



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

**GESSIANE DA SILVA BARROS
LIDIA EDUARDA DOS SANTOS**

**ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA DAS NASCENTES MINADOR E PAU FERRO DO
MUNICÍPIO DE OLHO D'ÁGUA DO CASADO, ALAGOAS**

**Maceió, Alagoas
2023**

**GESSIANE DA SILVA BARROS
LIDIA EDUARDA DOS SANTOS**

**ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA DAS NASCENTES MINADOR E PAU FERRO DO
MUNICÍPIO DE OLHO D'ÁGUA DO CASADO, ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Geografia do Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial à obtenção do grau de bacharelado em Geografia.

Orientador (a): Profª. Dra. Ana Paula Lopes da Silva

Maceió, Alagoas
2023

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

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

B277a Barros, Gessiane da Silva.

Análise sedimentológica das nascentes Minador e Pau ferro do município de Olho D'Água do Casado, Alagoas / Gessiane da Silva Barros, Lidia Eduarda dos Santos. – 2023.

43 f. : il. color.

Orientadora: Ana Paula Lopes da Silva.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia):
Bacharelado Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia,
Desenvolvimento e Meio Ambiente. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 40-43.

1. Sedimentologia. 2. Análise de sedimentos. 3. Nascentes - Sedimentos - Alagoas. I. Santos, Lidia Eduarda dos. II. Título.

CDU: 911 : 551.3.051 (813.5)

FOLHA DE APROVAÇÃO

GESSIANE DA SILVA BARROS
LIDIA EDUARDA DOS SANTOS

ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA DAS NASCENTES MINADOR E PAU FERRO DO MUNICÍPIO DE OLHO D'ÁGUA DO CASADO, ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
banca examinadora do curso de Geografia da
Universidade Federal de Alagoas.

Aprovado em: 11 de outubro de 2023.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ANA PAULA LOPES DA SILVA**
Data: 20/10/2023 19:04:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva
Orientadora - IGDEMA

Documento assinado digitalmente
 **NIVANEIDE ALVES DE MELO FALCAO**
Data: 20/10/2023 15:39:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão
Examinadora - IGDEMA

Documento assinado digitalmente
 **JORGE LUIZ LOPES DA SILVA**
Data: 20/10/2023 14:59:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva
Examinador - ICBS

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, pelo dom da vida, por nos proporcionar força para enfrentar os desafios na vida acadêmica.

Aos familiares que sempre estiveram prontos a nos apoiar, pela compreensão em cada passo de nossas vidas.

A profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva, por ser nossa orientadora, pelos ensinamentos, conselhos e motivação, que foram imprescindíveis para a execução desse trabalho.

Ao Laboratório de Geologia do Museu de História Natural (MHN/UFAL), por disponibilizar o espaço para as análises sedimentológicas e para o estágio obrigatório no laboratório, na pessoa do prof. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva.

A todos que contribuíram para que este trabalho pudesse acontecer.

RESUMO

Estudos voltados à análise granulométrica e morfoscópica em sedimentos de nascentes são indispensáveis e relevantes para o entendimento dos processos ambientais, sedimentológicos e hídricos. Objetivou-se, no presente estudo, realizar o levantamento dos dados sedimentológicos para corroborar com o conhecimento e a manutenção das condições ambientais nas nascentes do município de Olho D' Água do Casado, semiárido de Alagoas. Foram coletadas, em 2018, duas amostras de sedimentos *in situ*: a primeira localizada na área urbana do município, Fonte Minador (NU) e a segunda localizada no assentamento Gastone Beltrão, área rural do município, denominada nascente do Pau-ferro (NR). Para a classificação dos sedimentos e a estatística, foi utilizado o software Sysgran 3.0. Os resultados demonstraram que as duas nascentes têm a maior representação granulométrica distribuída na fração areia, provavelmente associado ao desgaste das rochas areníticas no entorno dessas nascentes. A distribuição nas duas nascentes mostra que existe predominância de grãos sub angulosos, demonstrando que o material não teve tempo de ser modificado no transporte pela água até o seu local de deposição. A esfericidade é de baixa maturidade e está associada à textura superficial dos grãos que apresenta, em sua maioria, fosca, resultado do transporte realizado pelo vento. É pertinente afirmar que os dados da caracterização granulométrica e morfoscópica obtidos têm relevância e contribuições para o conhecimento das ações dinâmicas ambientais, do transporte e deposição de sedimentos nas nascentes, imprescindível para a conservação e manutenção das mesmas e como subsídios para futuros trabalhos.

Palavras-chave: Nascentes; Processos sedimentológicos; Área urbana e rural; Transporte; Deposição.

ABSTRACT

Studies focused on granulometric and morphoscopic analysis of spring sediments are essential and relevant for understanding environmental, sedimentological, and hydrological processes. The objective of this study was to conduct a survey of sedimentological data to contribute to the knowledge and maintenance of the environmental conditions of the springs in the municipality of Olho D'Água do Casado, a semi-arid region in Alagoas. In 2018, two in-situ sediment samples were collected: the first one located in the urban area of the municipality, Fonte Minador (NU), and the second one located in the Gastone Beltrão settlement, a rural area of the municipality, known as the Pau-ferro spring (NR). The Sysgran 3.0 software was used for sediment classification and statistics. The results showed that both springs had the highest granulometric representation in the sand fraction, likely associated with the erosion of arenaceous rocks in the vicinity of these springs. The distribution in both springs indicates a predominance of sub-angular grains, demonstrating that the material had not had time to be modified during water transport to its deposition site. Sphericity is of low maturity and is associated with the surface texture of the grains, which are mostly matte, a result of transport by the wind. It is pertinent to assert that the granulometric and morphoscopic characterization data obtained have relevance and contributions to the understanding of environmental dynamic actions, sediment transport, and deposition in the springs, essential for their conservation and maintenance, as well as providing support for future research.

Keywords: Springs; Sedimentological processes; Urban and rural areas; Transport; Deposition

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo Hidrológico.....	14
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo	19
Figura 3 - Mapa de localização das nascentes.....	20
Figura 4 - Amostras dos Sedimentos.....	21
Figura 5 - Procedimento Granulométrico Úmido e Seco	23
Figura 6 - Diagrama de Shepard 1954).....	25
Figura 7 - Diagrama de Tucker (1995).....	26
Figura 8 - Classificação de esfericidade.....	27
Figura 9 - Análise morfooscópica.....	27
Figura 10 - Nascentes estudadas.....	28
Figura 11 - Pontos de coleta dos sedimentos das nascentes: (A) urbana e (B) rural.....	29
Figura 12 - Material das amostras que permaneceram na peneira de 2 mm.....	31
Figura 13 - Material das amostras que permaneceram na peneira 0,63 mm.....	32
Figura 14 - Histograma da classificação das amostras	33
Figura 15 - Material das amostras que permaneceram abaixo da peneira 0,63 mm.....	33
Figura 16 - Tipos de areia classificados com base no diâmetro médio	35
Figura 17 - Distribuição Faciológica segundo o diagrama de Shepard (1954).....	39
Figura 18 - Precipitação da série histórica de 2011 - 2020 de Delmiro Gouveia e Piranhas ...	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das Classes Texturais dos pontos analisados, conforme proposto por Shepard (1954).....	30
Tabela 2 - Classificação amostral das nascentes quanto ao diâmetro médio.....	34
Tabela 3 - Classificação do grau de seleção.....	36
Tabela 4 - Classificação do grau de seleção das nascentes.....	36
Tabela 5 - Classificação da assimetria.....	37
Tabela 6 - Classificação assimétrica das nascentes.....	37
Tabela 7 - Classificação da curtose.....	38
Tabela 8 - Classificação das amostras coletadas quanto curtose.....	39
Tabela 9 - Classificação do grau de arredondamento, esfericidade e textura superficial dos grãos.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Angulosa

APP - Área de Proteção Permanente

AR - Arredondado

BAR - Bem Arredondado

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MHN - Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas

NR - Nascente Rural

NU - Nascente Urbana

SA - Sub-Anguloso

SAR - Sub-Arredondado

SEMARH - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Alagoas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Nascentes	14
2.2 Conservação de Nascentes.....	15
2.3 Sedimentologia	16
2.3.1 Processos Sedimentológicos	17
2.3.2 Processo Erosivo	17
2.3.3 Transporte e deposição dos sedimentos	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Caracterização da área de estudo	19
3.2 Identificação dos pontos de coleta dos sedimentos e mapeamento das nascentes	21
3.3 Análise Sedimentológica das Nascentes	22
3.3.1 Análise Granulométrica	22
3.3.1.1 Parâmetros Estatísticos Granulométricos	25
3.3.1.2 Distribuição Fáciológica	25
3.3.2 Morfoscopia das Nascente	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Identificação dos pontos de coleta dos sedimentos e localização das nascentes.....	28
4.2 Análise Sedimentológica	30
4.2.1 Distribuição das Classes Texturais das Nascentes	30
4.2.2 Análise Granulométrica das Nascentes	30
4.2.2.1 Fração Cascalho	31
4.2.2.2 Fração Areia	32
4.2.2.3 Fração Finos	33
4.2.2.4 Diâmetro Médio	34
4.2.2.5 Desvio Padrão	35
4.2.2.6 Assimetria	36
4.2.2.7 Curtose	38
4.2.2.8 Distribuição Faciológica	39
4.2.3 Análise Morfoscópica das Nascentes	40
4.3 Classificação das Nascentes de Acordo com Sua Perenidade	40
5 CONCLUSÃO.....	43
6 REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

A água, como recurso natural, é de vital importância para o ser humano e necessária a todos os seres vivos na preservação e existência da vida. O homem como ser racional e pensante, tem demonstrado preocupação com o futuro dos recursos hídricos para sua subsistência, cada vez mais escassos e de difícil acesso, com previsão de extinção (RHODEN, 2016).

Estima-se que cerca de 2,5% da água do planeta é doce, e se encontra principalmente em forma de gelo e águas superficiais. Apenas uma pequena fração, cerca de 0,3% estão em rios, lagos, lençóis freáticos e vapor d'água, sendo acessível para uso direto pelo ser humano e outros organismos terrestres.

Neste sentido, o crescimento populacional desordenado vem contribuindo para o aumento da demanda por recursos hídricos. Vários fatores interferem e podem influenciar a qualidade da água para o consumo, tais como: substrato rochoso, clima, tipo de solo, seu uso e manejo, cobertura vegetal, características físicas da bacia hidrográfica, e principalmente as atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, com utilização de agroquímicos na produção agropecuária (SILVA & GASPARETTO, 2016).

Essa situação é motivo de preocupação visto que, tem levado à degradação e poluição de vastas áreas, resultando na extinção de espécies da fauna e da flora, afetando a quantidade dos recursos hídricos, assim como sua qualidade. Este cenário é visível no semiárido brasileiro, onde, de acordo com Pinheiro et al., (2018), a ocupação nessa região demanda grandes volumes de água, principalmente nos anos de seca, tendo as nascentes um papel crucial para a subsistência de inúmeras famílias.

As nascentes podem perder a capacidade quantitativa e qualitativa da água aflorante quando alteradas por ações antrópicas, os usos e ocupações em seu entorno e na área de recarga do lençol freático, comprometendo seu reabastecimento e a qualidade da água (RODRIGUES, 2010).

Sendo assim, a conservação das nascentes em regiões semiáridas é essencial para o suprimento das necessidades fundamentais humanas e animais, bem como para o desenvolvimento das atividades socioeconômicas, visto que essas regiões apresentam condições de estiagem e déficit hídrico durante grande parte do ano (RIBEIRO, 2014).

Devido à importância das nascentes para conservação dos recursos hídricos, conhecer sua distribuição espacial torna-se de fundamental relevância para proposições de caráter de preservação e/ou conservação desses atributos (VIEL et al., 2013).

A análise sedimentológica é uma ferramenta que contribui para o entendimento da dinâmica desses ambientes, pois a mesma é um campo da geologia dedicado ao estudo da origem e formação dos depósitos sedimentares em diferentes ambientes. Segundo CARVALHO (2008), ela compreende os processos de transporte, deposição e erosão dos sedimentos nas áreas de nascentes, entre outras.

Desta forma, uma análise sedimentológica fornece informações valiosas sobre as condições ambientais passadas e atuais, bem como sobre a qualidade da água, além de auxiliar na identificação de possíveis impactos antrópicos, como a poluição por metais pesados ou a erosão acelerada causada por atividades humanas, contribuindo para a gestão e conservação dos recursos hídricos.

Para o presente estudo, foram selecionadas duas nascentes que estão localizadas no município de Olho d'Água do Casado, semiárido alagoano, para análise das condições de conservação. As nascentes são denominadas de Minador, localizada na área urbana, e Pau Ferro, localizada na área rural do município.

Justifica-se nesse estudo que, as nascentes de Olho D'Água do Casado integram uma Área de Proteção Permanente - APP, onde a mesma é legalmente assegurada sua preservação e proteção. Esses locais desempenham um papel crucial na dinâmica hídrica, sendo portanto, imprescindível a conservação dessas nascentes examinadas, dado seu inestimável valor tanto para o meio ambiente quanto para a população que reside nos locais. Frente aos desafios enfrentados por essas nascentes, este trabalho pode apresentar-se como útil para tomadas de possíveis soluções que ajudem em sua conservação.

A problemática apresentada na pesquisa foi: Em quais circunstâncias se encontram a conservação das nascentes no município Olho D'Água do Casado?

Como hipótese, destaca-se que devido aos impactos antrópicos, é provável que as nascentes no município Olho D'Água do Casado, localizado em Alagoas, apresentem níveis de conservação comprometidos, resultando em redução na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos na região.

O presente trabalho objetivou realizar o levantamento dos dados sedimentológicos para corroborar com o conhecimento e a manutenção das condições ambientais nas nascentes do município de Olho D'Água do Casado, semiárido de Alagoas. Como objetivo específico foi definido, analisar os sedimentos presentes nas nascentes por meio de técnicas de granulometria e morfoscopia.

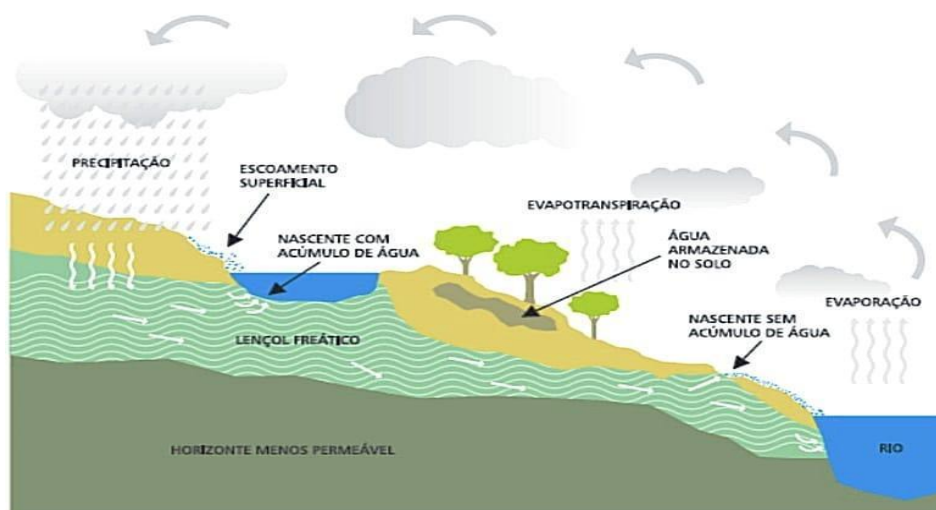
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Nascentes

Há diversas perspectivas e interpretações sobre o que constitui uma nascente, e isso acontece porque o conceito envolve uma complexidade ambiental considerável. Para uma compreensão melhor do conceito de nascente é imprescindível entender a respeito do ciclo hidrológico. Através do ciclo hidrológico, a água torna-se um recurso excepcionalmente renovável, uma vez utilizada, ela é devolvida à natureza.

De acordo com Loureiro (1983), dentro de uma bacia hidrográfica, parte da a água da chuva é interceptada pelas plantas, evapora-se e volta para a atmosfera; parte escoam superficialmente formando as enxurradas que, através de um córrego ou rio abandona rapidamente a bacia; outra parte infiltra no solo, com uma parcela ficando temporariamente retida nos espaços porosos; outra parte sendo absorvida pelas plantas ou evaporando-se através da superfície do solo, e outra alimentando os aquíferos, que constituem o horizonte saturado do perfil do solo (Figura 1).

Figura 1 - Ciclo Hidrológico



Fonte: Cad. Mata Ciliar, São Paulo (2009).

Dessa forma, as nascentes são pontos de uma bacia hidrográfica que em determinado momento do ciclo hidrológico, conduzirá a água acumulada de um lençol freático para a superfície, dando origem a riachos, rios, fontes, lagos, etc. (MOTTA e GONÇALVES, 2016).

Segundo Calheiros (2004), as nascentes localizam-se em encostas ou depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d'água local; podem ser perenes (de

fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

No Brasil, A Lei Federal 12.651/2012, define nascente como um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água, quando ocorre o surgimento intermitente de água a partir do solo, é denominado de olho d'água. (BRASIL, 2012).

As águas das nascentes, são consideradas um recurso natural e de uso comum para as sociedades, assim como todas as águas são elementos essenciais para a vida no planeta (NASCIMENTO 2010). Considerando a relevância das nascentes no processo hidrológico, é essencial adotar práticas de conservação.

2.2 Conservação de Nascentes

As nascentes têm ligação com múltiplos elementos: água, solo, relevo, geologia, clima e a própria dinâmica da população. Neste sentido, o cuidado adequado da microbacia, onde estas fontes de água se encontram, é crucial para garantir sua conservação e funcionamento.

O manejo da microbacia tem como objetivo principal a produção de água em quantidade e qualidade, de forma que haja o uso racional dos recursos naturais, como a boa prática do uso do solo. Ou seja, quanto ao trato da cobertura vegetal do solo, de forma que possa haver a manutenção da respectiva nascente e córrego (VALENTE, 2011).

Dada a relevância das nascentes tanto para o ecossistema quanto para as práticas humanas, o Novo Código Florestal é crucial na salvaguarda destes locais, definindo critérios para manter um montante de flora nativa em seu entorno. O objetivo destas diretrizes é assegurar a integridade e volume da água, além de conservar a diversidade biológica. Estes espaços são categorizados como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e estão sujeitos a regulamentações específicas para garantir sua proteção e manejo sustentável.

De acordo com a Lei nº 12.651/12, alterada pela Lei nº 12.727/12 (Novo Código Florestal), constata-se no art. 3º: Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei nº 12.651, O Novo Código Florestal, p. 3, 2012).

A conservação das nascentes reveste-se de uma importância indiscutível, uma vez que esses ecossistemas de água doce se destacam por sua notável sensibilidade às transformações no ambiente. São áreas suscetíveis a sofrer os impactos negativos decorrentes de diversas atividades humanas, tais como o desmatamento em larga escala, a expansão desordenada de áreas urbanas e a introdução de interferências em suas proximidades.

Os problemas de conservação de nascentes são quase impossíveis de ter uma solução imediatamente pronta, pois os ecossistemas hidrológicos têm cada um a sua particularidade, onde devem ser respeitados no decorrer dos procedimentos de recuperação e conservação. É nesse sentido que a sedimentologia vem sendo usada como ferramenta de estudo para a manutenção dessas nascentes.

2.3 Sedimentologia

A Sedimentologia, se ocupa em estudar as partículas formadoras de sedimentos, avaliando os processos envolvidos em sua gênese, transporte e deposição. Neste sentido, ela estuda os depósitos sedimentares e suas origens. Ela é aplicável em vários tipos de depósitos: antigos ou modernos, marinhos ou continentais, inclusive seus conteúdos faunísticos e florísticos, minerais, texturas e estruturas, além da diagênese e evolução temporal e espacial (SUGUIO, 2003).

O sedimento dos ecossistemas aquáticos continentais é formado por uma grande variedade de materiais orgânicos e inorgânicos de origem autóctone e alóctone (CALLISTO e ESTEVES, 1996). A composição e distribuição do sedimento de uma nascente são determinadas em grande parte pela escala espacial e contexto geológico (WARD, 1992), que podem ser modificadas através da entrada de grande variedade de materiais orgânicos particulados (CARNEIRO et al., 2009). No entanto, a conversão e/ou redução das florestas naturais pode levar a uma mudança na composição granulométrica devido ao aumento na carga de sedimentos superficiais do solo e redução na entrada de matéria orgânica (SILVA et al., 2011).

Para entender essas mudanças, é importante compreender os processos sedimentológicos, onde serão observados atualmente em termos de formas, depósitos, características, recursos e processos, para então projetar o que teremos de futuro.

2.3.1 Processos Sedimentológicos

Os processos sedimentológicos, enfrenta a complexidade inerente, moldada por uma interação intrincada de diversos fatores. Esses processos têm seu início na gradual decomposição das rochas sólidas, um fenômeno desencadeado pela ação diversificada de agentes geológicos. Sua origem pode estar associada a fontes naturais como o intemperismo de rochas, de processos de erosão, transporte e deposição ou até mesmo de fontes antropogênicas (CARVALHO 2008).

Os sistemas fluviais têm grande capacidade erosiva e transportadora. Investigar os fenômenos de erosão e deposição permite concluir sobre a dinâmica hidrológica dos cursos d'água (Schumm, 1977).

2.3.2 Processo erosivo

A erosão é a separação de uma parcela da fração da rocha e do solo, por ação do vento, água ou advindo de ações semelhantes. Esse processo tende a ser mais intenso quando a vegetação nativa é removida, essencial na conservação da superfície do solo. As partículas desprendidas sofrem deslocamento da posição, transportadas para cursos d' água ou retida em desníveis e terrenos planos (ROSA, et al., 2012). Assim, a erosão é um processo no qual um agrupamento de processos que ocorrem na superfície da terra acarreta na remoção de materiais minerais.

Oliveira, et al., (2018), consideram fatores importantes que podem causar erosão, como: tipologia do solo, cobertura de superfície do solo, topografia, textura do solo, entre outros. Além de aspectos naturais, reconhece que as ações antrópicas intensificam significativamente a erosão nas bacias hidrográficas (REUSSER e ROOD, 2015).

Existem vários tipos de erosão, contudo a erosão hídrica superficial, a erosão eólica e a fluvial estão dentro dos principais e mais significativos tipos de erosão (CARVALHO,2008).

A erosão hídrica é o processo de desprendimento e transporte de partículas do solo causado pela água. Constitui-se em uma das principais causas de deterioração acelerada das terras utilizadas na agricultura (OLIVEIRA et al., 2005).

A erosão eólica consiste no transporte aéreo ou por rolamento de partículas do solo pela ação do vento. Ocorre normalmente em regiões planas, de pouca chuva, onde a vegetação natural é escassa e sopram ventos fortes. Geralmente, acontece em regiões de clima árido ou

semiárido ou naquelas regiões em que o período chuvoso é concentrado numa época do ano, com curta duração. As condições edafoclimáticas para o estabelecimento da erosão eólica são: solo pouco coeso, seco, de textura fina, de superfície uniforme e topografia plana (SILVA, 1995).

A erosão fluvial é aquela que ocorre nos cursos d'água, ocasionada principalmente pela ação das correntes dos rios. Esse tipo de erosão apresenta grande interesse na morfologia fluvial podendo explicar a formação do rio e da rede hidrográfica, sendo responsável pelo alargamento e aprofundamento do leito dos rios (CARVALHO, 2008).

Os processos erosivos ocorrem naturalmente no meio ambiente, de forma lenta e gradual causando, no decorrer da evolução do globo terrestre, mudanças no relevo e na vegetação (BERTONI, LOMBARDI, 1993). Dessa forma, é imprescindível ressaltar a importância de entender os processos de erosão do solo e transporte de sedimentos ao longo dos rios, para identificar as áreas propensas à erosão e encontrar medidas potenciais para aliviar os efeitos ambientais (WU e CHEN, 2012).

2.3.3 Transporte e deposição dos sedimentos

O transporte sedimentar pode ser definido como o deslocamento de material na superfície terrestre, ocasionado por variados agentes de transporte. A produção de sedimentos se origina do desprendimento de partículas sólidas do solo através dos processos erosivos, é a quantidade de material erodido em um determinado local, tendo origem inicialmente nas vertentes. O uso da terra e o crescimento populacional urbano e rural aceleram este processo, no que resulta o aumento sensível na produção de sedimentos (CABRAL, 2011).

Segundo Carvalho et al. (2000) a produção de sedimento derivada da área de drenagem ou correspondente a toda uma bacia hidrográfica é dependente da erosão, do escoamento das águas de chuva com o carregamento dos sedimentos e das características de transporte de sedimentos nos cursos d'água.

O processo de deposição ocorre quando as forças do escoamento se reduzem até a condição de não poder continuar a deslocar a partícula. O depósito pode ocorrer em locais planos, em canais, planícies de inundação, reservatórios, deltas, estuários ou no oceano. Esses sedimentos depositados podem causar diversos problemas, dependendo da quantidade, qualidade e local de deposição (CARVALHO, 2008).

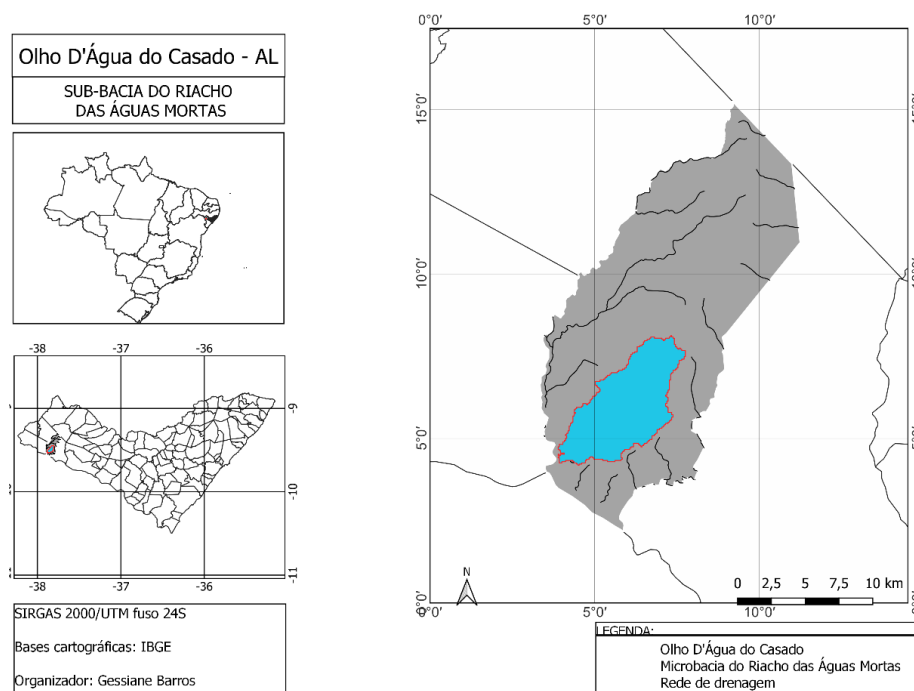
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada no município Olho D'água do Casado, que dispõe de uma área total de 322,8 km², localizado à oeste do estado de Alagoas (Figura 2). Limita-se ao Norte com os municípios de Inhapi e Água Branca, a Sul com Canindé do S. Francisco (SE) (Rio São Francisco), a Leste com Piranhas e a Oeste com Delmiro Gouveia e Água Branca.

O município está inserido na mesorregião do Sertão Alagoano e microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco. Tendo sua sede a uma altitude aproximada de 230 m e coordenadas geográficas de 9°30'03" de latitude sul e 37°49'56" de longitude oeste.

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Barros (2022).

Sua geologia está marcada pela Província Borborema e pela Depressão Sertaneja (EMBRAPA, 2006). Parte de sua área inserida na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja (cerca de 35 %), representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de Pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos com vertentes dissecadas, com relevos residuais, cristas e/ou outeiros (CPRM, 2005).

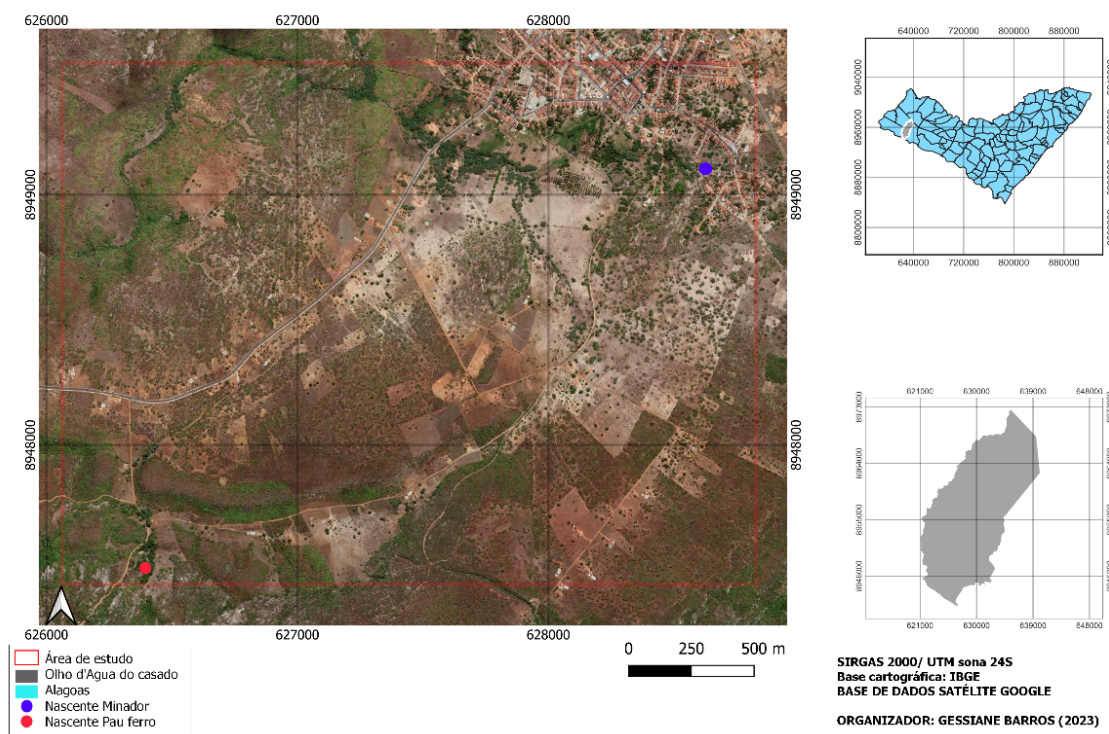
A maior parte do município está inserida no Planalto da Borborema (65% da área), formada por maciços e outeiros altos com altitudes variando de 600 a 1000 m, apresentando relevo movimentado, com vales profundos e estreitos.

Com clima tropical semiárido, tem como vegetação natural a caatinga hiperxerófila/hipoxerófila, apresentando alto grau de intervenção antrópica. Tem a sua característica por perder as folhas no período de estiagem. Segundo Parahyba et al. (2018), as principais classes de solos que ocorrem no município são: Planossolo, Neossolo Regolítico, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólico e Gleissolo.

Do ponto de vista hidrológico, Olho D'Água do Casado está inserido na bacia hidrográfica do rio São Francisco, que limita o município ao Sul, todos os seus afluentes e subafluentes são intermitentes, apresentando padrão de drenagem pinado, uma variação do dendrítico, cujo sistema fluvial deságua no rio São Francisco (MASCARENHAS et al., 2005).

Foram escolhidas duas nascentes para análise sedimentológica, que se denominam Minador, localizada na área urbana, e Pau Ferro, localizada na área rural do município. As nascentes pertencem à sub-bacia do riacho das Águas Mortas (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de localização das nascentes



Fonte: Barros (2023).

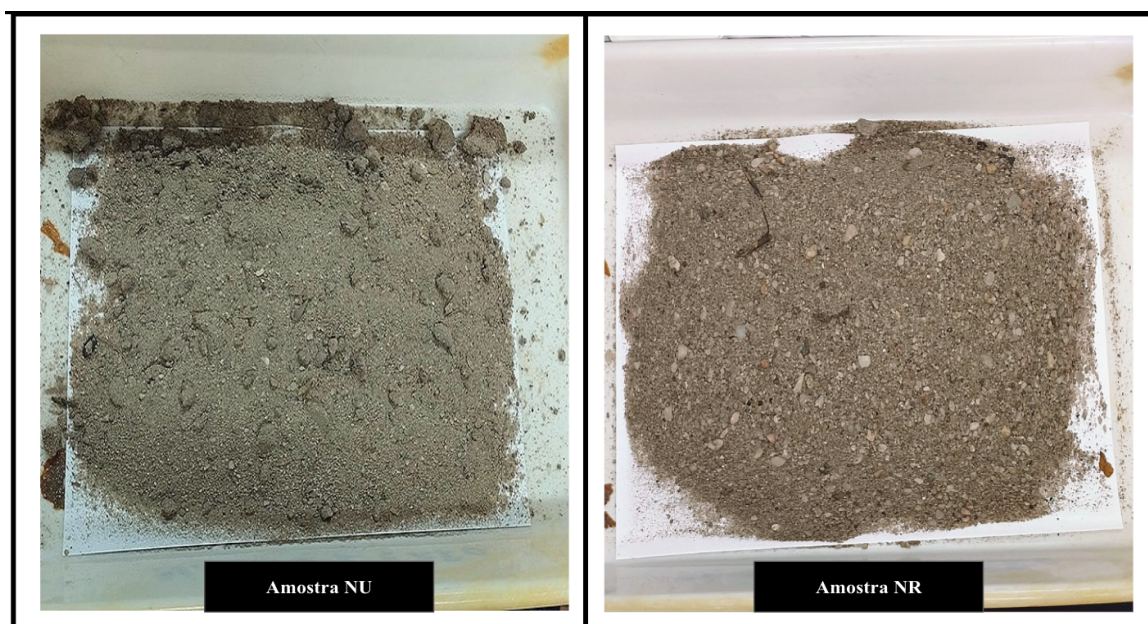
3.2 Identificação dos pontos de coleta dos sedimentos e localização das nascentes.

Na identificação dos pontos de coleta de sedimentos e localização das nascentes, foi empregado uma combinação de ferramentas tecnológicas avançadas e softwares especializados. Inicialmente, foi utilizado um drone para realizar um levantamento aéreo detalhado da área, o que proporcionou imagens de alta resolução e uma visão panorâmica dos locais de interesse.

O processo de construção do mapa das nascentes foi conduzido com o auxílio do software Quantum GIS (QGIS) na sua versão 3.22.8. Foram utilizadas imagens de satélite fornecidas pelo Google satélite, instalado como complemento no próprio QGIS. Processado os dados, foram identificadas as nascentes.

As amostras de sedimentos (Figura 4), foram coletadas em 22 de abril de 2018, nas proximidades das duas fontes. O mês de abril foi selecionado devido à pouca incidência de chuvas no ano em questão, o que proporcionou condições mais favoráveis para a coleta junto às nascentes. Todo o material coletado foi devidamente acondicionado e etiquetado. Posteriormente, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Geologia do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas - MHN/UFAL, onde foram submetidas a procedimentos como secagem do sedimento, análise granulométrica e morfoscópica.

Figura 4 - Amostras dos sedimentos



Fonte: Ana Paula Lopes da Silva (2018), elaboração: Autoras (2023).

3.3 Análise Sedimentológica das Nascentes

A análise sedimentológica é um recurso valioso para correlacionar as características texturais dos sedimentos com uma variedade de ambientes, todos constituindo a dinâmica deposicional. O transporte sedimentar é o mecanismo através do qual ocorre a redistribuição dos sedimentos. Isso ocorre em função de uma variedade de fatores que são variáveis tanto temporal quanto espacialmente. O estudo da distribuição de sedimentos em classes granulométricas recebe a denominação de Análise Textural ou Granulométrica (MARTINS, 2010). A textura sedimentar é frequentemente classificada em categorias como finos (argila/silte), areia e cascalho, com base no tamanho das partículas. Através da observação meticulosa desses atributos, é possível inferir as condições ambientais e os mecanismos de deposição que ocorreram no passado.

3.3.1 Análise Granulométrica

A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras (presumivelmente representativas dos sedimentos) e no tratamento estatístico dessa informação. Basicamente, o que é necessário fazer, é determinar as dimensões das partículas individuais e estudar a sua distribuição. Assim, para efetuar a descrição adequada de um sedimento, torna-se necessário proceder a uma análise pormenorizada, utilizando classes granulométricas com pequena amplitude. Quanto menor for a amplitude das classes, melhor é a descrição da variabilidade dimensional das partículas que constituem o sedimento. (DIAS, 2004).

Após a coleta no campo, os sedimentos provenientes das nascentes NU e NR foram expostos à secagem em condições de temperatura ambiente. Uma vez que as amostras estavam completamente secas, foram conduzidos, em ambiente laboratorial, dois protocolos distintos: o peneiramento em estado seco e também em estado úmido. Essas etapas seguiram os critérios estabelecidos pela classificação proposta por Folk & Ward (1957):

Fração cascalho – engloba todas as partículas que permaneceram retidas na malha da peneira de 2,00 mm durante o processo de peneiramento úmido. Esta categoria compreende partículas principalmente de quartzo, acompanhadas por vestígios de matéria orgânica.

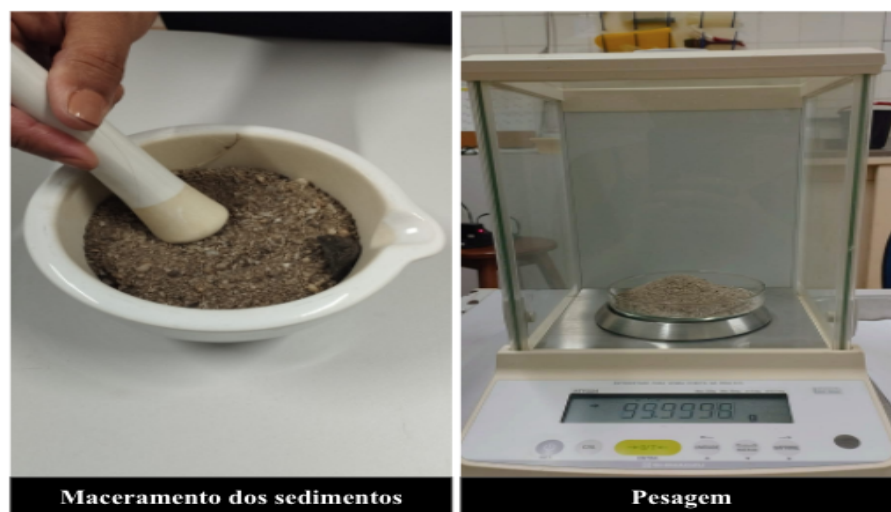
Fração areia – conjunto de partículas retidas pela malha da peneira de 0,063 mm, na qual em etapas subsequentes, a abordagem de peneiramento a seco é empregada.

Fração finos – abarca todas as partículas que atravessaram a malha da peneira de 0,063 mm durante o processo de peneiramento úmido e que permaneceram retidas no recipiente coletor (balde).

O método empregado para o peneiramento, tanto em condições secas quanto úmidas, (Figura 5), foi baseado na abordagem delineada por Suguio (1973). Para o processo de peneiramento úmido, uma quantidade de 100g da amostra total foi meticulosamente pesada através de uma balança semi analítica.) As peneiras com aberturas de 2,00 mm e 0,063 mm, juntamente com um balde, foram selecionadas para esse procedimento. As amostras foram dispostas sobre as peneiras e sujeitas a uma lavagem minuciosa com água corrente (Figuras 6), visando a separação das frações: cascalho, areia e finos/lama, que engloba silte e argila. Os resíduos retidos nas peneiras e no balde foram transferidos para recipientes tipo Becker, devidamente rotulados, e então colocados em repouso para possibilitar a decantação. Após a etapa de decantação, as amostras foram submetidas a um processo de secagem em estufa a 60°C.

Para o peneiramento seco, foram utilizadas amostras retidas na peneira 0,063 mm. A amostra foi pesada e posta no agitador de peneiras. Para a separação do material seco usou-se as seguintes peneiras: 1,00 mm; 0,500 mm; 0,250 mm; 0,125 mm e 0,063 mm. Esse conjunto de peneiras serviu para separar, respectivamente, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina. Após todo o procedimento o material foi pesado novamente e os resultados plotados em uma ficha de análise granulométrica.

Figura 5 - Procedimento granulométrico úmido e seco





Procedimento Úmido



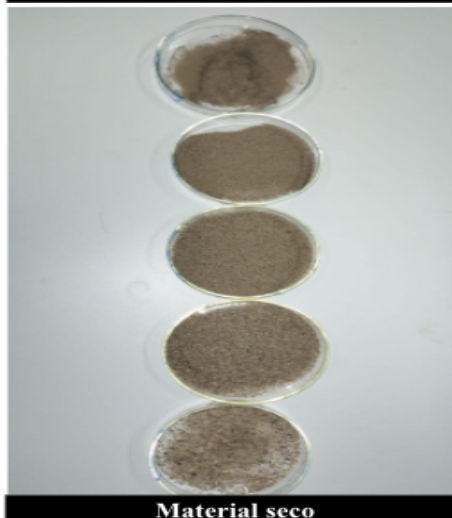
Processo de decantação



Amostra na estufa para secagem



Procedimento Seco



Material seco



Pesagem do material seco

Fonte: Autoras (2023).

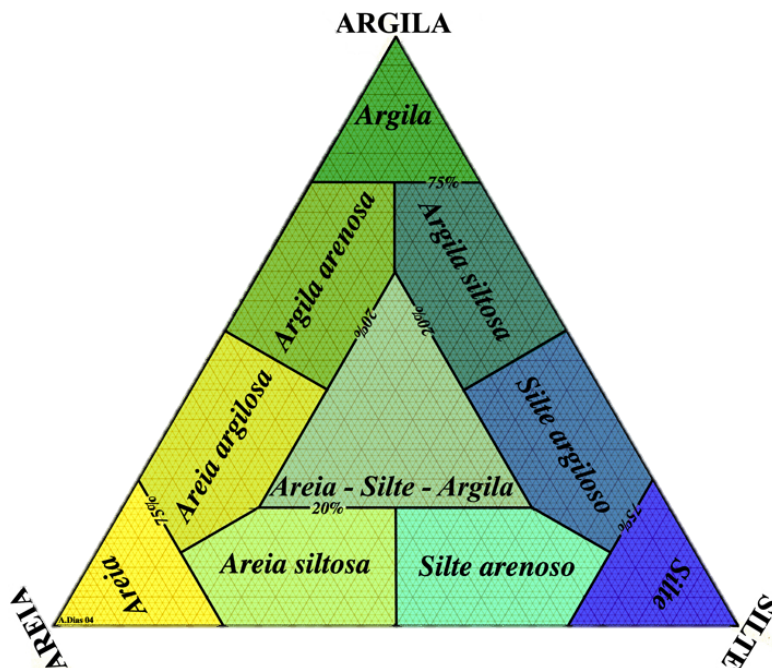
3.3.1.1. Parâmetros Estatísticos Granulométricos

Após a conclusão dos processos de peneiramento, os valores que representam os sedimentos capturados pelas peneiras foram submetidos a análises, onde elaborou-se histogramas e curvas acumulativas utilizando o Software Sysgran 3.0 (CAMARGO, 2006), que se baseia nas fórmulas dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957). Os resultados dos parâmetros de classificação dos grãos – diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose - são correlacionados em cada amostra possibilitando a distinção de influência dos diferentes ambientes fluviais, associando aos níveis de energia no transporte e deposição de sedimentos.

3.3.1.2 Distribuição Fáciológica

A distribuição sedimentar faciológica na região de estudo foi estabelecida com base nos dados das proporções das diferentes classes de textura, por meio da aplicação do triângulo de classificação Shepard (1954) (Figura 6).

Figura 6 - Diagrama de Shepard (1954).

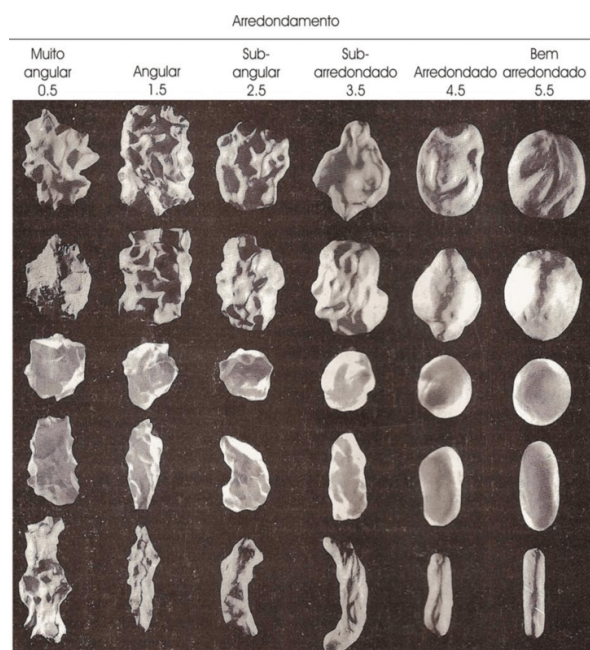


Fonte: Dias (2004).

3.3.2 Morfoscopia das Nascente

A análise da Morfoscopia de amostras em sedimento de nascentes visa contribuir nas intervenções para a conservação desses espaços. A metodologia aplicada foi baseada de acordo com o método descrito por Tucker (1995), que consiste, primeiramente, na separação de 100 grãos de amostra que foram anteriormente processados na análise granulométrica. Usa-se as amostras da peneira 0,500mm, onde, através de uma lupa binocular, foram observados os seguintes parâmetros: arredondamento, esfericidade e textura superficial. Para tornar o grau de arredondamento avaliado de forma mais objetiva, foram definidas categorias: muito angular; angular; sub angular; sub arredondado; arredondado; e bem arredondado (Figura 7).

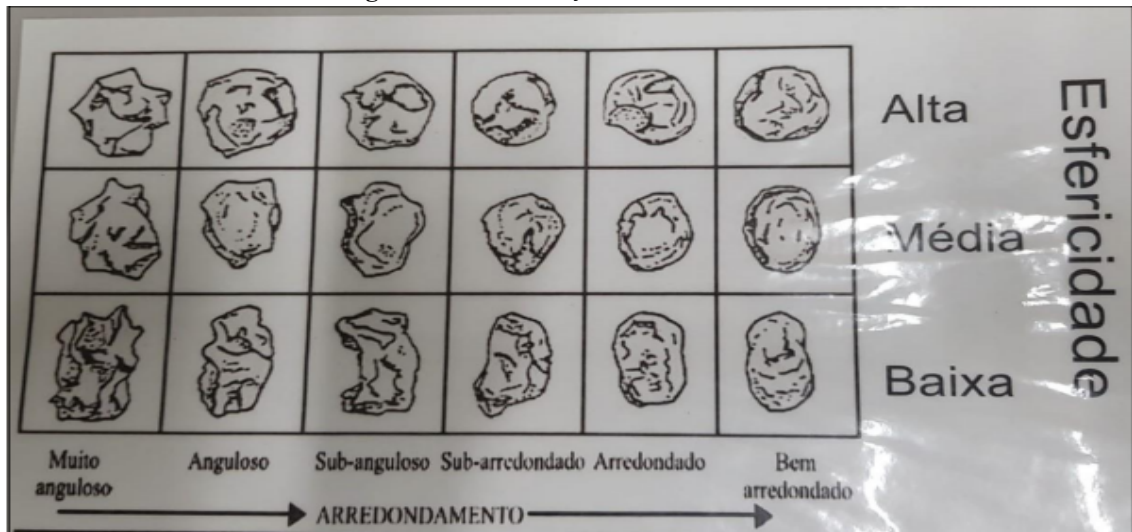
Figura 7 - Diagrama de Tucker (1995).



Fonte: Adaptado de Power, 1982 apud Tucker (1995).

Para a classificação de esfericidade foi utilizada a escala de Powers (1954 apud SCHOLLE, 1979), onde são definidas como esfericidade: baixa, média e alta (Figura 8). Para classificar a textura superficial foi utilizado o diagrama de acordo com Schneider e Cailleux (1959 apud REINECK e SINGH, 1980), que define as texturas em: fosca e brilhantes.

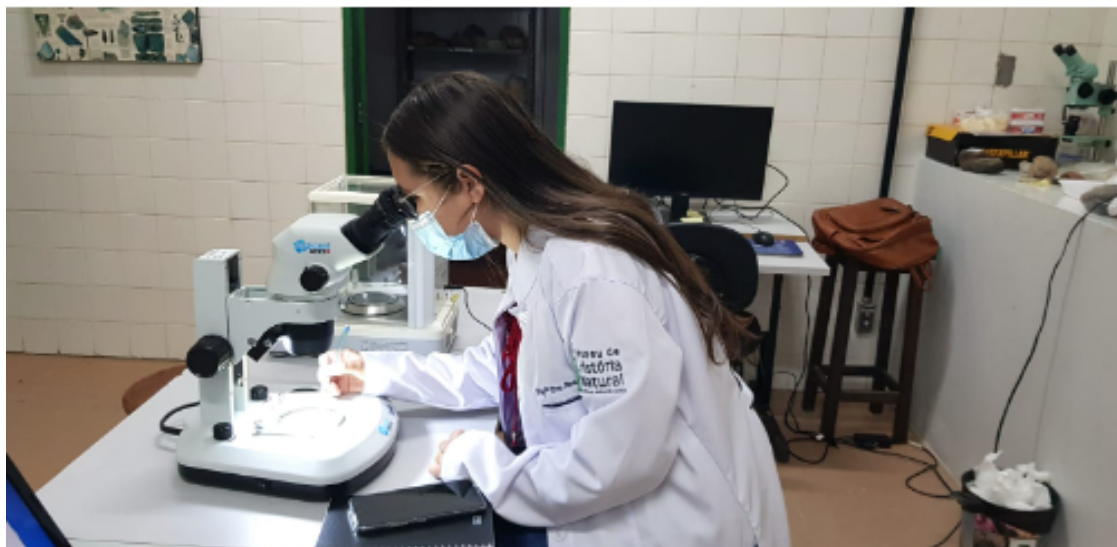
Figura 8 - Classificação de esfericidade.



Fonte: Scholle (1979).

Para analisar a amostra, foi usada uma lupa binocular e, sob uma luz refletida, separando-se 100 grãos de cada nascente para sua classificação (Figura 9). Os resultados foram mostrados em tabelas, levando em consideração a predominância de cada grão.

Figura 9 - Análise morfoscóica



Fonte: Autoras (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação dos pontos de coleta dos sedimentos e localização das nascentes

As nascentes estudadas (Figura 10), caracterizam-se por estarem cercadas por afloramentos rochosos sedimentares, favorecendo a formação de uma ilha de vegetação com ocorrência de solos rasos e fragmentos pedregosos (SILVA et al., 2019). A nascente Minador (NU), encontra-se geograficamente referenciada a $09^{\circ} 30' 17''$ de latitude (S) e $37^{\circ} 49' 42''$ de longitude (W), já a nascente Pau Ferro (NR), se encontra a $09^{\circ} 31' 10''$ de latitude (S) e $37^{\circ} 50' 54''$ de longitude (W).

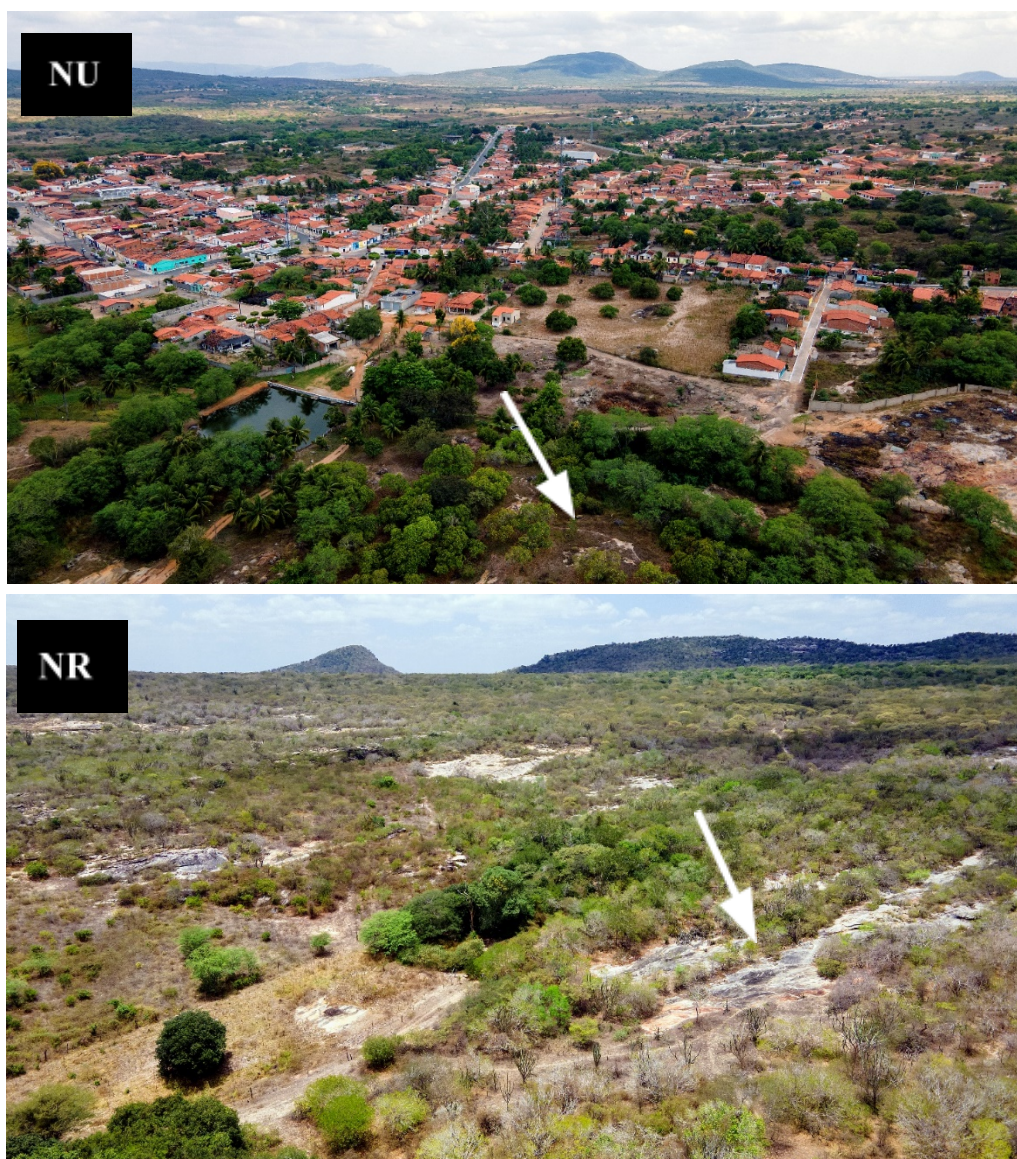
Figura 10 - Nascentes estudadas



Fonte: Ana Paula Lopes da Silva (2018).

As coletas de sedimentos foram realizadas em duas áreas distintas (Figura 11). O primeiro ponto de coleta foi a nascente Minador (NU), que está situada na região urbana. Esta foi escolhida por ser um local no qual a drenagem no entorno colabora com o acúmulo de sedimentos e fatores como a falta da mata ciliar e ações irregulares que favorecem ainda mais a chegada de sedimentos transportados pelas águas no período de chuva. A ausência dessa mata ciliar combinada com atividades humanas irregulares, como construções não autorizadas ou descarte inadequado de resíduos, amplifica o transporte de sedimentos, especialmente durante os períodos de chuvas intensas.

Figura 11 - Pontos de coleta dos sedimentos das nascentes: (A) urbana e (B) rural



Fonte: Ana Paula Lopes da Silva (2018).

O segundo local de coleta está localizado na zona rural, na nascente Pau Ferro (NR). A escolha deste ponto tem uma razão muito específica: ele representa uma área vital para a comunidade local. A nascente Pau Ferro é a principal fonte de abastecimento de água para o assentamento Gastone Beltrão, um local que depende diretamente da qualidade e quantidade de água fornecida por essa nascente. Monitorar os sedimentos aqui não é apenas uma questão acadêmica ou científica, mas também uma questão de saúde e bem-estar para os residentes do assentamento.

4.2 Análise Sedimentológica

4.2.1 Distribuição das Classes Texturais das Nascentes

Determinadas propriedades físicas dos sedimentos são fundamentais para estudar os depósitos sedimentares e a dinâmica sedimentar que os originou. No entanto, a propriedade mais ressaltante dos sedimentos é, provavelmente, a dimensão das partículas que os compõem. Neste aspecto, a primeira abordagem, e a mais simplista, é a quantificação por grandes classes dimensionais, ou seja, a “Análise Textural” (DIAS, 2004).

4.2.2 Análise Granulométrica das Nascentes

A análise granulométrica das duas amostras coletadas das nascentes foi realizada por meio de peneiramento, resultando no seguinte padrão de frações (Tabela 1):

Tabela 1 - Classificação das Classes Texturais dos pontos analisados, proposto por Shepard (1954)

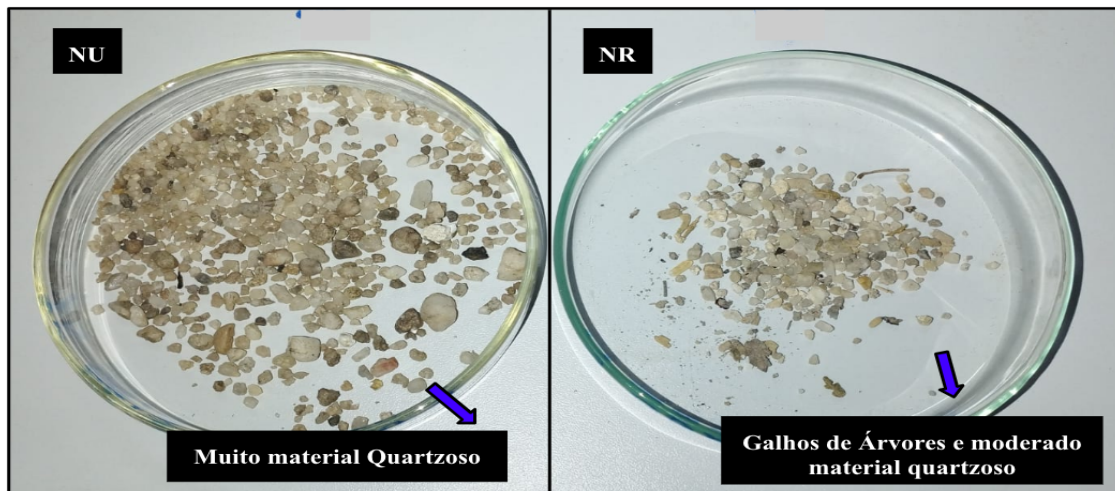
AMOSTRAS	FRAÇÃO CASCALHO %	FRAÇÃO AREIA %	FRAÇÃO FINOS %	CLASSIFICAÇÃO
NU	13,70	85,79	0,52	Areia
NR	3,07	95,70	1,78	Areia

Fonte: Autoras (2023).

4.2.2.1 Fração Cascalho

A fração cascalho refere-se ao conjunto de partículas com dimensões superiores a 2mm, tendo as amostras NU e NR apresentado um percentual significativo (Figura 12).

Figura 12 - Material das amostras que permaneceram na peneira de 2 mm.



Fonte: Autoras (2023).

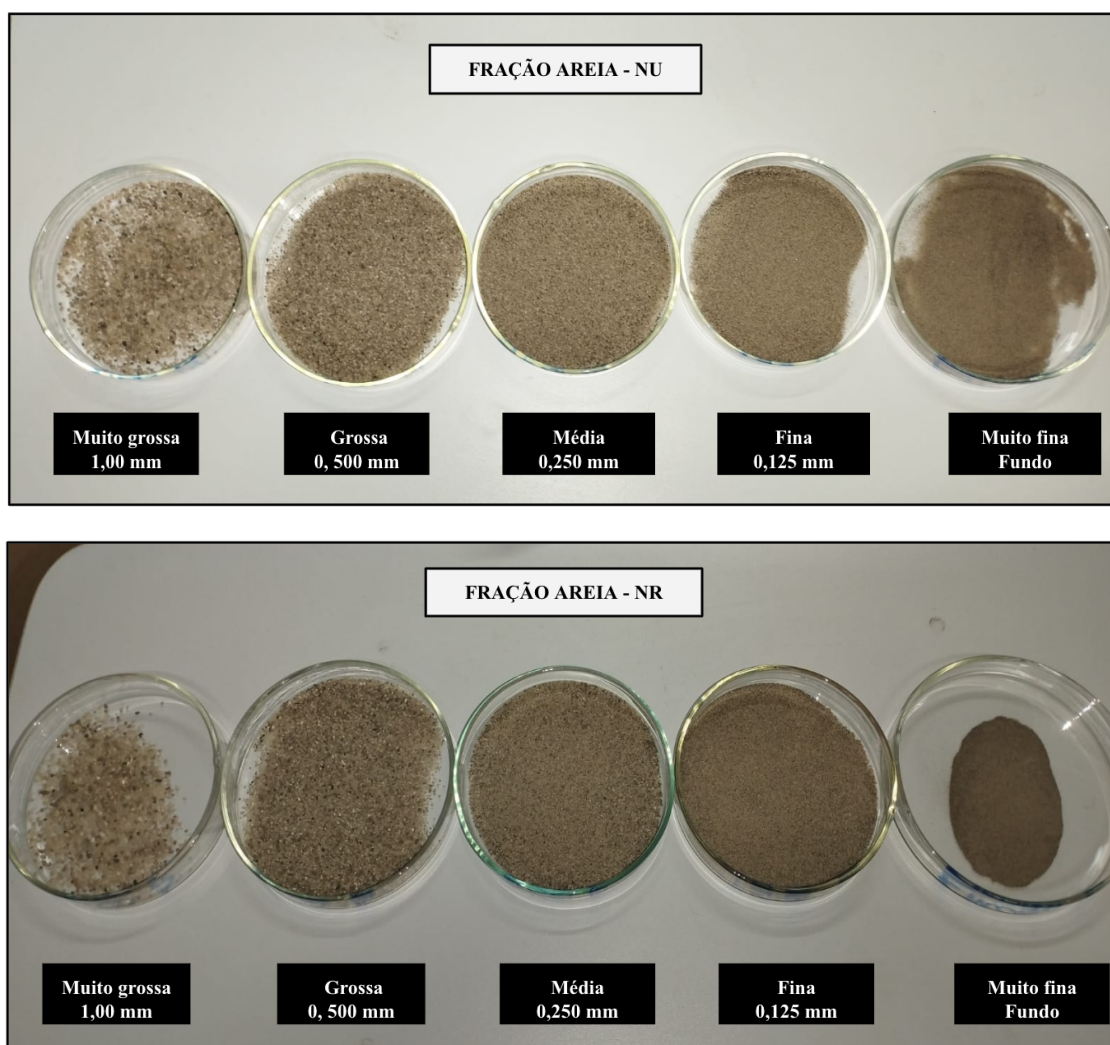
Na amostra da nascente urbana (NU), é possível visualizar a presença de uma quantidade maior de grãos de quartzo, o que indica que a geologia local é rica neste mineral. O quartzo é um mineral comum em muitos tipos de rochas, incluindo granito e arenito. Além disso, a falta de vegetação em áreas urbanas pode reduzir a quantidade de material orgânico e aumentar a proporção de minerais como o quartzo na fração de cascalho.

Já na amostra da nascente rural (NR), nota-se uma moderada presença de grão de quartzo e a presença de galhos de árvores. A baixa concentração de quartzo em uma área pode ser atribuída à ação da vegetação, que atua como um mecanismo de retenção impedindo a mobilização dos grãos de quartzo. Devido à resistência do quartzo à intemperização e à erosão, ele tende a permanecer no local, principalmente em áreas com vegetação densa. Já a presença de galhos de árvores na fração de cascalho indica que há uma contribuição significativa de material orgânico na amostra. Isto se deve à proximidade de vegetação ou à ação da água transportando material de áreas adjacentes. A vegetação ao redor de uma nascente pode contribuir com materiais orgânicos, como folhas, galhos e outros detritos, que são carregados para a nascente, especialmente durante períodos de chuva ou fluxo de água elevado.

4.2.2.2 Fração Areia

A fração Areia refere-se aos sedimentos que ficaram retidos na peneira de 0,063 mm durante o peneiramento úmido (Figura 13). A tabela anterior indica que ambas as nascentes apresentaram mais de 85% de seu material depositado na forma de areia.

Figura 13 - Material das amostras que permaneceram na peneira 0,63 mm.

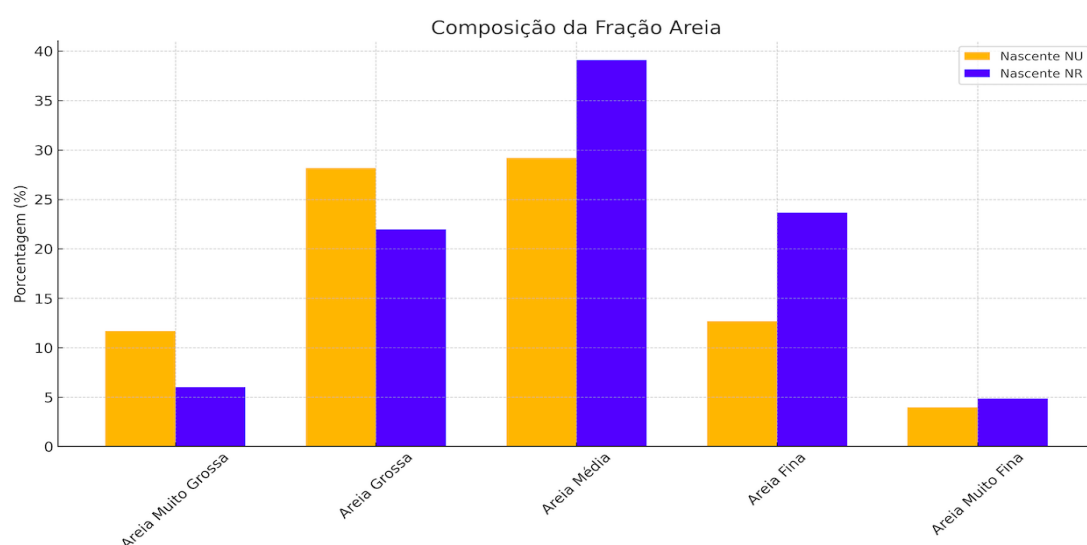


Fonte: Autoras (2023).

Nas amostras das nascentes NU e NR, coletaram-se sedimentos nos quais a areia se mostrou dominante, especialmente com fragmentos granulados mais presentes na peneira de 0,250 mm, correspondente à areia média. A representação gráfica dessas frações granulométricas foi ilustrada no histograma percentual (Figura 14).

Ao avaliar a composição da fração areia da nascente NU, os dados foram distribuídos da seguinte maneira: areia muito grossa 11,68%, areia grossa 28,17%, areia média 29,20%, areia fina 12,67%, areia muito fina 3,97%. Já o resultado da nascente NR, apresentou-se da seguinte maneira: areia muito grossa 6,02%, areia grossa 21,96%, areia média 39,09%, areia fina 23,65%, areia muito fina 4,85%.

Figura 14 - Histograma da classificação das amostras

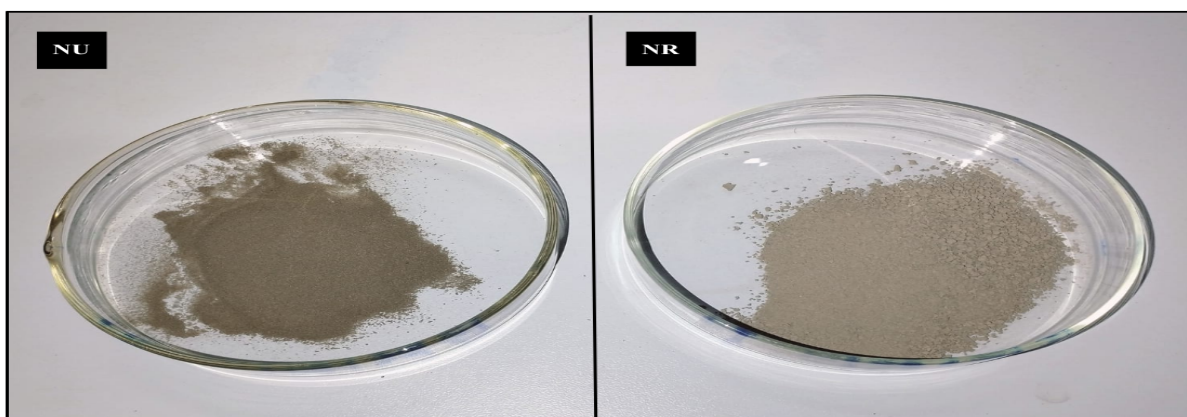


Fonte: Autoras (2023).

4.2.2.3 Fração Finos

Na fração de finos, correspondente a silte e argila, com tamanho inferior a 0,063 mm, observou-se que as amostras de sedimentos representaram uma proporção abaixo de 2% (Figura 15).

Figura 15 - Material das amostras que permaneceram abaixo da peneira 0,63 mm.



Fonte: Autoras (2023).

A nascente urbana (NU) apresentou um menor percentual dessa fração, devido ao fato de os sedimentos terem sido coletados em um período de baixa precipitação. Isso pode ser uma das razões para a proporção inferior em comparação com a nascente rural (NR), já que o volume de água tende a ser mais alto no período chuvoso. Por outro lado, na nascente rural (NR), foi identificada uma maior concentração de sedimentos finos, devido ao maior volume de água presente nesta nascente. Sendo assim, o acúmulo de água pode contribuir para o processo de decomposição dos sedimentos, tornando-os mais finos ao longo do tempo.

4.2.2.4 Diâmetro Médio

A granulação média é uma medida estatística que representa o tamanho médio de partículas em uma amostra de sedimento. Pode-se pensar nisso como uma média ponderada dos tamanhos de todas as partículas na amostra. O tamanho das partículas em um sedimento pode nos dizer muito sobre o ambiente em que o sedimento foi depositado e os processos que atuaram sobre ele. Por exemplo, sedimentos com partículas maiores geralmente são depositados em ambientes com correntes de água mais fortes, enquanto sedimentos com partículas menores podem ser depositados em ambientes mais calmos.

De acordo com Coimbra et al. (1991), o diâmetro médio é uma representação unimodal que destaca a textura do sedimento predominante, estando diretamente associado ao nível de energia atuante nos diferentes ambientes sedimentares. Dessa forma, os ambientes com maior energia terão clásticos grossos, enquanto que os ambientes de baixa energia terão predominantemente partículas finas. Ainda de acordo com o autor, a granulação média também está fortemente vinculada às características da área fonte.

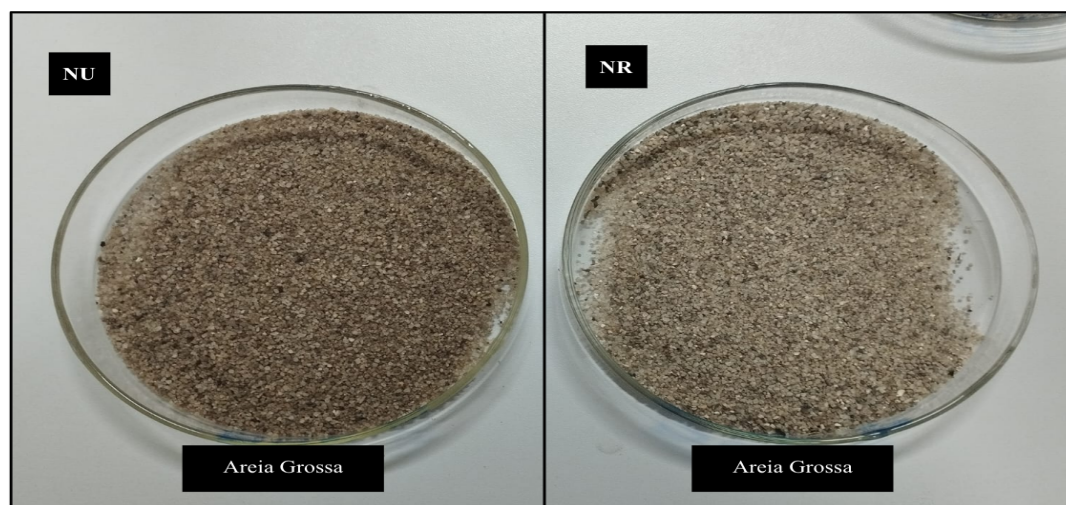
A distribuição do diâmetro médio dos sedimentos das nascentes em questão apresentou valores semelhantes (Tabela 2). Embora a análise dos sedimentos das duas nascentes seja de áreas distintas, uma rural e outra urbana (Figura 16), ambas foram classificadas em areia grossa.

Tabela 2 - Classificação amostral das nascentes quanto ao diâmetro médio.

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO %	CLASSIFICAÇÃO
NU	0,5531	Areia grossa
NR	0,4475	Areia grossa

Fonte: Autoras (2023).

Figura 16 - Tipos de areia classificados com base no diâmetro médio.



Fonte: Autoras (2023).

A predominância de areia grossa nos sedimentos da nascente NU, pode indicar áreas de erosão ativa nas proximidades. Essa areia grossa sugere que o sedimento foi transportado por fluxos de água rápidos ou eventos de escoamento intenso. Em áreas urbanas, a presença desse tipo de sedimento pode ser um sinal de atividades humanas, como construção ou pavimentação inadequada, que aumentam a erosão.

Já o resultado da NR, que também foi classificado em areia grossa, pode ser justificado no fato de que, em áreas rurais, a presença de vegetação pode influenciar nesse tipo de sedimento. A vegetação pode ajudar a reter partículas menores. É provável que, durante o período chuvoso, a precipitação transporte os sedimentos finos e médios para áreas mais distantes, deixando apenas uma quantidade menor de sedimentos grossos próximos à fonte. O diâmetro médio identificado nesse estudo para esta nascente, assemelham-se aos reportados por Bezerra (2022).

4.2.2.5 Desvio Padrão

O desvio padrão ou grau de seleção é usado como indicador de maturidade textural do sedimento (Dias, 2004). Está relacionado ao retrabalhamento dos depósitos e reflete as variações das condições de fluxo, tais como velocidade e turbulência (Fernandez et al, 2000 apud Martins, 2010). A seleção pode ocorrer durante a deposição (seleção local), durante o transporte (seleção progressiva) ou simultaneamente pelos dois mecanismos, havendo neste caso situações em que um ou outro mecanismo prevaleça (Inma, 1949 apud Bezerra, 2022).

As escalas qualitativas para descrever o grau de seleção se baseia no método de Folk e Ward (1957), (Tabela 3). A classificação varia de pobremente selecionado a muito bem selecionado. O sedimento classificado como bem selecionado apresenta uma pequena dispersão dos seus valores granulométricos, enquanto que os sedimentos pobremente selecionados têm uma grande variedade no tamanho dos grãos (SUGUIO, 1973).

Tabela 3 - Classificação do grau de seleção.

DESvio PADRÃO (Σ)	GRAU DE SELEÇÃO
$\Sigma < 0,35$	Muito bem selecionado
0,35 A 0,50	Bem selecionado
0,50 A 1,00	Moderadamente selecionado
1,00 A 2,00	Pobremente selecionado
2,00 A 4,00	Muito pobremente selecionado
$\Sigma > 4,00$	Extremamente mal selecionado

Fonte: Folk e Ward (1957), adaptado pelas autoras (2023).

Ambas as nascentes, urbana (NU) e rural (NR), apresentaram classificações de muito bem selecionadas (Tabela 4). Esta classificação indica tamanhos de grãos muito parecidos entre si, mesmo com influências humanas e ambientais. Isso sugere que, apesar das atividades humanas, como construções e práticas agrícolas, há uma deposição estável de sedimentos nas nascentes em termos de tamanho de grãos, isso pode indicar que a energia do ambiente é relativamente constante e não varia muito, fazendo com que partículas de tamanho semelhante se depositem juntas.

Tabela 4 - Classificação do grau de seleção das nascentes.

AMOSTRAS	DESvio PADRÃO Σ	CLASSIFICAÇÃO
NU	-0,2219	Muito bem selecionado
NR	0,2535	Muito bem selecionado

Fonte: Autoras (2023).

4.2.2.6 Assimetria

A assimetria é determinada pelo desvio do diâmetro médio em relação à mediana da distribuição de tamanhos. Quando os valores se concentram à esquerda, temos uma assimetria negativa, representando predominância de sedimentos grossos. Já quando os valores se inclinam à direita, indica-se uma assimetria positiva, caracterizada pela presença majoritária de sedimentos mais finos.

A assimetria positiva ocorre devido ao fluxo unidirecional do agente transportador, e a negativa é devido à remoção da porção fina pela ação do vento (MARTINS, 2003) ou pela adição de material grosso (MARTINS, 1965 apud SILVA, 2020).

Valores negativos de assimetria são relacionados a um ambiente de intensa hidrodinâmica, enquanto que os valores positivos são mais característicos de locais com baixa hidrodinâmica. Sedimentos aproximadamente simétricos indicam pontos de alternância de energia, sendo ora mais baixa, ora mais alta (SANTOS, 1998). Segundo Duane (1964), assimetria negativa é uma indicação de áreas de erosão ou remoção de sedimentos, enquanto que assimetria positiva indica deposição. Esse parâmetro tem sido utilizado na identificação de ambientes em que predomina a deposição e remoção seletiva, o que tem relação com o nível energético atuante (SILVA, 2020).

As escalas qualitativas para descrição do grau de assimetria seguiram a classificação de Folk & Ward (1957), (Tabela 5).

Tabela 5 - Classificação da assimetria.

ASSIMETRIA	GRAU DE TENDÊNCIA ASSIMÉTRICA
-1,00 A -0,30	Assimetria muito negativa
-0,30 A -0,10	Assimetria negativa
-0,10 A +0,30	Aproximadamente simétrica
+0,10 A +0,30	Assimetria positiva
+0,30 A +1,00	Assimetria muito positiva

Fonte: Folk & Ward (1957), adaptado pelas autoras (2023).

A distribuição assimétrica mostrou valores distintos nas duas nascentes (Tabela 6). A nascente urbana (NU), com assimetria muito positiva, sugere um ambiente com baixa energia hidrodinâmica, predominância de sedimentos finos e deposição seletiva. Por outro lado, a nascente rural (NR), com assimetria muito negativa, indica um ambiente de alta energia hidrodinâmica, predominância de sedimentos grossos e erosão ou remoção seletiva de sedimentos.

Tabela 6 - Classificação assimétrica das nascentes.

AMOSTRAS	ASSIMETRIA	CLASSIFICAÇÃO
NU	0,7915	Muito positiva
NR	-0,3108	Muito negativa

Fonte: Autoras (2023).

4.2.2.7 Curtose

A curtose é uma métrica que indica o grau de dispersão das curvas na análise granulométrica. A forma dessas curvas está intrinsecamente relacionada à dinâmica sedimentológica. A curva pode ser classificada como platicúrtica (achatada), mesocúrtica (normal) ou leptocúrtica (alongada) (ANDRADE, 2013).

As amostras que apresentam curvas leptocúrtica e muito leptocúrtica são indicativas de ambiente de maior movimentação. Enquanto que as curvas platicúrtica e muito platicúrtica indicam uma baixa movimentação. A curva mesocúrtica delimita áreas intermediárias de maior ou menor movimentação (SANTOS, 1998). Os valores de curtose muito baixos ou muito altos podem indicar que o sedimento transportado não perdeu as características originais de sua área fonte (FOLK, 1957). De acordo com Suguio (1973), a análise de variação de curtose permite distinguir diferentes graus de energia e determinar o grau de mistura de diferentes frações dentro de um mesmo ambiente sedimentar.

As classificações dos valores da curtose, seguiu de acordo com Folk e Ward (1957), (Tabela 7).

Tabela 7 - Classificação da curtose.

CURTOSE (K)	GRAU DE TENDÊNCIA ASSIMÉTRICA
K < 0,67	Muito platicúrtica
0,67 A 0,90	Platicúrtica
0,90 A 1,11	Mesocúrtica
1,11 A 1,50	Leptocúrtica
1,50 A 3,00	Muito leptocúrtica
K > 3,00	Extremamente leptocúrtica

Fonte: Folk e Ward (1957), adaptado pelas autoras (2023).

A análise dos sedimentos revelou diferenças nas curvas de curtose (Tabela 8). A nascente NU apresentou uma curtose muito platicúrtica, enquanto a nascente NR, foi classificada como platicúrtica. Baseado nos conceitos fornecidos, isso sugere que ambos os ambientes têm baixa movimentação sedimentar. No entanto, a nascente NU, sendo muito platicúrtica, pode indicar uma movimentação ainda mais reduzida em comparação com a nascente (NR). Além disso, a variação na curtose entre as duas nascentes permite inferir sobre diferentes graus de energia nos ambientes e a possível mistura de diferentes frações de sedimentos em cada local.

Tabela 8 - Classificação das amostras coletadas quanto à curtose.

AMOSTRAS	CURTOSE	CLASSIFICAÇÃO
NU	0,1825	Muito platicúrtica
NR	0,7456	Platicúrtica

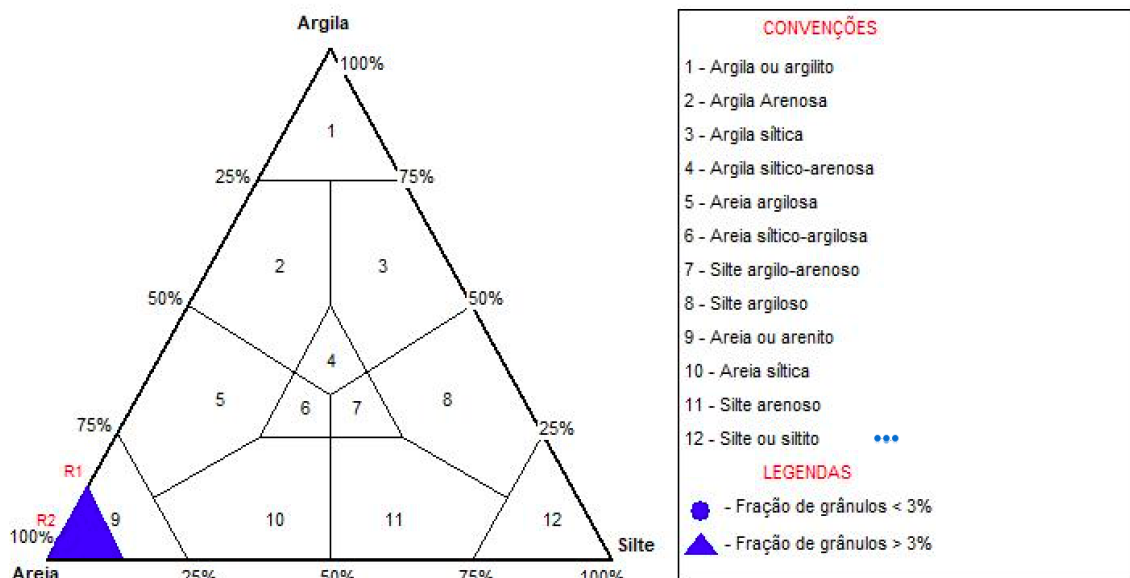
Fonte: Autoras (2023).

4.2.2.8 Distribuição Faciológica

Os diagramas triangulares são de grande aplicação na sedimentologia, pois, além de representarem atributos granulométricos, também representam características mineralógicas. Um gráfico triangular poderá indicar as contribuições relativas de cada uma das rochas matrizes dos sedimentos (SOUZA 2011).

Com base nos determinantes texturais (cascalho, areia e finos), as análises granulométricas revelaram uma formação singular de classes faciológicas. Conforme ilustrado na (Figura 17), observa-se uma predominância da classe areia, refletindo a natureza sedimentar da área em foco, sua composição é de material quartzo e matéria orgânica.

Figura 17: Distribuição Faciológica segundo o diagrama de Shepard (1954)



Fonte: Autoras (2023).

4.2.3 Análise Morfoscópica das Nascentes

Na análise morfoscópica nas duas nascentes, os grãos analisados apresentaram predominância Sub angulosa, com baixa esfericidade e maior aparência fosca. (Tabela 9)

Tabela 9 - Classificação do grau de arredondamento, esfericidade e textura superficial dos grãos.

Amostras	Arredondamento						Esfericidade			Textura Superficial	
	MA	A	SA	SAR	AR	BAR	A	M	B	Fosca	Brilhosa
MINADOR	5	17	38	33	7	0	11	44	45	94	6
PAU FERRO	13	20	35	27	2	3	13	42	45	79	21

Fonte: Autoras (2023).

A distribuição nas duas nascentes mostra que existe predominância de grãos sub angulosos, demonstrando que o material não teve tempo de ser modificado no transporte pela água até o seu local de deposição. A esfericidade é de baixa maturidade e está associada à textura superficial dos grãos que apresenta em sua maioria fosca, resultado do transporte realizado pelo vento. Tal fato corrobora com a ideia de que foram introduzidos recentemente no ciclo sedimentar, em que o transporte e consequentes colisões com outras partículas não proporcionaram ainda tempo para arredondá-los e marcar as suas superfícies.

4.3 Classificação das Nascentes de acordo com Sua Perenidade

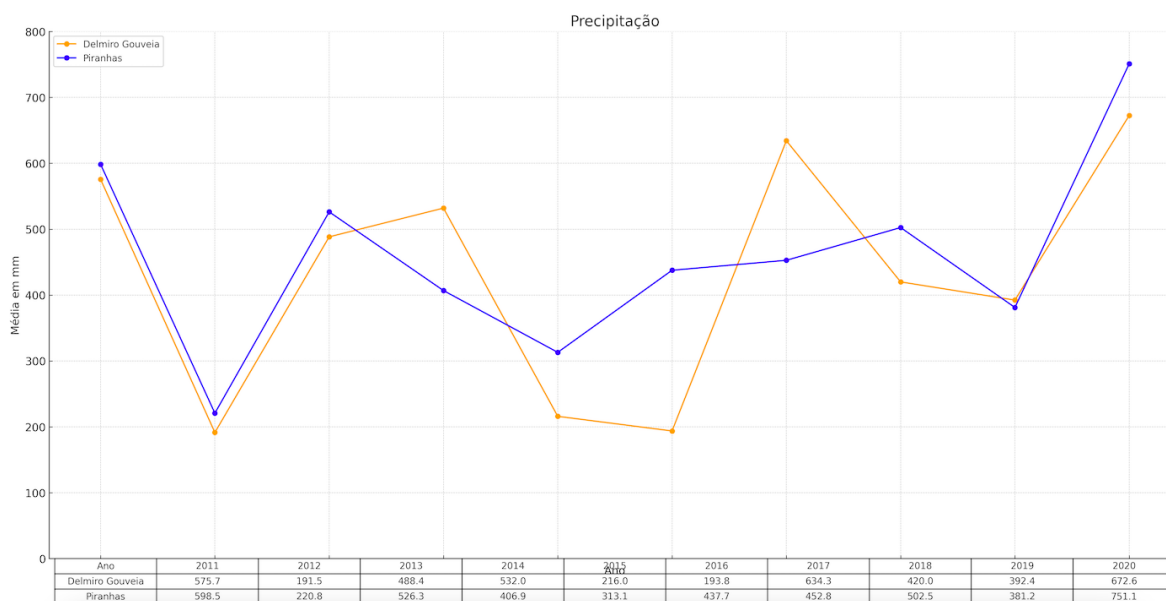
O comportamento do fluxo de água nas nascentes sob investigação está intrinsecamente relacionado com fatores climáticos e outros elementos ambientais. Na região em análise, os padrões sazonais de chuva se dividem nitidamente em dois períodos bem definidos: um período de seca e outro de chuvas, com uma notável distinção nos níveis de precipitação mensal. Segundo dados do DCA (2013), a média anual de precipitação é de 545,6 mm. A quantidade de chuva desempenha um papel crítico para o funcionamento das nascentes, o que motiva a análise das condições de precipitação dos últimos dez anos, oferecendo uma perspectiva abrangente da disponibilidade de água ao longo de um período substancial, embora por falta de dados de séries históricas de precipitação para a região em estudo, utilizamos dados dos municípios vizinhos para nos basearmos.

Os dados provenientes dos municípios circunvizinhos de Delmiro Gouveia e Piranhas indicam uma série de registros que sugerem a acumulação de chuvas nos anos próximos do

estudado. No entanto, é importante ressaltar que as chuvas na região semiárida exibem um padrão de irregularidade, com variações significativas de ano para ano e de município para município. Os valores de precipitação refletem uma notável flutuação nas chuvas ao longo dos anos.

O gráfico de precipitação para Delmiro Gouveia e Piranhas evidencia a característica volátil das chuvas no semiárido alagoano. Anos como 2012 mostram valores de precipitação consideravelmente baixos, sugerindo períodos de seca, enquanto outros anos apresentam um aumento, indicando temporadas mais chuvosas (Figura 18). A variação ano a ano é uma marca registrada das regiões semiáridas e destaca a imprevisibilidade das chuvas na área. Mesmo dentro de uma proximidade geográfica, Delmiro Gouveia e Piranhas apresentam diferenças notáveis em certos anos, sublinhando a variabilidade microclimática.

Figura 18 - Precipitação da série histórica de 2011 - 2020 de Delmiro Gouveia e Piranhas



Fonte: SEMARH (2023). Elaboração: Autoras (2023).

De acordo com Sena et al. (2017), na região Semiárida brasileira a variabilidade do regime pluviométrico é característica marcante, não somente nos totais anuais, como também na quantidade e distribuição espacial.

Dado que o fluxo das nascentes está sujeito a variações relacionadas às condições regionais e reflete sua adaptabilidade às demandas hídricas, essa flutuação é notadamente influenciada pelos padrões de precipitação anual. Além disso, os aquíferos dependem diretamente da recarga de água subterrânea para o seu desenvolvimento.

De acordo com Santos et al. (2017), em seu estudo sobre a análise da precipitação pluvial e temperatura do ar nas cidades de Olho D'Água do Casado, Delmiro Gouveia e Piranhas, localizadas em Alagoas, no município de Olho D'Água do Casado, assim como nas localidades circunvizinhas, o período chuvoso se estende por diversos meses ao longo do ano, iniciando em fevereiro e se estendendo até julho. Durante esse período, uma parcela significativa da precipitação é retida na superfície, enquanto outra parte penetra no solo, contribuindo para o aumento do nível de água no lençol freático. Ao longo do ano, essa água gradualmente é liberada para alimentar as nascentes.

As nascentes são abastecidas tanto pelo escoamento superficial quanto pelo lençol freático. O processo mais importante de recarga de água no subsolo é a infiltração. Denomina-se infiltração o processo pelo qual a água entra no solo, que perdura enquanto houver disponibilidade de água em sua superfície (NETO, 2010 apud BEZERRA, 2022).

No período seco a presença de chuva restringe a escassez e a incidência solar, que aumenta a evaporação da água diminuindo assim o nível nas fontes. No período de estiagem ocorre a oscilação do lençol freático, diminuindo o volume de água que abastece as nascentes. Soares et al (2010) apud Bezerra (2022).

Apesar da influência do regime hídrico, marcado por uma maior sazonalidade, a observação no local de estudo revelou que as nascentes mantiveram um fluxo de água constante ao longo dos anos analisados, que podem ser definidas como nascentes perenes, por manter um fluxo ininterrupto de água durante todo o ano, inclusive durante a estação seca, embora com vazão reduzida.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a granulometria, demonstram que a classificação textural das nascentes apresenta frações de cascalho, areias e finos, sendo a fração areia com maior incidência para as duas nascentes, com presença mais acentuada de quartzo. O diâmetro médio mostrou-se maior presença de areia grossa. O desvio padrão resultou na classificação muito bem selecionado, ou seja, mesmo que ocorra atividades antrópicas no ambiente, há uma deposição estável de sedimentos nas nascentes em termos de tamanho de grãos.

A assimetria dos grãos resultou em muito positiva para a nascente da área urbana, e muito negativa para a nascente da área rural. Para a curtose, a nascente urbana apresentou classificação muito platicúrtica, e a nascente rural apresentou classificação platicúrtica, que demonstra baixa movimentação sedimentar. A análise morfoscópica das nascentes apresentaram predominância de grão sub angular, ambas com baixa esfericidade e aparência fosca, corroborando com a ideia que foram inseridas recentemente no ciclo sedimentar.

Com base na análise sedimentológica, os indicativos sugerem um grau de conservação relativamente baixo das nascentes. A presença significativa de areia grossa indica possível erosão, potencialmente causada por atividades humanas como desmatamento e agricultura. A assimetria dos grãos varia nas nascentes, sugerindo influências sedimentares distintas, que podem estar relacionadas a ações humanas ou processos naturais. Além disso, a curtose revela movimentação sedimentar variável, e a análise morfoscópica indica que os sedimentos são jovens, embora não exclua a possibilidade de perturbações recentes no ambiente.

Esta pesquisa motiva propor algumas ações futuras, tanto na verticalização do estudo, quanto na utilização de práticas de extensão. Em relação à pesquisa, sugere-se estudar a qualidade da água, analisando tanto parâmetros físicos, como químicos para maior obtenção de dados. Assim, poderá relacionar o estudo dos sedimentos com os parâmetros pH, Sólidos totais e Cloretos. Outra sugestão é a observação do comportamento da qualidade da água em diferentes estações, pois são de grande importância para comparação e identificação de possíveis causas de alterações no ambiente.

Por conseguinte, faz-se necessário afirmar que, o presente estudo apresenta um banco de dados de extrema relevância científica, social e ambiental, pois o mesmo tende a corroborar com ações futuras no que diz respeito a qualidade da água no Semiárido alagoano, servindo assim, de base para uso e manutenção das nascentes e como subsídio para trabalhos futuros.

6 REFERÊNCIAS

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - Semarh. Dados de precipitação. 2020. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/>. Acesso em: 06 de setembro de 2023.

ANDRADE, A. C. S. e JESUS, L. V., 2013. **Parâmetros Granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas-Aracaju-SE**. Scientia Plena. Vol. 9, Num. 5.

ANDRIOTTI, J.L.S., 2003. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. Editora Unisinos. 1ª edição. São Leopoldo. 1abnt 65p.

BEZERRA, Aérton de Andrade. **Análise sobre o estado de conservação das nascentes no município de Olho D'Água do Casado, Alagoas**. 2022. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. **Conservação do solo**. 3.ed. São Paulo: Ícone, 1993. 355p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o novo código florestal brasileiro**. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em: 22 de julho de 2023.

BRASIL, Lei no 12.651 de 25 de Maio de 2012. Estabelece o Novo Código Florestal. Diário Oficial, 26 mai 2012.

CABRAL, S. L. **Avaliação dos processos sedimentológicos na bacia do rio Jacarecica, em Maceió-AL**. 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

CADERNO DA MATA CILIAR. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo: Departamento de Proteção da Biodiversidade, vol. 1, São Paulo 2009.

CALLISTO, M., ESTEVES, F. A. **Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural (Pará, Brasil)**. Acta Limnologica Brasiliensia, v.8, p. 115-126. 1996.

CALHEIROS, R. de Oliveira et al. **Preservação e Recuperação das nascentes**. Comitê das Bacias Hidrográficas. Piracicaba, 2004.

CALHEIROS, R. de O. Caderno da Mata Ciliar. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. São Paulo, 2009.

CAMARGO, M. G. SysGran: **um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 371-378, jun. 2006

COIMBRA, A. M.; GÓES, A. M.; YAMAMOTO, J. K.; **Análise Granulométrica de**

Sedimentos. In: Apontamentos de Sedimentologia. Universidade de São Paulo, 1991.

DIAS, J. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos.** Algarve: Faro, 2004, 91p.

CPRM- Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Olho D'Água do Casado.** João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz de Carlos de Souza Junior (Org.). Recife: CPRM/PRODEEM, 21p.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D., REIS, E.F., PEREIRA, H.S., AZEVEDO, W.C. **Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo.** R. Bras. Ci. Solo, v.33, p.147-157, 2009.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia Prática.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599 p.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA, N. P.; SANTOS, P. M. C. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios.** Brasília: ANEEL, 2000.

DUANE, D.B., 1964. Significance of skewness in recent sediments, Western Pinlico Sound, North Carolina. *Journal of sedimentary petrology.* 27(1), p. 2-26.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FERNANDEZ, O. V. Q.; SANTOS, M. L.; FULFARO, V. J. 2000 **Caracterização e distribuição dos sedimentos de fundo do rio Paraná em Porto Rico (PR).** Bauru: Revista Ciência Geográfica, v. 1, n. 15, p 25-32.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. **Brazos river bar: a study of significant of grain size parameters.** *Journal of Sedimentary Petrology*, 1957. 27(1): 3-26.

LOUREIRO, B.T. **Águas subterrâneas. Irrigação: produção com estabilidade.** Informe Agropecuário, v. 9, n.100, p.48-52, 1983.

MARTINS, M. E. S. **Geomorfologia e sedimentologia dos depósitos sedimentares recentes da porção superior do Estuário do Rio Pará (Baia de Marajó, Amazônia).** Porto Alegre, 2010. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MARTINS, L.R., 2003. **Recent Sediments and Grain size analysis:** *Revista Gravel*, Porto Alegre. (1): 90-105.

MARTINS, L.R., 1967. **Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias e eólicos da planície costeira do Rio Grande do Sul.** Publicação Especial. Escola de Geologia/UFRGS, 13, 102p.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C. de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de olho D'Água do Casado, Estado de Alagoas.** 1 ed. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 12p.

MOTTA, E. J. de O.; GONÇALVES, N. E. W. **Plano Nascente Parnaíba: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba**. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Brasília: IABS, 2016. 174 p.

OLIVEIRA, L. F. C. et al. **Rotina computacional para a determinação da velocidade de sedimentação das partículas do solo em suspensão no escoamento superficial**. Engenharia Agrícola, v. 25, n. 1, p.126-136, abr. 2005.

OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S.; ARAUJO, R. C. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 5, n. 3 2018, p.60-83.

PINHEIRO, L. G. et al. Avaliação da sustentabilidade do processo de dessalinização de água semiárido potiguar: Estudo da comunidade Caatinga Grande. **Sociedade & Natureza**, v.30, n. 1, p. 132-157, 1 jul. 2018.

POWERS, M.C. (1953) - **A new roundness scale for sedimentary particles**. Journal of Sedimentary Petrology, 23:117-119.

REINECK, H. E. & SINGH, I.B. **Depositional sedimentary environments: with reference to terrigenous clastics. Second, Revised and Upated Edition**. Berlin Heidelberg, New York: Springer – Verlag, 1980. 543p

RHODEN, A. C.; FELDMANN, N. A.; MUHL, F. R.; RITTER, A. F. S.; MOREIRA, A. A. Importância da Água e da Gestão dos Recursos Hídricos. **Revista Ciência Agroveterinária e Alimentos**, Lajes, n. 1, 2016.

RIBEIRO, A. S. **Estudo de conservação das nascentes do alto trecho do rio Pajeú, Pernambuco, Brasil**. Recife, 2014. 204f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco.

RODRIGUES, V. A. **Recuperação de nascentes em microbacias da cuesta de Botucatu**. In: RODRIGUES V.A.; BUCCI, L. A. (ORGS). Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais. 1. Ed. Botucatu: FEPAF; 2010. 300 p.

ROSA, A. H; FRACETO, L. F; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

REUSSER, L.; BIERMAN, P.; ROOD, D. **Quantifying human impacts on rates of erosion and sediment transport at a landscape scale**. Geology, v. 43, n. 2, p.171-174, fev. 2015.

SANTOS, G. R. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar de Olho D'Água do Casado, Delmiro Gouveia e Piranhas, Alagoas. **Revista de Geociência do Nordeste**, v. 3, p. 16, 2017.

SANTOS, R. C. A. L., 1998. **Estudo sedimentológico e geoambiental no Sistema Lagunar Mundaú Alagoas**. Recife, 1998, 127f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar e Ambiental) Universidade Federal de Pernambuco.

SCHOLLE, P. A. **Constituents, textures, cements and porosities of sandstones and Associated Rocks**. Tulsa, Oklahoma, U.S. A.: Published by the American Association of Petroleum Geologists Foundation. 1979. 193p

SCHUMM, S. A. **The fluvial system**. New York: Wiley - Interscience, 1977. 388p.

SCHUINA, T. M. **Análise da Granulometria dos Sedimentos Carbonáticos do Recife de Fora, Porto Seguro, Estado da Bahia**. 2010. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SENA, J. P. de O.; LUCENA, D. B.; RIBEIRO, G. do N. Eventos extremos de precipitação no sertão paraibano: variação espaço- temporal. **Revista Verde, Pombal**, v. 12, n. 4, p. 748-755, dez. 2017.

SILVA, M. S. L. **Estudos da erosão**. EMBRAPA-CPATSA, 1995.

SILVA, M. A., SILVA, M. L. N. S., CURI, N., AVANZI, J. C., LEITE, F. P. L. **Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG**. *Ciência Florestal*, v.21, n.4, p.765-776. 2011.

SILVA, H.H.N. **Classificação Granulométrica das Praias de Jequiá e Proposta de Recuperação de Área degradada no Povoado de Lagoa Azeda - AL**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Alagoas.

SILVA, V. B. da; GASPARETTO, N. V. L. Qualidade da água na sub-bacia do rio do Campo - Campo Mourão-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.09, n.02 (2016) 585- 600.

SILVA, A. P. L. da. Et al. Parâmetros de qualidade de água em nascentes no município de Olho D'Água do Casado, Semiárido Alagoano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n.6, p. 2271-2284. Dez. 2019.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. Editora Edgard Blücher, São Paulo 1997. 317 p

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. 1st Edition, Edgard Blucher, São Paulo, 2003. 400 p.

UCKER, M. **Techniques in Sedimentology**. London: Blackwell, 1995

VALENTE, OSVALDO FERREIRA. **Revitalização de nascentes para produção de água**. Informe Agropecuário. EPAMIG. 2011.

VIEL, J. A. et al. Geotecnologias e aprendizagem espacial em ambiente educacional: o mapeamento de nascentes utilizando técnicas de geoprocessamento por meio de softwares livres. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paraná: INPE, 2013. p. 2650-2656.

WARD, J. V. **Aquatic insect ecology**: 1 biology and habitat. New York, 438p.1992.

WU, Y.; CHEN, J. Modeling of soil erosion and sediment transport in the East River Basin in southern China. *Science Of The Total Environment*, v. 441, p.159-168, dez. 2012.