

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

LUANA TAVARES DE SOUZA

**ANÁLISE PEDOGEOMORFOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE MARIBONDO -
ALAGOAS**

Maceió, Alagoas

2025

LUANA TAVARES DE SOUZA

**ANÁLISE PEDOGEO MORFOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE MARIBONDO –
ALAGOAS**

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.

Orientadora: Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão

Maceió, Alagoas

2025

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

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

- S729a Souza, Luana Tavares de.
Análise pedogeomorfológica do município de Maribondo - Alagoas /
Luana Tavares de Souza. – 2025.
105f. :il. color.
- Orientadora: Nivaneide Alves de Melo Falcão.
Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de
Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Maceió, 2025.
- Bibliografia: f.96-100.
Apêndices: f.102-105.
1. Solos. 2. Relevo (Geografia). 3. Declividade. 4. Mapeamento do
solo. 5. Refinamento do mapa de solos. I. Título.

CDU:911.2:551.462.33(813.5)

“O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

(Guimarães Rosa)

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a construção deste percurso, com gestos de apoio, partilhas e ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à espiritualidade por me conceder forças para superar os inúmeros obstáculos enfrentados ao longo da construção deste trabalho.

Às minhas amigas de infância Cícera Danielle da Silva Ferreira, Ana Lúcia da Silva Ferreira, Maria Amanda dos Santos Almeida e Larissa Ferreira de Melo e à amiga que a graduação me presenteou e que levo para a vida, Kallyne Teixeira Santos. Estendo minha gratidão também aos amigos que o IGDEMA me proporcionou: João Pedro Luiz Santos da Silva, Samuel Nunes da Silva, Herlisson Michael Aredes de Oliveira, Antonio Mafficioni Claro da Silva, Danilo Bernardo Ribeiro e Mateus Henrique Gomes da Silva Bispo, que sempre me ofereceram apoio em diversos momentos.

Aos colegas que compartilharam comigo o percurso do mestrado, turma 2023.1, em especial Diva Cristina Barbosa Suruagy, José Gomes dos Santos Leal Neto, Josiel dos Santos Silva, Erick Ruan Barros Souza, Lucas de Moraes Teixeira e Rostan Antonio de Lima Silva.

Aos integrantes do Laboratório Geomorfos, com quem convivi durante esta jornada: Lucas Vinicius Soares de Amorim, Ruan Max Gomes Lourenço e Flávia Alessandra dos Santos Silva. Agradeço, em especial, às recém-chegadas Rylari Bianca Araujo da Silva, Letícia Feitosa Cavalcante e Yasmin Maria de Aguiar Omena, que colaboraram de forma significativa no processo de granulometria, bem como a sempre presente e querida “intrusa”, Maria de Fátima Santos da Hora. Registro também minha gratidão aos colegas dos demais laboratórios do curso de Geografia: Lílían Rose Fidelis dos Santos, Poliane Camila Lima dos Santos e Jeilson Rodrigues da Silva Júnior. Nos campos de pesquisa, agradeço a Mikael Eduardo Silva Ferreira e, em especial, a Melquizedeque da Silva Viana, Jardel Estevam Barbosa dos Santos e Laís Susana de Souza Gois, pelo auxílio com procedimentos de geoprocessamento e demais etapas em que tive dúvidas.

À minha orientadora, Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão, pela dedicação, orientação e amizade ao longo de todo o processo. Aos professores Dr. Bruno Ferreira e Dr. Kleython de Araújo Monteiro, pela generosidade em disponibilizar equipamentos de laboratório.

À minha psicóloga, Rosani Lisboa, pelo acolhimento, apoio e incentivo que foram fundamentais ao longo desta trajetória.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, à coordenação, à secretaria e a todos os professores da instituição, pelo apoio durante minha formação.

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL), que ao longo da minha trajetória acadêmica me proporcionou um ambiente de aprendizado estimulante e cheio de oportunidades, mesmo diante dos desafios enfrentados pela instituição nos últimos anos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pela concessão da bolsa, que possibilitou a permanência e a conclusão desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para esta caminhada, enriquecendo meu aprendizado e tornando possível a realização desta pesquisa.

RESUMO

A Pedogeomorfologia, ou Geomorfopedologia, é a área que estuda as relações entre solo e relevo, abrangendo aspectos conceituais, metodológicos, operacionais e escalares. Ela investiga como os solos, entendidos como o produto da ação de agentes externos (como clima e organismos) sobre rochas e minerais, são condicionados pelas formas da paisagem. Nesse contexto, a cartografia pedológica é fundamental para mapear os solos com precisão, analisar sua distribuição espacial, suas propriedades e avaliar seu potencial agrícola, geotécnico e ambiental. No Brasil, contudo, os elevados custos e o baixo investimento em mapeamentos pedológicos limitam a atualização e a abrangência dessas informações. Diante desse cenário, a adoção de metodologias alternativas, como técnicas de geoprocessamento, torna-se cada vez mais necessária, pois permite refinar os dados e adaptá-los a diferentes escalas de estudo, tornando o processo mais acessível e eficiente. No caso específico desta pesquisa, o recorte espacial definido foi o município de Maribondo, no estado de Alagoas. A metodologia utilizada propõe o refinamento do mapeamento de solos a partir da análise da declividade do terreno. Até então, o município contava apenas com o mapa pedológico elaborado pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas (ZAAL), produzido em 2012, em escala de 1:100.000. Esse mapeamento indicava a presença exclusiva de Argissolo vermelho-amarelo para toda a área. Contudo, a partir de imagens de satélite e de trabalhos de campo, foi possível constatar a existência de outros tipos de solos, como Neossolos, Nitossolos e variações adicionais de Argissolos. Com o refinamento metodológico, obteve-se um novo mapeamento na escala de 1:60.000, permitindo uma representação mais detalhada do município. Embora alguns solos ainda não possam ser devidamente identificados devido à sua pequena proporção na paisagem, o resultado evidencia avanços significativos na caracterização pedogeomorfológica da região, ampliando a compreensão sobre sua diversidade pedológica e fornecendo subsídios mais consistentes para estudos futuros e para o planejamento ambiental, e territorial.

Palavras-chaves: Solos; Relevo; Declividade; Mapeamento; Refinamento do mapa de solos.

ABSTRACT

Pedogeomorphology, or Geomorphopedology, is the field that studies the relationships between soil and landforms, encompassing conceptual, methodological, operational, and scale-related aspects. It investigates how soils—understood as the product of external agents (such as climate and organisms) acting on rocks and minerals—are conditioned by landscape forms. In this context, pedological cartography is essential for accurately mapping soils, analyzing their spatial distribution and properties, and assessing their agricultural, geotechnical, and environmental potential. In Brazil, however, the high costs and low investment in pedological mapping limit both the updating and the scope of such information. Given this scenario, the adoption of alternative methodologies, such as geoprocessing techniques, has become increasingly necessary, as it enables data refinement and adaptation to different study scales, making the process more accessible and efficient. In the specific case of this research, the defined spatial scope was the municipality of Maribondo, in the state of Alagoas. The methodology applied proposes soil mapping refinement based on slope analysis. Until then, the municipality only had the soil map prepared by the *Agroecological Zoning of the State of Alagoas (ZAAL)*, produced in 2012 at a 1:100,000 scale. That mapping indicated the exclusive presence of Red-Yellow Argisols throughout the area. However, through satellite imagery and fieldwork, the existence of other soil types was confirmed, such as Neosols, Nitosols, and additional variations of Argisols. With the methodological refinement, a new mapping at a 1:60,000 scale was obtained, providing a more detailed representation of the municipality. Although some soils could not yet be properly identified due to their small proportion in the landscape, the results show significant advances in the pedogeomorphological characterization of the region. This broadens the understanding of its pedological diversity and provides more consistent support for future studies as well as for environmental and territorial planning.

Keywords: Soils; Landforms; Slope; Mapping; Soil map refinement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do município de Maribondo - Alagoas.....	26
Figura 2A - Vista do Alto da Microondas, em Maribondo - Alagoas.	28
Figura 2B - Vista do lado esquerdo Mirante de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Maribondo - Alagoas.	28
Figura 3 - Fluxograma de método do MDE.....	29
Figura 4A - Mistura da água com o hexametáfosfato.....	32
Figura 4B - Colocando a solução na amostra.	33
Figura 4C - amostra no misturador.	33
Figura 4D - Amostras com a solução agindo.....	34
Figura 4E - Amostra sendo lavada.....	34
Figura 4F - Parte da amostra após lavada.	35
Figura 4G - Estufa.....	35
Figura 4H - Agitador.....	36
Figura 4I - Quarteamento das amostras.....	36
Figura 4J - Fração das amostras.....	37
Figura 5 - Diagrama com os diferentes graus de arredondamento e esfericidade.	38
Figura 6A - Perfil 1.....	44
Figura 6B - Perfil 1, ao lado da estrada.	44
Figura 6C - Parte do perfil coletado, com pedreira ao fundo.....	45
Figura 6D - Coleta na Camada Superficial.....	45
Figura 7A - Instalação de placas solares.....	46
Figura 7B - Açude construído na baixada.....	46
Figura 8 - Sítio Povoado Mata Verde localizado em Maribondo - Alagoas.....	47
Figuras 9 - Perfil 2.....	49
Figura 10 - Lado direito e esquerdo do município de Maribondo - Alagoas.....	49
Figuras 11 - Perfil 3.....	51
Figura 12 - Entorno da área do perfil.....	51
Figura 13A - Perfil 4.....	52
Figura 13B - Anotando os aspectos do perfil.....	53
Figura 13C - estrutura do perfil.	53
Figura 14 - O entorno onde foi feita a coleta do perfil 4.	54
Figuras 15A - Manto de intemperismo na superfície do Perfil 5.....	55
Figura 15B - Manto de Intemperismo sem a escala.....	56
Figura 16A - Camada superficial com decomposição das rochas.	56
Figura 16B - lado oposto ao que está em intemperismo.....	57
Figura 16C - Perfil ao longo da encosta.....	57
Figura 16D - Superfície do perfil.....	58
Figura 17A - Entorno do Perfil 5.....	58
Figura 17B - Açude na base da encosta.....	59
Figura 18A - Perfil 6.....	60
Figura 18B - Área do perfil.....	61
Figura 19 - Entorno da área.	61
Figura 20 - Fotos com a vista do alto da área.....	62
Figura 21A - Perfil 7.....	63
Figura 21B - Visualização do solo do perfil 7.....	64
Figura 22 - Marcas do nível do vale e pisoteamento do gado.	64
Figura 23 - Perfil 8.....	66
Figura 24A - Um pouco do topo de alinhamento.....	66
Figura 24B - Afloramento rochoso.....	67

Figura 25 - Entorno da área.....	67
Figura 26A - Perfil 9.....	69
Figura 26B - Perfil mais ampliado.....	69
Figura 27 - Superfície mais detalhada.....	70
Figura 28 - Parte da área fotografada pelo drone.....	70
Figura 29A - Perfil 10.....	72
Figura 29B - Área do perfil.....	72
Figura 30 - Lado oposto do perfil.....	73
Figura 32 - Área 1 representada pelo gráfico ternários.....	75
Figura 33 - Área 2 representada pelo gráfico ternários.....	76
Figura 34 - Área 3, representada no gráfico ternários.....	77
Figura 35 - Área 4 representada no gráfico ternários.....	78
Figura 36 - MDE do município de Maribondo finalizado.....	83
Figura 37 - Curvas de nível do município de Maribondo - Alagoas.....	84
Figura 38 - Mapa de Declividade do município de Maribondo - Alagoas.....	85
Figura 39 - Unidades geológicas de Maribondo - Alagoas.....	86
Figura 40 - Mapa de uso e ocupação de Maribondo - Alagoas.....	87
Figura 41 - Mapa de Unidades Geomorfológicas de Maribondo – Alagoas.....	88
Figura 42 - Mapa de solos do Estado de Alagoas na escala de 1:100.000.....	89
Figura 43 - Mapa de solos do município de Maribondo - Alagoas.....	90
Figura 44 - Mapa de drenagem de Maribondo - Alagoas.....	91
Figura 45 - Mapa de declividade do Município de Maribondo - Alagoas.....	91
Figura 46 - Mapa hipsométrico do município de Maribondo - Alagoas.....	92
Figura 47 - Mapa de solos refinado do município de Maribondo - Alagoas.....	94
Figura 48 - Mapa de solos refinado com modelagem de relevo município de Maribondo - Alagoas.....	95
Apêndice 1 – Carta de Munsell, para a identificação das cores das amostras coletadas.....	103
Apêndice 2 – Ficha de descrição de campo do IBGE (2015).....	104
Apêndice 3 - Ficha de descrição de campo preenchida.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição geral do perfil 1 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	43
Tabela 2 – Descrição geral do perfil 2 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	48
Tabela 3 - Descrição geral do perfil 3 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	50
Tabela 4 - Descrição geral do perfil 4 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	52
Tabela 5 - Descrição geral do perfil 5 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	55
Tabela 6 - Descrição geral do perfil 6 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	60
Tabela 7 - Descrição geral do perfil 7 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	63
Tabela 8 - Descrição geral do perfil 8 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	65
Tabela 9 - Descrição geral do perfil 9 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	68
Tabela 10 - Descrição geral do perfil 10 de solo de um ponto amostral na área em estudo.....	71
Tabela 11 - Resultado do que foi retirado de lama na separação das peneiras.....	79
Tabela 12 – Classes dos polígonos de solos.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes de Declividade pela Embrapa, 1979.....	30
Quadro 2 - Parâmetros observados na morfoscopia.	38
Quadro 3 - Caracterização das amostras coletadas.....	41
Quadro 4 - Parâmetros estatísticos Segundo Folk & Ward (1957) das amostras coletadas na área de estudo.....	81
Quadro 5 - Descrição das características morfoscópicas das amostras.	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA:	19
2.1 Pedogeomorfologia	19
2.2 Solo e Relevô	20
2.3 Mapeamento Digital dos Solos	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Caracterização da área	26
3.2 Procedimentos Metodológicos	27
3.2.1 Reconhecimento da área	27
3.2.2 Modelo Digital de Elevação.....	29
3.2.3 Curvas de Nível.....	30
3.2.4 Declividade.....	30
3.2.5 Uso e Ocupação do solo	30
3.2.5 Campo de coletas de dados.....	31
3.2.6 Etapas de Laboratório	31
3.2.7 Análise Granulométrica	31
3.2.8 Morfoscopia	37
3.2.9 Elaboração do Mapa Geológico	38
3.2.10 Elaboração do Mapa Geomorfológico	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1 Descrição dos perfis de coleta	40
4.2 Análise da Granulometria e Morfoscopia das amostras.....	74
4.3 Refinamento do Mapa de Solos de Maribondo - Alagoas.....	82
5 CONCLUSÃO.....	96
REFERÊNCIAS:.....	97
APÊNDICE.....	102

1 INTRODUÇÃO

A Pedologia, enquanto ciência que estuda a formação, a morfologia e a classificação dos solos (Pereira; Morais; e Ribeiro, 2004). Busca compreender os elementos as interações dos fatores entre a formação dos solos e sua atuação em relação aos fatores estruturais, físicos, químicos e mineralógicos. Essa relação pode ser bem trabalhada com a Geomorfologia, que analisa as formas de relevo da cobertura terrestre e suas relações com os fatores do sistema ambiental. Os estudos utilizando essas duas temáticas buscam a interdisciplinariedade para entender a distribuição de solos com interferências climáticas, ou o entendimento da evolução dos solos em uma paisagem.

Como o solo é a camada superficial da crosta terrestre, formada de maneira lenta e composta por partículas minerais e matéria orgânica, reflete os processos que o intemperismo juntamente com as variáveis climáticas realizaram em uma determinada superfície (Pereira *et al.*, 2019). E a ação humana com a utilização destes, tornou o solo ponto focal para diversas atividades. Os solos representam uma fonte crucial para a agricultura, sendo a base onde se inicia a produção dos alimentos que chegam à população. É um dos principais compartimentos que recebem uma grande variedade de elementos poluentes que, ao serem descartados de forma indiscriminada, podem colaborar para a deterioração gradual dos ambientes terrestres, aquáticos, atmosféricos e biológicos (Pereira *et al.*, 2019). Além disso, o solo é amplamente utilizado como matéria-prima em diversas construções como cimento, tijolos, cerâmicas, casas, prédios, entre outras. Sua importância vai além, pois desempenha funções essenciais de armazenamento, escoamento e infiltração de água, sendo fundamental para a formação e sustentação de diversos ecossistemas.

A adequada gestão e a preservação do solo são tarefas essenciais, dado que este recurso natural não é renovável, ou seja, limitado. A exploração desenfreada pode acarretar sérios problemas futuros, como a degradação e a desertificação (AbdelRahman, 2023).

Os diferentes tipos de solo carregam consigo a história de seu processo de formação e das condições que moldaram o local ao longo do tempo (Pereira *et al.*, 2019). O estudo e a reclassificação dos solos de uma determinada região requerem uma análise detalhada e a redução da escala local para compreender melhor a ordem de formação dos solos presentes. Por isso, a importância do estudo sobre zoneamento dos solos, pois, ele busca meios de garantir a manutenção de áreas de transição terrestre e aquático, de biomas, preservando a fauna, a flora local os ecossistemas promovendo uma adequação sustentável. Essa análise pode fornecer subsídios valiosos para o planejamento e a organização do município, promovendo uma gestão mais eficaz e sustentável do território (Löbmann *et al.*, 2022).

A inquietação para desenvolver o estudo veio por meio de pesquisas realizadas com imagens de satélite no município, que ao comparar a área em questão com o mapa de solos do Estado de Alagoas, é possível constatar a presença de algumas classes de solo que não estão representadas no referido mapa estadual; sendo representado as classes de solos com maiores representatividade, aparecendo em maior porcentagem, as Classes de Argissolos e Gleissolos. As imagens obtidas por satélite revelam a existência de áreas com Neossolos que não aparecem registrados no mapeamento da área (Seplag, 2025).

No entanto, no mapa do Zoneamento Agroecológico de Alagoas (ZAAL), estão registrados apenas os Argissolos Vermelho- Amarelos e os Gleissolos Háplico. Os Argissolos são solos mais maduros e bem desenvolvidos, já os Gleissolos são comuns nos fundos de rios onde tem forte influência na sua formação com a predominância de água (Seplag, 2025). Esta discrepância entre as imagens de satélite e o mapa estadual sugere que o mapeamento realizado pelo ZAAL não contemplou algumas classes de solos mais específicos e detalhados que estão presentes na região. Isso implica que o mapeamento estadual pode ter deixado de fora informações importantes sobre a diversidade edáfica local, o que pode afetar a precisão e a aplicabilidade das análises e recomendações baseadas nesse mapeamento.

Assim, a compreensão que se entende é que a escala do mapa de solos do Estado de Alagoas está na escala de 1:100.000, essa escala é para destacar áreas maiores, áreas menores requerem uma ampliação na escala para se obter mais detalhes. Com base nisto, o trabalho busca reduzir a escala do mapeamento para 1:60.000, para assim conseguir uma melhor visualização das classes de solo do município de Maribondo - Alagoas.

Dessa maneira, o refinamento do mapa de solo, visa dar precisão nos solos existentes para possibilitar um planejamento agrícola de precisão, controle da gestão de riscos ambientais destacando áreas com maior ocorrência para erosão e inundações, um bom planejamento urbano e rural delimitando áreas que necessitam ser preservadas, por fim, a otimização de recursos. Pois, com mapas mais detalhados os gestores públicos e proprietários de terras, podem tomar decisões mais acertadas para aquele tipo de ambiente.

Contudo, o estudo pedogeomorfológico, uma junção da Pedologia juntamente com a Geomorfologia, baseia-se em analisar de forma integrada as relações do solo, com as formas de relevo, considerando a paisagem, a topografia e a drenagem local e toda influência nesse contexto geral para saber como o solo está ali situado (Salgado, 2010). Sendo de grande relevância para o planejamento territorial e o uso da terra, gestão de recursos hídricos, a prevenção de desastres naturais e para um bom desenvolvimento sustentável das cidades.

Nesse sentido, a pesquisa visa investigar se o município de Maribondo tem todas as

suas classes de solos representadas em mapeamentos oficiais. Estabelecendo como Objetivo Geral:

Caracterizar as classes de solos encontradas no município de Maribondo, refinando a sua escala de mapeamento.

Tendo como objetivos específicos:

- Analisar os atributos físicos e morfológicos dos perfis de solos e a classificação conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos;
- Relacionar as classes de solos com as unidades de relevo;
- Elaborar o mapa digital de solos com escala maior que o mapeamento do ZAAL (atualmente 1:100.000).

2 REVISÃO DE LITERATURA:

2.1 Pedogeomorfologia

A Pedogeomorfologia ou Geomorfopedologia, é definida como o estudo dos solos através de suas relações com o relevo sob diferentes aspectos, seja conceitual, metodológico, operacional ou escalar (Zink *et al.*, 2016). Correspondendo, a relações dos estudos entre solo e relevo, podendo estar atrelada a vários ambientes do globo terrestre. Nessa perspectiva, têm-se interações entre os diversos fatores de formação do solo e os condicionantes do relevo, como o clima, organismos, material de origem e o tempo (Rocha, 2023, p. 12).

Durante o século XIX, o russo Vasily Dokuchaev, conhecido como o pai da pedologia, iniciou suas pesquisas no campo da geomorfologia para depois conseguir elaborar os conceitos de solo, de perfil, de horizontes e dos fatores de formação do solo (Torrado; Lepesh; e Castro, 2005). No século XX, Boulet em 1982, contribuiu para a Pedologia, uma interpretação integrada da paisagem, na medida em que procurou estabelecer relações genéticas entre a forma das vertentes e as variações laterais e verticais do solo ao longo de gradientes topográficos (Andrade *et al.*, 2020).

No século XX, o surgimento da Pedogeomorfologia foi impulsionado por trabalhos de Milne (1935, 1936 e 1942), sendo uma das suas principais contribuições foi o estudo de catenas, que descreve a sequência dos solos que se desenvolvem ao longo de uma encosta (Guerra, 2011).

O pesquisador Ruhe (1956) expandiu o modelo de catena em meados do século XX, ao incluir as relações entre as superfícies do relevo, os materiais depositados sobre elas e os tipos de solo. A partir de então, estudos que ligam o solo e o relevo ganharam força na África e na Austrália nos anos 1940, e nos Estados Unidos nos anos 1960. Nesses locais, a pesquisa se concentrou em áreas com depósitos do período Quaternário e paisagens formadas por complexos processos de erosão e deposição (Rocha, 2023, p. 30).

O termo “Geomorfopedologia” refere-se a associações que destacam a importância e precisão de levantamentos litológicos e estruturais, uma vez que a estrutura geológica condiciona a evolução do relevo e a formação do solo, assim, abordagens integradas possibilitam um conhecimento mais aprofundado da dinâmica da paisagem (Villela; Ross; e Manfredini, 2015). Dessa forma, o modelado é entendido como o conjunto de geoformas repetitivas (ou padrão geomórfico) em uma determinada área e os solos a elas associados,

respondia, de maneira geral, tanto a questões acadêmicas sobre a gênese e formação dos solos quanto a objetivos práticos, como levantamentos e cartografia de solos (Machado; Castro; e Ladeira, 2022). Assim, o termo Pedogeomorfologia conforme os autores citados, vai adquirindo várias terminologias ao decorrer dos tempos como morfopedologia e geopedologia com abordagens transdisciplinares.

Logo, busca se compreender os fatores que desenvolvem essas análises dessas terminologias, que consiste também em analisar o conjunto de solo em relação ao relevo onde Rocha (2023), no que implica a formação do relevo são os fatores climáticos, o tempo, forças endógenas e materiais, já ao solo acrescentamos organismos e o material de origem, dando ênfase no estudo da Pedogeomorfologia, a qual este estudo escolheu enfatizar.

A espacialidade de solos nas vertentes pode ser de transformação vertical da rocha em solo, ou mesmo de transformação lateral de solos induzida pela topografia e fluxos físico-hídricos relacionados, fazendo aparecer ou desaparecer horizontes, sem mudanças no material de origem (Ruelan, 2005). A relação entre os solos e a dinâmica da água na superfície e no subsolo, bem como o balanço de massa nas encostas. Além disso, analisaram como esses processos influenciam as características e as propriedades dos solos (Torrado; Lepsh; e Castro, 2005).

Os estudos entre essas ciências eram conduzidos de forma fragmentada, sem abordagens multidisciplinares que evidenciassem a interdependência entre elas, tampouco as influências recíprocas entre relevo e pedogênese na formação e organização da paisagem (Rubira, 2019). Com a integração dessas abordagens, é possível aprofundar o conhecimento sobre a evolução da paisagem, especialmente em ambientes tropicais úmidos. Nessas áreas, as superfícies podem ser expostas ou soterradas, sobrepostas ou cortadas ao longo do tempo geológico, devido a processos mecânicos ou geoquímicos (Villela; Ross; e Manfredini, 2015).

2.2 Solo e Relevo

A Geografia dos Solos surgiu no século XIX com Dokuchaev e consolidou-se no início do século XX, com Glinka, na Europa, e Marbut, nos EUA, que influenciaram a interpretação da distribuição dos solos nas paisagens (Miller *et al.*, 2019). Existem vários conceitos sobre solos, alguns mencionam que os solos são resultado da ação conjunta de agentes externos, como as chuvas, temperatura e organismos vivos sobre os minerais e rochas, e condicionados pelas

formas da paisagem (Viana *et al.*, 2019). Outro conceito, é um material mineral e/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres (IBGE, 2015). O manual de Pedologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, traz a definição de Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999, p. 9):

Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo (IBGE, 2015, p. 39).

Analisando os conceitos acima, o solo acaba sendo um conjunto de interações físicas, químicas e biológicas que cobrem parte da superfície terrestre. Ao se considerar o estudo do relevo, deve-se levar em consideração os três níveis de abordagem sistematizados por Ab'Saber (1969) que individualizam o campo de estudo da geomorfologia: a compartimentação morfológica, o levantamento da estrutura superficial e o estudo da fisiologia da paisagem (Werlang, 2019).

O relevo também, é o resultado da atuação de forças tectônicas e estruturais, e pelos mecanismos morfoclimáticos ao longo do tempo geológico, podendo ocorrer de forma sucessiva ou simultânea. Essas forças são definidas como forças endógenas (dobramentos, falhamentos, vulcões) e forças exógenas (decomposição, erosão e acumulação) (Trentin, Robaina e Silveira, 2015).

O relevo é o lugar de sustentação de dinâmicas do meio natural, biótico e abiótico, atrelados a momentos e contextos históricos e culturais (Rapanos; Valdati; e Gomes, 2022). A geomorfologia estuda as formas de relevo como expressão espacial da superfície, tendo na relação entre forma e processo seu objetivo central, já que a alteração de um implica mudanças no outro. Associado a esse elemento, ocorre a sucessão de perfis de solo nas vertentes, geralmente correspondente a diferentes estruturas e organizações, resultantes de transformações provocadas por alterações nas condições ambientais, como clima ou tectonismo (Queiroz Neto, 2001).

Consequentemente, a análise integrada de solo e relevo encontra respaldo na geologia, que fornece a base litológica e estrutural para o desenvolvimento desses elementos. Podemos considerar os mapas geológicos como uma visualização do leito rochoso, conhecido popularmente como Geologia da superfície terrestre. Contém, por objetivos principais a

abrangência a identificação e a determinação precisa da localização de vários tipos de rochas, minerais, fosseis e outras características geológicas presentes em uma região específica (Wang *et al.*, 2024). Assim, embora a geologia represente a base para a formação dos solos e a configuração do relevo, é a análise da declividade que possibilita avaliar com maior precisão as condições topográficas da paisagem.

Compreender o relevo implica também examinar a declividade, pois esse parâmetro influencia processos erosivos, a dinâmica hídrica e a ocupação do solo. A declividade e o comprimento de rampa são variáveis importantes para estudos de vulnerabilidade dos solos (Embrapa, 2011). Estudos apontam que o mapeamento da declividade, mediante os tipos de classificações, tem um intuito muito específico, para abordar a vulnerabilidade dos solos em relação ao comprimento da rampa e aos processos erosivos existentes. De acordo, com Silva (2023):

“(...) os mapas de declividade emergem como produto de vital importância, uma vez que objetiva demonstrar as inclinações de uma dada área em relação a um eixo horizontal, servindo como fonte de informações para as formas de relevo, aptidões agrícolas, riscos de erosão, restrições de uso e ocupação urbana, entre outros” (p. 13).

Em 1979, a Embrapa criou classes de declividade, que facilitassem a compreensão do relevo, essas classes são definidas e calculadas em porcentagens, foram criadas 6 classes entre elas são plano 0 – 3%, suave ondulado 3 – 8%, ondulado 8 – 20%, forte ondulado 20 – 45%, montanhoso 45 – 75% e escarpado > 75 (Sá, 2014). Portanto, a análise da declividade constitui um parâmetro fundamental para a compreensão das dinâmicas do relevo e suas implicações ambientais.

Assim, os parâmetros de solo, relevo, declividade e geologia fornecem subsídios essenciais para a análise geomorfológica, que visa compreender as feições e processos que moldam a paisagem. O mapa geomorfológico traz o tipo e a formação do relevo local contribuindo para melhor observar onde o solo está estruturado.

O mapa geomorfológico é uma evolução metodológica e cartográfica que fixa, claramente, diferentes etapas com graduais e constantes avanços fundamentados em dois pontos essenciais: o aumento do nível interpretativo pelo mais apurado controle das relações imagem-terreno e a reorganização das informações conseguidas por meio de uma expressão gráfica que procura traduzir, no mapa, toda a visão global e a riqueza de detalhes fornecidas pela imagem de radar e por informes conseguidos na bibliografia e/ou no campo (Radam Brasil, 1986).

Dessa maneira, a análise do solo, relevo, declividade, geologia e geomorfologia fornece subsídios essenciais para avaliar de que forma o território é aproveitado e organizado pelo ser

humano. O uso e a ocupação do solo resultam da relação entre as atividades humanas e a apropriação de um espaço, por meio de ações antrópicas intencionais, visando à obtenção de produtos e bens, como agricultura, pecuária e habitação, utilizando os recursos naturais disponíveis (IBGE, 2013). Logo, as alterações físico geográficas juntamente com as ações antrópicas, tem um grande impacto sobre como o solo de algum local está sendo tratado. Por isso, é de suma importância ao planejamento e orientação do espaço geográfico, respeitando sua capacidade de suporte ou sua estabilidade, sintetizados através de mapas auxiliando para os subsídios ao planejamento regional e urbano (Araújo e Vital, 2020).

A intenção dos estudos relacionados a essa temática, mostraram que a distribuição de solos nas encostas deve considerar o papel de alguns fatores formadores de solo, como relevo, tempo, material de origem, organismos e atividade humana, e que sequências de solo podem ser definidas por meio disso (Pereira *et al.*, 2022). Em que, geralmente, ocorrem em áreas com declives acentuados e grande variação de altitude, tipicamente em planaltos dissecados, onde as cristas estão bem distintas dos fundos de vale (Pinheiro Junior *et al.*, 2019). Existem poucos estudos sobre declives suaves e pequenas variações de altitude, que regionalmente formam relevos aplainados, também conhecidos como variações de micro relevo. Tais áreas são tipicamente caracterizadas por pouca ou nenhuma diferenciação pedogênica, embora, em alguns casos, possa ocorrer diferenciação entre os solos (Pereira *et al.*, 2022).

Esses estudos, que visam analisar as relações geomorfológicas e pedológicas permitem compreender a relação relevo - solo de maneira conceitual, metodológica e operacional, contribuindo diretamente para compreensão da evolução da paisagem dentro da escala geológica (Sousa *et al.*, 2025, p.35). Assim, Castro e Salomão (2000), apresentaram a Compartimentação Morfopedológica, que consiste na divisão da paisagem em unidades homogêneas do meio físico, identificáveis em médias e grandes escalas. Nessa proposta, cada unidade homogênea apresenta características próprias no que se refere às interações entre o solo, as formas de relevo e o substrato geológico (Sviech, 2024, p. 9). Sendo assim, constitui suporte relevante ao planejamento ambiental e territorial.

2.3 Mapeamento Digital dos Solos

O mapeamento é etapa necessária para o levantamento dos solos; e a cartografia digital propicia precisão e detalhes. Uma vez que possibilite a análise da distribuição espacial dos

solos e suas propriedades, incluindo a ação dos processos pedogenéticos ocorrentes, bem como permitem avaliar seu potencial agrícola, geotécnico e ambiental (Lepsch, 2011). No que se refere ao Brasil, há poucos mapeamentos pedológicos em grande escala, tendo em vista, a falta de investimento na cartografia pedológica, mesmo que o mapeamento seja um meio que melhor visa possibilitar o planejamento e o manejo do uso dos solos (Medeiros e Souza, 2016).

Atualmente, os mapas de solo, em sua maioria, estão em escala nacional ou regional, e raramente em escala semidetalhada (1:50.000 a 1:25.000). Além disso, os mapas tradicionais apresentam limitações em suas delimitações espaciais e na forma como representam os atributos do solo dentro das classes, sem fornecer informações sobre a sua precisão (Zanini *et al.*, 2025).

O mapeamento digital de solos (MDS) pode ser definido como a criação de um modelo numérico ou estatístico que relaciona as propriedades do solo com as variáveis ambientais. Esse modelo é então aplicado a um banco de dados geográficos para gerar um mapa preditivo (Rossiter *et al.*, 2022). Algumas técnicas são utilizadas para baratear o custo desse tipo de Mapeamento Digital dos Solos (MDS), como a utilização de imagens de satélites com alta resolução: Landsat ou QuickBird, a mineração de dados, árvores de decisão e árvores de classificação e catenas. Essas metodologias e a avaliação dos resultados do MDS precisam ser padronizadas, os erros devem ser minimizados e mais bem avaliados, vem sendo elaboradas para superar a falta de bases cartográficas detalhadas e a escassez de mapas e dados de solo (Coelho *et al.*, 2021).

Dentre as inúmeras técnicas utilizadas para estudos de solos e paisagens está presente o Mapeamento Digital de Solos (MDS), o qual se utiliza de softwares e hardwares que precisam ser melhorados e mais bem explorados (Strey, 2021, p.18). Entretanto, mapas digitais em escala nacional ou regional não conseguem captar a variabilidade espacial do solo em nível suficiente para a tomada de decisões na escala agrícola (Malone *et al.*, 2017). Contudo, é possível converter esses mapas em informações úteis para o agronegócio por meio de uma combinação de covariáveis ambientais de alta resolução e métodos geoestatísticos. Esse processo é conhecido como redução de escala ou desagregação (Pallegedara Dewage; Minasny; e Malone, 2020). A desagregação é o processo de detalhar informações obtidas em uma escala menor ou mais grosseira para uma escala maior ou mais fina. As técnicas de desagregação podem ser classificadas em duas categorias: geoestatísticas e de regressão (Cheng, 2008).

Para suprir a carência de mapas de solos em grande escala em muitos países, Lagacherie *et al.* (1995) propuseram automatizar o método da área de referência. Nesse contexto, o MDS possibilita a extrapolação das relações entre solo e paisagem de uma área mapeada, designada como área de referência, para regiões com características fisiográficas semelhantes. Desse

modo, é possível selecionar pontos de observação e prever a unidade de solo em áreas não observadas (Hofig, 2014). Onde, até os dias atuais se utiliza dessa percepção de análise para esse tipo de trabalho.

A partir do Modelo Digital de Solos, torna-se necessário considerar o relevo, uma vez que a topografia influencia diretamente os processos pedogenéticos. Nesse sentido, o Modelo Digital de Elevação (MDE) constitui-se em uma ferramenta essencial para complementar a análise. Logo, os Modelos Digitais de Elevação (MDEs) representam componentes fundamentais dos dados geoespaciais, fornecendo insights críticos sobre a topografia da superfície da Terra (Sharma e Bagri, 2023). Os Modelos Digitais de Elevação representam de forma detalhada as diversas feições do relevo terrestre, como montanhas, vales e corpos d'água, e são amplamente aplicados no planejamento territorial, na gestão de recursos naturais e na modelagem ambiental (Mohamed, Keskes e Nita, 2024), (figura 6).

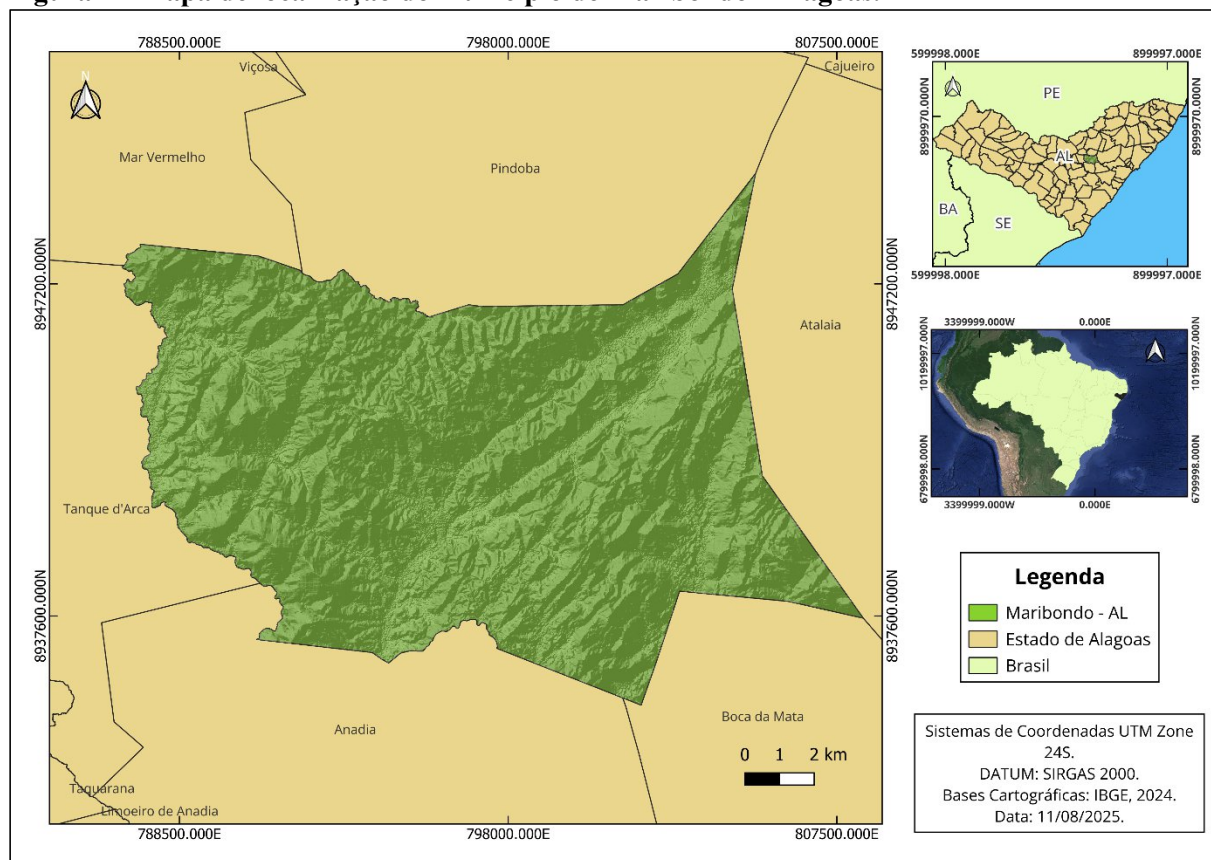
Enquanto o Modelo Digital de Elevação (MDE) apresenta uma visão digital e contínua da superfície terrestre, as curvas de nível se destacam como uma forma tradicional e eficaz de representação, derivadas diretamente desse modelo. As curvas de nível constituem a forma mais utilizada para representação do relevo nas cartas, mapas e plantas topográficas (IBGE, 2025). Define-se Curva de Nível, uma linha marcada em plantas, mapas topográficos e planialtimétricos, que representa os pontos de mesma altitude do terreno (Avelar, 2021). No mapeamento topográfico brasileiro, a representação cartográfica do relevo se dá geralmente a partir de curvas de nível e pontos cotados (Costa, 2021). Além de representar a altitude de um terreno, mostrando sua forma e inclinação, servindo para interpretação do relevo em mapas. As curvas de nível são importantes para a representação da geomorfologia das paisagens, pois permitem a identificação de tipos e formas de relevo a partir da variação da declividade (Costa, 2021, p.13). Em suma, a aplicação de MDE e curvas de nível no mapeamento digital de solos evidencia o potencial transformador da geotecnologia, consolidando-se como uma aliada indispensável para o desenvolvimento sustentável e o manejo inteligente do território.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

O município de Maribondo está localizado na região central do Estado de Alagoas (Figura 1), limitando-se a norte com os municípios de Pindoba e Mar Vermelho, a sul com Anadia e Boca da Mata, a leste com Atalaia e a oeste com Tanque D'Arca (IBGE, 2023). A área está localizada na mesorregião do Agreste Alagoano e na microrregião de Palmeira dos Índios, especificamente dentro dos limites da Folha São José dos Campos (SC.24-X-D-VI), conforme indicado na escala 1:100.000, publicada pelo MINTER/SUDENE em 1989 (CPRM, 2005). A sede do município tem uma altitude aproximada de 157 metros (DADOS AL, 2014), e coordenadas geográficas de 9°34'44.58"S de latitude sul e 36°18'23.28"O de longitude oeste.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Maribondo - Alagoas.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, ago., de 2025.

Segundo o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (2022), a população total residente é de 13.679 habitantes, com densidade demográfica de 75,95

hab/km². Sua extensão territorial é de 180,107 km² e a área urbanizada 1,53 km² (IBGE, 2023). De acordo com o Serviço Geológico (CPRM), o município de Maribondo tem cerca de 60% de sua parte inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços com grandes elevações, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros (CPRM, 2005). A região está inserida no bioma da Mata Atlântica, com resquícios de floresta estacional semidecidual, condicionada por dois tipos de clima definidos como seco e chuvoso, com características subcaducifólica e caducifólica próprias da região agreste (MOURA, 2006 e BRASIL, 2018).

O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se estender até outubro (DADOS AL, 2023). Nos topos e vertentes de vales suavemente ondulados predominam Argissolos Vermelho - Amarelo, bem drenados, nos fundos dos vales ocorrem solos aluviais, com drenagem deficiente, já nas cristas residuais, são comuns Neossolos Litólicos, também mal drenados e pouco profundos (CPRM, 2005 e SEPLAG, 2021).

3.2 Procedimentos Metodológicos

3.2.1 Reconhecimento da área

Iniciou-se a etapa de campo, com o reconhecimento de área, onde traçou-se uma rota do sítio Baixa da Areia até o povoado da Mata Verde, localizados no município de Maribondo, observando os locais mais propícios e interessantes para se tirar fotos da área com o drone. Em novembro de 2024, retornamos ao município, com o drone para tirar as fotos com melhor qualidade detalhes possíveis Figuras 2A e 2B.

Figura 2A - Vista do Alto da Microondas, em Maribondo - Alagoas.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

Figura 2B - Vista do lado esquerdo Mirante de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Maribondo - Alagoas.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

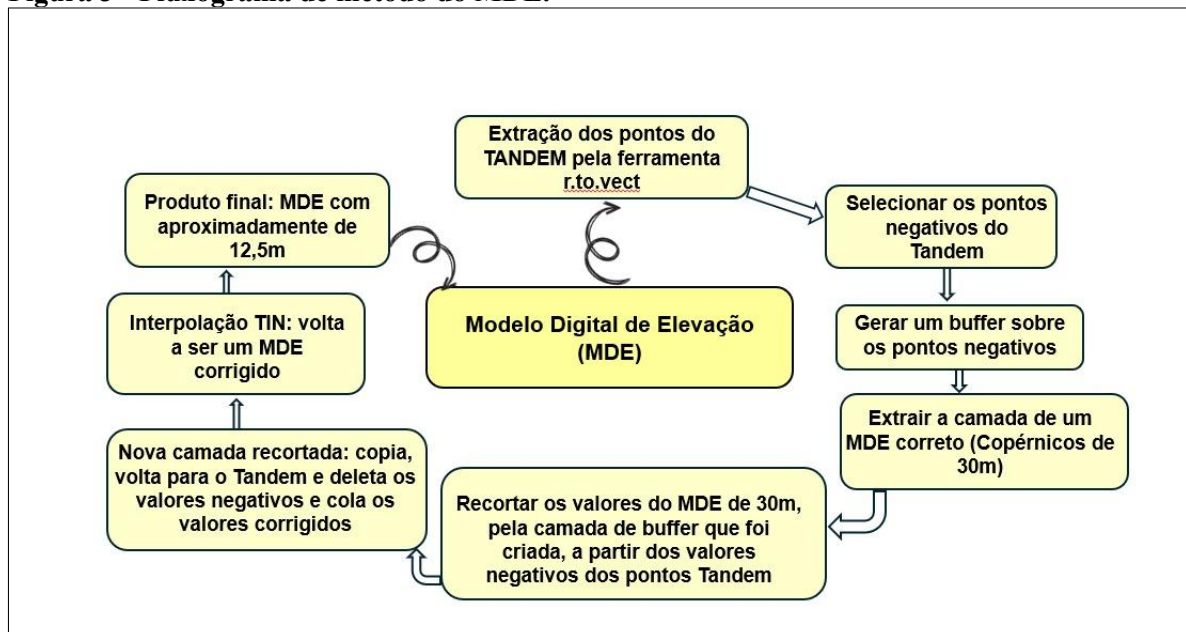
Após essa etapa de campo, foi realizado a organização das curvas de níveis, para se extrair um Modelo Digital de Elevação (MDE), com a construção de mapa altimétrico e o

mapa de declividade, para trabalhar com uma escala mais precisa.

3.2.2 Modelo Digital de Elevação

O Modelo Digital de Elevação (MDE), escolhido para ser trabalhado foi o TANDEM juntamente com o Copérnicos de 30 m. Para se ter uma escala mais precisa para os mapeamentos, foi necessário extrair pontos do Modelo do Tandem, é um modelo mais recente com uma resolução melhor de 12 m, que não é totalmente corrigida, ela apresenta alguns erros, principalmente em fundos de vale, para isso, utilizou-se o Copérnicos de 30 m como base, por ter valores mais estáveis e consegui corrigir os valores negativos, assim dando origem de um MDE com aproximadamente 12,5 m de resolução.

Figura 3 - Fluxograma de método do MDE.



Elaborado: Luana Tavares de Souza, 2025.

Após a conclusão dessa etapa de trabalho, obteve-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) devidamente corrigido. A partir desse resultado, tornou-se possível elaborar, com maior precisão, os demais mapas temáticos necessários ao estudo, bem como realizar a extração das curvas de nível, garantindo melhor representação e detalhamento do relevo da área analisada.

3.2.3 Curvas de Nível

Após a finalização do Modelo Digital de Elevação (MDE), procedeu-se à extração das curvas de nível do município de Maribondo - Alagoas, adotando-se a equidistância vertical de 5 metros entre cada linha, extraíndo o contorno do MDE pelo raster no Qgis, de modo a representar com precisão as variações altimétricas do relevo local.

3.2.4 Declividade

Utilizou-se para metodologia desta etapa as classes definidas pela Embrapa, para se obter a estrutura da declividade local, ao qual está sendo representada no Quadro 1.

Quadro 1 - Classes de Declividade pela Embrapa, 1979.

Classes de Declividade	Limites percentuais (%)
Plano	0 – 3
Suave Ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte Ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

Fonte: Sá, 2014.

No qgis, vai em raster e depois em análise e depois reclassificar por tabela para incluir as classes acima.

3.2.5 Uso e Ocupação do solo

Foram utilizados os dados disponibilizados pelo MapBiomias, a partir dos quais foi realizado o recorte do arquivo correspondente à área do município em estudo. Esse procedimento teve como objetivo identificar e extrair as informações referentes às diferentes classes de uso e cobertura da terra presentes no território municipal, permitindo, assim, uma análise mais precisa e direcionada da paisagem local.

3.2.5 Campo de coletas de dados

Percorreu - se por quase todo o município, conseguimos fazer 11 paradas e registrar 10 perfis. Levamos o mapa de solo, feito com a base cartográfica da Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas (ZAAL), juntamente com a utilização do GPS para poder se localizar e locomover pelas áreas. Nesses pontos, foram perceptíveis há ocorrência de alguns solos diferentes do que estava registrado no mapa oficial da escala de 1: 100.000. O método que foi resolvido se utilizar para as coletas foram os cortes de estradas, pelo difícil acesso de locomoção em muitas áreas, foi observado em algumas pequenas áreas uma suscetibilidade a erosão e outras áreas com intemperismo.

3.2.6 Etapas de Laboratório

Todos os procedimentos laboratoriais foram realizados no Laboratório de Geologia bem como no Laboratório de Geomorfologia e Solos (Geomorfos), do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFAL.

3.2.7 Análise Granulométrica

A granulometria corresponde ao estudo da distribuição das partículas inorgânicas que constituem os solos e sedimentos, tendo como finalidade fornecer parâmetros que permitam descrever, de forma precisa, suas características físicas. Suguio (2003), afirma que existem quatro razões para a utilização da granulometria, sendo elas: 1 – fornece uma base precisa para a descrições dos sedimentos; 2 – a distribuição granulométrica é característica de determinados ambientais de deposição; 3 – permite conhecer os processos físicos e hidrodinâmicos; 4 – está intimamente relacionada com as propriedades de permeabilidade.

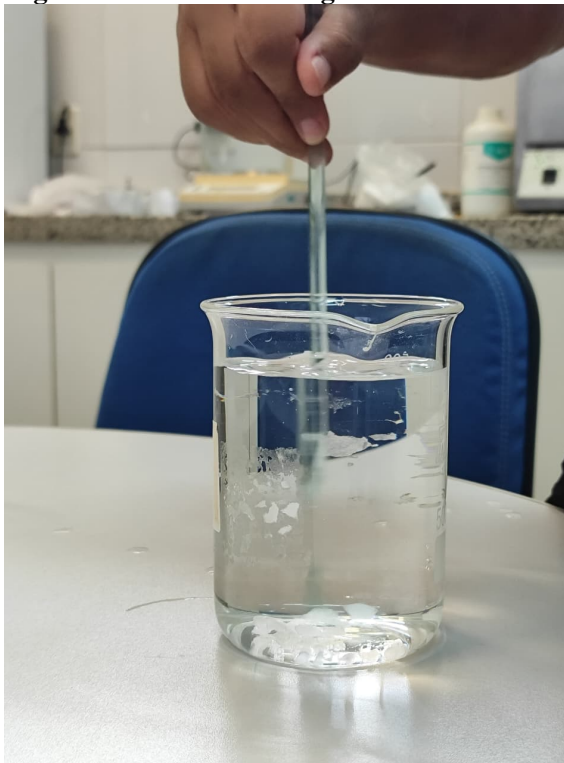
Os dados quantitativos referentes à granulometria dos sedimentos que serão coletados foram processados em laboratório, utilizando-se o método desenvolvido por Gale e Hoare (1991). Onde inicialmente foram separados 100 g de amostra de cada perfil, que foram pesadas

e lavadas em 500 ml de água destilada para 20 g de hexametáfosfato de sódio, para cada amostra até que os sedimentos finos (silte e argila) sejam retirados. Logo após, o processo de lavagem as amostras foram postas em estufa a 60° C para a secagem. Por fim, os sedimentos serão peneirados com malhas de diferentes tamanhos, afim de separar os grãos em cascalho (2 mm), areia muito grossa (1mm), areia grossa (0,500 mm), areia média (0,250 mm), areia fina (0,125 mm) e areia muito fina (0,063 mm).

Os dados foram tratados no software livre GRADISTAT no qual utiliza o diagrama de Folk (1954) para sedimentos grosseiros tendo sua extensão no tríptico de cascalho, areia e lama (silte e argila) (Dias, 2004). Os resultados da separação de frações granulométricas foram postos no software SedLog para a criação de perfis estratigráficos levando em consideração a textura de cada camada identificada no GRADISTAT.

Logo abaixo, nas Figuras 4A a 4J consta a sequência de algumas etapas do procedimento realizado. Inicialmente, ocorre a preparação da solução composta por 500 ml de água destilada e 20 g de hexametáfosfato de sódio. Em seguida, essa solução permaneceu em repouso por um período de 24 horas, a fim de garantir sua completa homogeneização e eficiência no processo. Após esse intervalo, procede-se ao tratamento das amostras, que passam pela etapa de lavagem, assegurando a continuidade adequada da análise proposta.

Figura 4A - Mistura da água com o hexametáfosfato.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4B - Colocando a solução na amostra.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4C - amostra no misturador.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4D - Amostras com a solução agindo.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4E - Amostra sendo lavada.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4F - Parte da amostra após lavada.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4G - Estufa.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4H - Agitador.



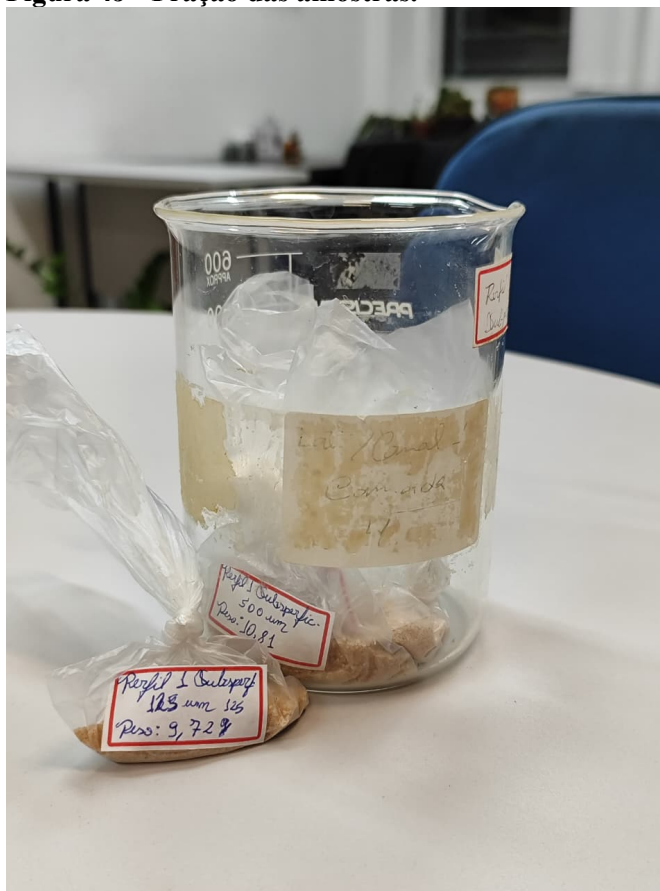
Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4I - Quarteamento das amostras.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 4J - Fração das amostras.



Fonte: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

3.2.8 Morfoscopia

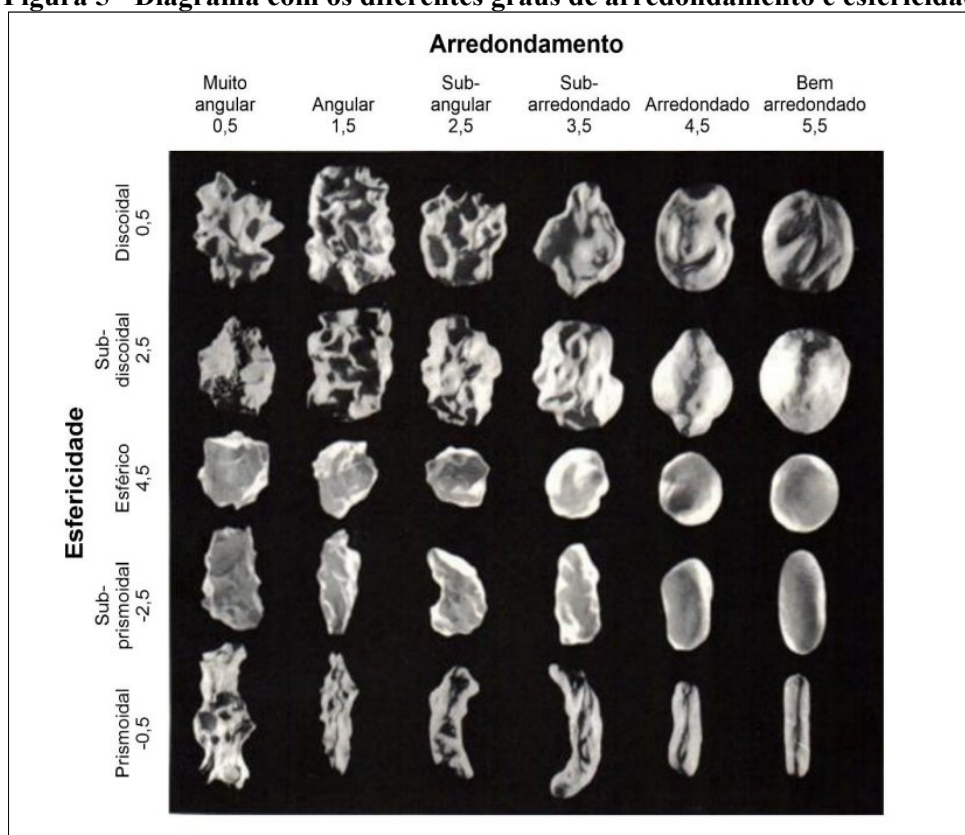
A morfoscopia corresponde à análise da superfície dos grãos, por meio da qual é possível obter informações acerca do tempo de permanência do grão no sistema, do agente de transporte responsável pela energia necessária à sua deposição, bem como de determinadas interações ocorridas no próprio sistema.

Os aspectos superficiais dos grãos foram classificados com base na proposta apresentada por Trucker (1995) (Quadro 2 e Figura 5). A fração analisada foi a 0,250 mm (areia média) feita em um microscópio. O autor, propõe um modelo geral para classificação do grão de acordo com as variantes, para o grau de arredondamento admitem-se os valores: 0,5 - muito angular; 1,5 - angular; 2,5 - subangular; 3,5 - sub-arredondado; 4,5 - arredondado; 5,5 - bem arredondado. Para a esfericidade admitem-se os valores: esfericidade alta (-0,5 até 4,5), esfericidade média (2,5) e baixa esfericidade (0,5).

Quadro 2 - Parâmetros observados na morfoscopia.

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
Formas dos grãos	É geralmente expressa em termos geométricos. Podem ser: prismáticas, esféricas, tabulares, lamelares e elipsoidais.
Arredondamento	Significa a agudeza dos ângulos e arestas de um fragmento ou partícula clástica. Geralmente expresso: angular, sub-angular, sub-arredondado e arredondado.
Esfericidade	Significa a relação entre a forma de um grão e a esfera circunscrita a esse grão.

Fonte: Adaptado de Folk e Ward (1957) e Santos (2022).

Figura 5 - Diagrama com os diferentes graus de arredondamento e esfericidade.

Fonte: Tucker, 1995 e Santos, 2022.

3.2.9 Elaboração do Mapa Geológico

Para essa pesquisa foi utilizado as unidades geológicas disponíveis no mapa geológico da CPRM de 2004 e fazendo as adequações para o município de Maribondo, Alagoas. Baseado na Era Máxima, extraída da Folha da Carta Geológica do Brasil Milionésimo de Aracaju - Sergipe, publicado em 2004.

3.2.10 Elaboração do Mapa Geomorfológico

Para a construção do mapeamento geomorfológico da área, foi necessário a classificação ser realizada através do meio do cruzamento de informações e atributos topográficos gerados em Sistema de Informação Geográfica (Sig). Foram utilizados quatro atributos topográficos: altimetria, declividade, perfil de curvatura e plano de curvatura. As operações necessárias para a geração desses atributos foram realizadas por meio de janelas móveis de 3x3 no Modelo Digital de Terreno (MDT) estruturado em formato GRID (Trentin, Robaina e Silveira, 2015). Com isso, foi realizado o mapa de geomorfologia para melhor análise de outros parâmetros no trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Descrição dos perfis de coleta

Para a checagem das classes de solos apresentadas pelos mapeamentos oficiais foram realizados 10 perfis amostrais, algum deles com duas camadas cada. Uma das formas de analisar os solos dos perfis, foi ver a sua coloração baseada na Carta de Munsell, sendo um dos fatores determinantes para a classificação dos solos. No Quadro 3 está a descrição dos resultados de cor obtidos através da Carta de Munsell.

Os perfis foram selecionados em áreas que apresentassem material já transformado pelos processos intempéricos; com diferentes graus de declividade, privilegiando-se, contudo, aqueles que apresentavam condições de acesso mais favoráveis. Tal critério se fez necessário em razão das dificuldades de deslocamento existentes no interior do município, onde a precariedade das estradas compromete significativamente a locomoção e dificulta o alcance de determinados pontos da área de estudo.

Descrição dos Perfis Amostrais:

Perfil 1: Camadas Superficial e Subsuperficial - Localizado no povoado Mata Verde, coordenadas Ponto 01: UTM K 789295/8946297 - 210 m, aspecto do perfil mal drenado, uso atual do solo é a pastagem, está aproximadamente na declividade de 3 a 8%, na área próximo havia um açude, uma pequena instalação de placas solar e uma pedreira, bem no momento em que se estava fazendo as coletas, tinha se estourado uma dinamite, vegetação tem como uso só a pastagem e a criação de gado bovino. A extração de recursos minerais causa forte degradação ambiental, eliminando a vegetação e a fauna nativas, removendo a camada fértil do solo e alterando os sistemas hídricos, o que resulta em áreas mais propensas a degradação ambiental (Yada, *et al.*, 2015). As usinas fotovoltaicas podem gerar impactos negativos nos ecossistemas, uma vez que sua implantação provoca a remoção da vegetação e altera as condições do solo, estudos apontam que a instalação desses sistemas acarreta diferentes efeitos sobre a paisagem e a biodiversidade (Chen, *et al.*, 2024). A energia solar oferece benefícios ambientais e sociais, porém sua implantação em larga escala pode comprometer funções ecológicas, como o sequestro de carbono, além de exigir grandes extensões de terra, impactando a paisagem e a biodiversidade local (Choi *et al.*, 2020). Fica evidenciado, que o crescimento das instalações solares e a empresa de mineração local, em larga expansão não são benéficas, pondo em risco a degradação do ambiente.

Quadro 3 - Caracterização das amostras coletadas.

Perfis	Altura (m)	Carta de Munsell	Valor /Chroma	Cor	Textura	Estrutura	Cerosidade	Consistência (seco, úmido, plasticidade e pedregosidade)	Classe sugerida
Perfil 1 - Camada Superficial	36cm	5YR	7/1	Cinza claro	Franco-arenosa	Blocos subangulares	Não	Solta, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa	Argissolo Bruno-acinzentado
Perfil 1 - Camada subsuperficial	2,44m	5YR	6/8	Vermelho-amarelo	Franco-argilosa	Blocos subangulares	Não	Dura, solta, não plástica e pegajosa	Argissolo vermelho-amarelo
Perfil 2 - Camada Superficial	34cm	5YR	6/1	Cinza	Franco-argiloarenosa	Blocos subangulares	Não	Solta, friável, plástica e pegajosa	Argissolo Bruno-acinzentado
Perfil 2 - Camada subsuperficial	1,52m	5YR	6/8	Vermelho-amarelo	Franco-argiloarenosa	Blocos subangulares	Não	Dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa	Argissolo Vermelho-amarelo
Perfil 3	3,30m	2,5YR	5/8	Vermelho	Muito argilosa	Blocos subangulares	Abundante	Macia, firme, não plástica e pegajosa	Argissolo vermelho
Perfil 4 – Camada superficial	38cm	10YR	7/1	Cinza claro	Franco-argiloarenosa	Blocos subangulares	Não	Solta, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Argissolo Bruno acinzentado
Perfil 4 – Camada subsuperficial	3,42m	10YR	7/4	Brunada	Franco-arenosa	Blocos subangulares	Não	Muito dura, muito friável, não plástica e ligeiramente pegajosa	Argissolo Bruno-acinzentado

Perfis	Altura (m)	Carta de Munsell	Valor /Chroma	Cor	Textura	Estrutura	Cerosidade	Consistência (seco, úmido, plasticidade e pedregosidade)	Classe sugerida
Perfil 5 – Perfil	4,80m	2.5YR	5/8	Vermelho	Franco-argilosa	Blocos subangulares	Não	Solta, firme, plástica e ligeiramente pegajosa	Argissolo Vermelho
Perfil 5 – Rampa	17,20m	2.5YR	5/8	Vermelho	Argiloarenosa	Blocos subangulares	Não	Solta, plástica, ligeiramente pegajosa	Argissolo Vermelho
Perfil 6 – Meia encosta	3,31m	10YR	7/8	Amarelo	Franco-argilosa	Blocos subangulares	Moderada	Ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa	Argissolo Amarelo
Perfil 7 – Meia encosta	2,57m	10YR	7/1	Cinza claro	Franco-arenosa	Blocos subangulares	Não	Dura, muito firme, não plástica e não pegajosa	Neossolos Flúvicos
Perfil 8 – Topo de alinhamento	1,65m	10YR	7/1	Cinza claro	Franco-argiloarenosa	Blocos subangulares	Não	Ligeiramente dura, firme, plástica e não pegajosa	Neossolo Quartzarênico
Perfil 9 – Topo de Cimeira	3,13m	5YR	6/8	Vermelho-amarelo	Franco-argiloarenosa	Blocos subangulares	Fraca	Solta, muito friável, não plástica e ligeiramente pegajosa	Argissolo vermelho-amarelo
Perfil 10	2,13m	2.5YR	5/8	Vermelho	Franco-argiloarenosa	Blocos subangulares	Moderada	Dura, friável, ligeiramente plástica e não pegajosa	Argissolo vermelho

Elaboração: Luana Tavares de Souza, ago., 2025.

Na classificação a camada subsuperficial deu a probabilidade dos solos deste local baseado na Carta de Munsell e no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2025) ser Argissolos, como é classificado no Zoneamento Agroecológico de Estado de Alagoas em 2012 (ZAAL), porém com as etapas de laboratório o solo obtido com o SIBCS é Argissolos Bruno Acinzentado detalhado na Tabela 1 e nas Figuras de 6A a 6D.

Tabela 1 – Descrição geral do perfil 1 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/07/2025
Provável classificação	Argissolo Bruno-acinzentado
Cor (Munsell)	5YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 01: UTM K 789295/8946297
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 3 – 8%
Altitude	210 m
Litologia	Cabrobró 2 – Unidade
Formação Geológica	Cabrobró 2
Cronologia	Esteniano
Material originário	Biotita gnaiss, biotita xisto, mármore, migmatito, muscovita-biotita xisto, metagrauvaca, metarcóseo
Pedregosidade	Não
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte Ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Mal drenando
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: IBGE, (2015) e Moura *et al.* (2020).

Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Figura 6A - Perfil 1.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 6B - Perfil 1, ao lado da estrada.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 6C - Parte do perfil coletado, com pedreira ao fundo.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 6D - Coleta na Camada Superficial.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 7A - Instalação de placas solares.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 7B - Açude construído na baixada.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 8 - Sítio Povoado Mata Verde localizado em Maribondo - Alagoas.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

Perfil 2: Camada Superficial e Subsuperficial - Coordenadas Ponto 02: UTM K 790578/8940969 - 184 m, em declividade aproximadamente 8% a 20%, aspecto mal drenado, neste ponto observa-se a presença de algumas características semelhantes às de áreas previamente analisadas. Entre elas, destaca-se a ausência de vegetação nativa, sendo o uso atual do solo destinado predominantemente à pastagem, associada à criação de gado bovino. Na classificação também apresentou ser a camada subsuperficial na Classe de Argissolo vermelho-amarelo como é classificado no Zoneamento Agroecológico de Estado de Alagoas em 2012 (ZAAL) e pode ser visto nas figuras 9 e 10. Derivado de rochas cristalinas ou sob influência das mesmas, com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita (Silva e Oliveira Neto, 2021). Outros detalhes mais destacados na tabela 2.

Tabela 2 – Descrição geral do perfil 2 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/07/2025
Provável classificação	Argissolo Bruno-Acinzentado
Cor (Munsell)	5YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 02: UTM K 790578/8940969
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 8-20%
Altitude	184 m
Litologia	Cabrobró 2 – Unidade
Formação Geológica	Cabrobró 2
Cronologia	Esteniano
Material originário	Biotita gnaisse, biotita xisto, mármore, migmatito, muscovita-biotita xisto, metagrauvaca, metarcóseo
Pedregosidade	Sim
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Mal drenado
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: Lemos e Santos (1996) e Moura *et al.* (2020)

Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Figuras 9 - Perfil 2.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 10 - Lado direito e esquerdo do município de Maribondo - Alagoas.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

Perfil 3 - Coordenadas Ponto 04: UTM K 793174/8938486 - 287 m, modo de uso atual pastagem conservada e uso agrícola com plantação de macaxeira com base familiar, em

declividade aproximadamente 8% a 20%. Neste ponto, encontrou-se um tipo de solo diferente em uma pequena porção na paisagem, mas com o mesmo tipo de uso que os outros. Argissolos vermelho, com base no conceito retirado na Classificação Brasileira de Solos (SIBCs, 2025, p. 106). O material tem uma pegajosidade muito macia e argilosa, é bem solto também com uma cerosidade bem expressiva, mostrada nas Figuras 11 e 12 e as informações coletadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Descrição geral do perfil 3 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/07/2025
Provável classificação	Argissolos Vermelho
Cor (Munsell)	2,5YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 04: UTM K 793174/8938486
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 8-20%
Altitude	287 m
Litologia	Cabrobró 2 – Unidade
Formação Geológica	Cabrobró 2
Cronologia	Esteniano
Material originário	Biotita gnaisse, biotita xisto, mármore, migmatito, muscovita-biotita xisto, metagrauvaca, metarcóseo
Pedregosidade	Não
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Moderadamente drenado
Uso atual	Pastagem e plantação de macaxeira
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: IBGE, (2015) e Moura *et al.* (2020)

Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Figuras 11 - Perfil 3.



Fonte: Arquivo pessoal, mar., 2025.

Figura 12 - Entorno da área do perfil.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Perfil 4: Camada Superficial e Subsuperficial - Coordenadas Ponto 05: UTM K 796425/8939278 - 240 m, O perfil foi feito ao lado da estrada de acesso ao Mirante de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. A parte superficial tem gramínea para pasto do gado com declividade aproximadamente 45% a 75 %, e um terreno mais pedregoso. Consiste num perfil com um aspecto mais degradado em relação aos demais, é também um dos pontos de mais fácil acesso, próximo à área urbana e com bastante fluxo. A coloração do solo é mais amarelada,

consistindo mais em um Argissolo amarelo, como pode ser visto nas Figuras 13A a 13C e Figura 14 e exposto na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição geral do perfil 4 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/07/2025
Provável classificação	Argissolo Bruno-acinzentado
Cor (Munsell)	10YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 05: UTM K 796425/8939278
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 45-75%
Altitude	240m
Litologia	Cabrobró 2 – Unidade
Formação Geológica	Cabrobró 2
Cronologia	Esteniano
Material originário	Biotita gnaisse, biotita xisto, mármore, migmatito, muscovita-biotita xisto, metagrauvaca, metarcóseo
Pedregosidade	Sim
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Mal drenado
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: IBGE, (2015) e Moura *et al.* (2020).

Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Figura 13A - Perfil 4.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 13B - Anotando os aspectos do perfil.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 13C - estrutura do perfil.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 14 - O entorno onde foi feita a coleta do perfil 4.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

Perfil 5: Rampa - Coordenas Ponto 06: UTM K 801233/8945690 - 147 m, em declividade aproximadamente entre 20% a 45%. Na área deste perfil, é possível avistar o manto de intemperismo da rocha existente. Diferente dos outros perfis, a vegetação neste, além de pasto, há muita plantação de bananeira e algumas árvores frutíferas no topo do perfil. A área é predominantemente, em topografia acidentada, as quais quando manejadas de forma inadequada podem resultar em perdas do solo por suas raízes infiltrarem muita água em solos não propícios como arenosos e argilosos (Silva, 2016). O solo predominante aqui será o Argissolo vermelho-amarelo, como classificado de acordo com o mapeamento estadual. Mais detalhes do perfil na Tabela 5 e figuras 15A a 15B, 16A a 16D e 17A a 17B).

Tabela 5 - Descrição geral do perfil 5 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/07/2025
Provável classificação	Argissolo Vermelho
Cor (Munsell)	2.5YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 06: UTM K 801233/8945690
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 20-45%
Altitude	147 m
Litologia	Belém do São Francisco – Complexo
Formação Geológica	Belém do São Francisco
Cronologia	Riaciano
Material originário	Ortognaisse tonalítico, migmatito, metadiorito, ortognaisse granodiorítico e ortognaisse granítico
Pedregosidade	Sim
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Moderadamente drenado
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: IBGE, (2015) e Moura *et al.* (2020)
Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Figuras 15A - Manto de intemperismo na superfície do Perfil 5.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 15B - Manto de Intemperismo sem a escala.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 16A - Camada superficial com decomposição das rochas.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 16B - lado oposto ao que está em intemperismo.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 16C - Perfil ao longo da encosta.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 16D - Superfície do perfil.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 17A - Entorno do Perfil 5.



Fonte: Luana Tavares Souza, mar., 2025.

Figura 17B - Açude na base da encosta.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Perfil 6: Meia encosta - Coordenadas Ponto 07: UTM K 799784/8944806 - 164 m, em declividade aproximadamente entre 20% a 45%. A área apresenta como vegetação predominante a pastagem, utilizada principalmente para a criação de gado. Contudo, em determinados pontos dessa localidade, ainda se observam remanescentes de matas ciliares, especialmente localizadas no topo da serra. O perfil do solo, em geral, encontra-se aparentemente conservado, só mais pisoteado pelo gado, preservando características importantes para sua estabilidade. Nas análises e classificações, o solo foi identificado como pertencente à classe dos Argissolos, com evidências típicas dessa classe de solo. Tabela 6 e figuras 18A a 18B, 19 e 20.

Tabela 6 - Descrição geral do perfil 6 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/07/2025
Provável classificação	Argissolo Amarelo
Cor (Munsell)	10YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 07: UTM K 799784/8944806
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 20-45%
Altitude	164m
Litologia	Belém do São Francisco – Complexo
Formação Geológica	Belém do São Francisco
Cronologia	Riaciano
Material originário	Ortognaisse tonalítico, migmatito, metadiorito, ortognaisse granodiorítico e ortognaisse granítico
Pedregosidade	Não
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Moderadamente drenado
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: IBGE (2015) e Moura *et al.* (2020)

Elaboração: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 18A - Perfil 6.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 18B - Área do perfil.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 19 - Entorno da área.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 20 - Fotos com a vista do alto da área.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

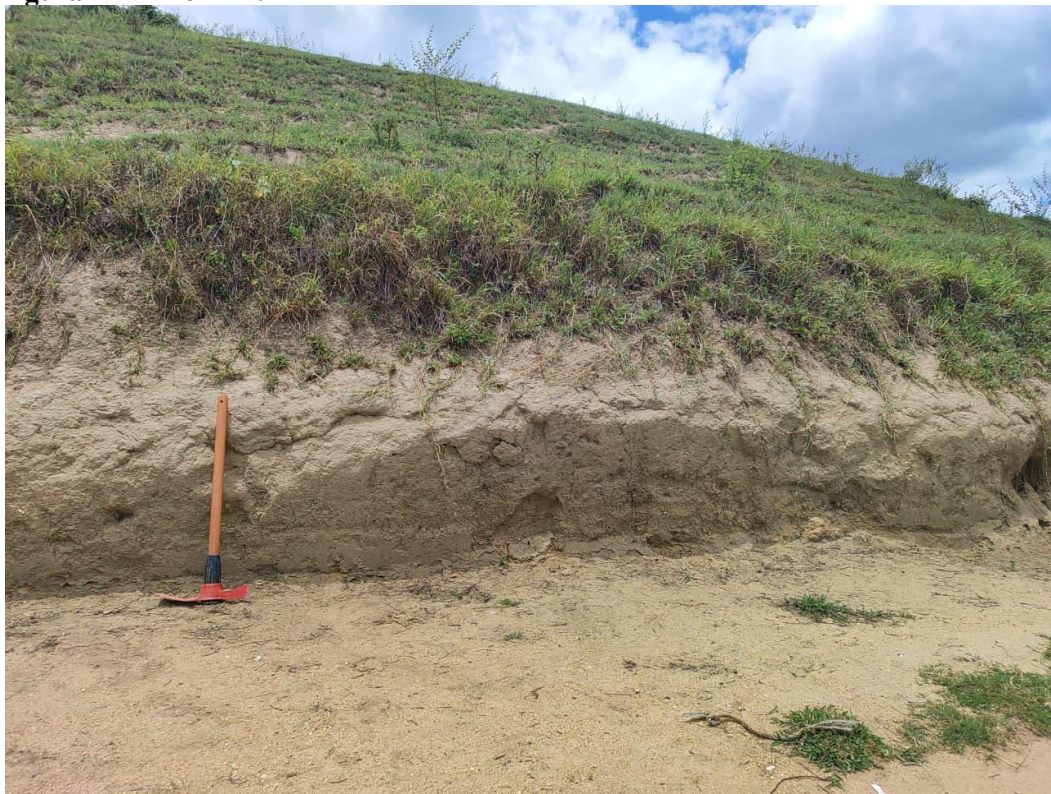
Perfil 7: Meia encosta – Coordenadas Ponto 08: UTM K 796608/8941698 – 161 m, o modo de uso segue continuamente com a pastagem, com declividade aproximadamente em 20% a 45% e um solo mal drenado. Nesse setor, percebe-se um solo diferente, com pouca transformação do material original, na qual, o SIBCs, traz a seguinte definição - Solos constituídos de material mineral ou material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico e também ausência de horizonte glei imediatamente abaixo do horizonte A, em profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm da superfície do solo, exceto quando o horizonte glei apresentar classe textural areia ou areia franca. Essas características podem ser visualizadas na Tabela 7 e nas figuras 21A e 21B e 22.

Tabela 7 - Descrição geral do perfil 7 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/07/2025
Provável classificação	Neossolo flúvico
Cor (Munsell)	10YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 08: UTM K 796608/8941698
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 20-45%
Altitude	161m
Litologia	Granitoides indiscriminados – Corpo
Formação Geológica	Granitoides indiscriminados
Cronologia	Esteniano
Material originário	Metagranito, metagranodiorito, metamonzodiorito, metatonalito e ortogneisse.
Pedregosidade	Não
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Mal drenado
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: IBGE, (2015) e Moura *et al.* (2020).
Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Figura 21A - Perfil 7.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 21B - Visualização do solo do perfil 7.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 22 - Marcas do nível do vale e pisoteamento do gado.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

Perfil 8: Topo de alinhamento - Coordenadas Ponto 09: UTM K 795179/8943309, modo uso predominante é a pastagem, com declividade aproximadamente entre 20% a 45%, solo mal drenado. O termo "topo de alinhamento" refere-se a uma forma de relevo caracterizada pelo alinhamento de topos de morros ou elevações, frequentemente associado a estruturas geológicas, como falhas ou fraturas na rocha. Esses alinhamentos podem indicar áreas de maior resistência à erosão ou regiões onde os processos erosivos atuaram de maneira diferenciada, modelando o relevo ao longo do tempo. Na área estudada, observa-se a presença de diversos afloramentos rochosos, além de indícios de Neossolos quartzarênico, sendo a pastagem o uso atual predominante do solo, como podem ser vistos nas figuras 23, 24A a 24B e 25, com informações organizadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Descrição geral do perfil 8 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/05/2025
Provável classificação	Neossolo Quartzarênico
Cor (Munsell)	10YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 09: UTM K 795179/8943309
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 20-45%
Altitude	435m
Litologia	Granitoides indiscriminados – Corpo
Formação Geológica	Granitoides indiscriminados
Cronologia	Esteniano
Material originário	Metagranito, metagranodiorito, metamonzodiorito, metatonalito e ortogneisse.
Pedregosidade	Sim
Rochosidade	Sim (Afloramentos rochosos)
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Mal drenado
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: Lemos e Santos (1996) e Moura et al. (2020)

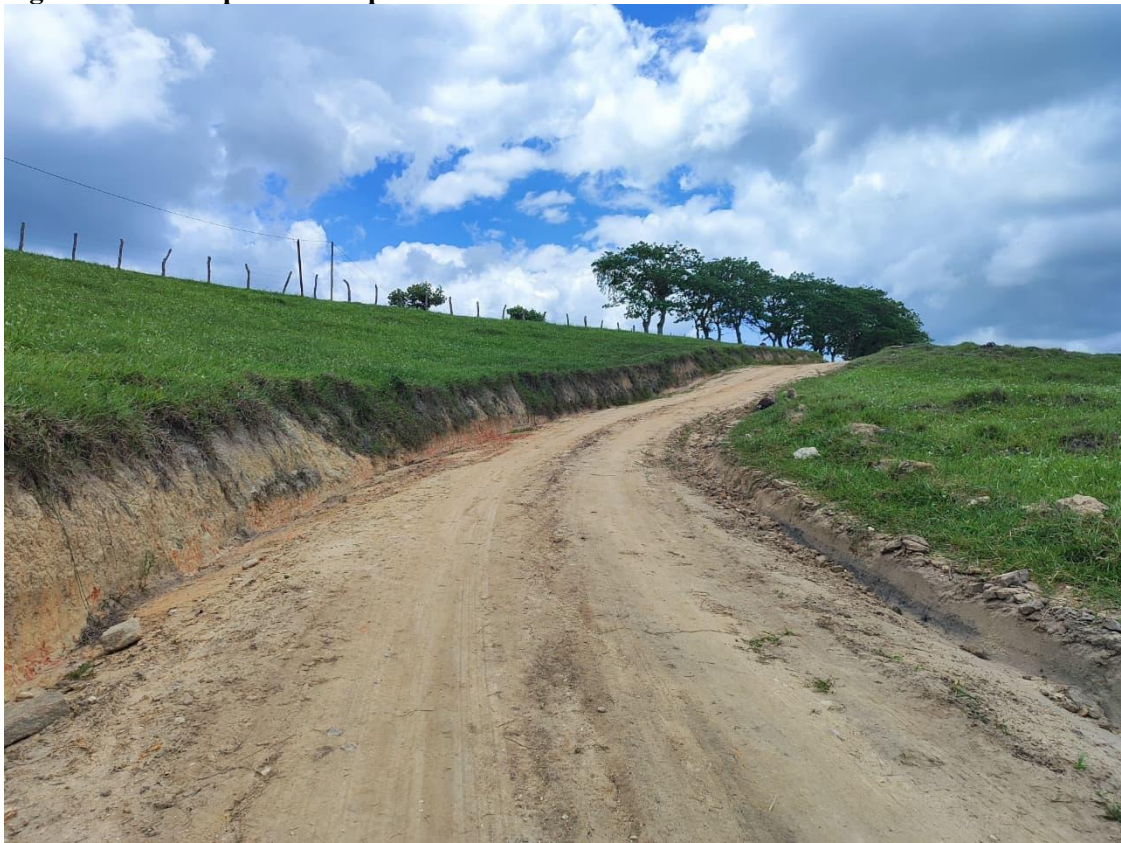
Elaboração: Luana Tavares de Souza, (2025).

Figura 23 - Perfil 8.



Fonte: Arquivo pessoal, março, 2025.

Figura 24A - Um pouco do topo de alinhamento.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 24B - Afloramento rochoso.



Fonte: Arquivo pessoal, março, 2025.

Figura 25 - Entorno da área.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2024.

Perfil 9: topo de Cimeira - Coordenadas Ponto 10: UTM K 796596/8944720 - 358m, modo de uso é a pastagem conservada com algumas árvores frutíferas, com declividade aproximadamente entre 45% a 75%, com o solo bem drenado. Refere-se à parte mais alta de uma elevação, como uma montanha ou colina, que forma um pico ou crista. As cimeiras relacionadas ao planalto da Borborema se apresentam bastante dissecadas, formando topos tabulares separados por incisões fluviais em forma de “V”, com encostas com alto grau de declividade (20° a 50°) (Tavares, Barros e Correa, 2015). Descrição bate com o mapeamento oficial do Estado, Argissolo vermelho-amarelo, uso atual é a pastagem, juntamente com algumas frutíferas próximas a região, visualizadas nas figuras 26A a 26B, 27 e 28 e suas principais características na Tabela 9.

Tabela 9 - Descrição geral do perfil 9 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	
Provável classificação	Argissolo Vermelho-Amarelo
Cor (Munsell)	5YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 10: UTM K 796596/8944720
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 45-75%
Altitude	358m
Litologia	Granitoides indiscriminados – Corpo
Formação Geológica	Granitoides indiscriminados
Cronologia	Esteniano
Material originário	Metagranito, metagranodiorito, metamonzodiorito, metatonalito e ortogneisse.
Pedregosidade	Sim
Rochosidade	Sim (Afloramentos rochosos)
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Bem drenado
Vegetação Primária	
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: Lemos e Santos (1996) e Moura et al. (2020).

Elaboração: Luana Tavares de Souza, (2025).

Figura 26A - Perfil 9.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 26B - Perfil mais ampliado.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 27 - Superfície mais detalhada.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 28 - Parte da área fotografada pelo drone.



Fonte: Luana Tavares de Souza, nov., 2025.

Perfil 10 - Coordenadas Ponto 11: UTM K 800282/8939679 - 408m, o modo de uso atual da área concentra-se exclusivamente em pastagem e criação de gado, embora haja a presença de algumas árvores frutíferas esparsas; com declividade aproximadamente em 20% a 45%, com um solo bem drenado. A classificação do solo foi realizada com base nas matrizes da Carta de Munsell, indicando que se trata de um Argissolo Vermelho, devido ao vermelho intenso, que pode ser visualizado nas figuras 29A a 29B e 30, com características na Tabela 10.

Tabela 10 - Descrição geral do perfil 10 de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	27/05/2025
Provável classificação	Argissolo Vermelho
Cor (Munsell)	2.5YR
Unidade de Mapeamento	Município de Maribondo – AL
Localização (coordenadas)	Ponto 11: UTM K 800282/8939679
Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem conservada em declividade aprox. 20-45%
Altitude	408m
Litologia	Plúton sem denominação
Formação Geológica	Plúton sem denominação
Cronologia	Ediacarano
Material originário	Diorito, granito, granodiorito e monzonito
Pedregosidade	Sim
Rochosidade	Sim (Afloramentos rochosos)
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte ondulado
Erosão	Não
Drenagem	Bem drenado
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e Coletado por	-

Adaptado: Lemos e Santos (1996) e Moura et al. (2020)

Elaboração: Luana Tavares de Souza, (2025).

Figura 29A - Perfil 10.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Figura 29B - Área do perfil.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

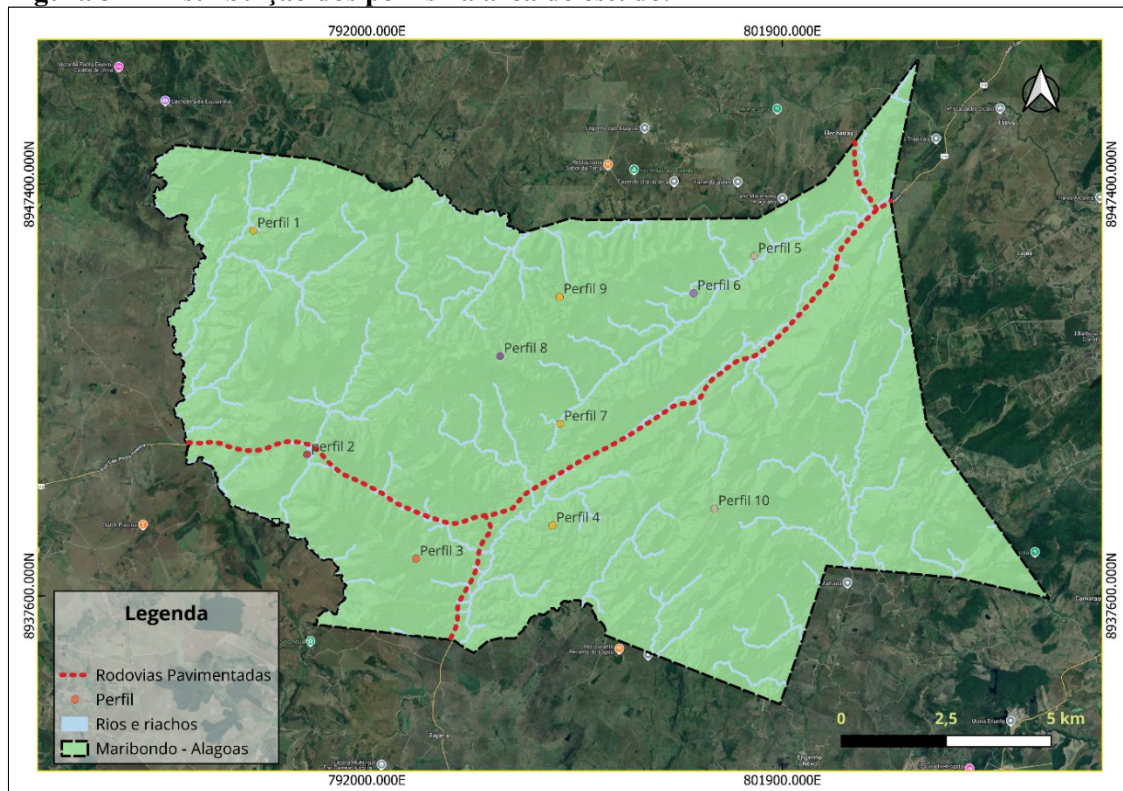
Figura 30 - Lado oposto do perfil.



Fonte: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Na Figura 31 tem a marcação com a distribuição espacial dos perfis, em que foram realizadas medições e coleta de material para ser analisada no Geomorfos/IGDEMA/UFAL.

Figura 31 - Distribuição dos perfis na área de estudo.



Fonte: Sistema de Coordenadas UTM 24S, Datum: Sirgas 2000, Bases cartográficas: IBGE, 2024.
Elaboração: Luana Tavares de Souza, agosto, 2025.

4.2 Análise da Granulometria e Morfoscopia das amostras

Foram realizadas as análises sedimentológicas das amostras para determinação da granulometria e morfoscopia dos sedimentos de todos os perfis trabalhados no tópico anterior, do município de Maribondo - Alagoas. Os valores de curtose, seleção de material e assimetria foram calculados de acordo com a metodologia de Folk e Ward (1957) no software Gradistat versão 8.0.

As classes modais da matriz sedimentar analisada (cascalho, areia e lama) expressaram simultaneamente o processo de formação e o grau de maturidade dos sedimentos. As classes das 14 amostras coletadas e analisadas, onde percebeu-se o predomínio de areia na composição das amostras.

Para entender um pouco mais sobre onde se situou cada amostra, o gráfico vai ser dividido por áreas, para poder facilitar a compreensão de como que ficou cada ponto amostral. A primeira área amostral, contém as amostras do perfil 1 e 2, contendo duas camadas cada, gerando no total 4 amostras para a área 1, apresentado na figura 32. A área 1, está classificada com solos Argissolos Vermelho-amarelo e Argissolos Bruno-acinzentados. Percebe-se, que os sedimentos coletados da área 1, estão espalhados areia levemente cascalhenta e areia cascalhenta.

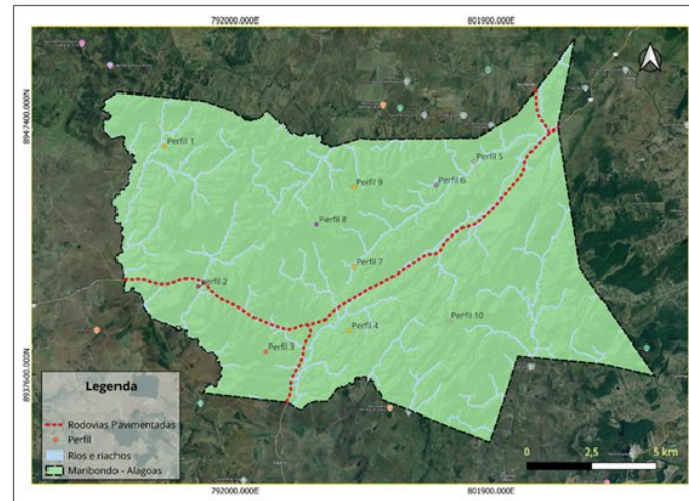
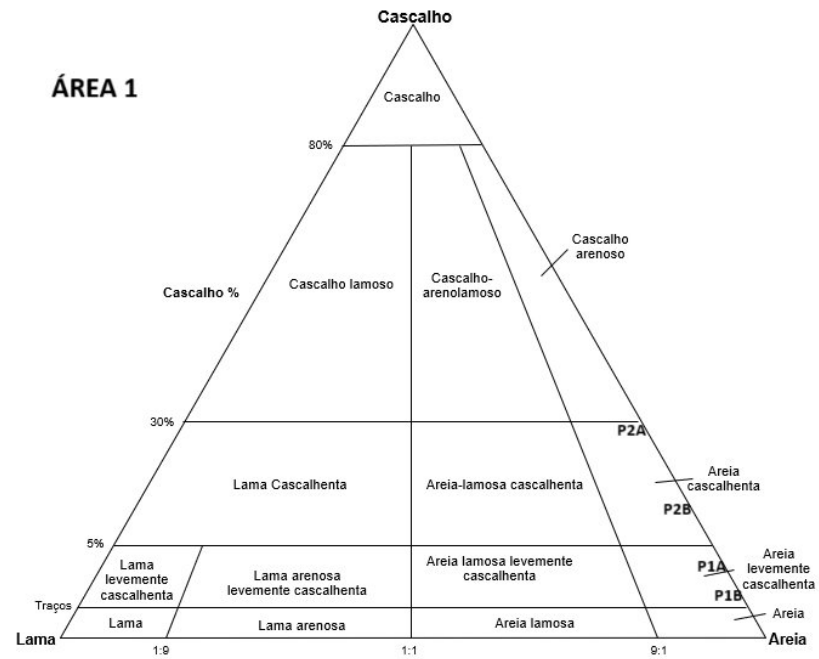
Na área 2, tem 3 amostras, coletadas dos perfis 3 e 4, onde temos a ocorrência de Argissolos vermelhos e amarelos. Na figura 33, pode perceber que ficam mais concentradas na repartição de areia, como areia cascalhenta e areia levemente cascalhenta.

Na área 3, houve três amostras, coletadas dos perfis 5 e 6 com predominância de Argissolos Vermelhos e Argissolos Amarelo. Na figura 34, representa as amostras com a dominância de areia levemente cascalhenta.

Na área 4, se tem 4 amostras, coletadas dos perfis 7, 8, 9 e 10, com classes de Neossolos Flúvicos e Quartzarênicos, Argissolos vermelho-amarelo e Argissolos vermelho. Na figura 35, as amostras ficaram separadas em areia cascalhenta e areia levemente cascalhenta. Abaixo dos gráficos, a Tabela 11 mostra a quantidade de lama que foi retirada que cada amostra.

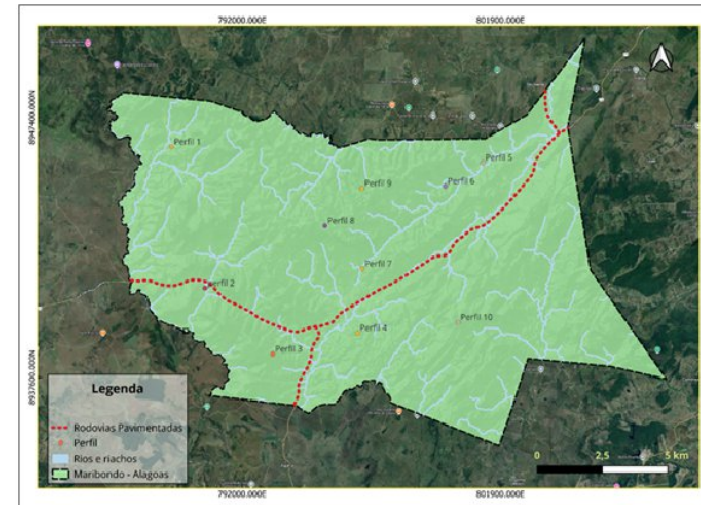
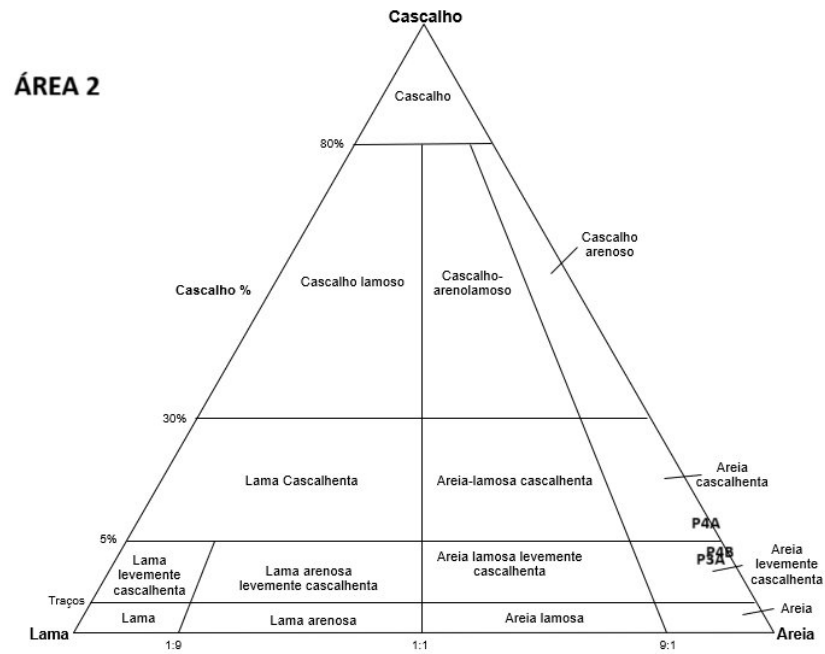
Nas amostras coletadas no município de Maribondo, foram exemplificadas em siglas para facilitar na compreensão do entendimento do Quadro 4 como a letra P acompanhada de um número, representa o perfil e a numeração a qual perfil está se referindo, já as letras A e B, se direciona a camada que está sendo tratada, letra A camada superficial e letra B camada subsuperficial.

Figura 32 - Área 1 representada pelo gráfico ternários.



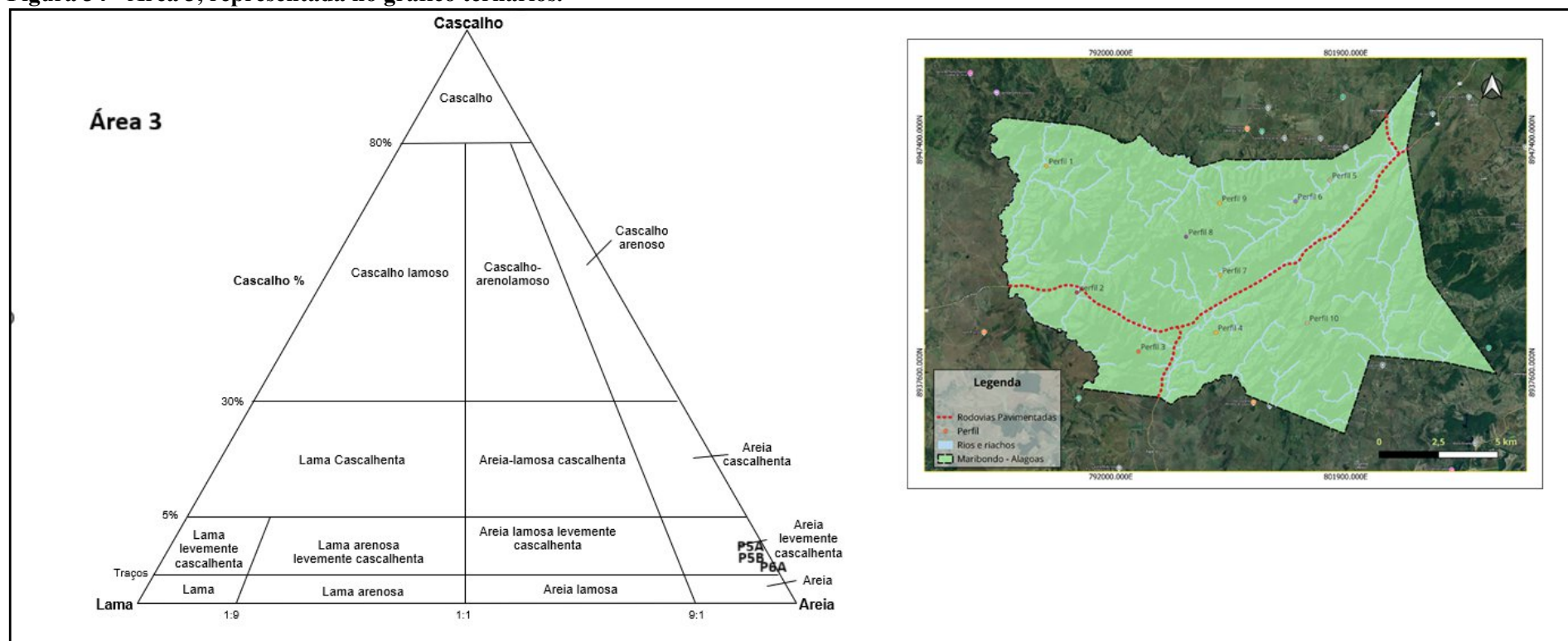
Elaboração: Luana Tavares de Souza, maio, 2025.

Figura 33 - Área 2 representada pelo gráfico ternários.



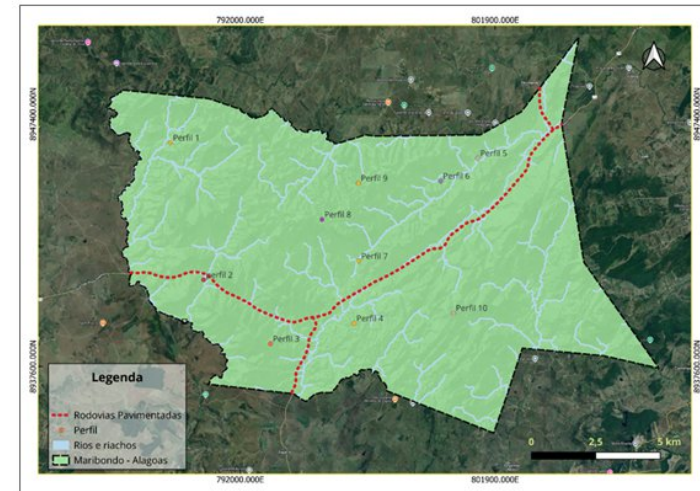
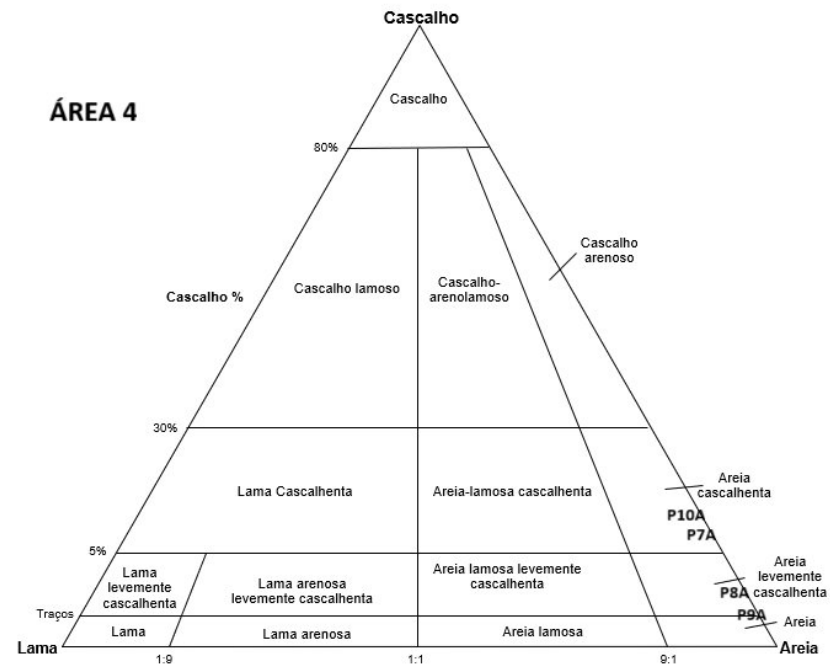
Elaboração: Luana Tavares de Souza, 11 maio, 2025.

Figura 34 - Área 3, representada no gráfico ternários.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, maio, 2025.

Figura 35 - Área 4 representada no gráfico ternários.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, 11 maio, 2025.

Tabela 11 - Resultado do que foi retirado de lama na separação das peneiras.

Lama (Silte + Argila)													
P1A	P1B	P2A	P2B	P3A	P4A	P4B	P5A	P5B	P6A	P7A	P8A	P9A	P10A
18,51	61,5	25,41	67,81	66,93	45,37	18,46	58	46,53	61,04	30,96	40,13	78,21	55,5

Elaboração: Luana Tavares de Souza, 2025.

Contudo, foi conseguido dividir a área em 4 partes para ter a análise sedimentológicas das amostras estudadas em laboratório, onde se observou pequenos cascalhos em todas elas com maior concentração em areia cascalhenta e areia levemente cascalhenta. Outro fator estudado foram os grãos de cada amostra, que estarão mostrados nos Quadros 4 e 5, pois demonstram o grau de maturidade e, se houve, transporte dos mesmos.

Com base nas avaliações da dispersão granulométrica, realizadas segundo o método de Folk & Ward (1957), verificou-se que a matriz dos sedimentos analisados (cascalho, areia e lama) se apresenta como muito mal classificada, como mostra o (quadro). Segundo, Camargo Filho e Bigarella (1998) o coeficiente de seleção indica uma variação nas condições do meio de transporte dos sedimentos. Nesse contexto, a seleção expressa o processo de sedimentação que atua sobre o material. Os resultados obtidos para as amostras analisadas refletem a variação no tamanho das partículas constituintes, que vão desde areia cascalhenta até areia levemente cascalhenta.

O parâmetro de curtose expressa o nível de achatamento da distribuição granulométrica em relação à curva de distribuição normal. Curvas muito achatadas, correspondentes a sedimentos pobremente selecionados ou de distribuição polimodal, apresentam curtose platicúrtica. Em contrapartida, curvas de amostras extremamente bem selecionadas, concentradas nos setores centrais da distribuição, caracterizam-se como leptocúrticas (McManaus, 1998).

A análise do parâmetro de assimetria fornece informações relevantes acerca da natureza e da dinâmica do fluxo responsável pelo transporte dos sedimentos. Os resultados obtidos para a área de estudo revelaram que a maioria das amostras apresenta distribuição assimétrica, variando entre muito fino enviesado, grosso enviesado e fino enviesado. Essa variabilidade indica a atuação de diferentes condições hidrodinâmicas durante o transporte e a deposição, refletindo processos de energia e intensidade distintos no ambiente sedimentar. Apenas duas amostras, identificadas como P4A e P5B, apresentaram distribuição aproximadamente simétrica, sugerindo que, nesses pontos específicos, o fluxo transportador promoveu uma maior homogeneização no arranjo granulométrico dos sedimentos.

Os resultados apontam que a predominância de assimetria enviesada (seja para grãos finos ou grossos) sugere uma sedimentação marcada por fluxos com energia variável e transporte diferencial das partículas. Isso pode estar associado a episódios de maior instabilidade hidrodinâmica, como correntes irregulares ou variações no regime de energia do ambiente deposicional. Já as amostras simétricas (P4A e P5B) se destacam por indicar ambientes de maior equilíbrio, onde o transporte não favoreceu significativamente nem partículas mais finas nem mais grossas, resultando em uma distribuição granulométrica mais uniforme. Como pode ser observado nos gráficos ternários, praticamente todas as amostras se distribuíram ao longo de uma mesma linha, variando apenas de posição. Esse padrão indica um maior índice de interferência de transporte químico na região.

A análise da curtose das amostras revelou que os valores obtidos se distribuíram entre as classes leptocúrtico, mesocúrtico e platicúrtico. Observou-se que apenas a amostra P1B enquadrou-se na categoria mesocúrtico, enquanto a maioria das amostras apresentou curtose platicúrtica. Esse resultado indica que, na maior parte dos casos, as distribuições granulométricas são relativamente achatadas, sugerindo uma maior variação no tamanho das partículas dentro das amostras, com menor concentração de grãos em torno da média.

A predominância de valores platicúrticos sugere que os sedimentos estudados são heterogêneos, refletindo processos deposicionais com energia variável, nos quais partículas de diferentes tamanhos coexistem. A presença de uma única amostra mesocúrtica (P1B) indica um ponto de maior equilíbrio granulométrico, com distribuição mais próxima da normalidade, sugerindo condições deposicionais mais estáveis ou homogêneas nesse local específico. Já os valores leptocúrticos, embora menos frequentes, representam locais onde há maior concentração de grãos em torno de um tamanho médio, possivelmente devido a processos seletivos mais eficientes durante o transporte e deposição.

Quadro 4 - Parâmetros estatísticos Segundo Folk & Ward (1957) das amostras coletadas na área de estudo.

Amostras	Média	Seleção	Assimetria	Curtose
P1A	Areia fina	Muito mal classificado	Muito fino enviesado	Leptocúrtico
P1B	Silte muito grosso	Muito mal classificado	Grosso enviesado	Mesocúrtico
P2A	Areia média	Muito mal classificado	Muito fino e enviesado	Platicúrtico
P2B	Areia muito fina	Muito mal classificado	Muito grosso enviesado	Platicúrtico
P3A	Silte muito grosso	Muito mal classificado	Grosso enviesado	Platicúrtico
P4A	Areia muito fina	Muito mal classificado	Simétrico	Platicúrtico
P4B	Areia fina	Muito mal classificado	Muito fino enviesado	Leptocúrtico
P5A	Silte muito grosso	Muito mal classificado	Grosso enviesado	Platicúrtico
P5B	Areia muito fina	Muito mal classificado	Simétrico	Platicúrtico
P6A	Silte muito grosso	Muito mal classificado	Grosso enviesado	Platicúrtico
P7A	Areia fina	Muito mal classificado	Fino enviesado	Platicúrtico
P8A	Areia muito fina	Muito mal classificado	Fino enviesado	Platicúrtico
P9A	Silte Grosso	Mal classificado	Grosso enviesado	Leptocúrtico
P10A	Areia muito fina	Muito mal classificado	Grosso enviesado	Platicúrtico

Elaboração: Luana Tavares de Souza, ago., 2025.

A análise morfooscópica das amostras revelou a presença de minerais de quartzo e mica com significativa variação nas formas e graus de arredondamento. Os grãos apresentam-se desde esféricos até subprismoidais, com valores angulares variando entre 4,5 e 2,5, predominando classificações que vão de muito angulares a subangulares, situadas entre 0,5 e 1,5 como mostrado no (Quadro 5). Em relação à esfericidade, os perfis demonstraram variação de baixa a mediana, sendo observada maior proporção de grãos com morfologia muito angular.

Os resultados indicam que os grãos de quartzo analisados apresentam baixo grau de esfericidade e forte predominância de formas muito angulares. Esse padrão sugere um transporte relativamente curto ou limitado, visto que grãos muito angulares não passaram arredondamento significativo por abrasão. A variação entre subprismoidal e esférico aponta para uma diversidade de processos formadores e transformadores, possivelmente relacionados

tanto à origem mineralógica quanto às condições ambientais de intemperismo e dinâmica sedimentar.

A presença do mineral mica, caracterizado por sua estrutura laminar e clivagem perfeita, acrescenta um fator importante à análise, pois tende a se fragmentar facilmente em lâminas delgadas. Essa característica influencia a granulometria e pode intensificar a heterogeneidade do depósito, contribuindo para a má seleção dos sedimentos. Além disso, sua baixa resistência mecânica, quando comparada ao quartzo, favorece a rápida alteração mineralógica e pode indicar um contexto de intemperismo mais ativo. Assim, a ocorrência de mica reforça a interpretação de processos de transporte curto e deposição sob condições ambientais que preservam minerais menos resistentes.

Quadro 5 - Descrição das características morfooscópicas das amostras.

Amostras	Arredondamento	Esfericidade
P1A	Muito Angular	Esférico
P2A	Muito Angular	Esférico
P2B	Muito Angular	Subprismoidal
P3A	Muito Angular	Subprismoidal
P4A	Angular	Esférico
P4B	Muito Angular	Esférico
P5A	Muito Angular	Subprismoidal
P5B	Angular	Esférico
P6A	Angular	Esférico
P7A	Muito Angular	Subprismoidal
P8A	Sub angular	Esférico
P9A	Angular	Esférico
P10A	Sub angular	Subprismoidal

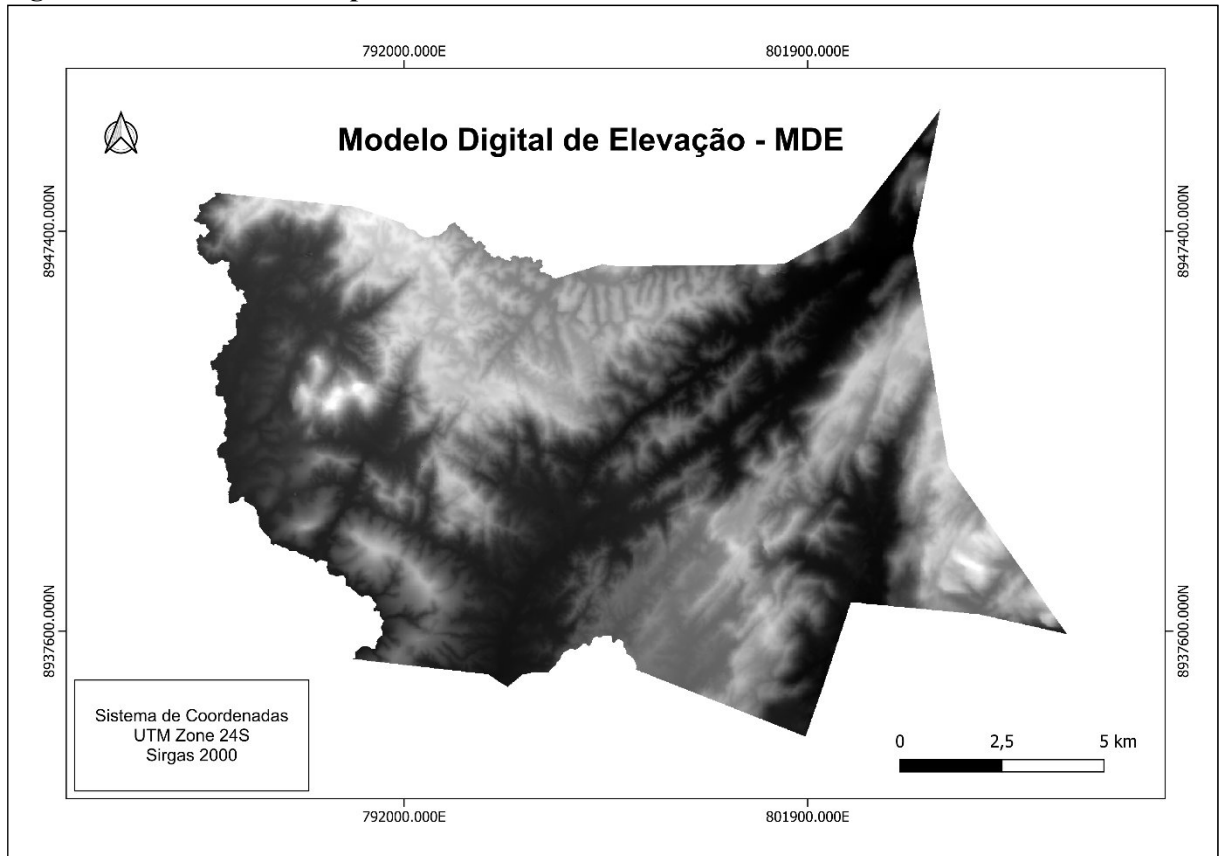
Elaboração: Luana Tavares de Souza, 2025.

4.3 Refinamento do Mapa de Solos de Maribondo - Alagoas

Após a extração do Modelo Digital de Elevação (MDE), procedeu-se à obtenção da declividade do terreno, uma vez que esse parâmetro possui extrema relevância para a análise e influencia diretamente o resultado final do estudo. A declividade é fundamental para

compreender a dinâmica do relevo e sua relação com os processos que afetam a área em questão, sendo, um elemento determinante para a interpretação adequada dos dados obtidos a partir do MDE.

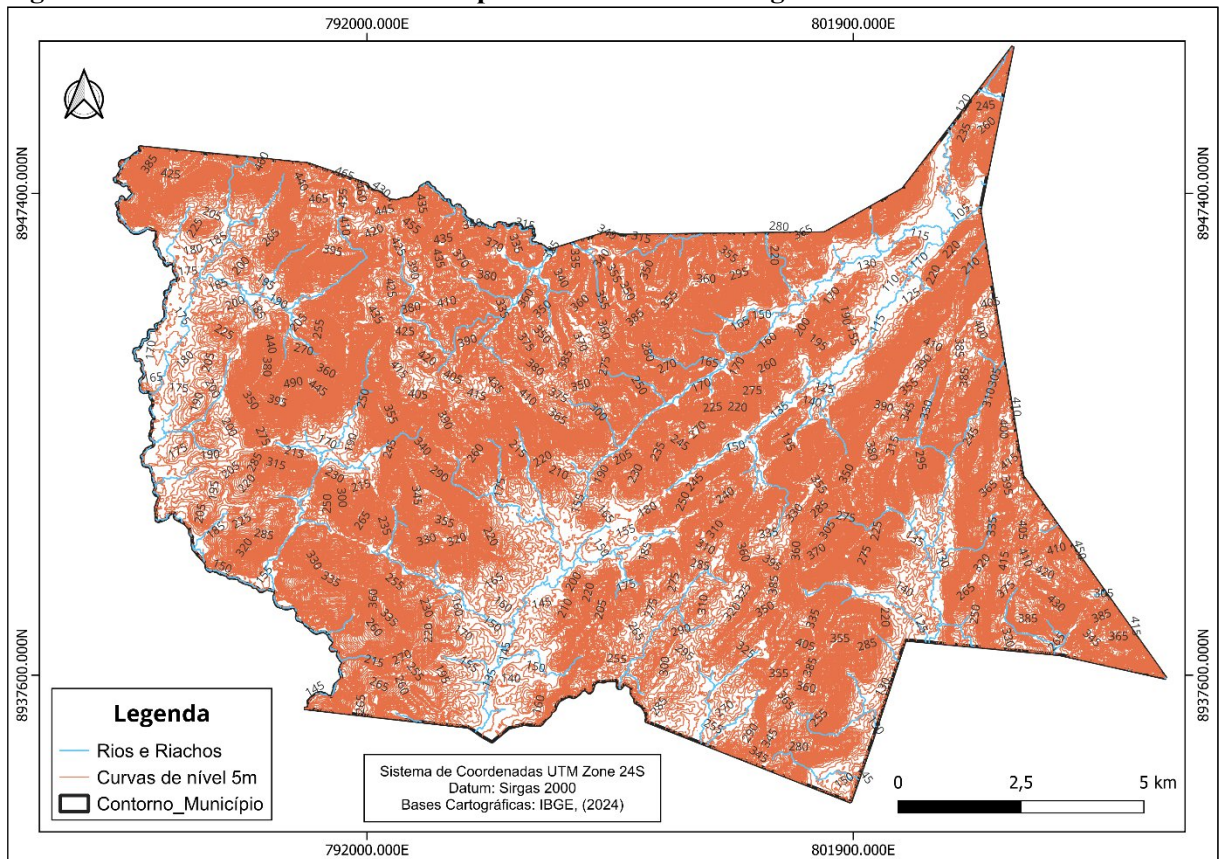
Figura 36 - MDE do município de Maribondo finalizado.



Elaborado: Luana Tavares de Souza, jan., 2025.

Logo em seguida, foi realizada a extração das curvas de nível com equidistância de 5 metros, possibilitando a representação detalhada das variações altimétricas do terreno. Esse procedimento é fundamental para a compreensão da topografia local, servindo como base para análises geomorfológicas e estudos relacionados ao relevo.

Figura 37 - Curvas de nível do município de Maribondo - Alagoas.

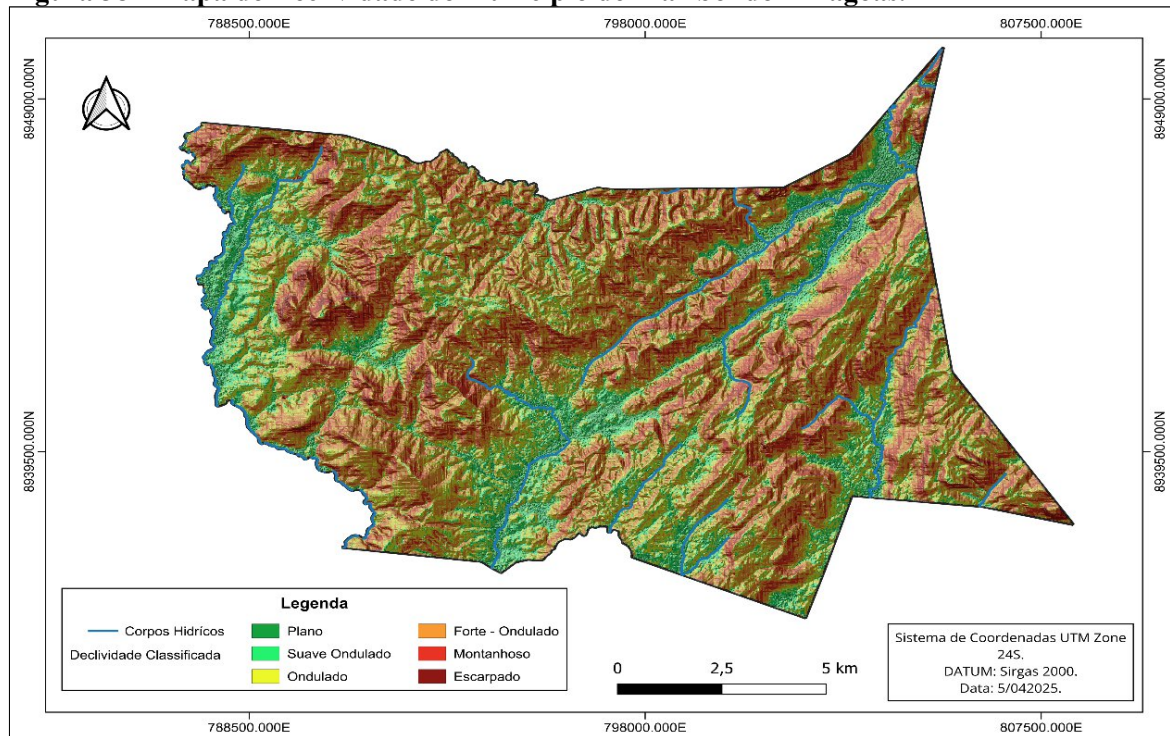


Elaborado: Luana Tavares de Souza, 2025.

No mapa de declividade do município de Maribondo, Alagoas, elaborado a partir da classificação proposta pela Embrapa, observa-se que, das seis classes de declividade identificadas, quatro se destacam de forma mais expressiva na conformação do relevo local, evidenciando as variações topográficas predominantes e permitindo uma melhor compreensão da distribuição espacial dessas categorias no território municipal.

Essas feições topográficas evidenciam a movimentação do relevo, com declividades superiores a 20%, as quais se enquadram como áreas de preservação permanente (APPs) e que seus usos deveriam se limitar a vegetação nativa, sendo proibido agricultura e pastagem para o gado.

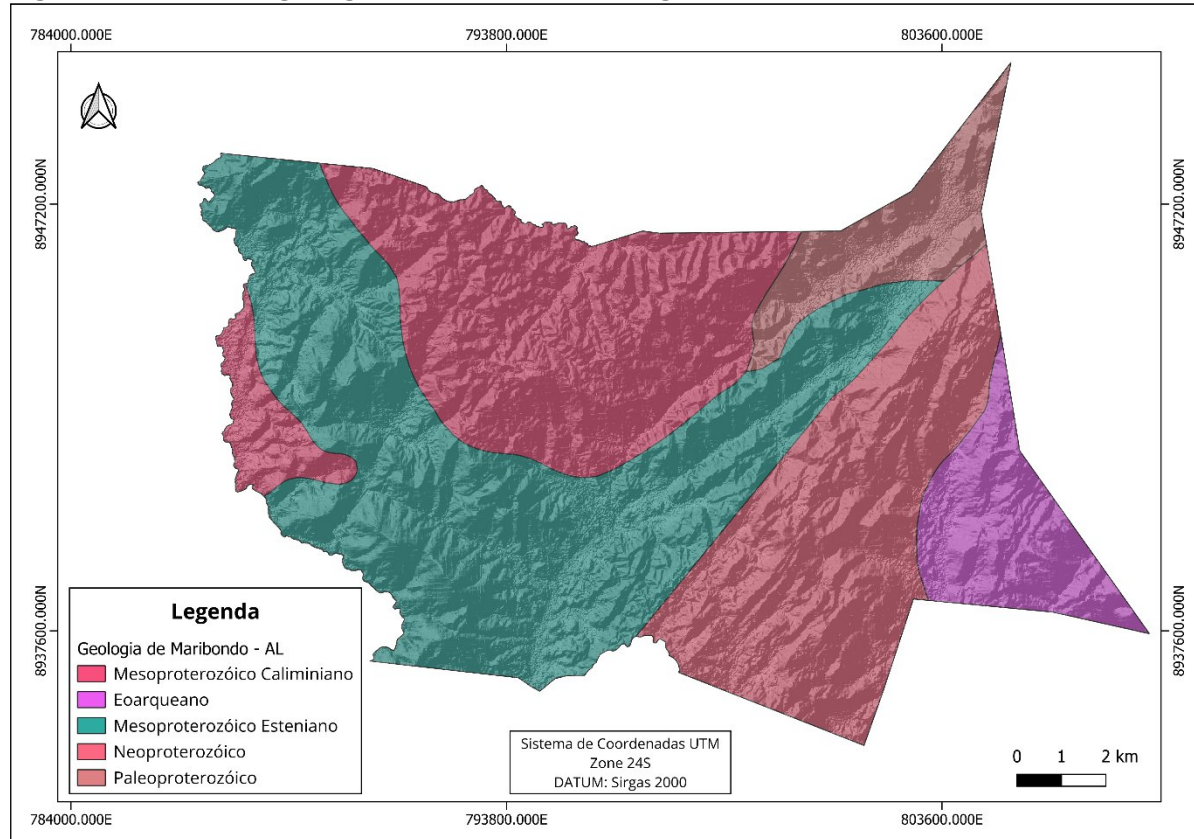
Figura 38 - Mapa de Declividade do município de Maribondo - Alagoas.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

O mapeamento de unidade geológica foi realizado para identificação da formação e dos tipos de rochas comuns na área. Em cada Era juntamente com o seu período representado, foi associado um grupo comum de rochas, como por exemplo, Mesoproterozóico Caliminiano: Metagranito, Metagranodiorito, Metamonzodiorito, Metatonalito, Ortognaisse; Eoarqueano: Granulito, Kinzigito e Paragnaisse; Mesoproterozóico Esteniano: Biotita, Gnaisse, Biotita xisto, Mármore, Migmatito, Muscovita-biotita gnaisse, Muscovita-biotita xisto, Metagrauvaca, Metacórseo; Neoproterozóico: Diorito, Granito, Granodiorito e Monzonito; Paleoproterozóico: Ortognaisse tonalítico, Migmatito, Metadiorito, Ortognaisse granodiorítico, Ortognaisse granítico. Estes grupos contêm, em suas classificações conjuntos de rochas metamórficas e ígneas.

Figura 39 - Unidades geológicas de Maribondo - Alagoas.

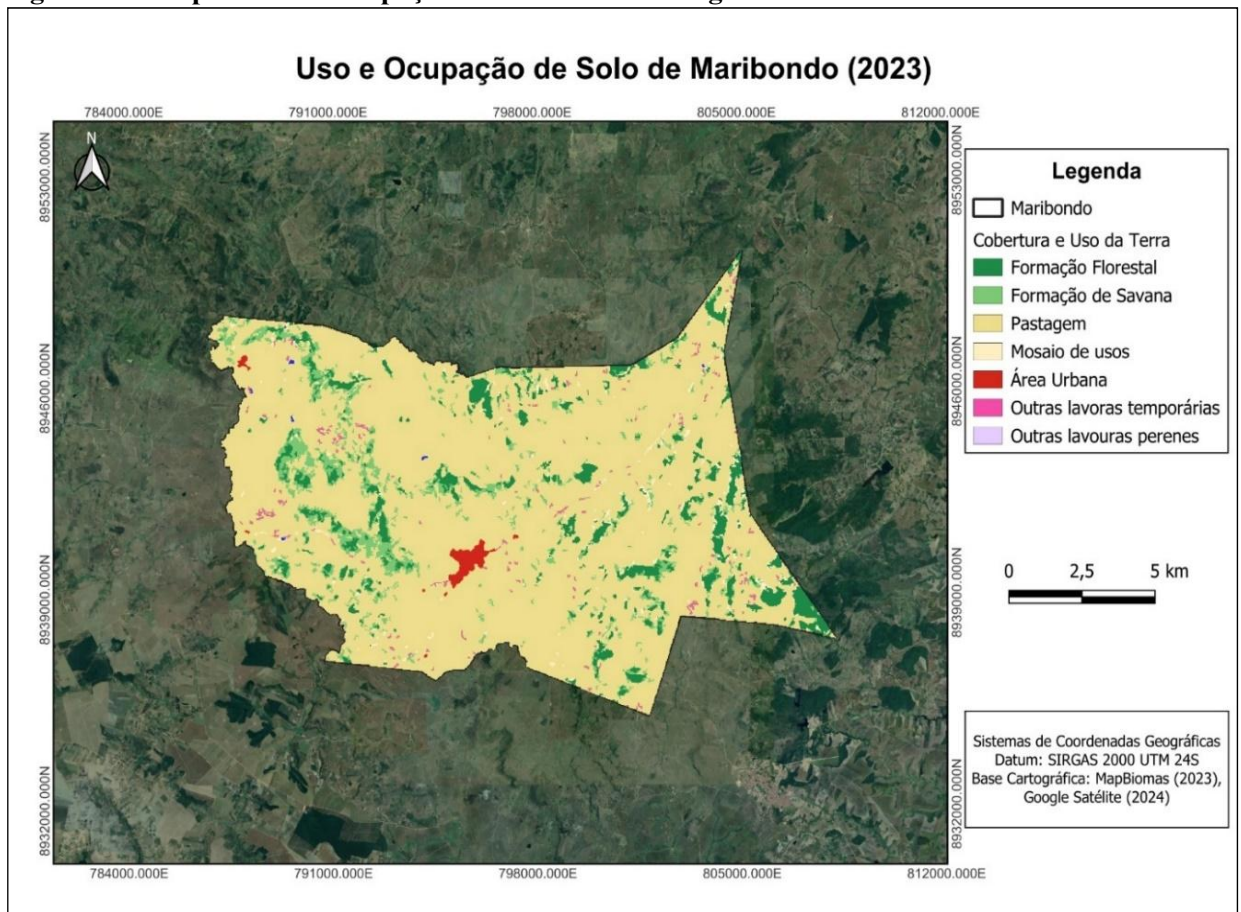


Adaptado: CPRM, 2015.

Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

O mapa de uso e ocupação do município revelou que a maior porcentagem da área é predominantemente destinada à pastagem, destacando-se de forma expressiva em relação aos demais tipos de uso e cobertura da terra. Essa predominância indica uma forte presença de atividades agropecuárias, o que contribui para a caracterização do perfil socioeconômico e ambiental da região.

Figura 40 - Mapa de uso e ocupação de Maribondo - Alagoas.

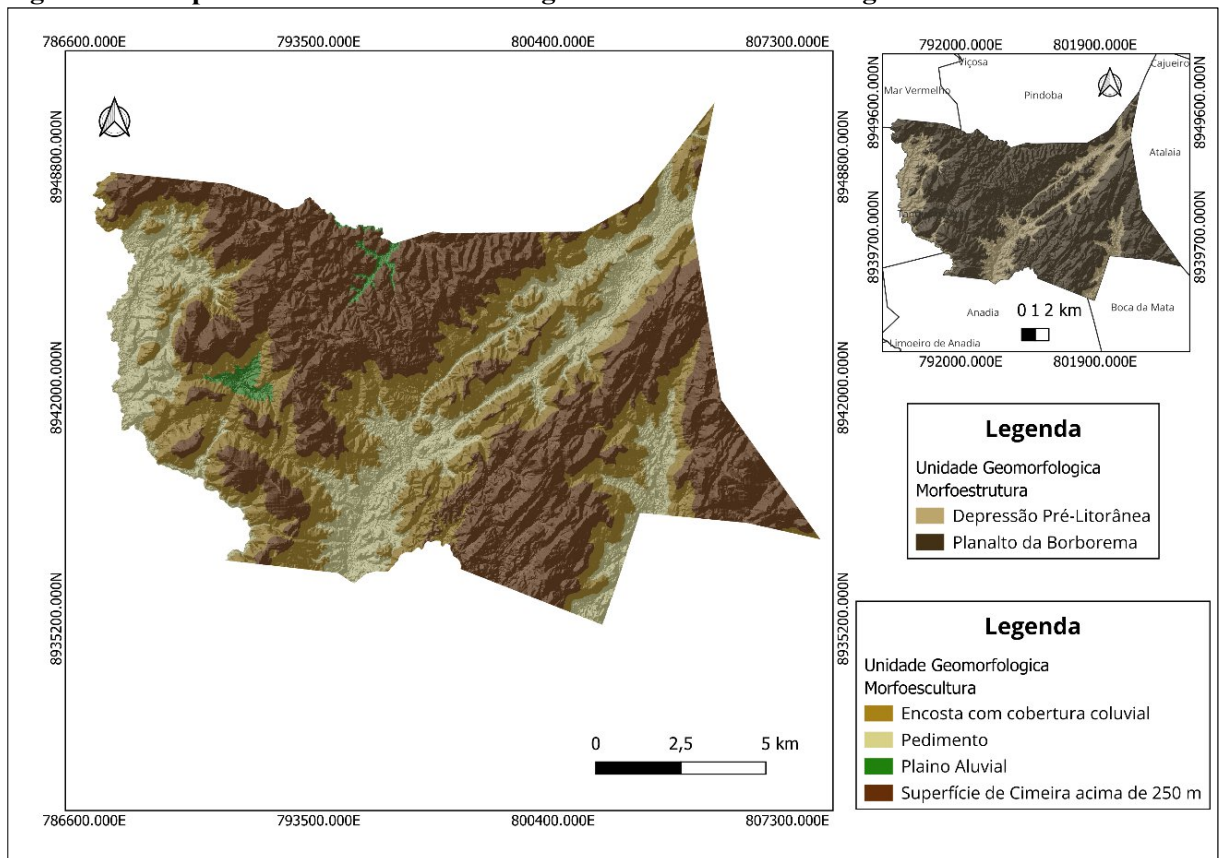


Adaptado: MapBiomas, 2025.

Elaboração: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Após a reclassificação da imagem, foi elaborado o Mapa de Unidades Geomorfológicas, o qual representa as principais formas de relevo presentes na área de estudo. Esse mapa evidencia, sobretudo, a ocorrência de duas unidades geomorfológicas predominantes: a morfoescultura do Planalto da Borborema e a Depressão Pré-Litorânea. Essas unidades exercem influência direta sobre as características físicas do território, como o escoamento superficial, a drenagem, a declividade e os padrões de uso e ocupação da terra.

Figura 41 - Mapa de Unidades Geomorfológicas de Maribondo – Alagoas.



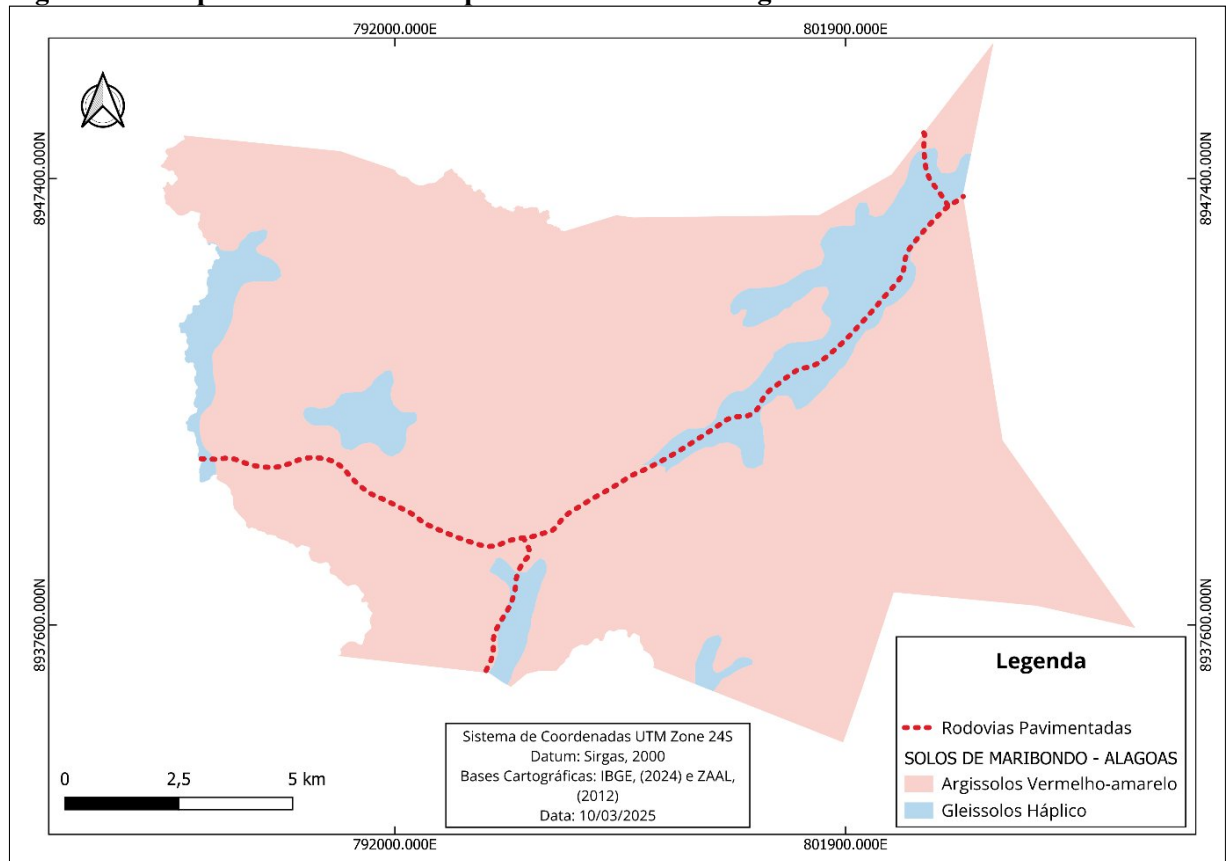
Fonte: Sistema de Coordenadas UTM Zone 24S. Datum: Sirgas 2000.

Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Dessa maneira, conseguimos por fim, direcionar o trabalho a metodologia de Moura *et al.*, (2020), que consiste em 1º obtenção das bases de dados e elaboração de mapas temáticos dos aspectos preditores (geologia, solos e declividade); 2º realização de levantamentos de campo, com amostragem e descrição de perfis de solos; 3º análise, correlação e intersecção dos mapas temáticos com as informações derivadas do campo e das análises laboratoriais de descrição dos solos, assim, consegue-se obter uma mapa de refinamento de solos. Nos tópicos que seguem, são mais bem detalhados os procedimentos metodológicos. Alguns outros procedimentos estão inseridos, pois, conseguem explicar algumas características dos processos da área em si, mas não interfere na elaboração do mapa de refinamento do solo.

Primeiramente, são apresentados os dados sobre a caracterização do estudo considerando o mapa disponível de solo (1:100.000) pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas (ZAAL, 2012), e a elaboração dos mapas de declividade, altimetria e extração de drenagem da Bacia Hidrográfica de São Miguel.

Figura 43 - Mapa de solos do município de Maribondo - Alagoas.

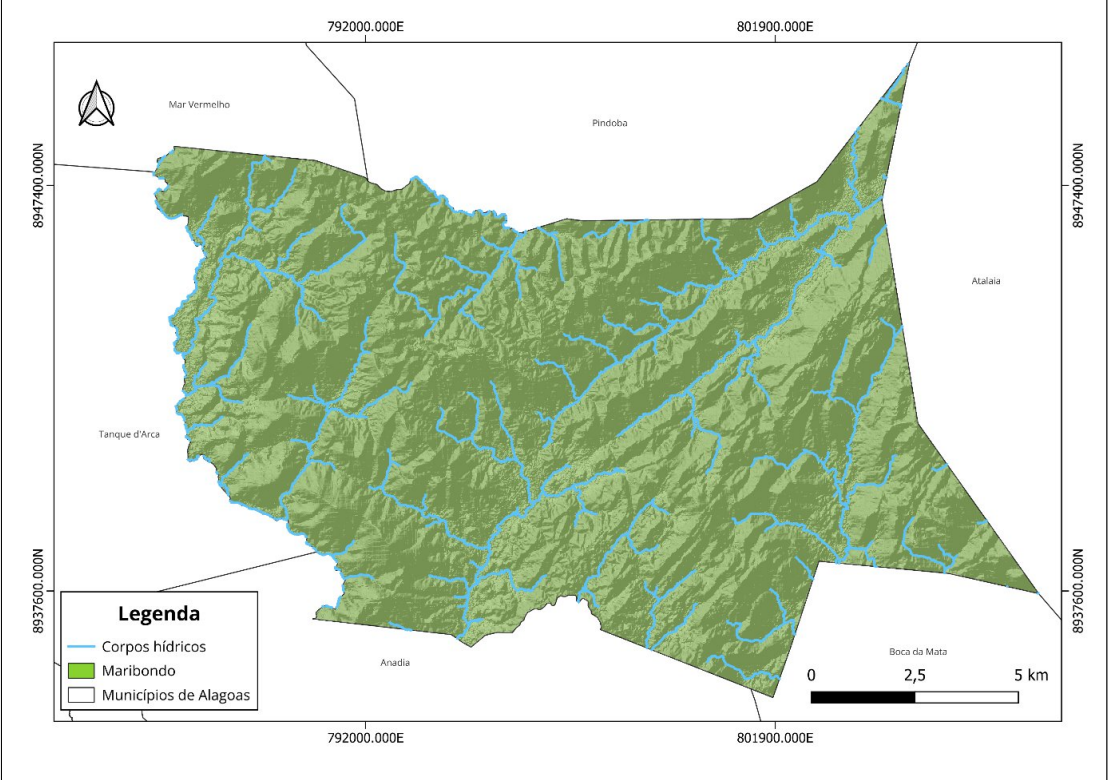


Elaboração: Luana Tavares de Souza, mar., 2025.

Para se fazer o mapa de refinamento, se utilizou como base duas metodologias, Moura et al. (2020) e Francisco, et al. (2023). Primeiramente, foi tentado seguir só a metodologia de Moura et al. (2020), mas o resultado não foi satisfatório, pois a metodologia se embasava em utilizar um buffer de 30m, o mapa de solos, a declividade juntamente com a geologia e a drenagem local; devido ao tamanho da área de estudo, que era muito pequena quando comparada à área estudada por Mouta et. al. (2020), foi gerado um mapa com um único tipo de solo por declividade.

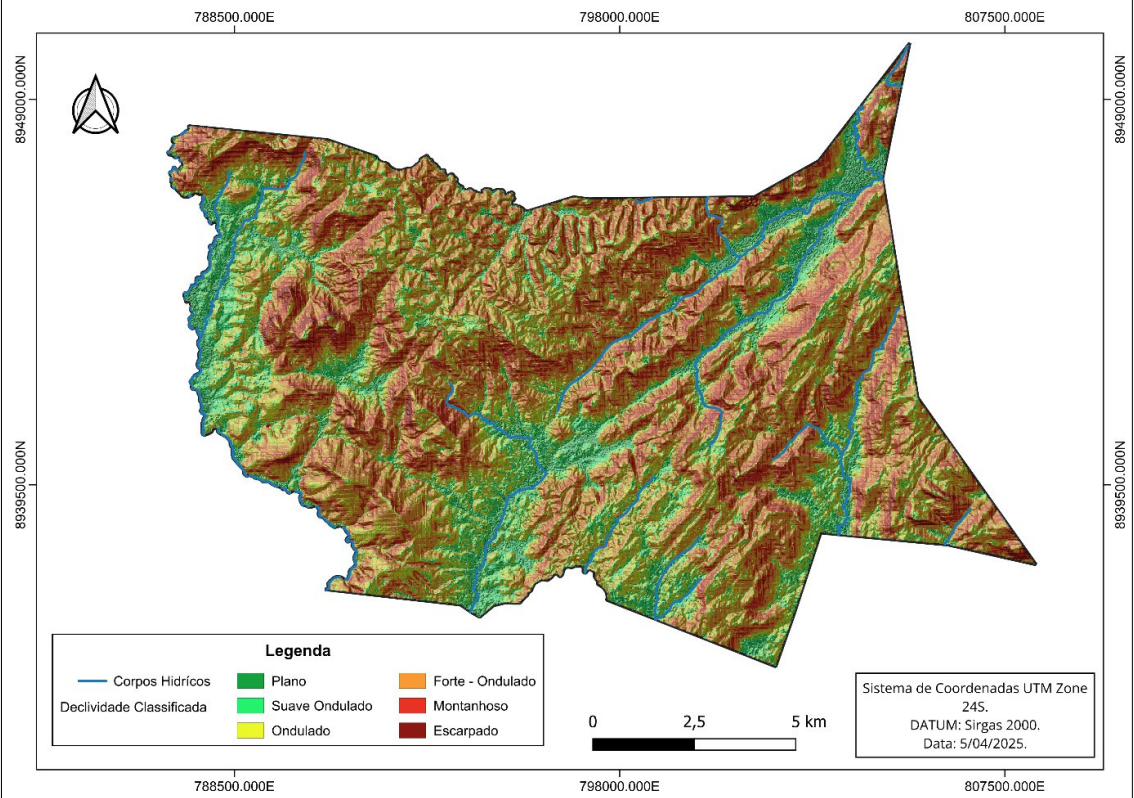
Então, foi necessário fazer uma adaptação para se obter um resultado final da pesquisa. Continuou a utilizar o buffer de 30m da área de estudo, para sobrepor no mapa de solos existente do município, a drenagem que precisou ser extraída da Bacia Hidrográfica de São Miguel, pois, no mapa de solos não mostrava todos os riachos existentes na área e nem o curso do rio principal do município como exemplificado na Figura 44. Na qual, foram sobrepostas no mapa de declividade e no lugar da geologia usou-se altimetria ou mapa hipsométrico, conforme a metodologia proposta por Francisco et al. (2023).

Figura 44 - Mapa de drenagem de Maribondo - Alagoas.



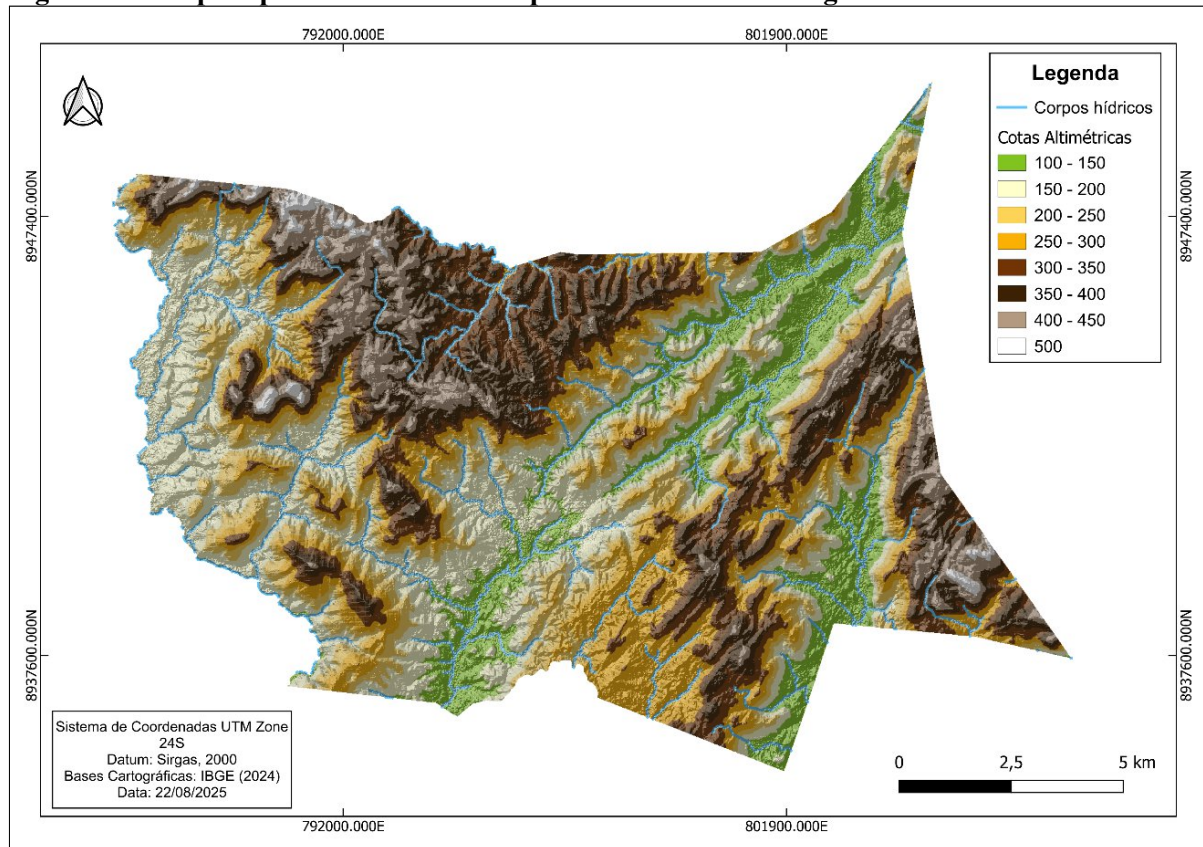
Fonte: Sistema de Coordenadas UTM Zone 24S, Datum: Sirgas 2000, IBGE (2024).
Elaboração: Luana Tavares de Souza, jul., 2025.

Figura 45 - Mapa de declividade do Município de Maribondo - Alagoas.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, abr., 2025.

Figura 46 - Mapa hipsométrico do município de Maribondo - Alagoas.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, ago., 2025.

Na declividade foi usado os parâmetros utilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), plano (0 - 3%), Suave Ondulado (3 - 8%), Ondulado (8 - 20%), Forte Ondulado (20 - 45%), Montanhoso (45 - 75%) e Escarpado (>75%). Para as cotas altimétricas, usou o menor valor apresentado no Modelo Digital de Elevação (MDE), que foi 100 e o maior valor encontrado foi 500, representado.

Diante disto, no Qgis versão 3,42.0, vetorizou e sobrepôs todas essas camadas, criou polígonos para dividir algumas áreas, dentro desses polígonos gerou várias feições. A partir daí, ocorreu um processo que teve que ser elaborado de forma manual. Logo, gerou-se uma planilha de excel com todas as feições criadas, foram mais de 200 feições onde teve que definir as classes de solo para cada porcentagem da declividade, colocando os dados categoricamente como representa a organização da Tabela 12.

Tabela 12 – Classes dos polígonos de solos.

Legenda	Classes de Altitude	Declividade	Classificação 1º e 2º nível
Argissolos vermelho - amarelo	Baixa altitude com drenagem	0 - 3%	Neossolo flúvico
Argissolos vermelho - amarelo	Baixa altitude sem drenagem	0 - 3%	Neossolo quartzarêncio
Argissolos vermelho - amarelo	Média altitude com drenagem	3 - 8%	Argissolos Bruno-acinzentados
Argissolos vermelho - amarelo	Média altitude sem drenagem	8 - 20%	Argissolos Bruno-acinzentados
Argissolos vermelho - amarelo	Altas altitudes sem drenagem	8 - 20%	Argissolos Bruno-acinzentados
Argissolos vermelho - amarelo	Altas altitudes sem drenagem	20 - 45%	Argissolos amarelo
Argissolos vermelho - amarelo	Altas altitudes sem drenagem	45 - 75% >75%	Argissolos vermelho-amarelo

Elaboração: Luana Tavares de Souza, ago., 2025.

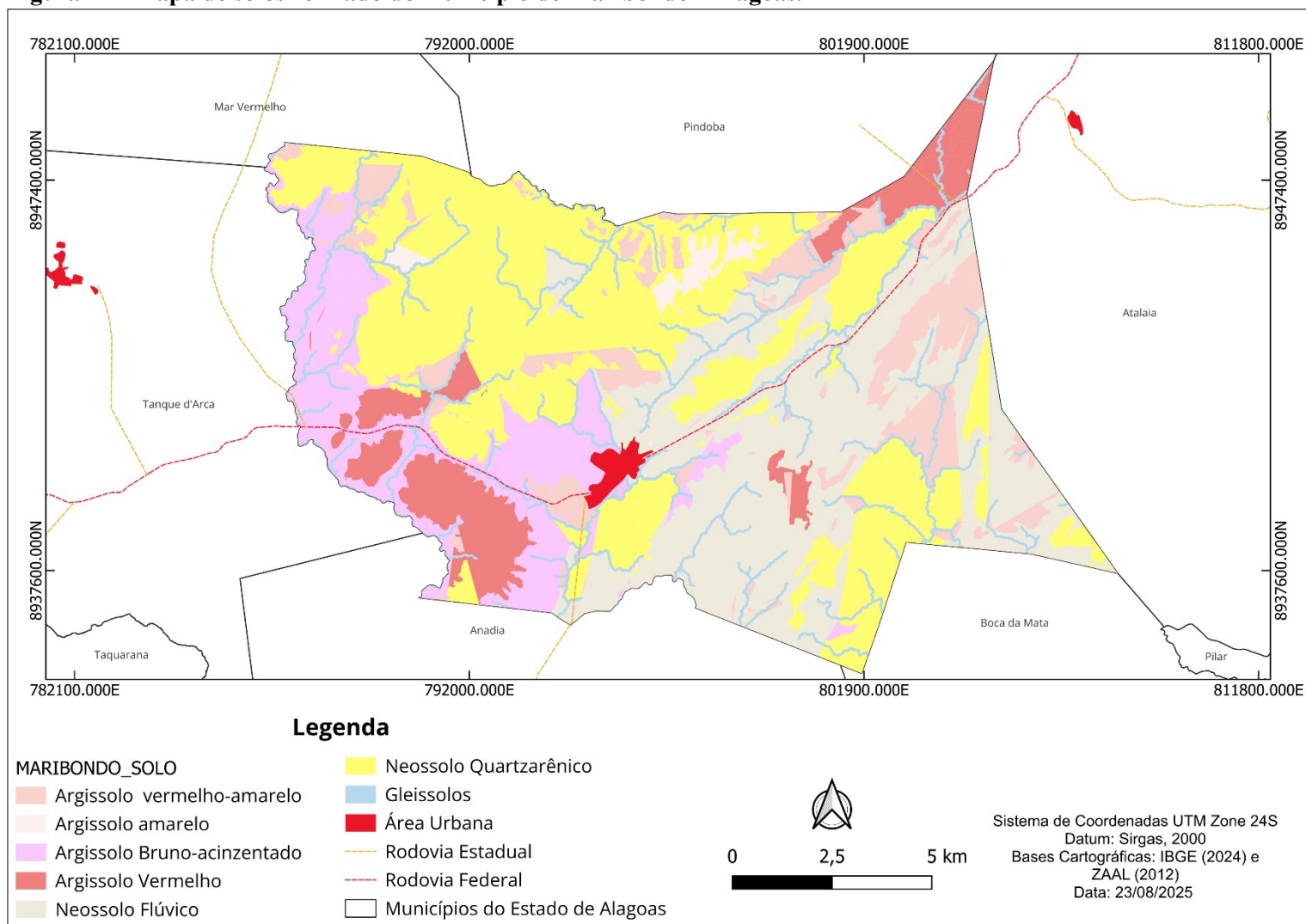
Após a análise individual de cada feição descrita na planilha, estas foram inseridas na tabela de atributos do QGIS. Em seguida, procedeu-se à análise das imagens de satélite em conjunto com os pontos coletados em campo, verificando-se se o tipo de solo identificado correspondia à feição representativa do local. Nos casos em que não havia correspondência, a legenda na tabela de atributos era editada e corrigida. Esse procedimento foi aplicado a todo o município, até que, por fim, se obteve o mapa refinado de solos.

A partir do processamento dos dados no QGIS e cruzamento das informações foram geradas as Figuras 47 e 48.

Na figura 47 tem as Classes de Solos com mais detalhamento que o Mapa do ZAAL (figura 43), pois conseguiu-se ampliar da escala de 1:100.000 para 1:60.000, individualizando algumas classes que estavam na associação de Argissolos. Assim, o Mapa Refinado de Solos passou a representar os Argissolos, Neossolos e Gleissolos.

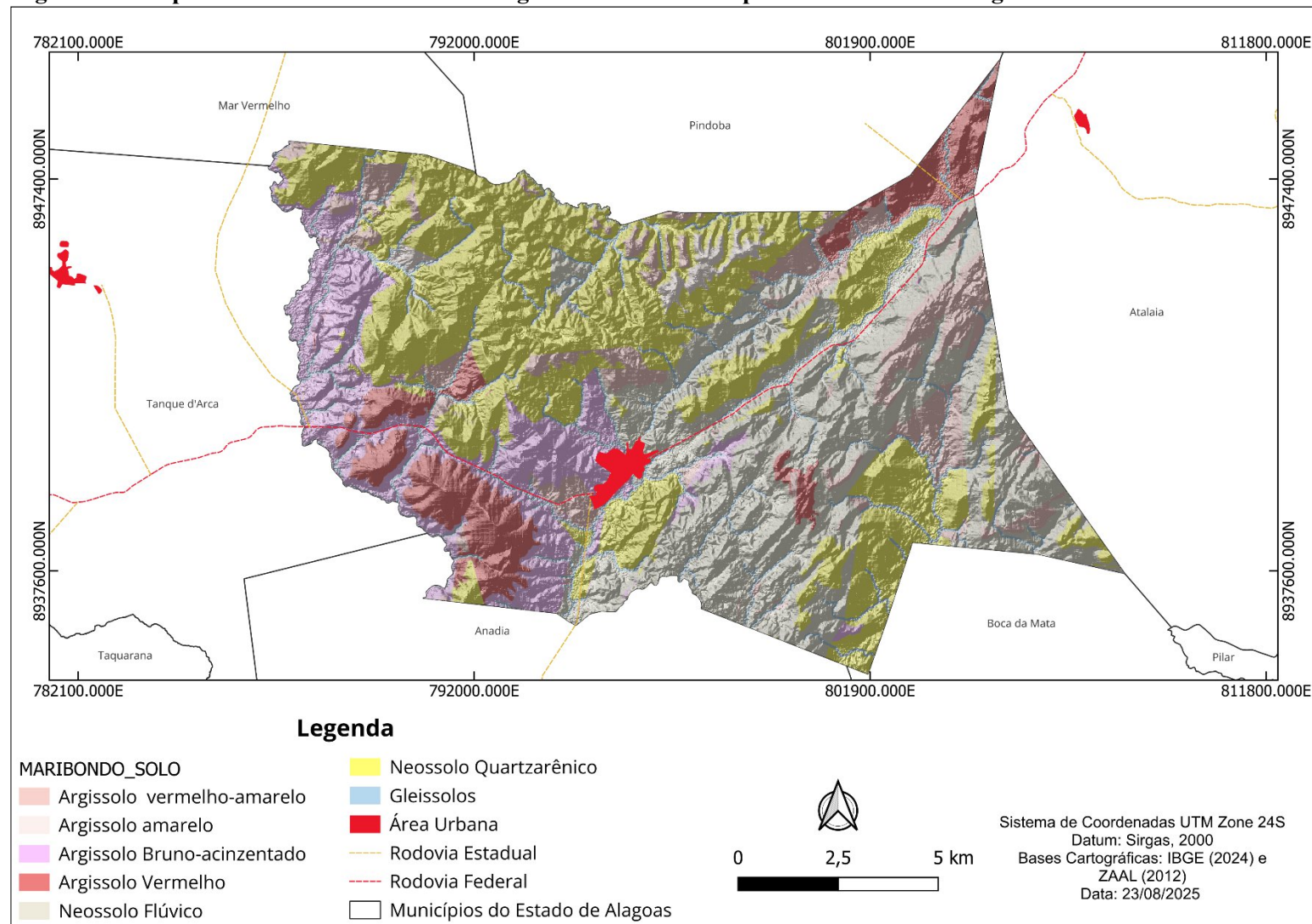
Na figura 48, é enfatizada as elevações do relevo, onde estão os Neossolos Quartzarênicos e as baixadas representadas pelos Neossolos Flúvicos e Gleissolos.

Figura 47 - Mapa de solos refinado do município de Maribondo - Alagoas.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, ago., 2025.

Figura 48 - Mapa de solos refinado com modelagem de relevo município de Maribondo - Alagoas.



Elaboração: Luana Tavares de Souza, ago., 2025.

5 CONCLUSÃO

A análise dos perfis de solo revelou que, no primeiro nível categórico de classificação, predominam os Argissolos, havendo alterações apenas nas categorias de classe do segundo nível. Observou-se também que as porções de Neossolos apresentaram-se em maior extensão do que o esperado, quando comparadas às observações visuais realizadas em campo. A análise granulométrica confirmou parte dos processos de intemperismo atuantes na área de estudo, demonstrando que os grãos variam entre lama arenosa levemente cascalhenta e areia lamosa cascalhenta.

A partir desses resultados, foi possível refinar significativamente a representação cartográfica dos solos do município, ampliando de duas para sete classes a categorização final: Argissolos Vermelho-Amarelo, Argissolos Bruno-Acinzentado, Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Háplicos. Esse refinamento não apenas melhora a precisão do mapeamento, mas também amplia as possibilidades de aplicação dos dados gerados.

A importância de se trabalhar esse tipo de estudo em escala municipal é notável, uma vez que o conhecimento detalhado da distribuição dos solos permite subsidiar o planejamento territorial e orientar o uso racional dos recursos naturais. A caracterização pedogeomorfológica fornece bases técnicas sólidas para tomadas de decisão que envolvem desde a gestão agrícola até o ordenamento urbano e ambiental. Além disso, possibilita identificar áreas mais suscetíveis à degradação, bem como potenciais zonas de expansão produtiva sustentável.

Portanto, os resultados obtidos trazem perspectivas significativas para o município, pois contribuem para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação ambiental, ao desenvolvimento agrícola sustentável e ao manejo adequado dos recursos naturais. A disponibilização de um mapa refinado de solos, elaborado com rigor técnico e científico, constitui uma ferramenta estratégica que pode orientar gestores, agricultores e demais atores sociais na construção de um futuro mais equilibrado entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS:

- ABDELRAHMAN, M. A. E. An overview of land degradation, desertification and sustainable land management using GIS and remote sensing applications. **Rendiconti Lincei. Ciência Física e Natural**, Roma, v. 34, n. 1, abr. p. 767–808. 2023.
- ANDRADE, I. C. de M. *et al.* Caracterização pedogeomorfológica de uma transição Neossolos Quartzarênicos – Espodossolos, na reserva da Sapiranga, Mata de São João - BA. **Revista GeoUECE**, Fortaleza, v.9, n. 16, jan/jun. p. 154-164, 2020.
- ARAÚJO, J. Z. de.; VITAL, S. R. de O. Análise do Uso e Ocupação do Solo como suporte ao Mapeamento dos riscos geomorfológicos do município de Caicó (RN). **Revista de Geografia**, Recife, v. 37, n. 1, mar. p. 1-17. 2020.
- AVELAR, V. G. **Das Curvas de Nível ao Modelamento Tridimensional: Estudo do Relevo do Amapá**. Disponível em: <https://valteravelar4geos.com/2021/03/18/das-curvas-de-nivel-ao-modelamento-tridimensional-estudo-do-relevo-do-amapa/> Acesso em: 10 jun, 2025.
- CAMARGO FILHO, M.; BIGARELLA, J. J. Correlação de parâmetros estatísticos de sedimentos de vertentes, rampas de colúvio-alúvio e terraço de várzea da bacia do Bananas – Guarapuava – PR. **Geosul**, v. 14, jun. p. 438 – 442, 1998.
- CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. D. T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **Revista GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 7, jun. p. 27-37, 2000.
- CHEN, X. *et al.* Response of Vegetation and Soil Property Changes by Photovoltaic Established Stations Based on a Comprehensive Meta-Analysis. **Land**, Estocolmo, v. 13, n. 478, p. 1-19. abr, 2024.
- CHENG, Q. Modelagem de propriedades de escala local para mapeamento multiescala. **Vadose Zone J.**, Charlottesville, v. 7, n. 1, jun. p. 525. 2008.
- CHOI, C. S. et al. Effects of revegetation on Soil Physical and Chemical Properties in solar photovoltaic Infrastructure. **Frontiers in Environmental Science**, Lausanne. v. 8, n. 140, jan. p. 1-9. ago. 2020.
- COELHO, *et al.*, Mapeamento digital de classes de solos no Brasil: uma revisão sistemática. **Solos e Nutrição de Plantas**, Piracicaba, v. 78 n. 5. mar. p. 1-10. 2021.
- COSTA, B. S. C. **Determinação das características da representação do relevo no bioma Pampa para o Mapeamento Sistemático Brasileiro**. 2021. 176 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto e Meteorologia) - Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Aracaju**. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/> Acesso em: 25 jul. 2025.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Diagnóstico do Município de Maribondo**. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/> Acesso em: 05 jan. 2023.

- DADOS AL. **Dados de Precipitação Mensal**. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/dados-de-precipitacao-mensal>. Acesso em: 04 out. 2023.
- DADOS AL. **Perfil Municipal**. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/>. Acesso em: 02 out. 2023.
- DIAS, J.A. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos. Universidade do Algarve. Faro. 2004.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **GeoInfo: Infraestrutura de Dados Espaciais da Embrapa**. Disponível em: <https://geoinfo.dados.embrapa.br/> Acesso em: 08 mar. 2025.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Procedimentos para elaboração de mapas de declividade e comprimento de rampa para os estados da região Sul do Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011. 6 p. (Comunicado Técnico).
- FOLK, R.L. The Distinction between Grain Size and Mineral Composition in Sedimentary Rock Nomenclature. **The Journal of Geology**, Chicago, v. 62, n. 4 p. 344-359, jul. 1954.
- FOLK, R.L.; WARD, W.C. Brazos River bar [Texas]: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**, Colorado, v.27, p.3-26, 1957.
- FRANCISCO, P. R. M. *et al.* Atualização do mapa de solos do Estado da Paraíba utilizando geotecnologias. **Revista Geama**, Recife, v. 9, n. 2, p. 20-28, ago. 2023.
- GALE, S. J.; HOARE, P. G. **Quaternary sediments: petrographic methods for the study of lithified rocks**. 2. ed. Caldwell: The Blackburn Press, 2011. 372 p.
- GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico- geomorfológico**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 648 p.
- HÖFIG, P. **Mapeamento digital de solos e o mapa de solos como ferramenta para classificação de aptidão de uso das terras**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dicionário Cartográfico**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/> Acesso em: 10 jun, 2025.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas territoriais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br> Acesso em: 11 ago, 2025.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.
- IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- LAGACHERIE, P.; LEGROS, J. P.; BURROUGH, P. A. A soil survey procedure using the knowledge of soil pattern established on a previously mapped reference area. **Geoderma**, Amsterdam, v. 65, n. 3-4, maio/jun. p. 283-301, 1995.

- LEPSCH, I. F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de textos, 2011.
- LIMA, S. M.; SOUZA, J. O. P. Detalhamento das classes solos da Bacia Hidrográfica do Riacho do Tigre. **Regne**, Caicó, v. 2, n. 1, nov. p. 103-112. 2016.
- LÖBMANN, M. T. *et al.* Conhecimento de sistemas para gestão sustentável do solo e da terra. **Science of the Total Environment**, Filadélfia, v. 822, n. 1, abr. p. 1-12. 2022.
- MACHADO, D. F. T.; CASTRO, S. S. de; LADEIRA, F. S. B. A Geopedologia como abordagem metodológica para o levantamento de solos: uma breve discussão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 23, n. 4; out/dez. p. 1834-1857. 2022.
- MALONE, B. P. *et al.* Mapeamento digital de carbono do solo na escala da fazenda: uma abordagem de redução de escala espacial considerando dados medidos e incertos. **Geoderma**, Amsterdam, v. 290, n. 1, nov. p. 91-99. 2017.
- McMANUS, J. Grain size determination and interpretation. In: TUCKER, M 1. ed. *Techniques in Sedimentology*, Blackwell: Oxford, p. 63-85. 1988.
- MOHAMED, A. H.; KESKES, I. M.; NITA, M. D. Analyzing the Accuracy of Satellite-Derived DEMs Using High-Resolution Terrestrial LiDAR. **Land**, Estocolmo, v. 13, n. 2171. dez. p. 1-14. 2024.
- MOURA, D. M. B. *et al.* Refinamento do mapa de solos do alto curso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Marta, Município de Iporá (GO), Brasil. **Caderno de Geografia**, Coimbra, v.30, n.62, set. p. 865-889. 2020.
- OLIVEIRA, D. P. *et al.* Weathering and clay formation in semi-arid calcareous soils from Northeastern Brazil. **Catena Elsevier**, Leiden, v. 162, n. 1, mar. p. 325-332. 2018.
- PALLEGEDARA DEWAGE, S. N. S.; MINASNY, B.; MALONE, B. Desagregação de um mapa digital de solo de extensão regional usando krigagem de regressão bayesiana de área a ponto para avaliação de carbono do solo em escala de fazenda. **SOIL**, Estados Unidos, v. 6, n. 2, ago. p. 359-369, 2020.
- PEREIRA, A. da C.; MORAIS, E. O.; RIBEIRO, S. B. Pedologia aplicada à construção civil no Estado do Rio Grande do Norte. **Holos**, Natal, v. 2, n. 20, out. 2007.
- PEREIRA, M. G. *et al.* Formação e caracterização de solos. In: TULLIO, L. (orgs.). **Formação, Classificação e Cartografia dos Solos**. 1. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 1-20.
- PEREIRA, M. G. *et al.* Soil genesis on the soft slopes of ancient coastal plains, southeastern Brazil. **Catena Elsevier**, Leiden, v. 210, n. 1, mar. p. 1-15. 2022.
- QUEIROZ NETO, J. P. O estudo de formações superficiais no Brasil. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 22, n. 1/2 set. p. 65-78. 2001.
- RAPANOS, E. A.; VALDATI, J.; GOMES, M. C. V. Caracterização morfoestrutural e morfoescultural no território do Geoparque Global UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, RS/SC. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 15 n. 04, jul. p. 1732-1749. 2022.
- ROCHA, D. F. da. **A pedogeomorfologia em ambiente semiárido paraibano, Brasil**. 2023. 94 f. Dissertação (Mestrado em Geografia - Ceres) - Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

- ROCHA, D. F. da. **A Pedogeomorfologia em ambiente semiárido Paraibano, Brasil**. 93f. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2023.
- ROSSITER, D. G. et al. How well does digital soil mapping represent soil geography? An investigation from the USA. **SOIL**, v. 8, n. 1, ago. p. 559-586. 2022.
- RUELLAN, A. Classification of pedological systems: A challenge for the future of soil science. **Annals of Agrarian Science**, Georgia, v. 3, n.3, jul. p. 24-28, 2005.
- SÁ, N. de. Como fazer um Mapa de declividade no QGIS. Disponível em: <https://narceliodesa.com> Acesso em: 5 abr. 2025.
- SALGADO, C. M. Pedogeomorfologia: uma nova disciplina para a análise ambiental. **Revista Tamoios**, São Gonçalo, v. 1, n. 2, jul. 2010.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6. ed. Brasília: Embrapa, 2025. 393 p.
- SANTOS, J. E. B. dos. **Evolução geomorfológica e morfoestratigráfica da estrutura superficial na paisagem da bacia do rio Coruripe**. 2023. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.
- SEPLAG. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas. **Mapa de solos**. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/mapas-de-caracterizacao-territorial/> Acesso em: 27 ago. 2025.
- SHARMA, A.; BAGRI, D.S. Comparison and Validation of Elevation Data at Selected Ground Control Points and Terrain Derivatives Derived from Different Digital Elevation Models. **Remote Sensing**. Basileia, v. 6, n. 1, jan. p. 38–59. 2023.
- SILVA, C. R. P. da. **Atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeiras no Brejo Paraibano**. 2016. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.
- SILVA, D. A. da. **Análise das classes de declividade do Chapadão do Diamante (Serra da Canastra) e sua relação com Padrões de Compartimentação do Relevo e Gecoberturas**. 2023. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.
- SILVA, M. S. L. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Argissolos Vermelho-Amarelos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/> Acesso em: 25, jul 2025.
- SOUSA, G. de F. Relação solo-relevo sob influência da altitude no semiárido brasileiro. William Morris Davis, **Revista de Geomorfologia**, Sobral, v. 6, n. 1, jan, p. 33-47. 2025.
- STREY, G. V. **Mapa de solos da porção sul do planalto de Palmas-PR**. 2021. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.
- SUGUIO, K. Geologia sedimentar. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

SVIECH, Guilherme. **Relações entre solo, relevo e material de origem na região da Escarpa Devoniana em Ponta Grossa/PR**. 2024. 55 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

TAVARES, B. A. C.; BARROS, A. C. M.; CORREA, A. C. B. Intemperismo nas superfícies de cimeira do planalto da Borborema. **Regne**, Caicó, v. 01. n. 01, out. p. 66-75, 2015.

TORRADO, P. V.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. De. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, n. 1, jul. p. 145-192. 2005.

TORRADO, P. V.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. de. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, p. 145-192. 2005.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S.; SILVEIRA, C. T. da. Compartimentação geomorfométrica da bacia hidrográfica do Rio Itú/RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.16, n.2, Abr/Jun, p. 219-237. 2015.

TUCKER, M. *Techniques in Sedimentology*. 1. ed. London: Blackwell, 1995.

VIANNA, et al. Pedogeomorfologia, Micromorfologia e uso dos solos no Triângulo Mineiro. **BG Journal**, Ituiutaba, v. 10, n. 1, jan/jun. p. 47-66. 2019.

VILLELA, F. N. J.; ROSS, J. L. S.; MANFREDINI, S. Análise Geomorfopedológica na Borda Leste da Bacia Sedimentar do Paraná, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.16, n.4, out/dez. p. 669-682. 2015.

WANG, W. *et al.* Machine learning-based field geological mapping: A new exploration of geological survey data acquisition strategy. **Ore Geology Reviews**, Pequim, v. 166, n. 105959, fev. p. 1-15. 2024.

WERLANG, M. K. **Geomorfologia**. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/> Acesso em: 25, jun. 2025.

YADA, M. M. *et al.* Atributos Químicos e Bioquímicos em Solos Degradados por Mineração de Estanho e em Fase de Recuperação em Ecossistema Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 3, maio/jun. p. 1-14. 2015.

ZANINI, M. *et al.* Composto de Reflectância do Solo para Mapeamento Digital de Solos em um Distrito de Cultivo Mediterrâneo. **Sensores Remotos**, Basileia, v. 17, n. 1, dez/jan. p. 80-89. 2025.

ZINCK, J. A. *et al.* **Geopedology - An Integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies**. 1. ed. Switzerland: Springer, 2016.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Carta de Munsell, para a identificação das cores das amostras coletadas.



Fonte: Luana Tavares de Souza, jun., 2025.

[illegible]

Figura 32 - Modelo de ficha para descrição morfológica dos solos no campo (conclusão)

[illegible]

Apêndice 3 - Ficha de descrição de campo preenchida.

[illegible]