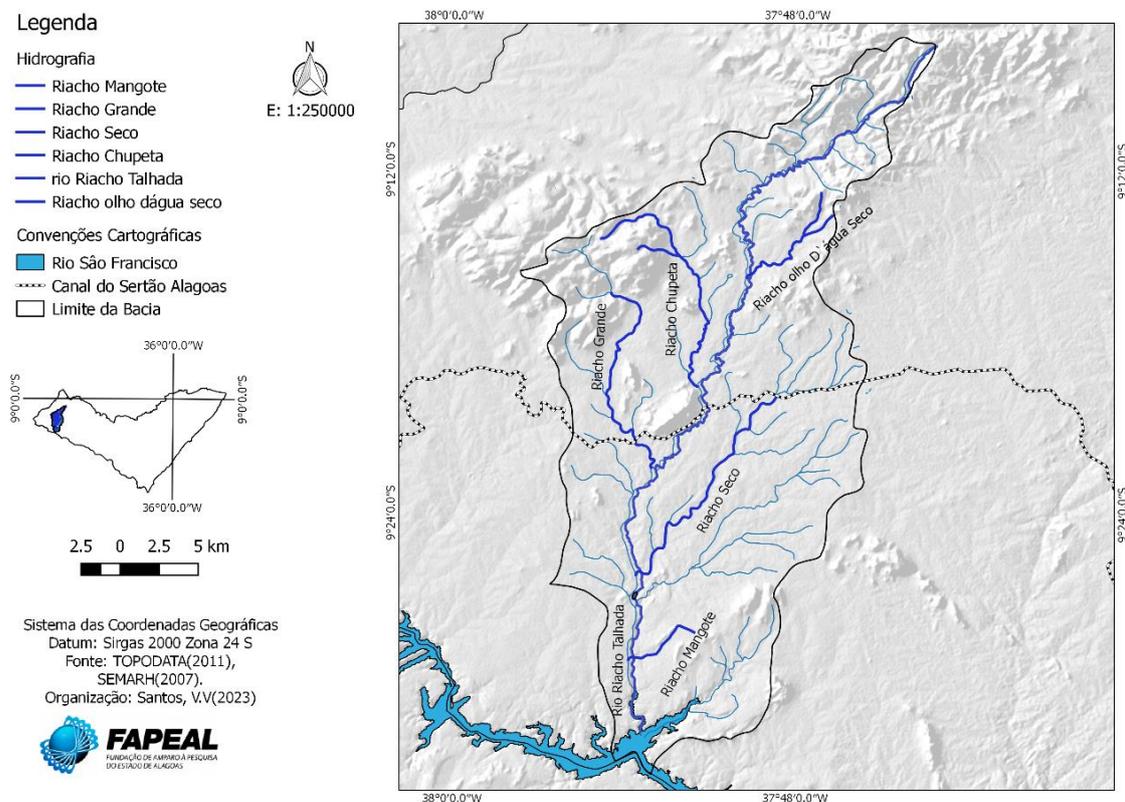
Elaboração: Autor, 2023

O uso da terra na bacia hidrográfica do Riacho Talhada é predominantemente rural, com atividades como agricultura de subsistência, criação de animais e extrativismo vegetal. A agricultura é a principal atividade econômica da região, com destaque para o cultivo de milho, feijão, mandioca e frutas. Também é bastante comum o cultivo de pequenas plantações de palma forrageira, utilizada na alimentação do gado. A cobertura da terra na bacia hidrográfica é composta principalmente por áreas de vegetação nativa, como a caatinga, predominantemente encontrada no sertão nordestino. A caatinga é um tipo de vegetação adaptada às condições áridas e sujeitas a longos períodos de seca. Outros tipos de cobertura da terra na região incluem áreas agrícolas, pastagens e áreas urbanas, principalmente nas pequenas cidades e povoados próximos a bacia.

5.6 Hidrografia

A hidrografia é importante para a análise da vulnerabilidade ambiental, pois ela está diretamente relacionada ao ciclo da água e aos recursos hídricos presentes na região. Através dela podemos identificar também os diferentes usos que esses recursos recebem. Segundo Oliveira e Pezzato (2019), a análise hidrográfica permite identificar os principais afluentes e seus respectivos pontos de captação de água, auxiliando na elaboração de planos de manejo e gestão dos recursos hídricos. Mendes e Ribeiro (2017) destacam que a hidrografia é um importante indicador biológico, pois a diversidade e quantidade de espécies aquáticas presentes em uma bacia hidrográfica refletem a qualidade ambiental desse sistema. Segundo Monteiro *et al.* (2018), a delimitação das bacias hidrográficas auxilia na identificação de áreas mais vulneráveis a processos erosivos e enchentes, permitindo um melhor planejamento do uso do solo e a implantação de medidas de prevenção e mitigação de desastres naturais. Na figura 10 a seguir podemos observar o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do Riacho Talhada.

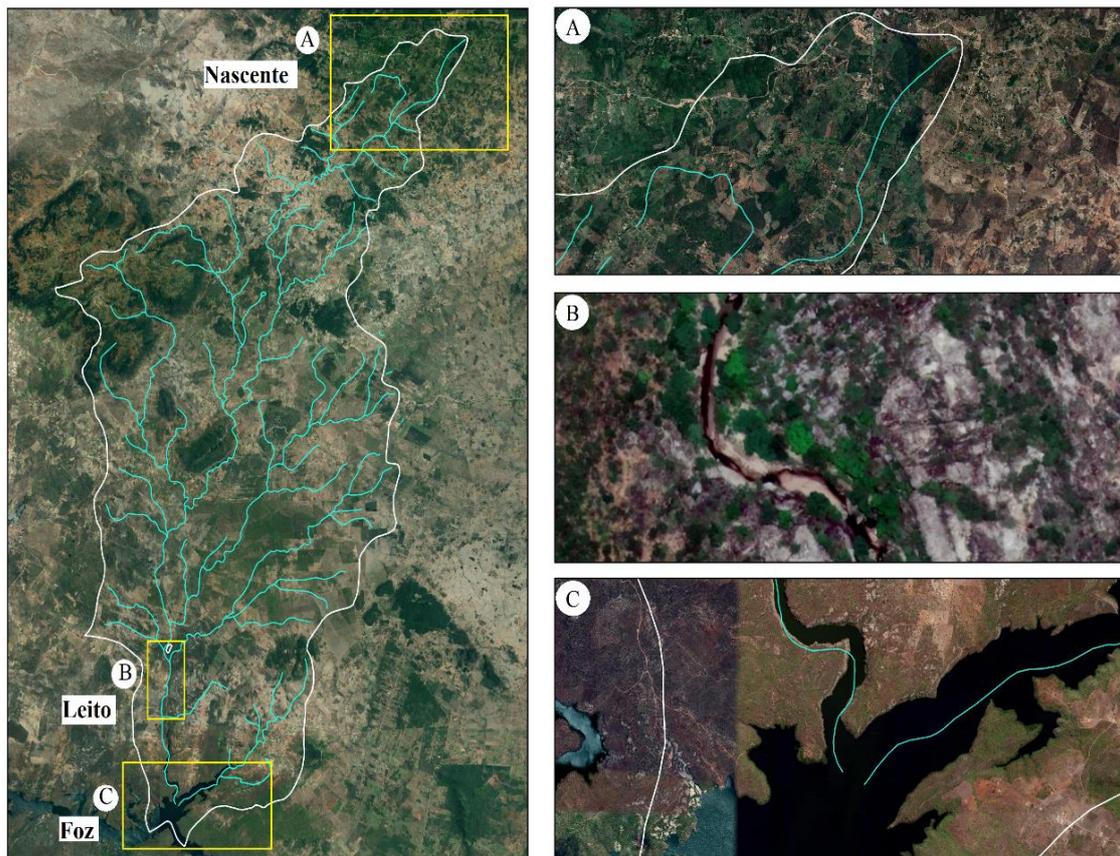
Figura 10. Mapa de hidrografia da bacia Riacho Talhada.



Elaboração: Autor, 2023

A bacia hidrográfica em questão é composta por pequenos rios e afluentes que deságuam no Rio São Francisco. Onde entre eles estão o Riacho Mangote, Riacho grande, Riacho seco, Riacho chupeta e Riacho olho d'água seco. Essa bacia abrange uma região do sertão de alagoas e é considerada um abacia hidrográfica de rios intermitentes. Na figura 11 a seguir observamos as estruturas principais da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL.

Figura 11: Estrutura da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada - AL



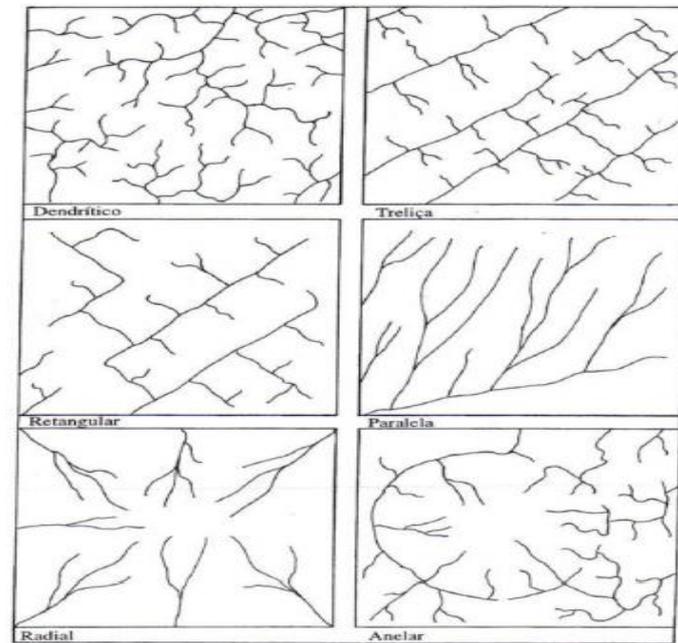
Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor,2023

A nascente do Riacho Talhada se encontra em uma área de relevo mais elevado, especificamente nas serras de Mata Grande- AL. O leito da bacia faz um caminho percorrido pela água ao longo do curso passando por Mata Grande- AL, Água Branca- AL, e Delmiro Gouveia-AL. A foz fica localizada em Delmiro Gouveia e deságua no Rio São Francisco que por sua vez desagua no Oceano Atlântico.

Ao analisarmos a o mapa hidrográfico da figura 10 com a figura 12 de tipos de drenagem descritos por (CRISTOFOLETTI, 1974) podemos concluir que o padrão de

drenagem do Riacho Talhada é do tipo dendrítico. Onde os rios seguem um padrão semelhante a um sistema de raízes de árvores.

Figura 12: Padrões de drenagem.



Fonte: (CRISTOFOLETTI, 1974).

Os padrões de drenagem de uma bacia hidrográfica dendrítica podem ser influenciados por diversos fatores, como a geologia, a topografia, a vegetação e o clima, entre outros. Esse padrão de drenagem é comumente encontrado em áreas com paisagens planas, como planícies e vales.

6. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA RIACHO TALHADA – AL

6.1 Geomorfologia da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada- AL

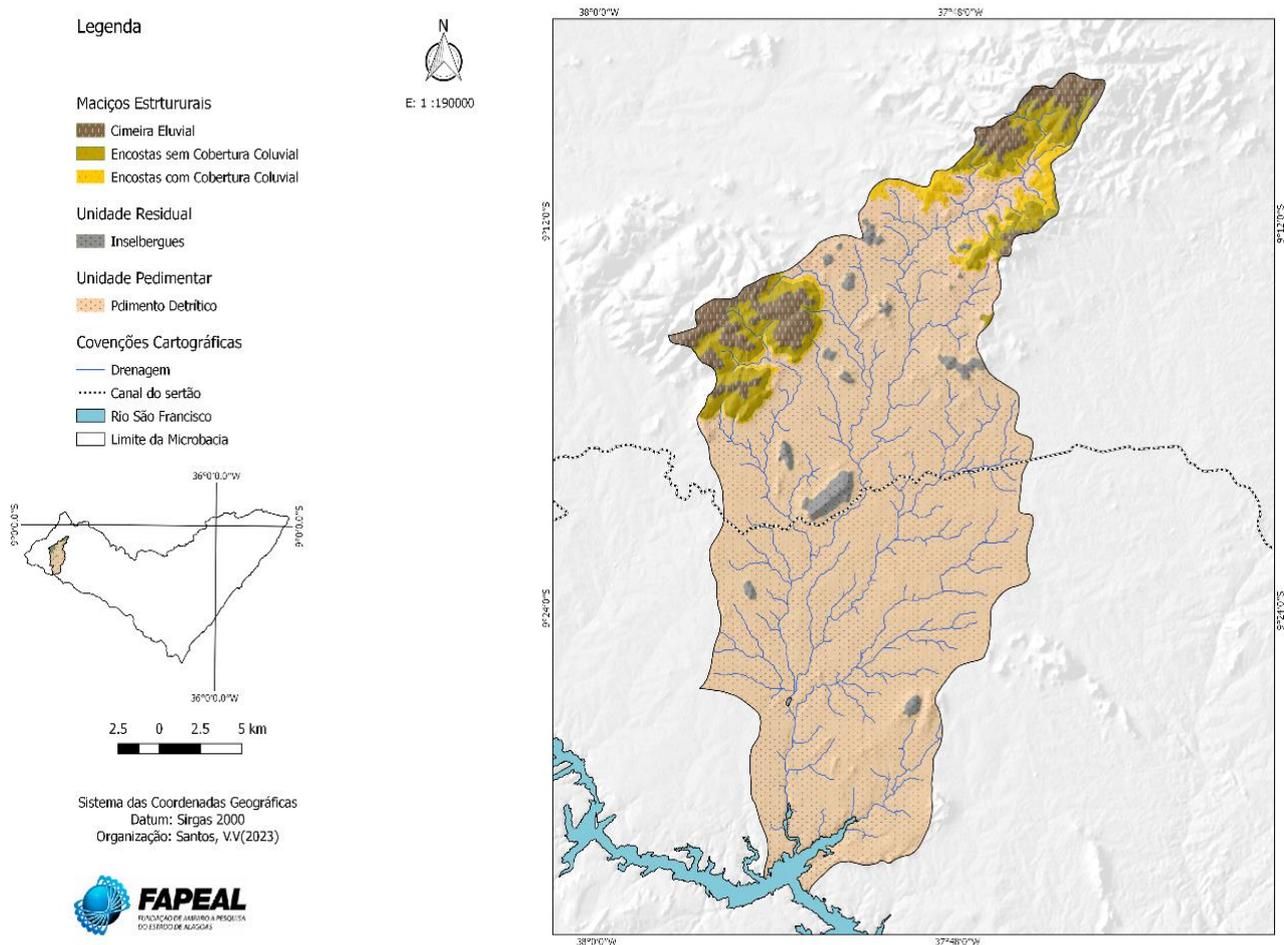
A Geomorfologia desempenha um papel fundamental na compreensão da vulnerabilidade ambiental. Através dessa disciplina, é possível estudar, identificar e analisar os processos e formas presentes no relevo terrestre. De acordo com Montgomery (2007), a geomorfologia é essencial para entender os processos naturais que moldam o relevo, bem como as interações humanas, possibilitando a avaliação dos riscos e potenciais impactos ambientais. Para Klijn *et al.* (2010), a análise geomorfológica das áreas de risco permite identificar as características do relevo e as formas de relevo que favorecem a ocorrência desses eventos, possibilitando assim a adoção de medidas preventivas e minimizando os impactos sobre a população e o meio ambiente. Hooke (2000), a geomorfologia é relevante para a identificação de áreas propensas à erosão e ao assoreamento de rios e corpos d'água. O conhecimento dos processos erosivos é fundamental para a conservação dos recursos hídricos e prevenção de enchentes, possibilitando a proposição de medidas de manejo e recuperação de áreas degradadas.

A geomorfologia do semiárido de Alagoas é caracterizada pela presença de relevos diversos, como inselbergs, morros, chapadas e vales. Nessa região, a ação dos agentes erosivos, como a água e o vento, é intensa, modelando o terreno e moldando as paisagens. Segundo Ferreira *et al.* (2017), o Sertão de Alagoas é caracterizado por um relevo predominante de formas tabulares, onde se destacam os chapadões e as Serras do Sertão. Essas formações são resultado da atuação de processos erosivos ao longo do tempo, como a ação das águas pluviais e o intemperismo. Roque (2014) enfatiza a importância do processo de incisão dos rios para a morfologia do Sertão de Alagoas. Segundo o autor, a escassez de chuvas na região e a alta taxa de evaporação contribuem para a formação de rios de regime intermitente, que apresentam poucas cheias ao longo do ano. Esses rios são responsáveis por esculpir as encostas e formar vales estreitos e profundos.

Durante a exploração recente na bacia hidrográfica do Riacho Talhada – AL, pode-se constatar a presença de algumas feições geomorfológicas, a variedade e singularidade dessas formações revelaram um cenário da interação entre as forças

naturais ao longo do tempo. Entre as feições encontradas estavam Iselbergues, Pedimento dendrítico, Cimeira Eluvial e Encostas e entre outros. Essas formações geológicas são testemunhas de processos tectônicos que ocorreram milhões de anos atrás, moldando a paisagem atual e criando desafios únicos para a formação dos cursos d'água na região. Na figura 13 a seguir conseguimos observar como está dividido as feições geomorfológicas da bacia, e onde estão inseridas cada unidade de determinada feição e como ela influência no comportamento hidrológico da bacia.

Figura 13. Mapa geomorfológico da bacia Riacho Talhada

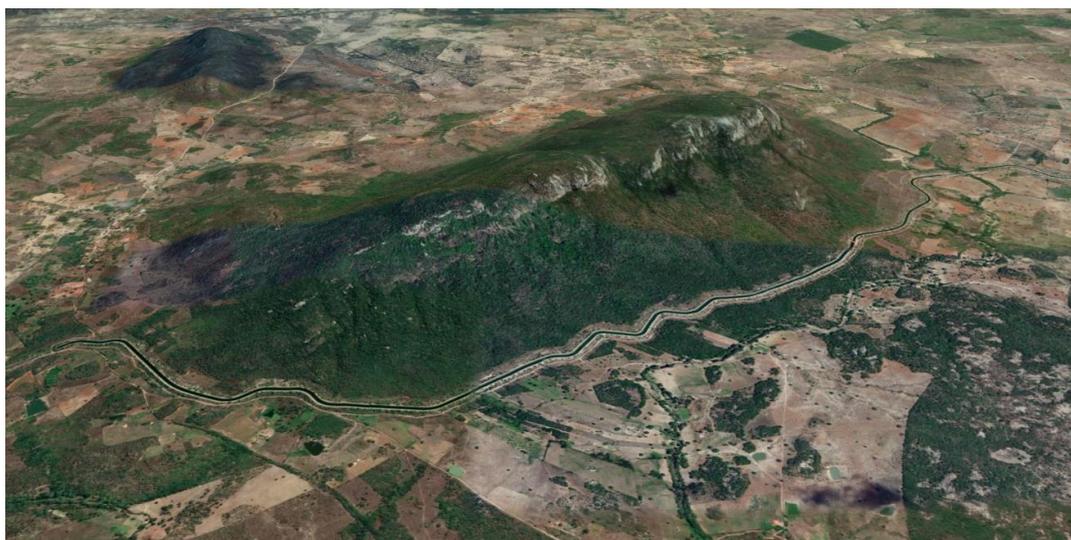


6.2 Fragmentos Geomorfológicos:

6.3 Inselbergue

A feição geológica denominada inselbergue, é um relevo caracterizado por montanhas ou colinas que se destacam isoladamente em territórios planos ou suavemente ondulados é comum encontrá-las em áreas de clima árido a semiárido. Em relação à formação dos inselbergs, Oliveira et al. (2008) destacam em seu estudo a importância da erosão diferencial na formação dessas feições. Eles apontam que os inselbergs são formados pela resistência à erosão de um núcleo de rocha mais dura, que fica exposto enquanto a área ao redor é erodida. Na figura 14, observamos a Inselberg que fica na localização $9^{\circ}20'31.31''S$ $37^{\circ}52'9.51''O$, a feição esta no centro da bacia hidrográfica e situasse próximo ao canal principal.

Figura 14: Inselberg da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada - AL



Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor, 2023

6.4 Cimeira

A cimeira é uma crista ou linha elevada de terreno que separa duas bacias hidrográficas e determina a direção do escoamento de água. Segundo Christofolletti (1999, p. 64), a cimeira é a "parte mais alta do divisor de água de uma região". Ela é responsável por definir para onde a água fluirá, caindo em direção às diferentes vertentes. Segundo

Guerra (2011, p. 76), "a topografia de uma cimeira varia de abrupta a levemente inclinada na direção das vertentes". Isso significa que a inclinação da cimeira pode variar de acordo com a região e os processos de formação do relevo. Essa inclinação é fundamental para a determinação do fluxo das águas e para a direção do escoamento superficial. A cimeira da bacia hidrográfica do riacho Talhada está localizada em $9^{\circ}17'24.14''S$ $37^{\circ}54'50.49''O$ como podemos observar na figura 15, ela fica localizada na parte superior do lado esquerdo da bacia, contendo também áreas urbanas em sua delimitação.

Figura 15: Cimeira da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL

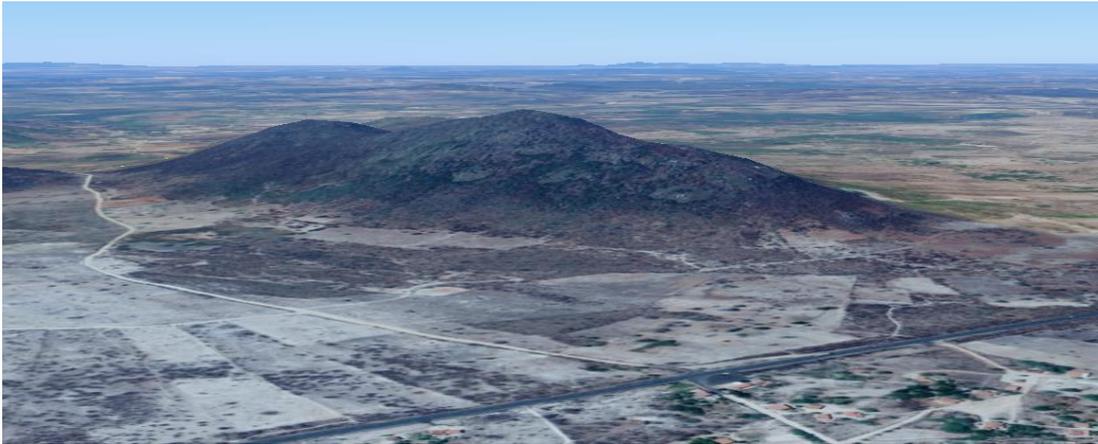


Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor, 2023

6.5 Morros

Morro é uma forma de relevo bastante comum encontrado em várias regiões, inclusive nas delimitações da área de estudo. De acordo com Faria (2010), o relevo morro é uma elevação do terreno que se apresenta com um formato arredondado e suave, podendo possuir encostas íngremes e topos pouco acentuados. Para Ross (1992), os morros são constituídos por rochas sedimentares ou rochas ígneas altamente resistentes à erosão, o que contribui para a sua formação. O autor enfatiza que essas elevações podem ocorrer isoladamente ou em conjuntos, formando colinas e serras. Na imagem 16 localizada nas coordenadas $9^{\circ}19'12.44''S$ $37^{\circ}53'41.71''O$ vemos um dos morros encontrados na área de estudo, o mesmo fica próximo ao Inselberg.

Figura 16: Morro da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada - AL

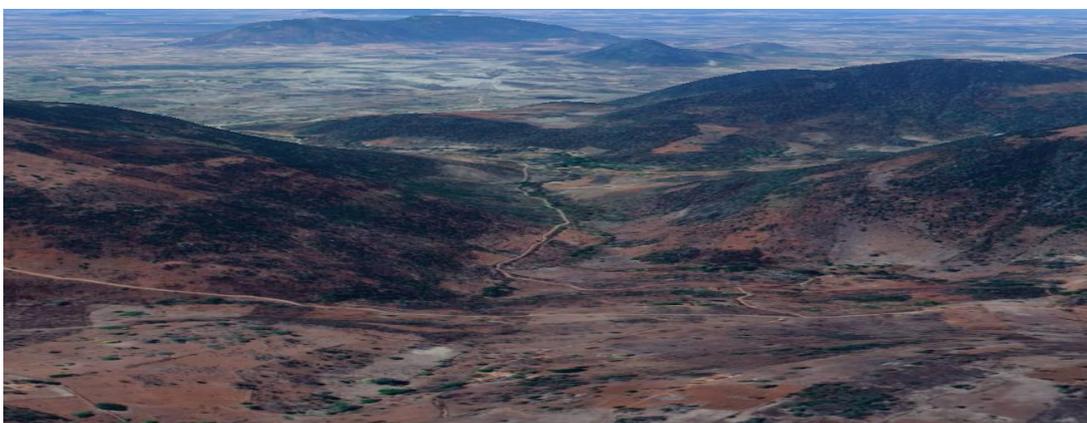


Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor, 2023

6.6 Encosta

Encosta é uma característica geomorfológica presente em diversas regiões do mundo. Segundo Silva (2005), ele é definido como uma área inclinada de um terreno, geralmente associada a uma montanha ou colina, que possui um declive acentuado. Ele se forma através da ação do intemperismo e da erosão. Conforme apontado por Soares (2010), esses processos naturais desempenham um papel fundamental na modelagem desse tipo de relevo, sendo responsáveis por criar vales, ravinas e escarpas. Conforme observado por Guerra (2007), as encostas podem ser suaves e pouco inclinadas, formando colinas, ou podem ser íngremes e escarpadas, formando serras e montanhas. A encosta esta localizada em $9^{\circ}16'3.53''S$ $37^{\circ}54'10.69''O$, elas moldam os canais fluviais em tempos de chuva ajudam a encher o canal principal através dos afluentes que desaguam no canal principal.

Figura 17: Encosta da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL



Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor, 2023

6.7 Unidade Pedimentar

O relevo pedimentar é caracterizado por uma superfície plana, inclinada suavemente, que geralmente se estende desde a base de montanhas ou escarpas em direção a um curso d'água. Essa forma de relevo é comumente encontrada em áreas de clima árido ou semiárido, onde a erosão é um processo predominante. De acordo com Penteadó (2014, p. 158), o pediplano é um relevo que se forma a partir da erosão e deposição de sedimentos, resultando em uma superfície plana que permite o desenvolvimento de processos de pedogênese. Situada em quase toda a parte inferior da bacia e próximo ao sua foz ($9^{\circ}24'39.83''S$ $37^{\circ}49'35.27''O$) a unidade pedimentar se faz presente em grande parte da bacia.

Figura 18: Unidade Pedimentar da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL



Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor, 2023

Essas são as feições geomorfológicas encontradas na bacia hidrografia do Riacho Talhada- AL, a geomorfologia é de extrema importância no sertão de Alagoas, estudar e entender as formas de relevo presentes nessa região ajuda a entender o comportamento da bacia hidrográfica como por exemplo definir as áreas mais propícias para a agricultura, identificar os locais onde a escassez hídrica é maior, como também contribui para o estudo da história geológica e evolução do sertão.

7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

7.1 Delimitação da Área de Estudo.

A parte inicial do trabalho foi a delimitação da área territorial da bacia hidrográfica Riacho Talhada, localizada no semiárido de Alagoas, a bacia é uma opção interessante para trabalhar a vulnerabilidade em bacias hidrográficas em ambiente semiárido. Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL (ANA, 2016), a região apresenta altos índices de vulnerabilidade, em especial devido à escassez de água, que afeta a agricultura, a pecuária e o abastecimento humano.

Para delimitar bacia hidrográfica Riacho Talhada, foi necessário utilizar imagens de satélite e mapas. O processo de delimitação da bacia hidrográfica foi feito por meio do software QGIS e Google Earth Pro, e com o suporte do bando de dados TOPODATA, SUDENE, SEMAH AL, ANA, IBGE, EMBRAPA e entre outros permitiram a criação de modelos digitais do terreno e a identificação das áreas vulneráveis.

- A. QGIS** - O Qgis 2.18 é um software livre, de código aberto, que é amplamente utilizado para trabalhos de geoprocessamento e análise geoespacial. Ele oferece uma variedade de ferramentas e recursos para criação, edição e análise de mapas, assim como para a importação e gerenciamento de dados espaciais de diferentes fontes. Uma das principais vantagens do QGIS 2.18 é sua capacidade de lidar com diversos tipos de dados, tanto vetoriais quanto raster, incluindo formatos comuns, como o shapefile e o TIFF.
- B. Google Earth Pro** - O Google Earth Pro é uma ferramenta poderosa e versátil que pode ser útil para uma ampla variedade de trabalhos. O Google Earth Pro permite visualizar cenários hipotéticos de desenvolvimento urbano, identificar problemas e oportunidades em áreas específicas e avaliar questões relacionadas a infraestrutura, mobilidade e meio ambiente. É possível criar e analisar mapas temáticos, combinar dados georreferenciados de diferentes fontes e realizar análises espaciais mais complexas, como modelagem de relevo e superfícies tridimensionais.

7.2 Levantamentos de Bases de Dados Cartográficos e Elaboração dos Mapas.

A metodologia inicial usada para a elaboração dos mapas bases e mapas temáticos da bacia hidrográfica Riacho Talhada foram desenvolvidas no Software QGIS, onde foi dividida nas seguintes etapas:

A. Coleta de dados: Para criar mapa da bacia hidrográfica Riacho Talhada, foi feita coletar dados relevantes, como dados de elevação, linhas de água, limite da bacia hidrográfica, solo, vegetação, clima e entre outros. Esses dados foram obtidos a partir de diversas fontes, tendo como principais as: SUDENE (2017), IBGE (2010), ZAAL (2013), TOPODATA (2011), EMBRAPA (2013) e SEMARH (2007).

B. Preparação de dados: Após coletar os dados, os memos foram preparados para a criação do mapa. Isso incluiu a conversão de formatos, recorte de áreas específicas, ajuste de projeção, entre outros. Nisso se deu o mapa base da bacia hidrográfica do Riacho Talhada.

C. Geração de layout: Por último, foi gerado o layout do mapa, no qual as dimensões, a escala e os elementos dos mapas seguiram um padrão nos Sistemas de Coordenadas Geográficas de ambos foram Datum: Sirgas 2000, Zona 24 S e em escala 1:250000.

7.3. Atribuição dos Valores de Vulnerabilidade Natural e Ambiental

A atribuição dos valores de vulnerabilidade natural e ambiental é um processo essencial para o planejamento e gestão do território, permitindo identificar áreas mais suscetíveis a impactos ambientais e definir estratégias de conservação e proteção. Segundo Crepani (2008), a vulnerabilidade natural pode ser compreendida como a capacidade de um determinado ambiente em resistir, se adaptar ou se recuperar de impactos ambientais, enquanto a vulnerabilidade ambiental refere-se à fragilidade de um território diante da possibilidade de ocorrência de desastres naturais.

Diversos autores contribuíram para o desenvolvimento de metodologias de avaliação da vulnerabilidade natural e ambiental, entre os quais destacam-se Ross (1992), com a criação da Escala de Sensibilidade Ambiental (ESA); Smith et al. (1992), que desenvolveram a Matriz de Vulnerabilidade Ambiental (MVA); e Turner et al. (2003), que propuseram o uso do Modelo de Vulnerabilidade Ambiental (MVA).

Para realizar a atribuição dos valores de vulnerabilidade, Crepani (2008) sugere a utilização de técnicas como a análise multicritério, que permite a avaliação de diversos fatores simultaneamente, e o uso de sistemas de informações geográficas (SIG), que facilitam a visualização e análise dos dados. Na imagem abaixo (Figura XX) observamos

como funciona a escala de vulnerabilidade para as unidades territoriais básicas descritas por Crepani et al. (2001) na qual sérvio de base para esse trabalho.

Figura 19: Escala de vulnerabilidade para as Unidades Territoriais Básicas

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA	GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
			VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	
U2	2,9		255	51	0	
U3	2,8		255	102	0	
U4	2,7		255	153	0	
U5	2,6		255	204	0	
U6	2,5	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	255	0	
U7	2,4	204	255	0		
U8	2,3	153	255	0		
U9	2,2	102	255	0		
U10	2,1	MEDIANAM. ESTÁVEL/VULNERÁVEL	51	255	0	
U11	2,0	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	0	
U12	1,9		0	255	51	
U13	1,8		0	255	102	
U14	1,7		0	255	153	
U15	1,6		0	255	204	
U16	1,5	ESTÁVEL	0	255	255	
U17	1,4		0	204	255	
U18	1,3		0	153	255	
U19	1,2	ESTÁVEL	0	102	255	
U20	1,1		0	51	255	
U21	1,0		0	0	255	

Fonte: Crepani et al. (2001).

O modelo é aplicado individualmente aos temas (Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Clima) que compõem cada unidade territorial básica, que recebe posteriormente um valor final, resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação a seguir.

Modelo do cálculo aplicado individualmente aos temas.

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5}$$

onde:

V = Vulnerabilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = vulnerabilidade para o tema Clima

Fonte: Crepani et al. (2001). **Adaptado:** Autor, 2023

Dentro desta escala de vulnerabilidade as unidades que apresentam maior estabilidade são representadas por valores mais próximos de 1,0, as unidades de estabilidade intermediária são representadas por valores ao redor de 2,0 enquanto que as unidades territoriais básicas mais vulneráveis apresentam valores mais próximos de 3,0.

Dessa maneira para analisar a vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do Riacho Talhada – AL, como descrito por Crepani et al. (2001) foi dividida em quatro etapas, que foram:

1. Análise do meio físico: Onde foi feita uma avaliação dos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e climáticos da bacia hidrográfica do Riacho Talhada - AL.

2. Identificação e análise dos usos do solo: Levantamento dos tipos de uso do solo presentes na bacia hidrográfica e sua adequação à capacidade de suporte do meio físico.

3. Análise da qualidade e quantidade dos recursos hídricos: Avaliação dos parâmetros de qualidade da água e sua disponibilidade para os usos previstos na região.

4. Sistematização e análise dos resultados: Onde foi realizado uma compilação das informações coletadas nas etapas anteriores e análise integrada dos aspectos físicos, bióticos e sociais que influenciam na vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica.

Para auxiliar na identificação da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica da bacia hidrográfica do Riacho Talhada – AL foram usadas também os métodos de atribuições aos valores de vulnerabilidade dos autores Grigio (2003) e Oliveira (2011) no qual ambos consistem em um processo similar de análise multidisciplinar. E que contribuíram para o presente estudo.

A metodologia proposta por Grigio (2003) para auxiliar na identificação da vulnerabilidade ambiental consiste em um processo de análise multidisciplinar que utiliza os seguintes passos:

1. Identificação e descrição dos elementos ambientais relevantes: Nesta etapa foi realizada a identificação dos elementos ambientais que podem ser afetados pela vulnerabilidade, como por exemplo, recursos hídricos, solos, vegetação, fauna, entre outros.

2. Identificação das ameaças ambientais: Nesse passo tentasse identificar as ameaças ambientais que podem afetar os elementos ambientais identificados na etapa anterior, como por exemplo, desmatamento, poluição do ar, poluição da água, entre outros.

3. Identificação das vulnerabilidades: Nesse passo identificamos as vulnerabilidades dos elementos ambientais com base nas ameaças identificadas na etapa anterior.

4. Avaliação da sensibilidade: Nesse passo pretendesse avaliar a sensibilidade dos elementos ambientais.

Já a metodologia proposta por Oliveira (2011) para auxiliar na avaliação da vulnerabilidade ambiental consiste em um processo similar, com os seguintes passos:

1. Identificação dos elementos ambientais relevantes: Nessa etapa foi realizada a identificação dos elementos ambientais que podem ser afetados pela vulnerabilidade.

2. Identificação das ameaças ambientais: Nesse passo procuramos identificar as ameaças ambientais que podem afetar os elementos ambientais identificados na etapa anterior.

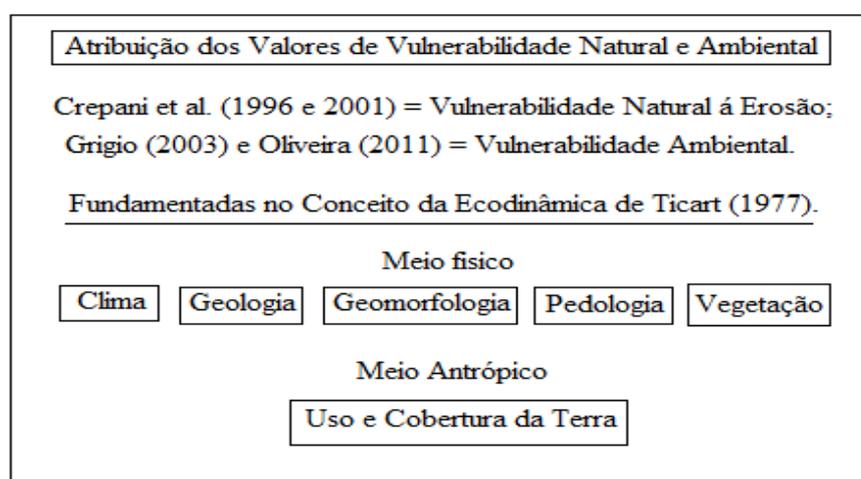
3. Identificação das vulnerabilidades: Nesse passo tentamos identificar as vulnerabilidades dos elementos ambientais.

4. Identificação dos indicadores de vulnerabilidade: Nesse passo identificou-se os indicadores de vulnerabilidade que serão utilizados para avaliar a vulnerabilidade dos elementos ambientais.

5. Análise dos dados: Nesse passo analisamos os dados coletados para avaliar os indicadores de vulnerabilidade dos elementos ambientais.

Na figura 21 observamos o fluxograma resumido do desenvolvimento e embasamento metodológico desta pesquisa.

Figura 21: Embasamento Metodológico

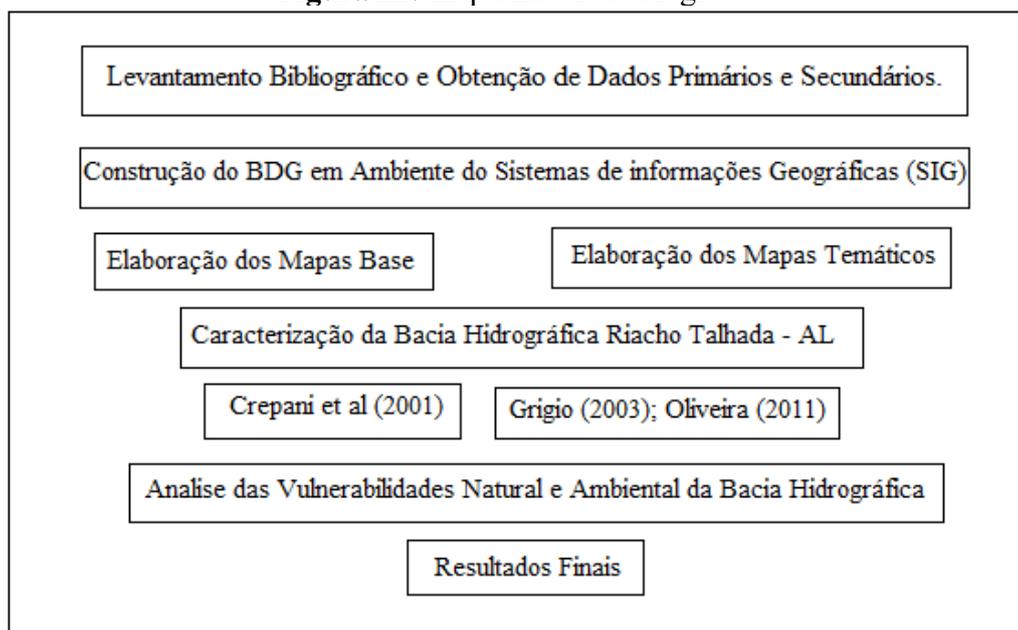


Fonte: Autor, 2023

A metodologia de Crepani *et al.* (1996; 2001), Grigio (2003) e Oliveira (2011) tem sido amplamente usada para avaliar a vulnerabilidade ambiental de bacias hidrográficas. Essa metodologia é baseada na avaliação de parâmetros físicos do meio, como relevo, vegetação, uso do solo, entre outros, e em parâmetros socioeconômicos da população que vive na bacia. A metodologia de Crepani *et al.* (1996; 2001) foi desenvolvida para bacias de pequeno e médio porte, enquanto a metodologia de Grigio (2003) foi desenvolvida para bacias de grande porte. A metodologia de Oliveira (2011) incorpora uma abordagem hídrica, que avalia o fluxo de água para a determinação da vulnerabilidade ambiental.

Dessa maneira a metodologia (Figura 22) traz em seu esquema geral das metodologias usadas.

Figura 22: Esquema Metodológico



Fonte: Autor, 2023

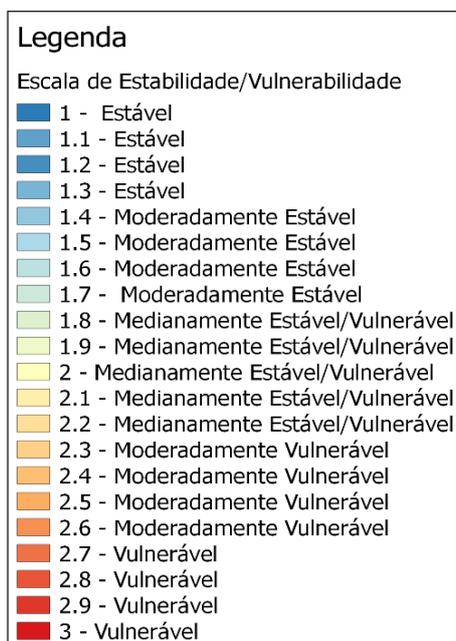
A metodologia foi essencial para um trabalho, pois ela orientou e organizou o processo da pesquisa e coleta de dados, análise e interpretação das informações, bem como a apresentação dos resultados. A metodologia usada ajudou a garantir a confiabilidade e validade dos dados e resultados fornecendo a base lógica para o trabalho.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 Análise das Vulnerabilidades Natural e Ambiental da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – AL

A escala de vulnerabilidade com 21 classes por cor é uma forma de classificar a vulnerabilidade em um grau que vai de 1 a 3, como descrito por Crepani *et al.* (2001), Figura 23 a seguir observamos a escala de estabilidade/vulnerabilidade na qual será usada como legenda dos mapas das figuras 24 e 25. Observamos que nela são utilizadas diferentes cores para representar as diferentes classes de vulnerabilidade, sendo que cada cor corresponde a um determinado grau de vulnerabilidade. As áreas em cor azul representam baixa vulnerabilidade, com menor probabilidade de serem afetadas por eventos adversos. Azul claro: áreas de vulnerabilidade moderada, com algum risco de serem afetadas, mas com menor impacto. Laranja médio: áreas com vulnerabilidade significativa, com chances mais altas de serem afetadas e com impacto moderado. Laranja escuro: áreas de alta vulnerabilidade, com risco elevado de serem afetadas e com impacto significativo. Vermelho: áreas de extrema vulnerabilidade, com maior probabilidade de serem severamente afetadas e com grande impacto.

Figura 23: Escala de estabilidade/vulnerabilidade



Elaboração: Autor, 2023

8.2 Vulnerabilidades Natural – Potencial

Para elaborar o mapa de vulnerabilidade natural feito com o compitudo de mapas de aspectos físicos como a geomorfologia, o clima, a vegetação, a pedologia e a geologia. Para chegar nos mapas de vulnerabilidade foram inicialmente que elaborados mapas temáticos para cada aspecto físico e no qual receberam a atribuição de notas de vulnerabilidade em uma escala de 1 a 3 para cada tema abordado. Crepani et al. (2001) em sua metodologia soma os cinco temas já com os valores atribuídos e depois dividi por cinco para chegar ao mapa final de vulnerabilidade natural, para chegar ao mapa de vulnerabilidade natural ele soma o mapa de vulnerabilidade natural junto ao mapa de uso e cobertura do solo o modelo do cálculo aplicado individualmente aos temas, onde **G**= geologia, **R**= geomorfologia, **S**= solo, **Vg**= vegetação, **C**= clima e **V**= vulnerabilidade.

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5}$$

De acordo com Crepani et al. (2001), a vulnerabilidade para o tema geomorfologia refere-se à suscetibilidade de determinadas áreas ou sistemas geomorfológicos a serem afetados ou danificados por processos naturais ou antrópicos, o tipo e intensidade dos processos geomorfológicos atuantes, a presença de atividades humanas tudo isso interagi com os processos.

No tema geologia é definida como a capacidade do meio físico (rochas, solo, água, entre outros) de ser afetado por diferentes fenômenos naturais ou atividades humanas, a quantificação da vulnerabilidade envolve a consideração de fatores como a resistência dos materiais.

Para o tema vegetação Crepani et al. (2001), fala que a vulnerabilidade no contexto da vegetação pode ser definida como a suscetibilidade ou sensibilidade de um ecossistema vegetal a perturbações ou mudanças ambientais. Isso inclui a capacidade das plantas de resistir a essas alterações. A vulnerabilidade da vegetação pode ser influenciada por fatores como disponibilidade de recursos, como água e nutrientes, exposição a eventos climáticos como também por locais com a vegetação mais densa.

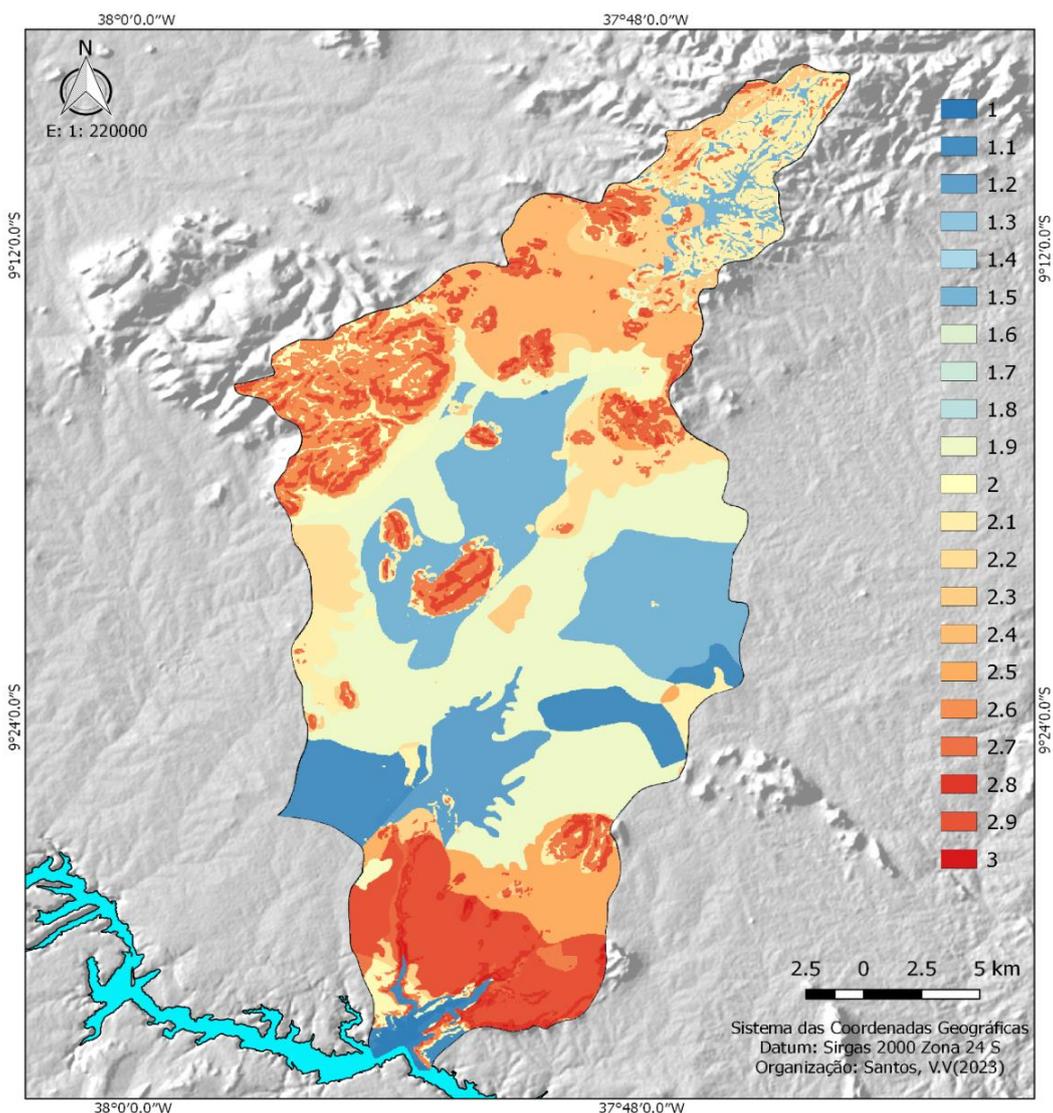
Para a vulnerabilidade no tema solo a suscetibilidade desse recurso a sofrer danos ou alterações negativas decorrentes de diversos fatores, incluindo mudanças climáticas, desmatamento, práticas agrícolas inadequadas, segundo Crepani et al. (2001)

cada tipo de solo tem um peso atribuído a certo grau de vulnerabilidade onde o grau de vulnerabilidade pode ser potencializado pela influência de suas características físicas, químicas, biológicas. Segundo Crepani, os tipos de solos mais vulneráveis são eles os solos arenosos pois eles têm uma alta permeabilidade, o que facilita a lixiviação de nutrientes e na erosão hídrica. Os solos argilosos também pois têm uma baixa permeabilidade, o que aumenta o risco de erosão e de encharcamento. Como também os solos expostos, desmatados e solos em áreas de declive.

Para o tema clima define-se a suscetibilidade através dos efeitos negativos das mudanças climáticas ou de eventos climáticos, a vulnerabilidade é determinada pela combinação de ameaças climáticas, exposição e capacidade de adaptação do sistema em lidar com essas mudanças. Como por exemplo a precipitação, a força energética da precipitação, a temperatura, humidade do ar, os ventos, a evapotranspiração e entre outros. Desse modo o mapa de vulnerabilidade foi criado através da junção desses cinco mapas que representam diferentes tipos de vulnerabilidades. A junção dos mapas foi feita usando técnicas de geoprocessamento e sistemas de informação geográfica (SIG), a criação do mapa de vulnerabilidade foi baseada em critérios científicos sólidos, com o uso de informações geográficas e dados atualizados.

O mapa de vulnerabilidade natural proporciona uma visão abrangente e integrada do funcionamento da bacia hidrográfica, permitindo compreender as interações entre os diferentes elementos e processos. Como também tentar prever e identificar áreas propensas a desastres naturais e na elaboração de planos e estratégias para planejamento e gestão ambiental.

Para a confecção do mapa de vulnerabilidade natural observado na figura 24 foi produzido através da união dos mapas temáticos para cada tema, onde representam diversas facetas da vulnerabilidade, permitindo uma análise das áreas mais susceptíveis a adversidades. A importância do mapa de vulnerabilidade natural da bacia hidrográfica é fundamental para a gestão adequada da área, pois ela é composta por diferentes elementos naturais, como rios, riachos, nascentes e vegetação, que desempenham um papel importante na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e na disponibilidade de recursos hídricos.

Figura 24: Mapa de Vulnerabilidade Natural - Potencial**Elaboração:** Autor, 2023

As áreas em tons de azul consideradas menos vulneráveis. Elas possuem menor risco de sofrer danos ou serem impactadas, observamos que as áreas em azul estão predominando no centro da bacia hidrográfica, são lugares onde encontramos a vegetação do bioma caatinga um pouco mais densa ou semi densa, onde a força energética não causa impacto devido a declividade do local, comparado com a declividade da parte superior da bacia que é mais elevada sendo mais propícia a erosão laminar devido também a declividade e ao solo. O solo e a ação climática são fatores que contribuem para a vulnerabilidade ambiental, segundo Turner *et al.* (2003), a vulnerabilidade ambiental está relacionada à exposição de um sistema natural ou humano aos impactos ambientais, como

deslizamentos de terra, erosão do solo e mudanças climáticas. Eles argumentam que a vulnerabilidade ambiental é afetada pela combinação de características geológicas, topográficas e climáticas.

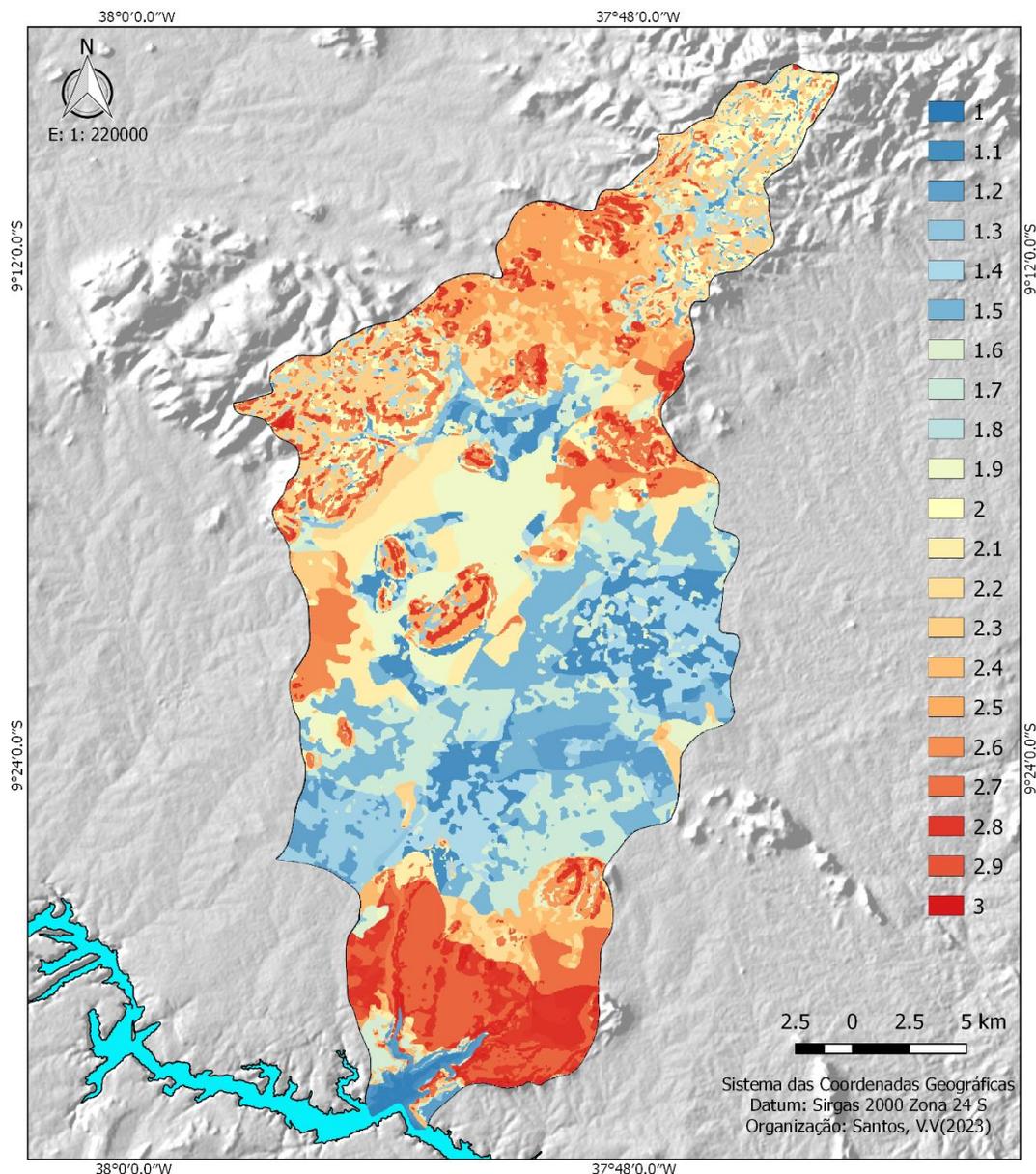
Áreas em tons de laranja são as regiões classificadas como de vulnerabilidade média, essas áreas podem ter maior probabilidade de serem afetadas por eventos climáticos, mas estão preparadas para minimizar os impactos. Já nas áreas em vermelho são as áreas de maior vulnerabilidade. Elas apresentam maior risco de sofrer danos significativos e têm menor capacidade de resposta e recuperação. De acordo com Crepani *et al.* (2001) as características das áreas com maior grau de vulnerabilidade natural variam dependendo do lugar.

O mapa de Vulnerabilidade Natural – Potencial que foi resultante da junção dos mapas de vulnerabilidade para cada tema pode ser utilizado para orientar ações de planejamento e intervenção em áreas vulneráveis, direcionando recursos e políticas públicas para as regiões mais necessitadas. Ele pode servir como uma ferramenta de monitoramento e avaliação, permitindo a análise da evolução das vulnerabilidades ao longo do tempo e a elaboração de estratégias de mitigação.

8.3 Vulnerabilidade Ambiental – Emergente

Para desenvolvimento do mapa de vulnerabilidade ambiental – emergente, foi feito uma junção dos mapas de vulnerabilidade natural com o de uso e ocupação do solo. Diferente da vulnerabilidade natural que utiliza das características geológicas, topográficas e climáticas o de vulnerabilidade ambiental usa também o uso do solo no qual inclui atividade humana que podem afetar a vulnerabilidade ambiental. Wisner *et al.* (2004) destacam que a vulnerabilidade ambiental é resultado da interação complexa entre o ambiente natural e as atividades humanas. Eles enfatizam que as características físicas do solo e do clima podem influenciar a exposição e a sensibilidade dos sistemas humanos a eventos extremos, como inundação, secas e tempestades. Crepani *et al.* (2001), fala que a vulnerabilidade relacionada ao tema uso do solo é definida como a suscetibilidade quando sofre impactos negativos devido às atividades humanas relacionadas ao uso e ocupação do solo. Entre eles estão a agricultura, agropecuária, desmatamento, construção civil, urbanização, contaminação do solo, compactação, queimadas e entre outros. Na Figura 25 se tem o mapa de vulnerabilidade ambiental.

Figura 25: Mapa de Vulnerabilidade Ambiental - Emergente



Elaboração: Autor, 2023

Além das características naturais, no mapa de vulnerabilidade ambiental – emergente incluímos a presença de áreas urbanas, estradas, presença de pastagem em áreas secas, solo exposto e pequenas agriculturas, que para Crepani *et al.* (2001) são pontos considerados de alto índices de vulnerabilidade. Carvalho Junior (2014) ressalta que a vulnerabilidade ambiental está relacionada à distribuição desigual dos recursos naturais, à expansão urbana desordenada e às mudanças climáticas. Os impactos que as ações humanas podem ter sobre a bacia hidrográfica sé não for minimizado pode trazer

consequências negativas. Do mesmo modo em que o mapa de vulnerabilidade natural é importante o de vulnerabilidade ambiental também nos traz informações valiosas. Podemos identificar as áreas de maior risco e tomar medidas para minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente e também sobre a população.

Figura 26: Análise Temporal do Uso do Solo na Bacia Hidrográfica Riacho Talhada -AL



Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor, 2023

Observa-se que o crescimento da agricultura familiar próximo ao Canal do Sertão tem sido significativo nos últimos anos, onde os pequenos agricultores produzem frutas, hortaliças, milho, feijão, mandioca, como também no criatório de animais, como ovinos e caprinos. E isso ajuda no crescimento econômico da região, porém, alguns pontos negativos da agricultura a estrutura e o conhecimento adequado no manejo agrícola podem incluir: o desmatamento, contaminação dos recursos hídricos devido ao uso de agrotóxicos e poluição do solo devido ao uso excessivo de fertilizantes. Isso pode

ter consequências negativas para a fauna, flora e comunidades locais e a perda de biodiversidade.

8.4 Agricultura familiar da comunidade quilombola serra das viúvas

A agricultura familiar na Serra das Viúvas, em Água Branca- AL sobre a delimitação da bacia hidrográfica Riacho Talhada- AL abordar características de uso e manejo do solo da bacia hidrográfica para a agricultura. De acordo com Carvalho (2019), a agricultura familiar na Serra das Viúvas é predominante, sendo responsável por grande parte da produção de alimentos na região. Porém a falta de técnica e capacitação pode influenciar nos impactos ambientais. Observa-se na Figura 28 alguns fragmentos de solo exposto.

Figura 28: Agricultura Familiar comunidade quilombola serra das viúvas



Fonte: Google Earth, **adaptado:** Autor, 2023

Almeida (2018) destaca que a agricultura familiar na Serra das Viúvas tem um papel fundamental na economia local, gerando emprego e renda para as famílias que nela estão inseridas. No entanto, a agricultura familiar na Serra das Viúvas enfrenta uma série de desafios. A infraestrutura básica e a falta de organização dos agricultores são alguns dos principais obstáculos enfrentados por essas famílias. Eles utilizam de técnicas agrícolas como as de roçagem e queimadas, que se não forem realizados de maneira correta podem gerar impactos negativos para o meio ambiente.

Conforme Oliveira (2021), é necessário investir em programas de capacitação técnica, pois essas práticas podem aumentar a vulnerabilidade ambiental ao comprometer a capacidade dos ecossistemas em fornecer serviços ambientais essenciais, como regulação do clima, conservação da água e manutenção da biodiversidade.

8.5 Água Branca- AL – Rampa da Serra do Paraíso – AL

Na bacia hidrográfica Riacho Talhada – AL mais precisamente em sua localização $9^{\circ}17'53.5''S$ $37^{\circ}54'55.7''W$ (-9.298184, -37.915472) foi construída uma rampa para a prática do esporte parapente, onde foi desmatado uma área da bacia em local estratégico para realização dos saltos. Com uma altitude de cerca de 500 metros, ela oferece condições favoráveis para decolagens e voos de parapente.

Figura 28: Análise temporal do local da rampa de parapente



Fonte: Google Earth, **adaptado** por Santos, V.V (2023)

Analisando a figura 29, observamos o antes (2016) e depois (2021) da construção da rampa, onde há uma remoção da vegetação nativa (bioma caatinga) que se não for feito

da maneira correta pode causar prejuízo à biodiversidade, erosão do solo, alterações no fluxo hídrico. Na figura 30 seguir podemos ver uma parte do solo exposto.

Figura 30: Rampa para Salto de Parapente, Água Branca - AL



Autor: Jeter Raimundo (Youtube - “Parapente Água Branca Alagoas”, 2023)

A construção de uma rampa de parapente pode ter várias influências na vulnerabilidade ambiental, tanto positivas quanto negativas. Como por exemplo a alteração da paisagem pois há uma remoção de vegetação para o nivelamento do terreno, a erosão do solo e perturbação da fauna. No entanto esses impactos podem ser mitigados por meio de medidas de planejamento adequadas.

9. CONCLUSÃO

A vulnerabilidade da bacia hidrográfica é um assunto de extrema importância e atualidade, pois se relaciona diretamente com a preservação dos recursos hídricos e o equilíbrio ambiental. Dessa maneira com base nos estudos realizados, conclui-se que a bacia hidrográfica a Riacho Talhada -AL no Semiárido de Alagoas apresenta alta vulnerabilidade natural/ambiental devido às condições climáticas e geográficas da região e ao uso inadequado dos recursos naturais. Ela pode ser afetada por eventos naturais, como tempestades, inundações, secas, incêndios florestais, entre outros. A atividade humana, como urbanização, exploração de recursos naturais, agricultura, poluição e alterações climáticas, pode também agravar a vulnerabilidade ambiental, aumentando a probabilidade de impactos negativos sobre a natureza.

A sua localização no sertão de Alagoas a torna mais propícia a sofrer com vulnerabilidades pois estar em uma região que sofre com diversos problemas ambientais, sendo um dos principais a desertificação, a falta de chuva e a degradação dos solos, causadas principalmente pela atividade humana, e isso têm levado à diminuição da vegetação e à perda de biodiversidade. Por isso destacar a importância da conservação da Caatinga, devido ao seu papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos e na preservação da biodiversidade. No entanto, a Caatinga tem sido ameaçada pela intensificação das atividades agrícolas, pelo desmatamento e pela exploração inadequada dos recursos naturais.

A região enfrenta problemas com a falta de água, que é um recurso cada vez mais escasso na região. Grande parte da população local depende de poços artesianos ou cisternas para a obtenção de água potável. A falta de políticas públicas efetivas para a gestão dos recursos hídricos e a intensificação da atividade agrícola sem o devido manejo no local de estudo contribuem para a degradação ambiental na região. A falta de conscientização tem contribuído para a degradação. Ressaltasse ressaltam a necessidade de medidas efetivas para a conservação, como a criação de unidades de conservação, a implantação de programas de restauração e a conscientização da população local. É fundamental desenvolver ações e estratégias de gestão que visem mitigar os impactos negativos e proteger a bacia hidrográfica e os serviços ecossistêmicos que elas oferecem.

Isso inclui o uso sustentável dos recursos naturais, a redução da poluição e o fortalecimento da capacidade de resposta às mudanças climáticas.

Por fim, esperasse que esse trabalho possa contribuir para a gestão ambiental, para a sociedade e órgãos públicos, fornecendo informações fundamentais para o manejo sustentável dos recursos hídricos, através dele pode-se ser capaz de identificar os principais pontos de vulnerabilidade e quais são os fatores que a tornam mais suscetível a danos e impactos ambientais. Essa identificação permite que sejam traçadas estratégias de gestão mais eficientes, direcionando recursos e esforços para as áreas mais vulneráveis, podendo também dessa maneira ajudar a estimar os potenciais riscos e impactos futuros, permitindo ações preventivas e de planejamento adequadas.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 13749:2010. **Manejo e conservação do solo** - Utilização agrícola. Rio de Janeiro, 2010.

AB'SABER, A. N. **Um conceito de Caatinga. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 9, n. 24, 1995.

ALCANTARA-SANCHEZ, T.; CAVALCANTE, L. O. **Hidrogeologia do semiárido alagoano: oportunidades de melhoria do acesso à água**. Boletim de Geografia, v. 31, n. 2 (2013).

ALENCAR, J. M. L. et al. **Mapa da evapotranspiração e balanço hídrico do Estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, n. 2, p. 183-197, 2017.

ALMEIDA, A. S. **Semiárido Brasileiro: desafios e perspectivas**. *Revista Geográfica de América Central*, v. 2, n. 49, p. 1-14, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/6579>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

ALMEIDA, J. L. **Desenvolvimento rural sustentável: uma análise da agricultura familiar na Serra das Viúvas em Água Branca**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, 2018.

ALMEIDA, R. **O uso do geoprocessamento para análise espacial na gestão de recursos naturais**. Geosul, v. 34, n. 70, p. 131-148, 2019.

AMARAL, W. S. et al. **Geoquímica e geocronologia de granitos e sienogranitos da região de Traipu, Alagoas**. Geologia USP. Série Científica, v. 15, n. 1, p. 59-75, 2015.

ARAÚJO, A. S. et al. **O pluton Água Branca, Alagoas: considerações petrogenéticas e evolução crustal do segmento setentrional da faixa máfico-ultramáfica de Pernambuco-Alagoas**. Revista Brasileira de Geociências, v. 32, n. 2, p. 245-254, 2002.

ARAÚJO, K. J. R.; MARANGON, L. C. M.; LEMOS FILHO, J. P.; PEREIRA, D. A. F. **Woody driving and regeneration process in a semiarid environment, north-eastern Brazil**. Revista Árvore, v. 40, p. 943-953, 2016.

ASRAR, H. et al. **An analysis of the geography of precipitation in South America**. Journal of Climate and Applied Meteorology, v. 23, n. 3, p. 348-363, 1984.

ATTANASIO, C.M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. 02p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004

ÁVILA, C. A. E. et al. **Registros de carbonatos interglaciais do Neoproterozoico em rochas carbonáticas ferruginosas do Brasil**. Anuário do Instituto de Geociências, [S.l.], v.41, n.2, p.115-128, ago. 2018. ISSN 0101-9759. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_115_128>. Acesso em: 19 nov. 2022.

BARBOSA, J. S. F.; SILVA, T. M.; ROCHA, M. S. **Estratigrafia da planura costeira cretácica de Inhapi-AL**. Boletim do DNPM - Geologia. Brasília, v.130, p.67-81, 1961.

BELTRÃO, N. E. **O Semiárido Nordestino e suas especificidades**. Revista do Instituto Brasileiro do Algodão, v. 9, n. 2, p. 65-91, 2009.

Bertrand, G. A. M., Ferreira, O. R., Ribeiro, L. A., & Tundisi, J. G. (2016). **Perspectivas da gestão integrada de recursos hídricos em bacias hidrográficas**. *Ambiental*, v.18, n.3, p.3-15.

BEZERRA, K. C. et al. **Usos e impactos ambientais nos recursos hídricos do estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 1, p. 170-180, 2013.

BLOGDAGEOGRAFIA. **O que é geoprocessamento?** Disponível em: <<https://blogdageografia.com/o-que-e-geoprocessamento/>>. Acesso em: 26 maio. 2023.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. S.L.: Editora Vozes, 2017.

BRANDOLIM, D. H.; SILVA, R. S. **Desafios e perspectivas da gestão de recursos hídricos no semiárido de Pernambuco**. Geografia em Atos, v. 3, n. 3, p. 173-189, 2016.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 26 jul. 2022.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. DES; MONTEIRO, M. A. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R.; FONSECA, D. C.; PAIVA, J. K. S. **Introdução ao geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 2018.

CARVALHO JUNIOR, O.A. (2014). **Riscos e vulnerabilidades socioambientais**. In: Calijuri, M.L. et al. (Org.). Gestão ambiental de sistemas de produção de recursos naturais. Appris.

CARVALHO, F. S. **Agricultura familiar na Serra das Viúvas: uma análise das práticas sustentáveis**. Revista Brasileira de Agricultura Familiar, v. 10, n. 2, p. 123-140, 2019.

CARVALHO, J. A. M.; GASTALDO JÚNIOR, C. A. **Caatinga: Bioma exclusivamente brasileiro**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1-12, 2011.

CARVALHO, M. V. de; LEME, S. R.; BITTAR, S. M. B. **Análise da vulnerabilidade ambiental de uma bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas**. Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v.9, n.3, p.187-200, 2004.

CARVALHO, R. N. **Geografia Agrária: problemas e tendências contemporâneas**. Revista Geotextos, v. 12, n. 1, p. 65-85, 2016.

CASTRO, J. M. de. **Evolução geológica da Terra**. Rio de Janeiro: Oficina de Texto, 2019.

CAVALCANTI, I. F. **A luta pelo acesso à água no semiárido de Alagoas.** Geograficidade, v. 8, n. 1, p. 180-197, 2018.

CHAVES, L. C.; HERDIES, D. L. H. **Gestão territorial e uso do solo em bacias hidrográficas.** In: COELHO, E. F.; PINTO, C. C.; FERNANDES JUNIOR, P. I. (Org.). Gestão integrada de bacias hidrográficas. Viçosa: UFV, 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geografia: ciência da sociedade.** 29. ed. rev. e atual. São Paulo: Ed. Moderna, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** Editora da USP, 1999.

COIMBRA, A. M. **Estudos geológicos do Rio São Francisco, sergipano.** Publ. DNPM/RJ, 1945.

COSTA NETO, P. L.; HORNER, M. W. **A participação da comunidade na gestão das bacias hidrográficas em regiões semiáridas.** In: Anais do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2017.

COSTA, M. F. et al. **Recursos hídricos do semiárido brasileiro: estado da arte sobre a gestão e conservação da água.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 11, n. 2, p. 415-443, 2018.
CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Levantamento de Potencialidades Minerais do Estado de Alagoas - Relatório Final.** Brasília, DF, 2016.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil.** Mapa Geológico do Nordeste. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapa_nordeste.pdf> Acesso em: 07 jun. 2022.

CREPANI, E. **Vulnerabilidade e Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

DANTAS, Mônica Elaine Pereira. **Ocorrência e caracterização de urânio no plutonismo granítico do estado de Alagoas.** Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

FERNANDES, A. L. C.; CUNHA, D. G. **O QGIS como ferramenta para produção cartográfica: um estudo de caso em Dourados (MS).** Revista Acadêmica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, v. 2, n. 2, p. 49-60, 2016.

FERNANDES, M.R. **vegetação ciliar no contexto de bacias hidrográficas in: simpósio mata ciliar. Ciências e tecnologias, belo horizonte,1999, anais. Belo horizonte:Cemig/ufla, 1999.p235.**

FERREIRA, R. O. et al. **Geomorfologia do Sertão de Alagoas.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 2, p. 327-341, 2017.

FLORES, A. R. et al. **Rendimiento del agua en una microcuenca andina de escasa data y su relación con la topografía y la geología.** Revista de la Sociedad Geológica del Perú, v. 21, n. 1, p. 59-72, 2015.

GALLOPIN, G. C. **Vulnerability of Social-Ecological Systems: A Conceptual Framework**. In: TURNER, B.L., II; MATSON, P.A.; MCCARTHY, J.J.; CORELL, R.W.; CHRISTENSEN, L.; ECKLEY, N.; HAILL, R.K.; HARDEE, R.; and HEALEY, J.W. (Eds.). *The Earth as transformed by Human Action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996. p. 14-28.

GOMES, L.; SILVA, G. B.; CARVALHO, V. C. **Importância das bacias hidrográficas do semiárido alagoano**. In: Congresso Brasileiro de Ciências Ambientais, 2012.

GOMES, P. C. C. **O que é vulnerabilidade ambiental?** *Estudos Avançados*, v. 23, n. 67, p. 15-30, 2009.

Gonçalves, K. M., Vieira, P.C.M., Bertoncini, E. I., & Sanches, E. C. (2017). **Estudos Ambientais em Bacias Hidrográficas**: contribuições para a gestão do meio ambiente em áreas rurais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 06, p. 2176-2192.

GOULART, A. M. C.; FERNANDES FILHO, E. I.; SILVA, E. A. D.; FERNANDES, N. F. C. **Delimitação de bacias hidrográficas no sul do Estado de Minas Gerais com o auxílio do software ArcGIS**. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, v. 1234, 2013

GRIGIO, Giorgio. **Metodologia para avaliação da vulnerabilidade ambiental**. In: Anais do XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003.

GUEDS, E. A. C. et al. **Vulnerabilidade ambiental e pobreza no semiárido: Uma análise baseada em índices**. *Revista da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*, v. 10, n. 2, p.11-22,2020.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Ambiental**. Editora Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUIMARÃES, I. P.; Sá, M. C. M. **Belém do São Francisco: Uma área de transição entre a faixa móvel brasileira e o cratom do São Francisco**. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 23, n. 3, 1993.

HOOKE, R. L. **Geomorphology and environmental management**. Wiley Online Library.

IAL, Alcides Nóbrega et al. **Geologia e recursos minerais do estado de Alagoas**. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 3, p. 311-320, 1998.

INGO, C. **Mal-estar, sofrimento e sintoma**. [s.l.] Boitempo Editorial, 2015.

INTERGOVERNAMENTAL, P.; MUDANÇA, S.; WGI, W. **Sumário para Formuladores de Políticas Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima Mudança do Clima 2021 A Base Científica**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2023.

KEHL, M. B.; LORENA, L. E. S. **Análise espaço temporal do crescimento urbano na região metropolitana de São Paulo (RMSP) utilizando QGIS**. Revista Brasileira de Geociências, v. 48, n. 1, p. 23-36, 2018.

KLIJN, F. et al. **Assessing and managing risks in a changing world — Challenges for the vulnerability and adaptation of water-related ecosystems**. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, v. 30, n. 11–16, p. 717–725, 2005.

LARANJEIRA, Silva V. et al. **Petrogênese dos granitóides da região do baixo São Francisco, nordeste do Brasil: implicações para a evolução do Cráton São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, v. 44, n. 1, p. 7-22, 2014.

LEAL, I. R. et al. **Caatinga: the scientific negligence experienced in Brazil**. Tropical Conservation Science, v. 5, n. 4, p. 758-766, 2012.

LIMA, C. D. S. **A bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental**. In: Congresso Internacional sobre Desarrollo Económico y Medio Ambiente, 1, 1992, Monterrey. Anais... Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León, 1992.

LIMA, F. **Influência do tipo de solo na produtividade agrícola no sertão alagoano**. Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, v. 45, p. 678-689, 2010.

LOUREIRO, E. D. S.; Gonçalves, A. C. A.; Silva, E. B. **Manejo do solo e produção agroecológica**. Revista Agrarian, v. 6, n. 21, p. 101-112, 2013.

MACIEL, J. T. et al. **Avaliação hidrogeológica da Zona Costeira de Alagoas: modelos conceituais e perspectivas**. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas (Foz do Iguaçu, 2015).

MAESTRE, F. T.; ESCUDERO, A.; GALLEGOS-FERNÁNDEZ, J. B.; GÓMEZ-SAL, A.; VALLEJO, R. **Plant responses to simultaneous stress of different resource conditions**. Ecology, v. 93, p. 190-209, 2012.

MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 83–96, 2008.

MARQUES, D. N; SANTOS, A. L. A; MELO, A. C. M. **Caracterização das bacias hidrográficas do estado de Alagoas**. Revista Geonorte, v.7, n.2, p.112-124, 2011.

MARQUES, D. N; SANTOS, A. L. A; MELO, A. C. M. **Caracterização das bacias hidrográficas do estado de Alagoas**. Revista Geonorte, v.7, n.2, p.112-124, 2011.

MEDEIROS, J. S. et al. **Variabilidade climática e seus efeitos na produção de pimenta-do-reino em localidades do semiárido alagoano**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 20, p. 313-328, 2017.

MELFI, A. J.; MACHADO, N.; GIANNINI, P. C. F.; JARDIM DE SÁ, E. F.; FERNANDES, A. C.; SOUZA, M. J. C. **Contribuição para o conhecimento da região de Belém do São Francisco, Estado de Pernambuco**. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, n. 4, 1977.

MELO, J. D. S.; VILA NOVA, J. S. **Importância do uso racional das águas das bacias dos rios Paraíba e Mundaú para o sertão alagoano.** In: Congresso Alagoano de Engenharia Civil, 2017.

MELO, L. D. **Aspectos ambientais e socioeconômicos da bacia hidrográfica do Rio São Francisco em Alagoas.** Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 6, n. 1, p. 45-58, 2011.

MENDES, F.; RIBEIRO, J. **Hidrografia: um indicador biológico na avaliação da qualidade dos ecossistemas aquáticos.** Revista Sinapse Ambiental, v.2, n.2, p.1-8, 2017.

MENDES, T. C.; GALVÃO, E. H. **A vulnerabilidade socioambiental do semiárido brasileiro.** Geografia em Questão, v. 6, n. 1, p. 92-103, 2013.

Mielniczuk, J. **Manejo e conservação do solo.** In: Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de Produção, 8. Dourados, MS: Embrapa, 2002.

MOLDAN, B; CERNY, J. **small catchments research.**in MOLDANI.; CERNY. Biogeochemistry of small catchments: a toll for enviromental research. Chiccester: John wiley, 1994.p1-29.

MONTEIRO, K. et al. **Análise da dinâmica erosiva em bacias hidrográficas de pequeno porte.** Ambiência, v.14, n.1, p.121-143, 2018.

MONTGOMERY, D.R. 2007. **Soil erosion and agricultural sustainability.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 104, n. 33, p. 13268-13272.

MORAES, J. M. de; NOGUEIRA, J. L. de L.; TURETTA, A. P. D. **Aplicação de metodologia de avaliação da vulnerabilidade ambiental das bacias hidrográficas na Amazônia Legal - Brasil.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, n.3, p.683-691, 2009

NASCIMENTO, Ariclecio Vieira do, et al. **Petrografia e geoquímica da Suíte Intrusiva Chorochó na porção nordeste da Província Patrocínio, Nordeste do Brasil.** Revista de Geologia, v. 30, n. 1, p. 143-160, 2017.

NASCIMENTO, H. D.; FERNANDES, G. L. S. **Gestão de recursos hídricos em Alagoas: perspectivas e desafios para uma gestão integrada e sustentável.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, n. 3, p. 545-558, 2015.

NETO, J. A. et al. **Análise da qualidade da água de praias em Maceió, Alagoas.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 23, n. 2, p. 1-10, 2019.

NGO, C. **Mal-estar, sofrimento e sintoma: a psicopatologia do Brasil entre muros.** São Paulo: Boitempo, 2015.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. **Regional climate change scenarios for Northeast Brazil.** Geophysical Research Letters, v. 32, n. 9, 2005.

OLIVEIRA, A. P. B. **Geomorfologia: aplicada ao planejamento ambiental.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

OLIVEIRA, G. S. et al. **Análise multicritério para seleção de áreas prioritárias para conservação da Caatinga**. In: Anais do VII Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação, 2017. p. 1-5.

OLIVEIRA, Gláucia. **Análise da vulnerabilidade ambiental: uma revisão de metodologias**. Revista Eletrônica de Geografia e Meio Ambiente, v. 4, n. 2, p. 47-61, 2011.

OLIVEIRA, J. R. **A influência da erosão fluvial na configuração do relevo do sertão alagoano**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas, 2013.

OLIVEIRA, K.; PEZZATO, F. **Análise hidrográfica e planos de manejo de bacias hidrográficas**. RBRH, v.24, p.1-6, 2019.

OLIVEIRA, L. G. et al. **Variabilidade espacial e temporal da precipitação no Maciço de Baturité, Ceará, Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, n. 3, p. 267-276, 2019.

OLIVEIRA, L. H.; OLIVEIRA, L. P. **A importância da recuperação das nascentes e mananciais para a gestão das bacias hidrográficas em regiões semiáridas**. In: Anais do V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2016.

OLIVEIRA, M. P. **A importância da política pública para fortalecer a agricultura familiar na Serra das Viúvas**. Anais do Congresso Nacional de Desenvolvimento Regional, v. 5, n. 2, p. 234-248, 2021.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. **Processos de formação e níveis de dissecação da superfície de inselbergs no Estado da Bahia**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 7, n. 2, p. 5-14, 2008.

OLIVEIRA, W.A. et al. **Vulnerabilidade ambiental do semiárido brasileiro**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 5, n. 2, p. 248-261, 2012.

PAEZ, A. **O uso do geoprocessamento na tomada de decisão baseada em informações geográficas**. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Administração da UNIMEP, v. 17, n. 1, p. 23-38, 2019.

Parapente Água Branca Alagoas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=adG8STaNTJE&t=150s>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

PCC — Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/index.htm>>. Acesso em: 24 maio. 2023.

PENTEADO, Flávio Alves. **Geomorfologia**. 12. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2014.

PIMENTEL, L. A. S.; NASCIMENTO, J. C. H. **Geomorfologia e recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Mundaú, Alagoas**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 9, n. 1, p. 7-16, 2008.

PINTO, A. Weingaertner. **A água como recurso natural**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 163-173.

PINTO, L. G. et al. **Vulnerabilidade socioambiental e degradação dos recursos naturais no semiárido de Alagoas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 15., 2019, João Pessoa. Anais eletrônicos [...] João Pessoa: UFPB, 2019. p. 2539-2547.

PIRES, J. C.; SILVA, M. O. **Geografia Aplicada ao Estudo do Nordeste Brasileiro**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008

REDIRECTING TO /**agritempo**. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em: 14 ago. 2023.

Reis, E. C. (2010). **Bacias hidrográficas e desafios da gestão sustentável de recursos hídricos preocupação da engenharia sanitária e ambiental**. In: Anais do 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife, PE.

ROQUE, P. L. **Processos fluviais e a formação da paisagem no sertão de Alagoas**. Instituto Geográfico e Cartográfico de Alagoas, 2014.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, L. C. **Environmental sensitivity index for environmental planning**. Environmental Management, v. 16, n. 6, p. 827-833, 1992.

SÁ, V. C. D.; SOUSA, H. V.; MELO, J. D. S. **Gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas do semiárido alagoano: desafios e perspectivas**. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2015.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas Sete Lagoas: Sete Lagoas**, Embrapa, 2003. 63 p.

SANTANA, R. R.; VIANA, L. A. C.; SOUZA, J. V.; SANTIAGO, A. A. F. **Análise da aplicabilidade do software QGIS para estudos ambientais**. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 14, n. 2, p. 172-181, 2020.

SANTIAGO, A. L. S. et al. **Sistemas de captação e armazenamento de água para a produção de alimentos em comunidades rurais do semiárido brasileiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 10, p. 979-986, 2015.

SANTOS, K. M.; ALMEIDA, F. F.; ALMEIDA, S. F. **Gestão do uso do solo em bacias hidrográficas: equilibrando desenvolvimento e sustentabilidade**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 12, n. 1, p. 114-128, 2018.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, M. J. S.; MELO, A. C. M. **Caracterização do uso da água no estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 19, n. 4, p. 187-197, 2014.

SANTOS, M. J. S.; MELO, A. C. M. **Caracterização do uso da água no estado de Alagoas**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 19, n. 4, p. 187-197, 2014.

SANTOS, P. S. et al. **Características geomorfológicas do semiárido alagoano**. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 1, n. 10, p. 42-53, 2016.

SANTOS, R.A. et al. **Conservação do bioma Caatinga: desafios e perspectivas**. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 12, n. 1, p. 84-102, 2018.

SAUER, C. O. **A morfologia do espaço agrário**. 5. ed. São Paulo: Hucitec, 1982.

Silva, A. B., Melo, W. D., Melo, T. T., & Santos, G. G. (2016). **Influência da cobertura vegetal na qualidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Jacu, Alagoas**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 99-110.

SILVA, A. C. R. et al. **Geologia do Granito Penedo, sudeste do estado de Alagoas**. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Geologia (Natal, 2017)*.

SILVA, J. **Pedologia da caatinga em Alagoas**. *Revista Brasileira de Pedologia*, v. 23, n. 2, p. 123-138, 2005.

Silva, J. R., Santos, R. L. R., Sousa, G. J., & Oliveira, C. A. (2016). **Características pedológicas dos solos do sertão alagoano**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 11(4), 434-442.

SILVA, M. M. **Vulnerabilidade e sustentabilidade no semiárido brasileiro: uma análise à luz da problemática ambiental**. *Revista Geográfica de América Central*, v. 2, n. 56E, p. 1-17, 2016.

SILVA, R. C. O. **Impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas**. *Revista de Geografia*, v. 32, n. 2, p. 180-192, 2017.

SILVA, R.S. et al. **Conservação da Caatinga: desafios e estratégias**. In: CARVALHO, M.A. et al. (Orgs). *Biodiversidade do Bioma Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: MMA, 2020. p. 25-39.

SILVA, S. M. Z. da. **Estudo de perímetro geométrico para delimitação de topos de morro e encostas em bacias hidrográficas**. 2005. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SILVA, T. A. et al. **Gestão participativa de bacias hidrográficas no semiárido: um estudo de caso na bacia do Rio Trairi, RN**. *Engenharia Ambiental*, v. 16, n. 1, p. 39-51, 2019.

SMITH, K. et al. **Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster**. 2nd ed. New York: Routledge, 1992.

SOARES, B. S. **Alguns aspectos do relevo de enchentes de fundo de vale da bacia do rio Poti, Teresina-PI**. *Jornal da Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 31, n. 1, p. 103-112, 2010.

SOARES, T. F., Rosa, T. F., Silva, D. R., & Araújo, D. O. (2017). **Diagnóstico ambiental e uso do solo em bacias hidrográficas: estudo de caso no Rio das Mortes (MG)**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 21, n.3, p. 121-129.

SOARES, V. P., Peixoto, A. L., Malnic, P., Manoel Filho, J., & Neves, T. C. (2013). **Influência da cobertura da terra sobre a vazão e hidroquímica em bacia hidrográfica do estado de Minas Gerais, Brasil**. Revista Geografia, 141-153.

SOUSA, M. J. M. **Revisão estratigráfica das bacias sedimentares cretácicas do Nordeste**. Boletim Técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p. 87-101, 1994.

SOUSA, W. M. et al. **Vulnerabilidade ambiental costeira: uma abordagem integrada para o planejamento e gestão urbana**. Novos Cadernos NAEA, v. 22, n. 1, p. 35-53, 2019.

SOUZA, A. L.; CAVALCANTE, I. M. **Desertificação no semiárido alagoano: uma análise sobre as formas de combate e prevenção**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 11, n. 1, p. 43-57, 2017.

SOUZA, Jéssica Rocha, et al. **Petrologia e Geoquímica Preliminares da Suíte Intrusiva Chorrochó, Província Patrocínio, Nordeste do Brasil**. In: Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, 2014, Goiânia. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia. Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia, 2014. p. 2973-2980.

SPOSITO, E. S. **Pedologia: ciência do solo**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TRICART, J. E. **La notion de bassin versant**. In: TRICART, J. E.; CADIOU, G. (Orgs.). *Traité de géomorphologie*. Paris: CNRS, 1977. p. 1-36.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Bacias hidrográficas: definição, delimitação, função e importância**. In: FIGUEIREDO, R. O.; TUNDISI, J. G.; RODRIGUES, V. H. (Orgs.). *Água no século XXI: Enfrentando a Escassez*. São Carlos: RiMa Editora, 2008. p. 27-43.

TURNER II, B. L. et al. **A framework for vulnerability analysis in sustainability science**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 100, n. 14, p. 8074-8079, 2003.

TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; MATSUI, E.; MCCARTHY, J. J.; CORELL, R. W.; CHRISTENSEN, L.; ECKLEY, N.; KELLER, B.; LUERS, A.; METEREJZAN, M.; NILSSON, S.; O'BRIEN, K.; SCHERMERHORN, R.; SPOONER, J.; STOCKS, B.; VON BERNUTH, R. **A framework for vulnerability analysis in sustainability science**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 100, n. 14, p. 8074-8079, 2003.

TURNER, B.L. II, KASPERSON, R.E., MATSON, P.A., MCCARTHY, J.J., CORELL, R.W., CHRISTENSEN, L., ECKLEY, N., KASPERSON, J.X., LUERS, A., MARTELLO, M.L., POLSKY, C., PULSIPHER, A., SCHILLER, A. (2003). **A framework for vulnerability analysis in sustainability science**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100(14), 8074-8079.

VASCONCELOS, M. B. A. **Origem e evolução da porção meridional do Cinturão Mineiro. 2011.** Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011

VIEIRA, M. S. et al. **Caracterização petrográfica e química de rochas carbonáticas da Formação Serra Talhada, sertão alagoano.** Boletim de Geografia, v. 36, n. 3 (2019).

WILINSON, M. H. F.; KRISHNASWAMY, J. **Environmental Vulnerability and Human Security** in the Himalayas. Nova York: Routledge, 2019.

WISNER, B., BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I. (2004). **At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters.** Routledge.

ZANELLA, Maria Elisa. **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino.** Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.