



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

FELIPE XIMENES CABRAL MARTINS

GRANULOMETRIA E MORFOMETRIA DA FRAÇÃO AREIA
EM SOLOS DE RESTINGA NO DISTRITO DA PRAIA DO
FORTE, MATA DE SÃO JOÃO - BA

Salvador
2026

FELIPE XIMENES CABRAL MARTINS

Granulometria e morfometria da fração areia em solos de restinga no distrito da Praia do Forte, Mata de São João - BA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Geografia do Instituto Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Profa. Dra. Maria Eloisa Cardoso da Rosa

Coorientador: Prof. Dr. Diego Nery do Amaral

Salvador
2026

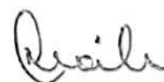
FOLHA DE APROVAÇÃO

FELIPE XIMENES CABRAL MARTINS

GRANULOMETRIA E MORFOMETRIA DA FRAÇÃO AREIA EM SOLOS DE RESTINGA NO DISTRITO DE PRAIA DO FORTE, MATA DE SÃO JOÃO, BA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Salvador, 3 de julho de 2026.



Orientadora: Profa. Dra. Maria Eloisa Cardoso da Rosa

Coorientador: Prof. Dr. Diego Nery do Amaral



Documento assinado digitalmente
DIEGO NERY DO AMARAL
Data: 10/07/2026 04:58:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alisson Duarte Diniz
Universidade Federal da Bahia



Documento assinado digitalmente
ALISSON DUARTE DINIZ
Data: 09/07/2026 22:30:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutorando Renato Silva da Silva
Universidade Estadual de Feira de Santana



Agradecimento

Primeiramente, agradeço à minha família, em especial aos meus pais, Líbia e Marco Antônio, por todo o amor, apoio, incentivo e por acreditarem em mim em todos os momentos da minha trajetória. Aos meus tios, Maria Diva e Marconi que sempre me acolheram não apenas em seu lar, mas também em seus corações, oferecendo carinho, apoio e um ambiente onde sempre me senti em casa.

Agradeço também aos meus amigos, que estiveram ao meu lado durante toda essa caminhada. Em especial, à Aimée e ao Nadson, pela amizade, companheirismo, incentivo e por tornarem os momentos difíceis mais leves.

Minha sincera gratidão à Simone Moraes, por gentilmente disponibilizar o espaço do laboratório para a realização das análises, contribuindo de forma essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Renato, agradeço por todo o apoio durante as atividades de campo, pela parceria, dedicação e por ter sido um dos pilares fundamentais para a concretização desta pesquisa.

Aos meus orientadores, expresso minha profunda gratidão. À professora Maria Eloisa, por toda a dedicação, paciência, confiança e pelos ensinamentos transmitidos ao longo deste percurso. Ao meu coorientador, Diego Nery, agradeço por ter aceitado esse desafio em um momento decisivo, acolhendo-me prontamente e demonstrando, em todos os momentos, disponibilidade, comprometimento e disposição para contribuir com este trabalho.

Por fim, agradeço a mim mesmo, por não desistir diante das dificuldades, por enfrentar os desafios inerentes à pesquisa científica com perseverança e por acreditar que cada obstáculo superado fez parte da construção da pessoa e do pesquisador que me tornei. Que esta conquista seja apenas o início de uma longa trajetória dedicada à ciência e ao conhecimento.

Resumo

Os ecossistemas de restinga caracterizam-se pela predominância de solos arenosos, cujas propriedades físicas exercem influência direta sobre a disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, sobre a estrutura e distribuição da vegetação. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a influência da granulometria e da morfometria da fração areia nos solos de restinga do distrito Praia do Forte, município de Mata de São João (BA), inserida na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia. Foram estabelecidos dois transectos perpendiculares à linha de costa, nos quais foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0–10 cm e 10–20 cm. As amostras foram submetidas à análise granulométrica por peneiramento mecânico e à caracterização morfométrica por meio de lupa estereoscópica, considerando atributos como esfericidade, arredondamento, seleção e composição mineralógica. Os resultados indicaram predominância de areia média e fina, elevada seleção sedimentar e composição majoritariamente quartzosa, com pequenas variações na forma dos grãos ao longo dos transectos. Observou-se tendência de aumento da angularidade e discreto incremento da fração de areia grossa em direção ao interior da restinga, características que podem influenciar a organização dos poros do solo e sua capacidade de retenção de água. Conclui-se que a distribuição granulométrica e a morfometria dos grãos constituem importantes condicionantes das propriedades físico-hídricas dos solos arenosos, fornecendo subsídios para a compreensão da dinâmica ambiental das restingas e para ações de conservação e gestão desses ecossistemas costeiros.

Palavras-chaves: Sedimentologia; Ecossistemas costeiros; Propriedades físicas; Conservação ambiental.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	6
2. JUSTIFICATIVA.....	8
3.OBJETIVOS.....	10
Objetivo Geral	10
Objetivos Específicos	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO	11
5. METODOLOGIA	16
5.1 Área de estudo	16
5.2 Planejamento dos pontos	17
5.3 Procedimentos metodológicos	19
5.3.3 Análise morfométrica.....	22
5.4 Organização e análise dos dados.....	23
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
7. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

A costa da Bahia tem um espaço protegido por uma Área de Proteção Ambiental (APA) do Litoral Norte, o município de Mata de São João, mais especificamente o distrito de Praia do Forte, onde se dá a área de estudo. Inserida nesse contexto, essa área constitui uma parte representativa dos ecossistemas de restinga do litoral baiano. A região apresenta uma dinâmica sedimentar ativa, controlada por processos marinhos e eólicos, que influenciam diretamente a distribuição granulométrica dos sedimentos arenosos (Suguio e Tessler, 1984; Villwock, 1994 apud Rocha, 2012). Essa variabilidade granulométrica exerce papel fundamental nas propriedades físico-hídricas do solo, especialmente na infiltração e retenção, visto que areias de menor diâmetro contribuem significativamente mais para a manutenção da umidade do que as frações grosseiras (Dalla Riva, 2005; Rocha, 2012). Tais atributos edáficos, em conjunto com o aporte de matéria orgânica, são determinantes para a disponibilidade de água para a vegetação, influenciando diretamente a distribuição e o desenvolvimento estrutural das espécies em ecossistemas de restinga (Rocha, 2012)

Na zona costeira, ocorre a interação de diversos elementos de nossa litosfera, que irão abrigar diferentes tipos de ecossistemas de suma importância ambiental (Silva *et al*, 2003). Compreendendo que se trata de uma zona de transição entre o mar e o continente, é nesse tipo de ambiente que vamos encontrar a restinga, que pode ser definida por Mondin (2021) como ecossistema associado ao domínio Mata Atlântica e que compreende um conjunto geomorfológico formado pela deposição de sedimentos arenosos de origem marinha e flúvio-marinha. A região é constituída por depósitos sedimentares quaternários de origem predominantemente marinha e eólica, cuja evolução está diretamente relacionada aos processos de sedimentação costeira e ao desenvolvimento de solos arenosos, principalmente Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos, característicos dos ambientes de restinga do litoral baiano (Lima, 2024). No litoral brasileiro, esses ambientes desempenham papel fundamental na conservação da biodiversidade, na estabilização de dunas e na proteção contra processos erosivos, além de sustentarem comunidades vegetais adaptadas às condições de baixa fertilidade, salinidade e variável disponibilidade hídrica.

Os solos da restinga são notadamente arenosos, sendo a composição granulométrica da areia um fator determinante das suas propriedades físico-hídricas. Solos com predominância de grãos mais grossos tendem a apresentar maior macroporosidade, favorecendo a drenagem rápida e reduzindo a retenção hídrica. Por outro lado, sedimentos mais finos ou mal

selecionados contribuem para o aumento da capacidade de retenção de água, devido à maior presença de microporos (Hillel, 2004).

Estudos realizados em ambientes de restinga demonstram que a dinâmica entre solo e vegetação ocorre de forma integrada, sendo influenciada não apenas pela granulometria, mas também pela matéria orgânica, pelas características morfométricas dos grãos, pela posição na paisagem e pelos processos pedogenéticos (Rocha, 2012; Barbosa, 2019; Lima, 2024). Dessa forma, compreender a distribuição granulométrica e a morfometria da fração areia contribui para interpretar o funcionamento desses ecossistemas, fornecendo informações relevantes para o planejamento ambiental e para a conservação das restingas do litoral baiano.

Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar a granulometria e a morfometria da fração areia dos solos de restinga do distrito de Praia do Forte, município de Mata de São João (BA), buscando compreender as variações sedimentológicas observadas ao longo de dois transectos e em duas profundidades de amostragem, bem como discutir sua relação com as propriedades físicas dos solos e com a dinâmica ambiental desse ecossistema costeiro.

2. JUSTIFICATIVA

Os ecossistemas de restinga representam ambientes costeiros de elevada importância ecológica, desempenhando funções essenciais para a conservação da biodiversidade, estabilização de depósitos arenosos, proteção da linha de costa e manutenção dos processos hidrológicos superficiais. Inseridas no domínio da Mata Atlântica, essas formações vegetais desenvolvem-se predominantemente sobre solos arenosos, cujas propriedades físicas condicionam a disponibilidade de água, o estabelecimento da vegetação e a dinâmica sedimentar (Scarano, 2002; Silva et al., 2010).

Nas últimas décadas, a expansão do turismo, da recreação e da especulação imobiliária no litoral brasileiro tem intensificado as pressões sobre esses ambientes. No litoral norte da Bahia, esse processo tem promovido modificações significativas na paisagem, especialmente em áreas destinadas à implantação de empreendimentos turísticos e condomínios de segunda residência. Embora a região esteja inserida na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia, os impactos decorrentes da ocupação continuam representando um desafio para a conservação dos ecossistemas costeiros (Jesus; Oliveira, 2017).

O distrito de Praia do Forte constitui um importante setor desse contexto ambiental por reunir extensos depósitos arenosos quaternários e diferentes fitofisionomias de restinga. Estudos desenvolvidos na região evidenciam que predominam Neossolos Quartzarênicos, caracterizados por elevada permeabilidade, baixa capacidade de retenção de nutrientes e reduzido desenvolvimento pedogenético, tornando-os altamente sensíveis às alterações ambientais (Lima, 2024; Rocha, 2012).

Entre os atributos físicos desses solos, a distribuição granulométrica e a morfometria dos grãos da fração areia destacam-se por influenciarem a organização do sistema poroso, a permeabilidade, a infiltração e outras propriedades físico-hídricas. Conforme discutido por Hillel (2004), Dalla Riva (2005) e Dalla Riva (2010), variações no tamanho, na forma e no grau de empacotamento dos grãos alteram significativamente o comportamento físico dos solos arenosos. Embora o presente estudo não tenha realizado medições diretas da retenção hídrica, a literatura demonstra que essas características constituem importantes condicionantes da dinâmica da água em solos predominantemente arenosos.

Além da granulometria, a morfometria dos grãos fornece informações relevantes sobre os processos sedimentares e a evolução dos depósitos costeiros. Parâmetros como esfericidade, arredondamento e grau de seleção permitem interpretar os mecanismos de transporte e

deposição dos sedimentos, contribuindo para a compreensão da organização física do solo e de sua dinâmica ambiental (Dalla Riva, 2010; Morais et al., 2024).

Outro aspecto relevante refere-se à estreita relação entre as características físicas do solo e o desenvolvimento da vegetação de restinga. Rocha (2012) demonstrou que fatores como matéria orgânica, revestimentos organominerais e características sedimentares favorecem a manutenção da umidade do solo, criando condições mais propícias ao estabelecimento da vegetação. De forma complementar, Silva (2026) verificou que, na restinga da Praia do Forte, ocorre um gradiente de variação da cobertura vegetal entre os setores próximos à praia e o interior da planície arenosa, o que pode influenciar a estabilidade dos sedimentos e reduzir a erosão eólica, reforçando a importância da manutenção da cobertura vegetal para a conservação desses ambientes.

Nesse contexto, o presente estudo justifica-se por ampliar o conhecimento sobre as características granulométricas e morfométricas da fração areia dos solos de restinga do distrito de Praia do Forte, fornecendo informações que auxiliam na compreensão da dinâmica sedimentar e das propriedades físicas desses solos. Os resultados obtidos constituem uma base importante para futuras pesquisas que incluam medições diretas das propriedades físico-hídricas, bem como para ações de planejamento ambiental, conservação das restingas e gestão sustentável das áreas protegidas do litoral norte da Bahia.

3.OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar as características granulométricas e morfométricas da fração areia dos solos de restinga do distrito de Praia do Forte, Mata de São João, BA, inserida na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia.

Objetivos Específicos

- Comparar as características granulométricas e morfométricas da fração areia entre os diferentes pontos de coleta e profundidades da área de estudo.
- Relacionar os padrões granulométricos e morfométricos observados com a dinâmica ambiental dos solos de restinga do distrito de Praia do Forte, discutindo suas possíveis implicações nas propriedades físico-hídricas com base na literatura científica.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

A configuração atual das planícies costeiras brasileiras é resultado da interação entre processos geológicos, geomorfológicos e climáticos que atuaram ao longo do Quaternário, promovendo a formação de extensos depósitos sedimentares (Barbosa, 2019). Durante esse período, as sucessivas oscilações do nível relativo do mar, especialmente no Pleistoceno e no Holoceno, promoveram ciclos de transgressão e regressão marinha que favoreceram a deposição, a redistribuição e a remodelação dos sedimentos ao longo da costa brasileira, originando terraços marinhos, cordões litorâneos, dunas e planícies costeiras que caracterizam o litoral atual (Martin et al., 1980; Tomazelli; Villwock, 2005 apud Barbosa, 2019).

A dinâmica desses ambientes permanece ativa e é controlada pela interação entre a ação das ondas, dos ventos, da drenagem superficial e da cobertura vegetal, fatores que condicionam a redistribuição dos sedimentos e influenciam diretamente a evolução da paisagem costeira (Barbosa, 2019). Lima (2024) demonstra que os depósitos arenosos do litoral norte da Bahia apresentam elevada heterogeneidade espacial, refletindo diferentes condições de transporte, deposição e retrabalhamento sedimentar ao longo do tempo geológico. De forma complementar, Rocha (2012) evidencia que a composição granulométrica e a organização desses depósitos exercem influência sobre as propriedades físicas dos solos e sobre o estabelecimento da vegetação, demonstrando que a evolução geológica das planícies costeiras continua condicionando os processos pedogenéticos e ecológicos observados atualmente. A integração entre esses processos sedimentares pretéritos e a dinâmica ambiental contemporânea constitui a base física sobre a qual se desenvolvem os ecossistemas de restinga.

O litoral norte da Bahia destaca-se como uma das regiões costeiras de maior relevância ambiental do Nordeste brasileiro, reunindo um conjunto de ecossistemas que refletem a interação entre processos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e biológicos atuantes desde o Quaternário. A Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte abriga um mosaico de praias, dunas, lagoas, manguezais, terraços marinhos e formações de restinga, cuja distribuição espacial está diretamente relacionada à evolução dos depósitos sedimentares costeiros e às condições ambientais que controlam sua dinâmica (Barbosa, 2019; Lima, 2024). No trecho compreendido entre os rios Pojuca e Imbassaí, onde se insere o distrito de Praia do Forte, predominam superfícies sedimentares pouco dissecadas, constituídas principalmente por sedimentos quartzosos inconsolidados, sobre os quais se desenvolvem Neossolos Quartzarênicos e outras classes de solos arenosos associados às diferentes fitofisionomias de

restinga (Santos, 2017; Rocha, 2012). Scarano (2002) observa que a diversidade estrutural desses ecossistemas resulta da interação entre fatores geomorfológicos, hidrológicos e edáficos que condicionam a distribuição da vegetação ao longo do gradiente costeiro. Silva et al. (2010) e Costa et al. (2018) complementam essa interpretação ao demonstrar que pequenas variações nas características dos sedimentos, na drenagem e na disponibilidade hídrica são suficientes para produzir mudanças significativas na composição florística e na organização das comunidades vegetais. Soma-se a esse cenário a crescente pressão decorrente da expansão do turismo e da ocupação imobiliária, reforçando a necessidade de estudos que subsidiem estratégias de planejamento e conservação ambiental (Jesus e Oliveira, 2017).

A gênese das restingas acompanha a própria evolução das planícies costeiras. À medida que novos depósitos arenosos eram expostos durante os episódios regressivos do Quaternário, iniciava-se um lento processo de colonização vegetal. Espécies pioneiras adaptadas à elevada insolação, à deficiência nutricional, à intensa mobilidade dos sedimentos e à salinidade passaram gradualmente a estabilizar os depósitos arenosos superficiais. Esse processo favoreceu o acúmulo de matéria orgânica, reduziu a mobilidade dos sedimentos e criou condições para o estabelecimento de comunidades vegetais estruturalmente mais complexas, dando origem às diferentes fitofisionomias atualmente observadas nas restingas brasileiras (Silva et al., 2010; Barbosa, 2019).

Os depósitos sedimentares responsáveis pela formação das restingas também condicionaram o desenvolvimento dos solos costeiros. O predomínio de sedimentos quartzosos pouco consolidados, continuamente retrabalhados pela ação marinha e eólica, favoreceu a formação de solos jovens, com reduzido grau de evolução pedogenética e características físicas diretamente relacionadas ao material de origem. Entre essas classes destacam-se os Neossolos Quartzarênicos, predominantes em grande parte das restingas brasileiras e amplamente distribuídos ao longo do litoral norte da Bahia (Lima, 2024; Rocha, 2012). Esses solos representam o resultado da interação entre a dinâmica sedimentar costeira e os processos iniciais de pedogênese, refletindo simultaneamente a história geológica da paisagem e as condições ambientais atuais.

Os Neossolos Quartzarênicos são definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2025) como solos constituídos predominantemente por material quartzoso, apresentando textura arenosa ao longo de praticamente todo o perfil, baixa diferenciação entre horizontes e reduzido desenvolvimento estrutural. Essas características decorrem da

predominância de sedimentos arenosos recentes, cuja elevada estabilidade mineral limita o avanço do intemperismo químico e a formação de minerais secundários. Como consequência, esses solos apresentam baixa capacidade de troca de cátions, reduzidos teores de nutrientes e pequena capacidade de retenção de matéria orgânica, constituindo ambientes naturalmente oligotróficos.

Embora frequentemente descritos como solos texturalmente homogêneos, os ambientes de restinga apresentam expressiva variabilidade física ao longo dos gradientes costeiros. Rocha (2012) demonstra que pequenas alterações na distribuição granulométrica, na composição sedimentar e na presença de revestimentos organominerais são suficientes para modificar o comportamento físico do solo, influenciando propriedades como porosidade, infiltração, drenagem e disponibilidade de água para a vegetação. Esses resultados evidenciam que os depósitos arenosos costeiros não devem ser interpretados como corpos sedimentares uniformes, mas como sistemas dinâmicos cuja organização física resulta da interação entre processos deposicionais, pedogenéticos e biológicos.

A composição mineralógica representa outro elemento determinante para o comportamento físico dos solos arenosos. Brady e Weil (2016) demonstram que a predominância de quartzo confere elevada resistência ao intemperismo químico, reduzindo a formação de argilominerais e limitando a capacidade de retenção de nutrientes. Lal e Shukla (2004) acrescentam que, em solos arenosos, as propriedades físicas exercem influência mais significativa sobre o funcionamento ambiental do que as propriedades químicas, uma vez que atributos como tamanho das partículas, forma dos grãos, organização do sistema poroso e distribuição granulométrica condicionam diretamente os fluxos de água e ar no perfil do solo.

A interpretação das propriedades físicas dos Neossolos Quartzarênicos depende diretamente da caracterização dos sedimentos que lhes dão origem. Em solos predominantemente arenosos, atributos como distribuição granulométrica, grau de seleção, forma e composição dos grãos refletem não apenas a dinâmica deposicional, mas também condicionam a organização do sistema poroso e o comportamento físico do perfil. Dessa forma, a análise sedimentológica constitui uma etapa essencial para compreender a variabilidade espacial dos solos de restinga e suas implicações ecológicas, permitindo integrar informações provenientes da Geologia, da Geomorfologia e da Pedologia (Rocha, 2012; Dalla Riva, 2010; Morais et al., 2024).

Entre os atributos utilizados na caracterização dos sedimentos arenosos, a granulometria ocupa posição de destaque por permitir interpretar tanto a dinâmica deposicional quanto o comportamento físico dos solos. A distribuição do tamanho das partículas possibilita identificar o grau de seleção dos sedimentos e inferir sobre os agentes de transporte e retrabalhamento responsáveis por sua deposição (Rocha, 2012; Morais et al., 2024). Em ambientes de restinga, onde predominam sedimentos quartzosos pouco consolidados, a granulometria representa um importante indicador da organização física do solo e de seu comportamento ambiental.

Complementando a análise granulométrica, a morfometria dos grãos fornece informações relevantes sobre a evolução sedimentar. Parâmetros como esfericidade, arredondamento e grau de seleção refletem a intensidade dos processos de transporte e abrasão aos quais os sedimentos foram submetidos, permitindo inferir sobre os aspectos relacionados à maturidade sedimentar e ao ambiente deposicional (Dalla Riva, 2005; Dalla Riva, 2010; Morais et al., 2024). Dalla Riva (2010) demonstra que a forma dos grãos influencia diretamente o empacotamento das partículas, modificando a geometria do sistema poroso e condicionando diversas propriedades físicas do solo.

Esses atributos assumem especial importância em solos de textura arenosa, nos quais as propriedades físicas dependem fortemente da distribuição granulométrica e da geometria dos grãos minerais. Hillel (2004), Brady e Weil (2016) e Lal e Shukla (2004) demonstram que variações no tamanho, na forma e na organização das partículas alteram a continuidade dos poros, a permeabilidade, a infiltração e outras propriedades físico-hídricas do solo. Embora esses atributos não permitam determinar diretamente a retenção hídrica, constituem importantes indicadores do comportamento físico dos sedimentos quando interpretados à luz do conhecimento consolidado na literatura.

A compreensão integrada da evolução geológica das planícies costeiras, da gênese dos Neossolos Quartzarênicos e das características granulométricas e morfométricas dos sedimentos evidencia que esses elementos constituem componentes indissociáveis da dinâmica ambiental das restingas. A literatura demonstra que a distribuição do tamanho das partículas, a forma dos grãos e a organização do sistema poroso exercem influência sobre processos físicos como infiltração, drenagem e armazenamento de água, os quais condicionam, em conjunto com fatores climáticos, geomorfológicos e biológicos, o estabelecimento e a manutenção da vegetação característica desses ambientes (Hillel, 2004; Lal e Shukla, 2004; Brady e Weil, 2016; Rocha, 2012). Embora a retenção hídrica não tenha sido mensurada diretamente neste

estudo, a caracterização granulométrica e morfométrica da fração areia fornece informações fundamentais para compreender o comportamento físico dos solos de restinga e discutir suas possíveis implicações ambientais à luz do conhecimento já consolidado. Dessa forma, a análise desses atributos contribui não apenas para a compreensão da dinâmica sedimentar e pedológica da área de estudo, mas também para ampliar o conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas de restinga, fornecendo subsídios científicos para ações de planejamento, manejo e conservação da Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia (Scarano, 2002; Silva et al., 2010; Barbosa, 2019; Santos, 2017; Jesus e Oliveira, 2017).

5. METODOLOGIA

5.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no distrito de Praia do Forte, localizado no município de Mata de São João, litoral norte do estado da Bahia (Figura 1). A área está inserida na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia, unidade de conservação criada pelo Decreto Estadual nº 1.046, de 17 de março de 1992, abrangendo diversos municípios da costa norte baiana destinada à proteção dos ecossistemas costeiros e ao ordenamento do uso dos recursos naturais. Na figura 1 pode-se ter uma noção da localização deste município no estado da Bahia, que integra a área do litoral norte da Bahia. O distrito de Praia do Forte destaca-se pela presença de extensas áreas de restinga, dunas, manguezais, lagoas costeiras e remanescentes de Mata Atlântica, constituindo uma das áreas de maior relevância ecológica do litoral baiano e que desempenha importante papel na conservação da biodiversidade e na manutenção dos processos ecológicos costeiros (Scarano, 2002; Santos, 2017; Barbosa, 2019).

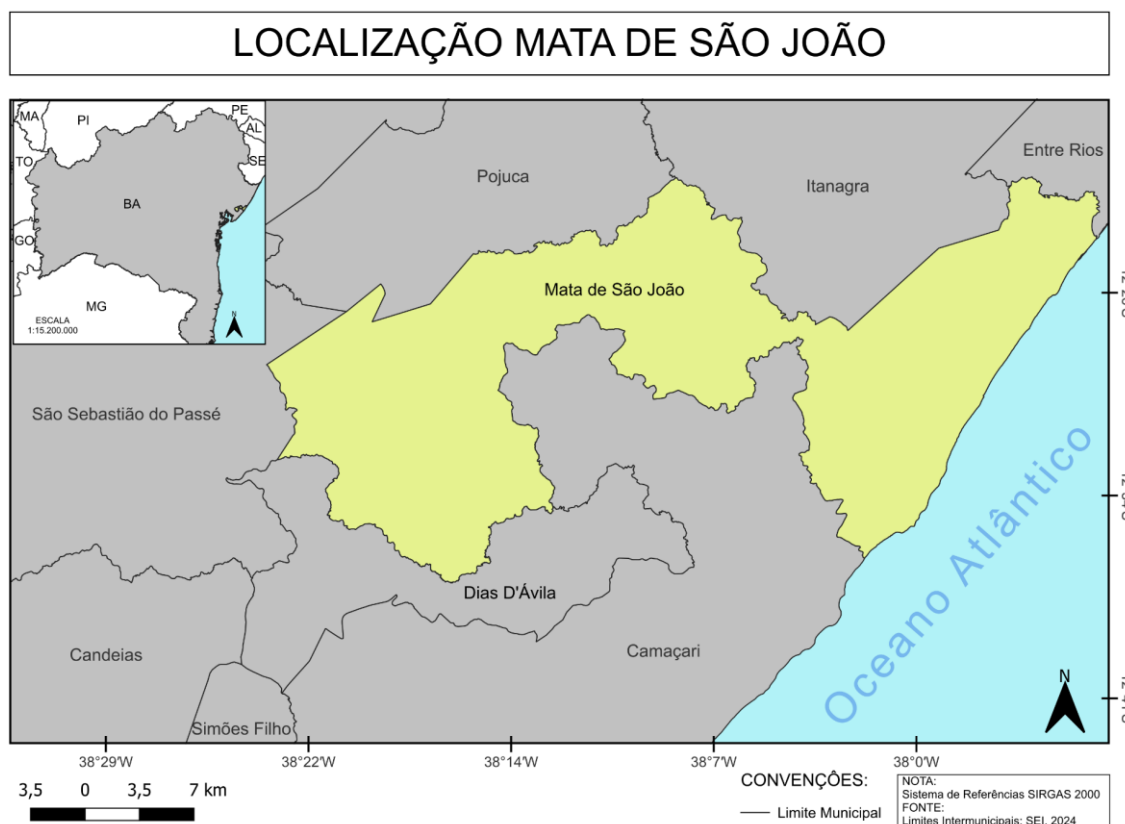


Figura 01- Mapa de localização do município de Mata de São João, estado da Bahia.

Inserida nesse contexto, o distrito de Praia do Forte destaca-se por sua relevância ambiental e turística, estando localizada na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia.

Do ponto de vista geomorfológico, a área situa-se na Planície Litorânea (ou Planície Costeira), unidade caracterizada por baixas altitudes, em torno de 5 m, e pela presença de feições deposicionais típicas do ambiente costeiro, como zonas praias, dunas, manguezais e terraços arenosos (Lima, 2024). Geologicamente, insere-se no domínio dos depósitos sedimentares quaternários, constituídos por sedimentos marinhos e continentais costeiros que incluem terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, dunas frontais e a faixa de praia atual, os quais registram a evolução sedimentar recente do litoral norte da Bahia (Lima, 2024).

Com relação à pedologia, a área encontra-se sob domínio dos Neossolos Quartzarênicos, classe de solos, que segundo Lima (2024) e Rocha (2012) são predominantes em grande parte das restingas brasileiras e amplamente distribuídos ao longo do litoral norte da Bahia.

A vegetação da área de estudo apresenta um gradiente estrutural ao longo dos transectos, com predomínio de espécies herbáceas e rasteiras nas porções mais próximas da praia e aumento gradual da cobertura arbustiva em direção ao interior da restinga, conforme descrito por Silva (2026). Essa variação da cobertura vegetal influencia a estabilidade superficial dos sedimentos e constitui um importante elemento para a interpretação dos resultados obtidos neste estudo.

5.2 Planejamento dos pontos

O delineamento amostral foi planejado de forma a representar a variabilidade espacial dos sedimentos arenosos presentes na restinga do distrito de Praia do Forte. Inicialmente, realizou-se uma etapa de reconhecimento da área por meio da análise de imagens de satélite e visitas de campo, que permitiram selecionar um setor representativo da planície costeira com cobertura vegetal preservada e reduzida interferência antrópica. A escolha da área também considerou a facilidade de acesso e a presença de depósitos arenosos típicos de restinga, compatíveis com os objetivos da pesquisa (SILVA, 2026).

Foram estabelecidos dois transectos paralelos, denominados PF1 e PF2, orientados aproximadamente no sentido praia–continente, buscando representar o gradiente ambiental existente entre a faixa costeira e o interior da restinga (Figura 2). Essa estratégia de amostragem possibilitou contemplar possíveis variações na distribuição granulométrica e nas características

morfométricas da fração areia ao longo da planície costeira, permitindo a comparação entre diferentes setores do ambiente deposicional (Rocha, 2012; Lima, 2024).



Figura 02- Mapa de localização dos pontos de coleta da Praia do Forte.

Em cada transecto foram definidos dez pontos amostrais, identificados sequencialmente de PF0 a PF9, totalizando vinte pontos de coleta.

As coordenadas geográficas dos pontos amostrais foram obtidas em campo e encontram-se apresentadas na Tabela 1, permitindo a localização precisa dos transectos e a reprodutibilidade do delineamento amostral adotado.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas dos pontos amostrais distribuídos nos transectos PF1 e PF2 da restinga da Praia do Forte, Mata de São João, BA.

Ponto	Longitude	Latitude
PF1P0	-37°58'19,2"	-12°31'8,4"
PF1P1	-37°58'22,8"	-12°31'8,4"
PF1P2	-37°58'22,8"	-12°31'4,8"

PF1P3	-37°58'22,8"	-12°31'4,8"
PF1P4	-37°58'26,4"	-12°31'4,8"
PF1P5	-37°58'26,4"	-12°31'4,8"
PF1P6	-37°58'30,0"	-12°31'1,2"
PF1P7	-37°58'30,0"	-12°31'1,2"
PF1P8	-37°58'30,0"	-12°31'1,2"
PF1P9	-37°58'33,6"	-12°31'1,2"
PF2P0	-37°58'22,8"	-12°31'12,0"
PF2P1	-37°58'22,8"	-12°31'12,0"
PF2P2	-37°58'26,4"	-12°31'12,0"
PF2P3	-37°58'26,4"	-12°31'8,4"
PF2P4	-37°58'30,0"	-12°31'8,4"
PF2P5	-37°58'30,0"	-12°31'8,4"
PF2P6	-37°58'30,0"	-12°31'8,4"
PF2P7	-37°58'33,6"	-12°31'4,8"
PF2P8	-37°58'33,6"	-12°31'4,8"
PF2P9	-37°58'37,2"	-12°31'4,8"

5.3 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos compreenderam as etapas de trabalho de campo, preparação das amostras e análises laboratoriais, envolvendo a caracterização granulométrica e morfométrica da fração areia dos solos de restinga.

5.3.1 Trabalho de campo

O trabalho de campo consistiu na coleta de amostras de solo nos vinte pontos previamente estabelecidos nos transectos PF1 e PF2, distribuídos ao longo da restinga do distrito de Praia do Forte. Em cada ponto foram coletadas amostras nas profundidades de 0–10 cm e 10–20 cm utilizando-se pá de jardinagem para a retirada do material superficial e respeitando o distanciamento entre os pontos de 50 metros cada, resultando em quarenta amostras de solo analisadas. A escolha dessas profundidades teve como objetivo comparar a camada superficial, diretamente influenciada pelos processos deposicionais recentes, pelo aporte de matéria orgânica e pela ação das raízes, com a camada subsuperficial, menos sujeita

às alterações superficiais e mais representativa das características sedimentares do depósito arenoso (Santos et al., 2015).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados com o código correspondente ao ponto amostral e transportadas ao Laboratório de Pedologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), onde permaneceram em secagem ao ar sobre bancadas até a completa eliminação da umidade. Posteriormente, o material foi destorroado manualmente e peneirado em malha de 2 mm, eliminando-se a fração grosseira para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), utilizada nas análises laboratoriais.

5.3.2 Análise granulométrica

A análise granulométrica foi realizada por meio do método de peneiramento mecânico, conforme os procedimentos descritos por Rocha (2012), com adaptações da metodologia proposta por Moraes et al. (2024). Rocha (2012) utiliza o tempo de peneiramento de apenas 2 minutos e Moraes et al. (2024) propõem 10 minutos. Para cada amostra foram separados aproximadamente 120 g de sedimento, posteriormente submetidos ao peneiramento em agitador mecânico da marca Logen Scientific, operando à frequência de 3.000 vibrações por minuto (vpm) durante 10 minutos.

O conjunto de peneiras utilizado foi composto pelas malhas de 2,0 mm; 1,0 mm; 0,250 mm; 0,125 mm e 0,063 mm, permitindo a separação de cinco diferentes classes granulométricas da fração areia (Figura 3).

As frações retidas foram pesadas em balança de precisão, possibilitando a determinação da massa correspondente a cada classe granulométrica e o cálculo dos percentuais retidos em cada malha (Figura 5).



Figura 5 – Pesagem das frações granulométricas em balança de precisão.

Os valores obtidos após o peneiramento foram organizados em tabelas contendo os percentuais retidos em cada malha e representados por meio de gráficos, permitindo visualizar a distribuição granulométrica das amostras e comparar as diferentes classes de tamanho da fração areia entre os pontos e profundidades analisados, conforme adaptação da metodologia proposta por Moraes et al. (2024).

5.3.3 Análise morfométrica

A caracterização morfométrica da fração areia foi realizada em lupa estereoscópica binocular Opton, modelo TIM-2B, utilizando amostras representativas obtidas após o peneiramento.

Embora os termos morfometria e morfoscopia sejam frequentemente empregados de forma indistinta na literatura sedimentológica, eles correspondem abordagens distintas. A morfoscopia está relacionada à descrição qualitativa de características superficiais dos grãos, como brilho, textura e marcas de desgaste, enquanto a morfometria compreende a avaliação de atributos geométricos, como esfericidade, arredondamento e grau de seleção, utilizados para

interpretar os processos de transporte e deposição sedimentar (Dalla Riva, 2005; Dalla Riva, 2010). Considerando que o presente estudo se concentrou na análise desses parâmetros geométricos, adotou-se o termo análise morfométrica, sendo a identificação visual da composição dos grãos empregada apenas como informação complementar.

Durante as observações foram avaliados os parâmetros de esfericidade, grau de arredondamento, grau de seleção e composição aparente dos grãos, permitindo caracterizar a morfologia da fração areia e fornecer subsídios para a interpretação da dinâmica sedimentar da área de estudo.

5.4 Organização e análise dos dados

Os dados obtidos nas análises granulométricas foram organizados em planilhas no Microsoft Excel, sendo calculados os percentuais retidos em cada peneira para todas as amostras analisadas. Esses resultados foram apresentados em tabelas e gráficos, permitindo comparar a distribuição granulométrica da fração areia entre os diferentes pontos amostrais e profundidades investigadas.

Para cada classe granulométrica foram calculadas medidas de tendência central e dispersão, utilizando-se a média e o desvio-padrão populacional por meio da função DESVPAD.P do Microsoft Excel. O desvio-padrão foi calculado a partir dos percentuais retidos em cada malha granulométrica, permitindo avaliar a variabilidade dos dados entre as amostras analisadas.

A interpretação dos resultados foi realizada pela integração entre os dados granulométricos, a caracterização morfométrica da fração areia e os referenciais teóricos relacionados à sedimentologia, à física dos solos e à ecologia de restingas, buscando compreender os padrões sedimentares observados na área de estudo (Scarano, 2002; Hillel, 2004; Dalla Riva, 2010; Morais et al., 2024).

Como complemento à análise granulométrica, foram obtidas imagens das amostras em lupa estereoscópica, com o objetivo de registrar visualmente as características morfométricas dos grãos. As fotografias permitiram observar atributos como esfericidade, grau de arredondamento, seleção sedimentar e composição aparente, auxiliando na interpretação dos processos deposicionais responsáveis pela formação dos depósitos arenosos da área de estudo. Conforme Morais et al. (2024), a análise visual constitui uma ferramenta complementar à

caracterização granulométrica, permitindo relacionar os dados quantitativos obtidos no peneiramento às características físicas observadas nos grãos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo foram organizados em tabelas e gráficos da distribuição granulométrica e em registros fotográficos das amostras analisadas por lupa estereoscópica. As tabelas e os gráficos permitiram identificar a predominância das diferentes frações de areia, enquanto as imagens possibilitaram caracterizar a morfometria dos grãos, considerando aspectos como esfericidade, grau de arredondamento, seleção, coloração e mineralogia predominante. A integração dessas análises fornece uma compreensão mais abrangente das características sedimentares da restinga da Praia do Forte e de sua influência sobre o comportamento hídrico dos solos (Hillel, 2004; Morais *et al.*, 2024; Dalla Riva, 2005).

A amostra PF1P0 (Figura 06) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subarredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 80% e bioclastos - 20%.

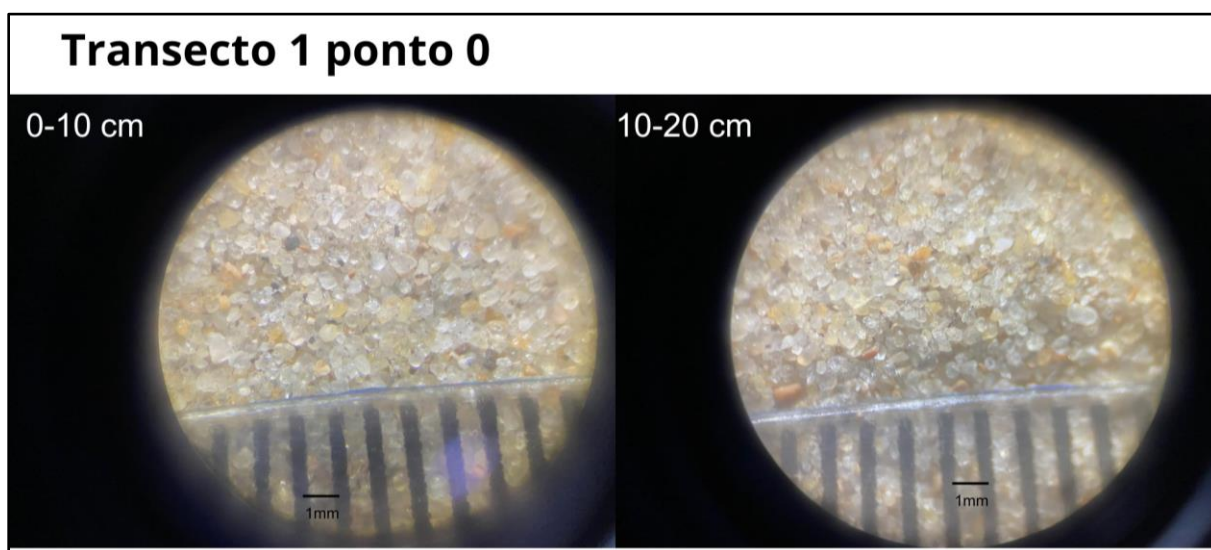


Figura 06 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 0 observadas na lupa estereoscópica.

A amostra PF1P1 (Figura 07) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subarredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente de areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 80% e bioclastos - 20%.

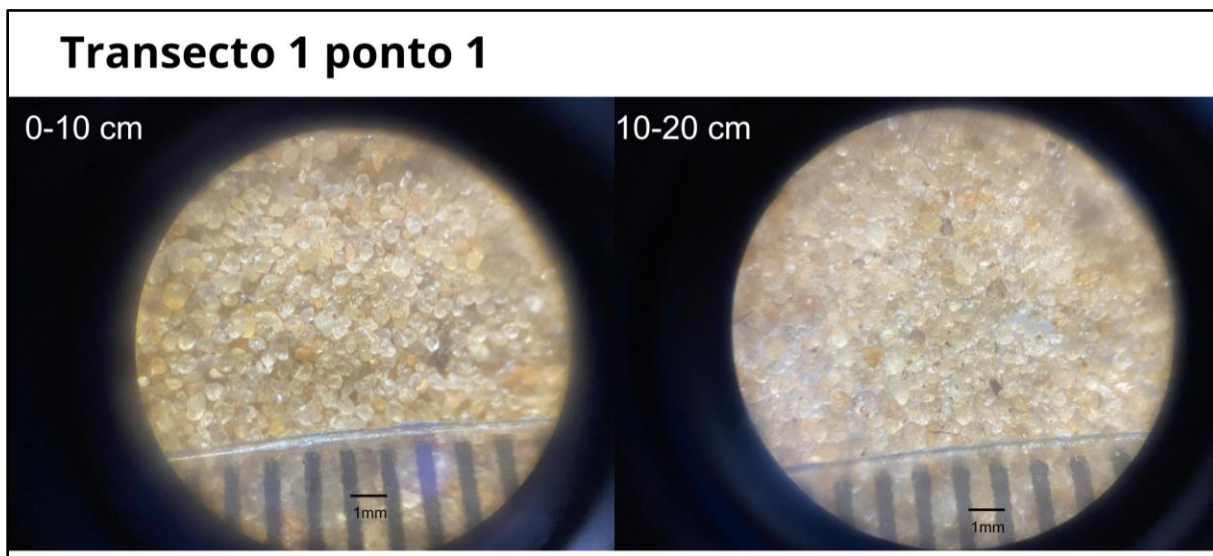


Figura 07 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 1 observadas na lupa estereoscópica.

A amostra PF1P2 (Figura 08) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subarredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 90% e bioclastos - 10%.

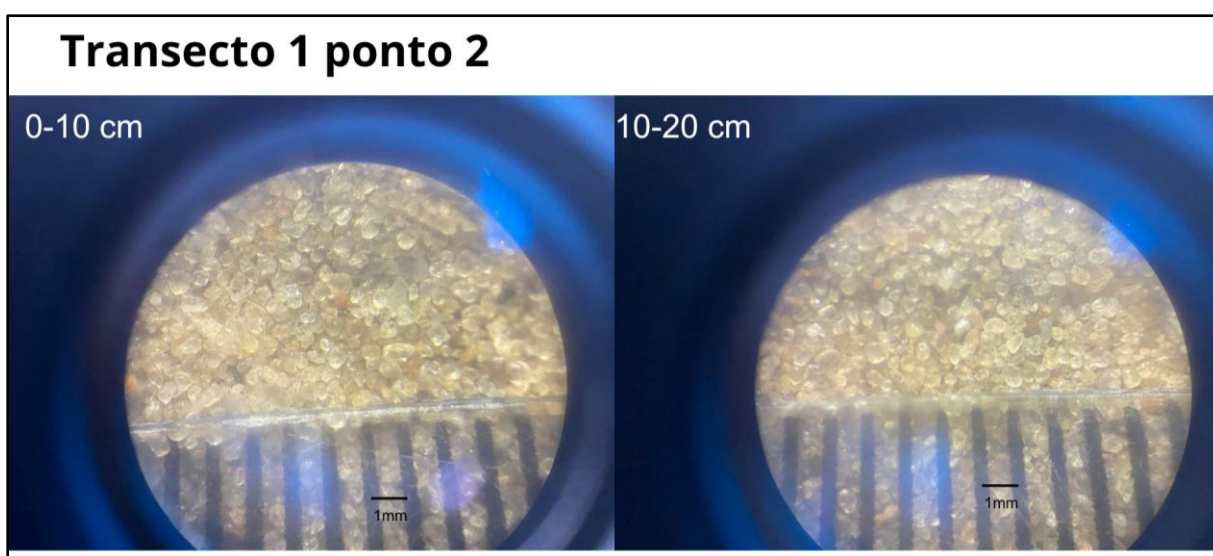


Figura 08 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 2 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF1P3 (Figura 9) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 90% e bioclastos - 10%.

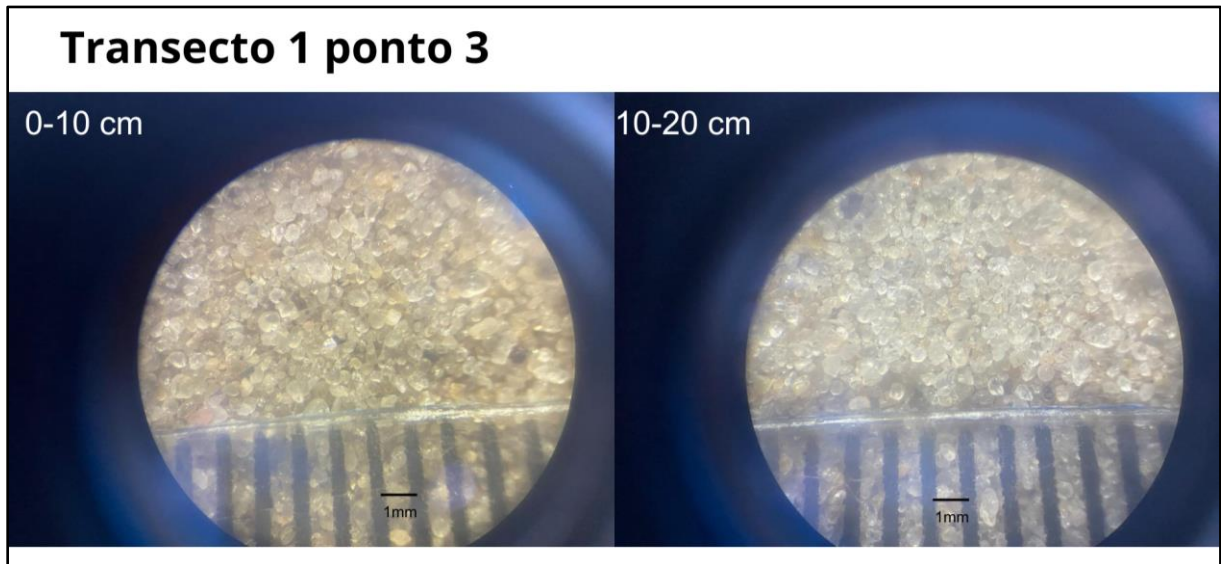


Figura 9 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 3 observadas na lupa estereoscópica.

A amostra PF1P4 (Figura 10) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

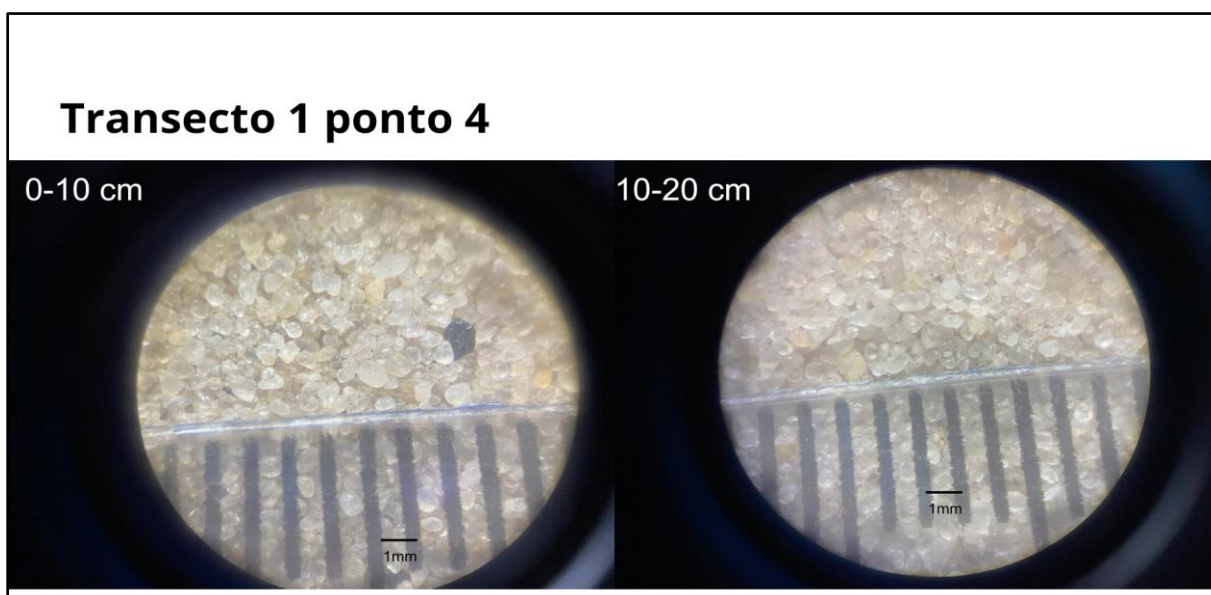


Figura 10 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 4 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF1P5 (Figura 11) apresentou a esfericidade dos grãos de média, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

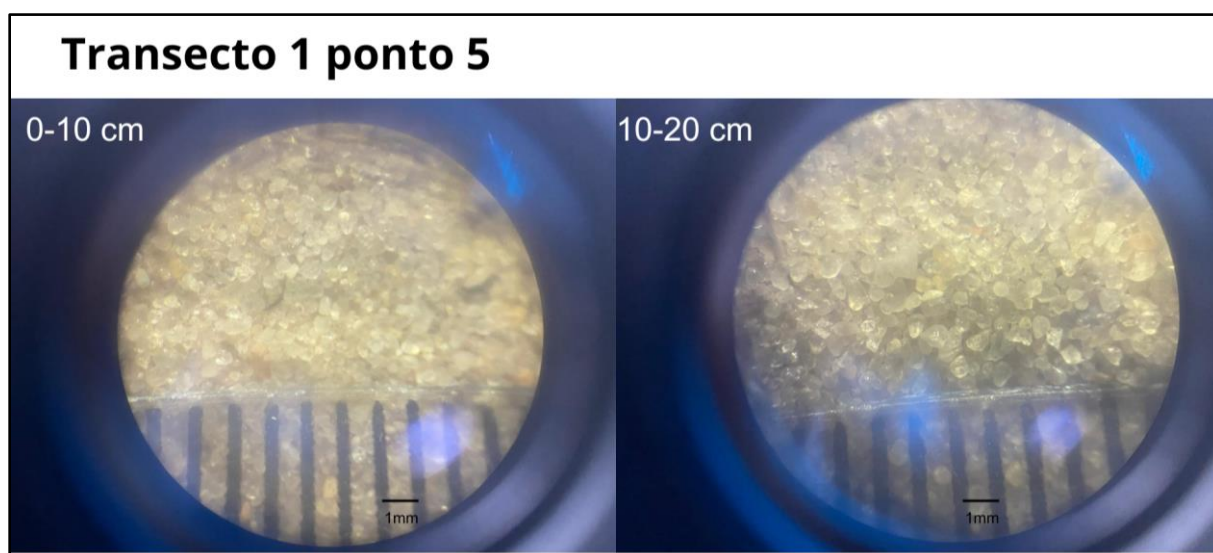


Figura 11 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 5 observadas na lupa estereoscópica.

A amostra PF1P6 (Figura 12) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

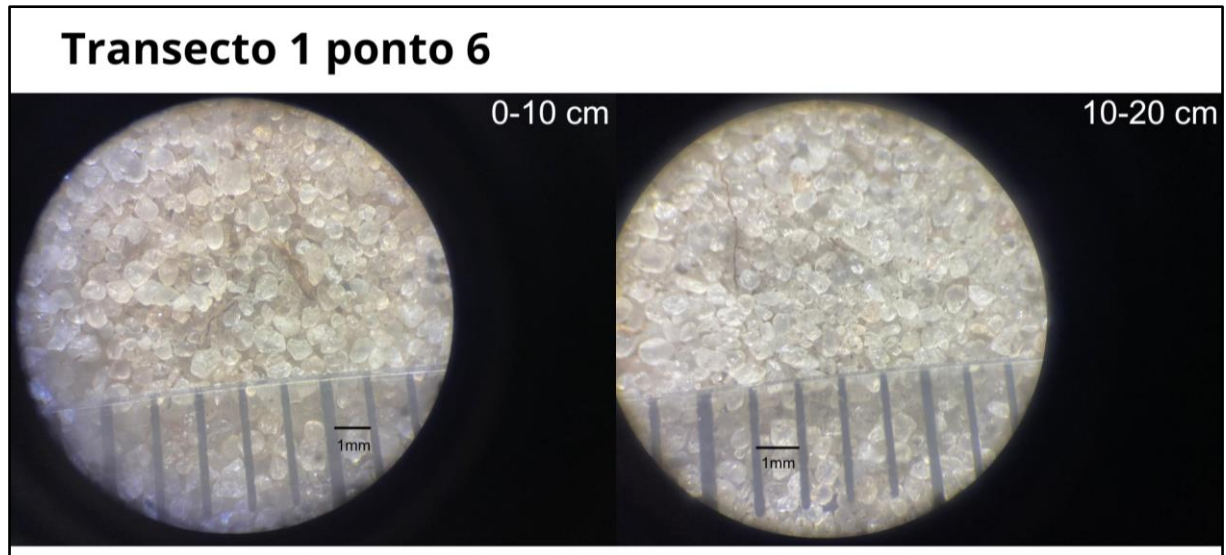


Figura 12 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 6 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF1P7 (Figura 13) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 100%.

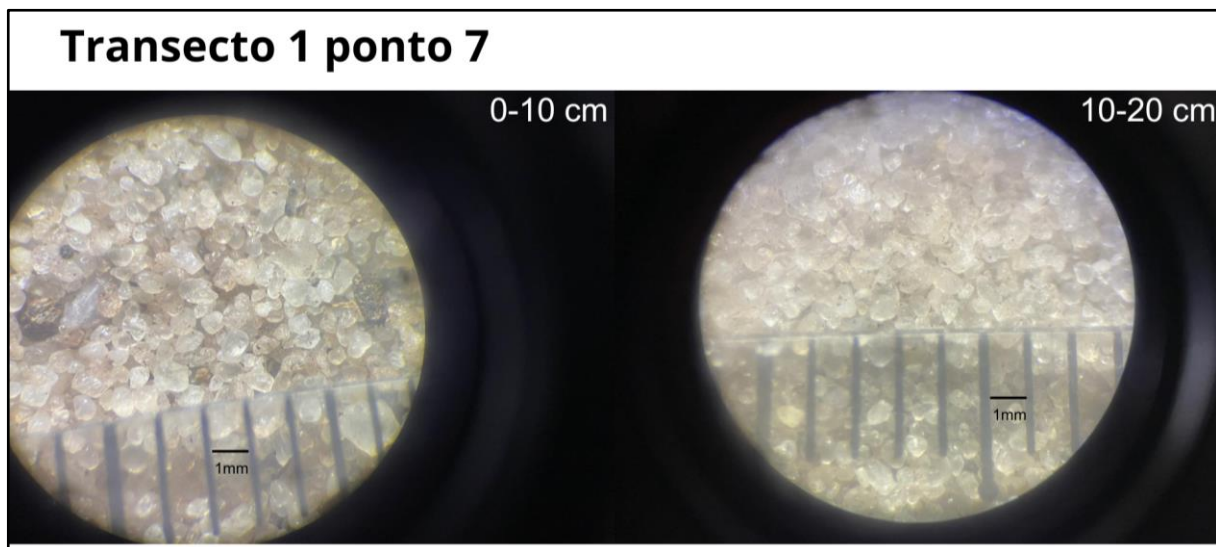


Figura 13 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 7 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF1P8 (Figura 14) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

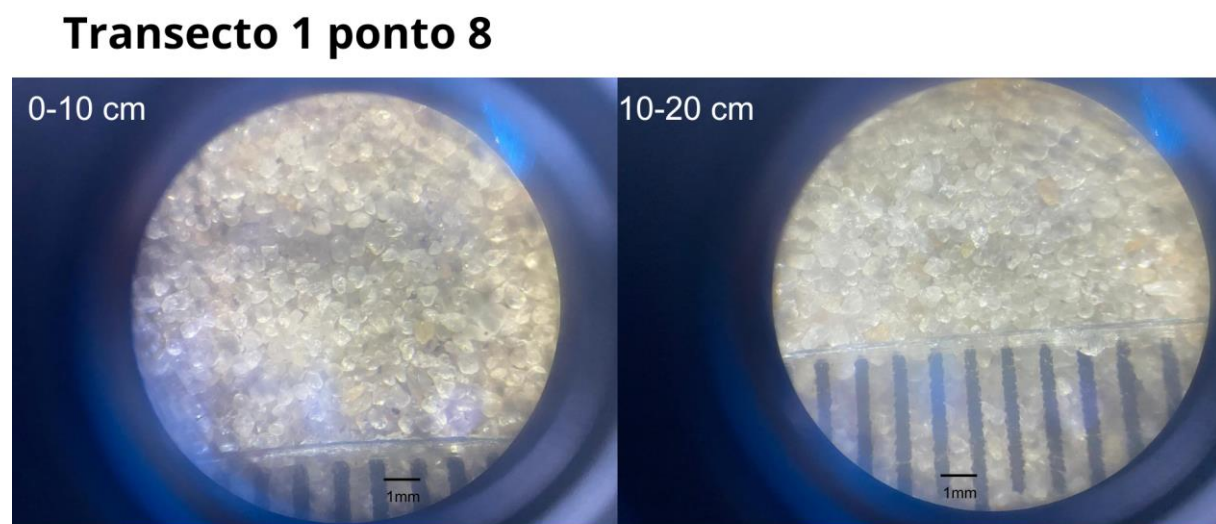


Figura 14 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 8 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF1P9 (Figura 15) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

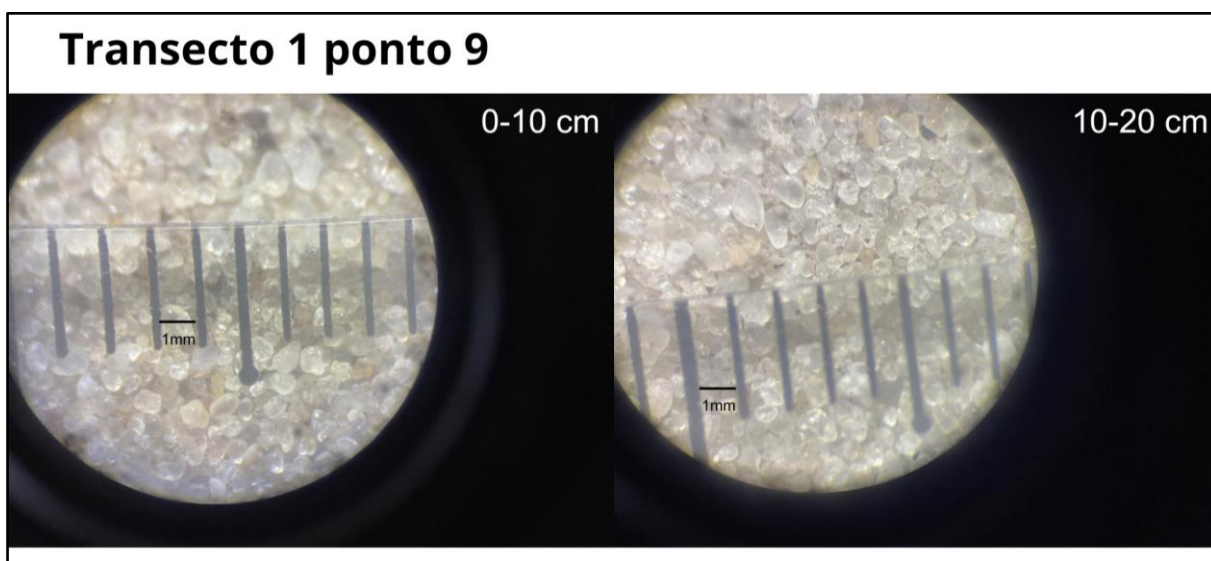


Figura 15 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 1 do ponto 9 observadas na lupa estereoscópica

De modo geral, a esfericidade dos grãos permaneceu praticamente constante ao longo do Transecto 1, sendo classificada predominantemente como média a baixa, com pequena variação apenas na amostra PF1P5, onde foi descrita como média. Essa estabilidade indica que não ocorreram mudanças significativas na forma tridimensional das partículas ao longo do transecto. Quanto ao grau de arredondamento, observou-se uma tendência de diminuição progressiva, passando de grãos subarredondados a subangulosos nos pontos iniciais (PF1P0 a PF1P2) para grãos subangulosos a angulosos nos pontos finais (PF1P3 a PF1P9). Essa mudança sugere menor retrabalhamento sedimentar ou maior influência de material menos desgastado nas porções finais do transecto. Em relação ao tamanho dos grãos, verificou-se que a areia média permaneceu como fração predominante em todos os pontos e nas duas profundidades, conforme demonstrado pelas tabelas granulométricas, enquanto a participação da areia fina apresentou redução gradual e a areia grossa aumentou discretamente em direção aos pontos finais do transecto.

A amostra PF2P0 (Figura 16) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subarredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 70% e bioclastos - 30%.

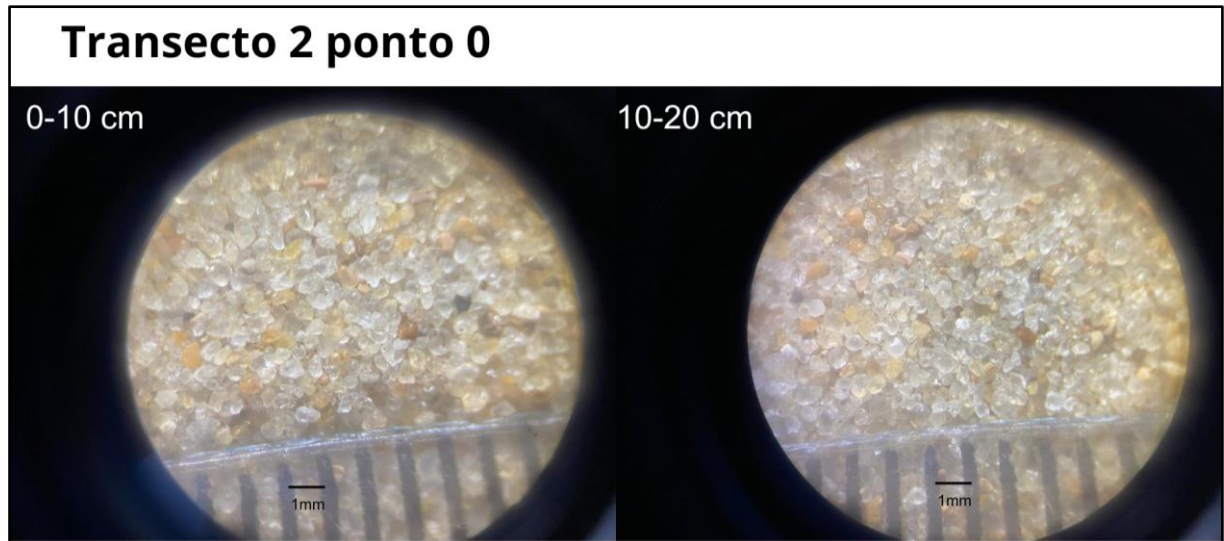


Figura 16 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 0 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P1 (Figura 17) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subarredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 80% e bioclastos - 20%.

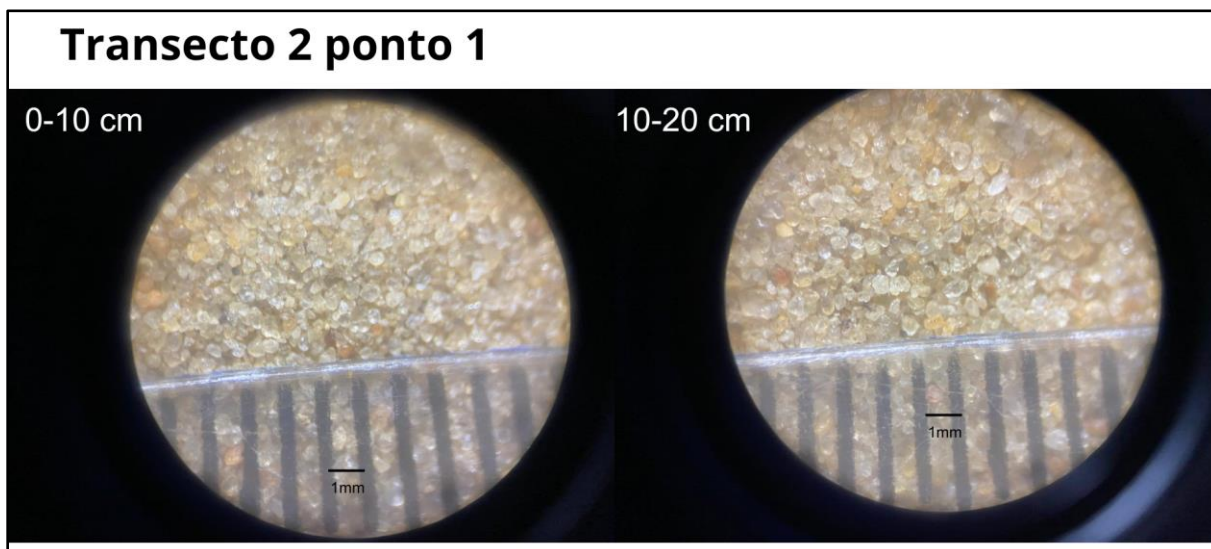


Figura 17 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P2 (Figura 18) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subarredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 80% e bioclastos - 20%.

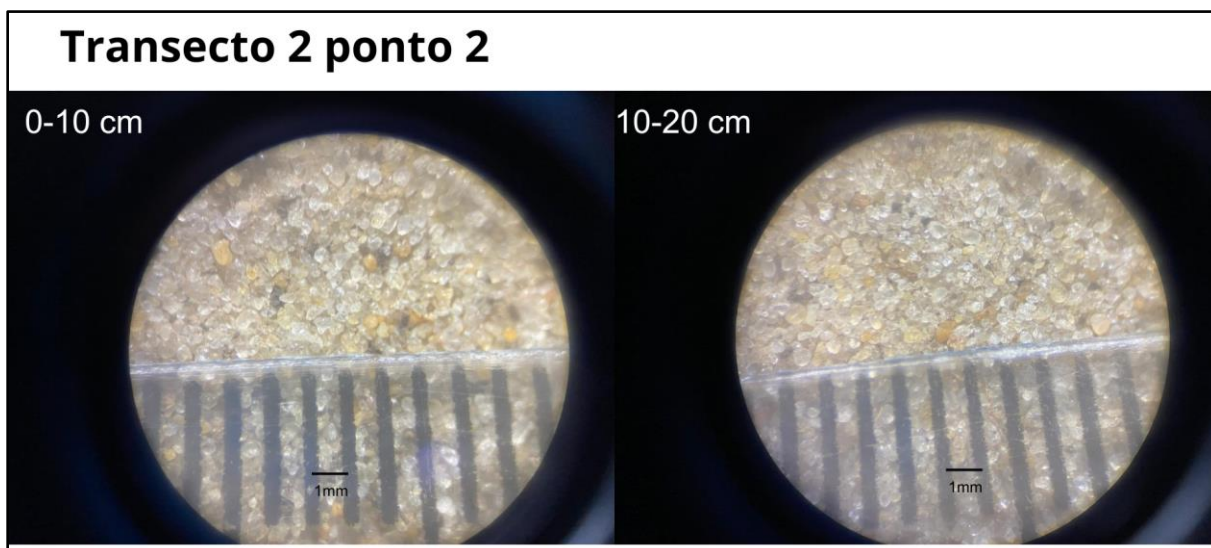


Figura 18 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 2 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P3 (Figura 19) apresentou predominância de grãos angulosos a subangulosos, com grãos arredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho

principalmente com areia média e de forma subordinada a areia fina. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

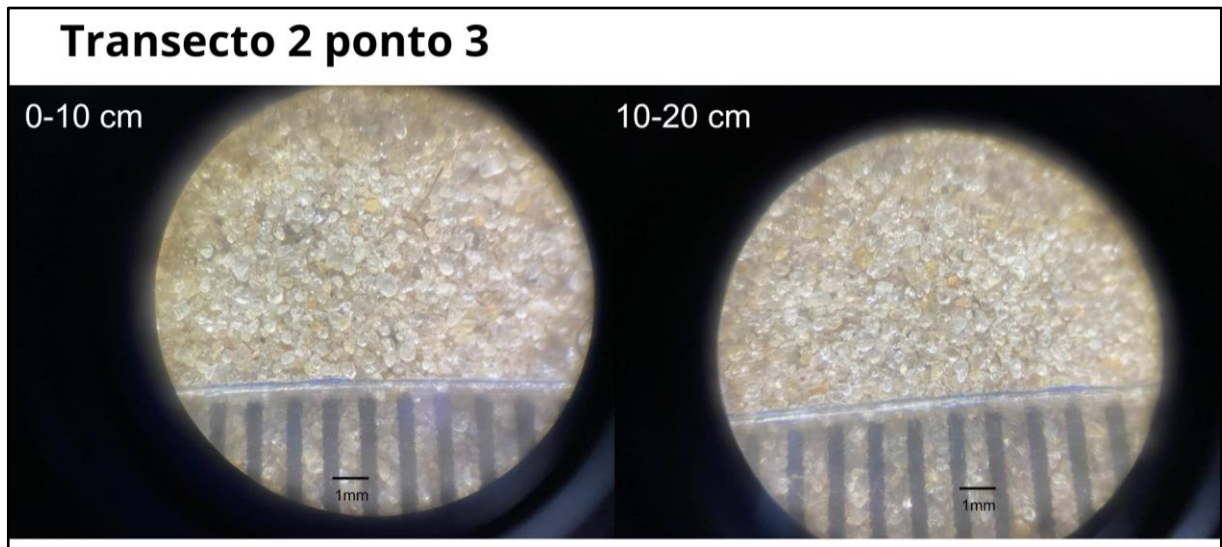


Figura 19 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 3 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P4 (Figura 20) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 90% e bioclastos - 10%.

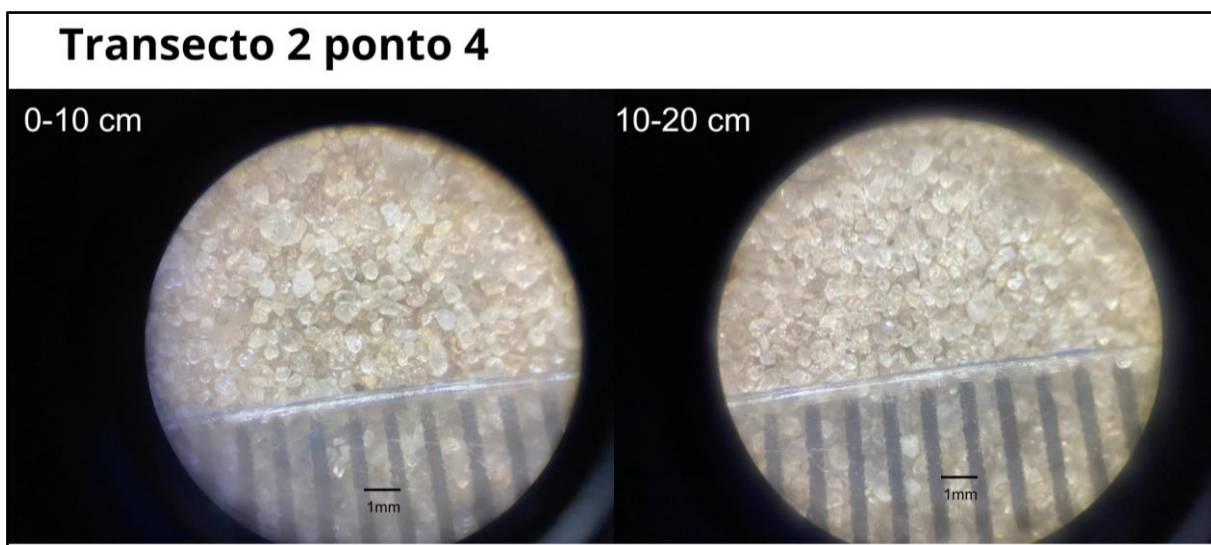


Figura 20 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 4 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P5 (Figura 21) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

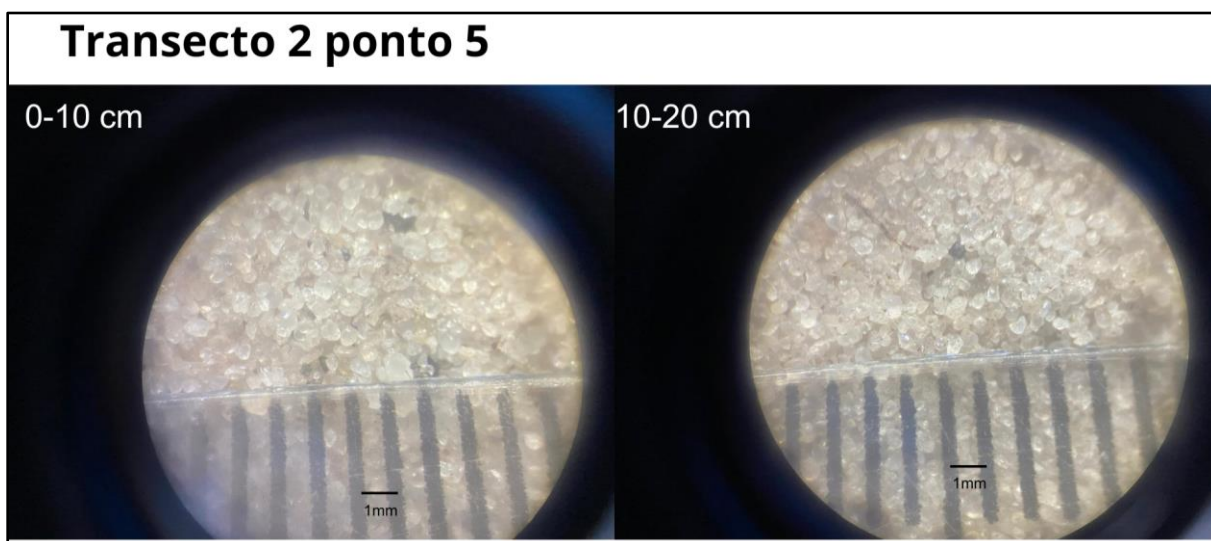


Figura 21 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 5 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P6 (Figura 22) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subarredondados a subangulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 90% e bioclastos - 10%.

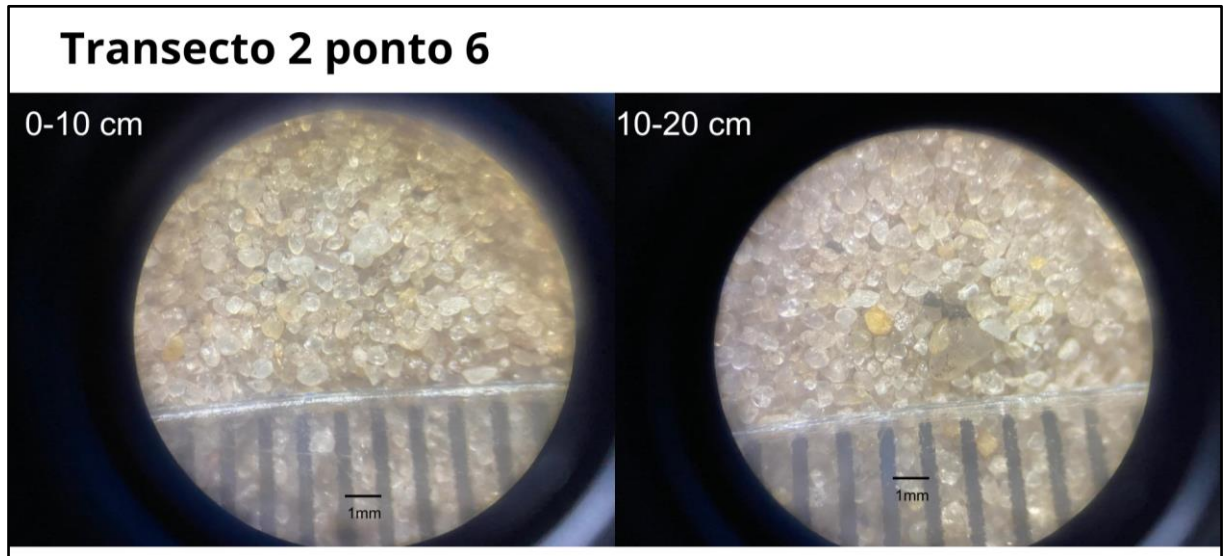


Figura 22 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 6 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P7 (Figura 23) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%.

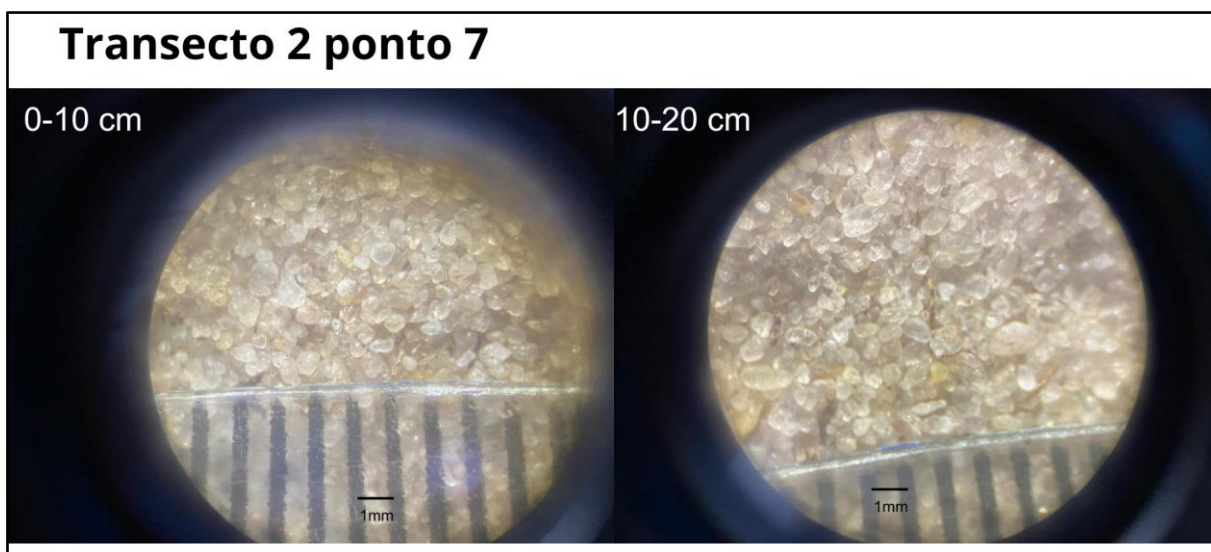


Figura 23 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 7 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P8 (Figura 24) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 95% e bioclastos - 5%

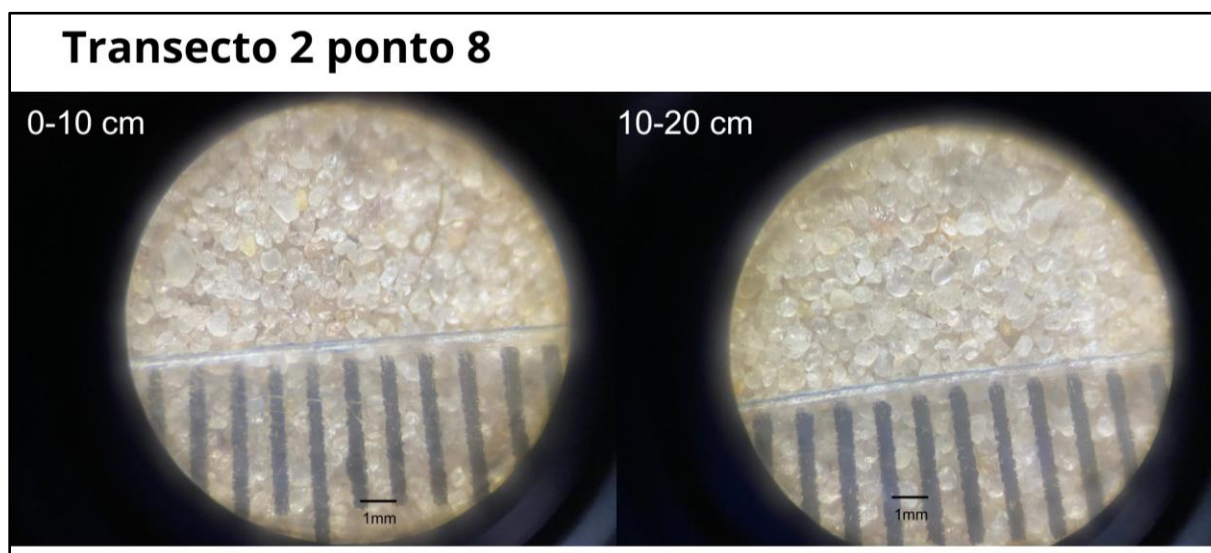


Figura 24 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 8 observadas na lupa estereoscópica

A amostra PF2P9 (Figura 25) apresentou a esfericidade dos grãos de média a baixa, com grãos subangulosos a angulosos, bem selecionados, com tamanho principalmente com areia média a areia fina e de forma subordinada a presença de areia muito fina e areia grossa. A composição de quartzo de incolor a leitoso - 100%.

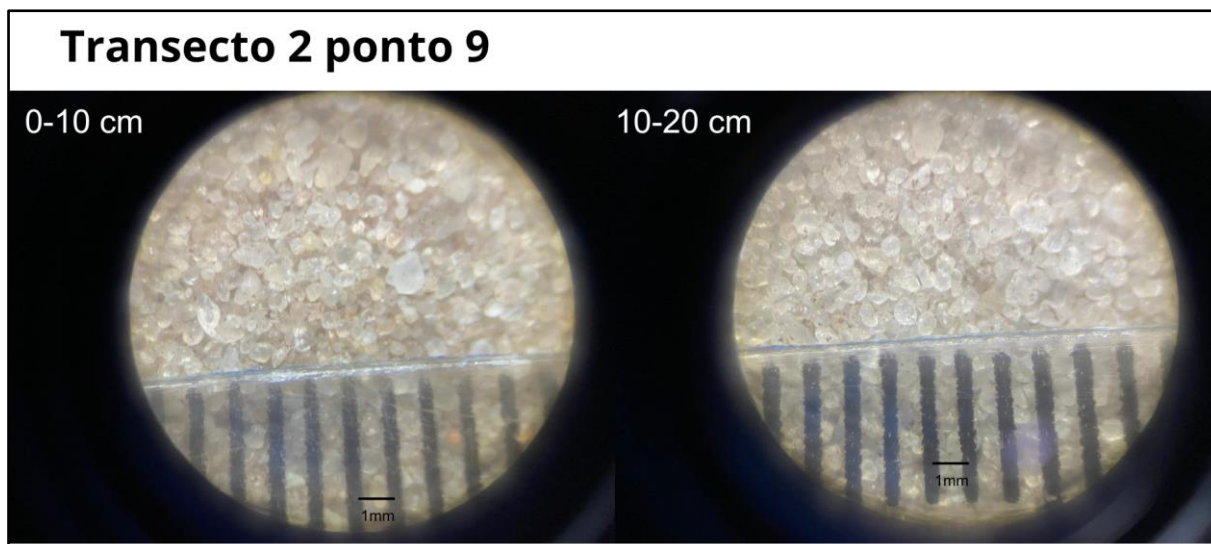


Figura 25 - Amostras de 0 a 10 centímetros e de 10 a 20 centímetros de profundidade do Transecto 2 do ponto 9 observadas na lupa estereoscópica

De maneira geral, o Transecto 2 apresentou comportamento morfométrico semelhante ao observado no Transecto 1. A esfericidade manteve-se predominantemente classificada como média a baixa, enquanto o grau de arredondamento variou entre subarredondado, subangular e angular, indicando discreta variação ao longo do gradiente amostral. Os grãos permaneceram bem selecionados em praticamente todos os pontos, com predominância da fração areia média acompanhada por menores proporções de areia fina e muito fina. Em relação à composição, observou-se aumento gradual do teor de quartzo ao longo do transecto, passando de aproximadamente 70–80% nos pontos iniciais para cerca de 95–100% nos pontos finais, acompanhado pela redução da participação de bioclastos. Esse comportamento sugere maior influência dos processos de retrabalhamento sedimentar nas porções mais internas da área estudada, favorecendo a concentração de sedimentos quartzosos e refletindo a dinâmica deposicional característica das planícies costeiras quaternárias.

Os resultados obtidos a partir da análise granulométrica foram organizados em tabelas e gráficos contendo as porcentagens de material retido em cada peneira, permitindo a identificação das frações predominantes em cada amostra analisada. As Tabelas 2, 3, 4 e 5

apresentam a distribuição percentual das frações granulométricas obtidas para as amostras coletadas na área de estudo.

Tabela 2- Distribuição percentual das frações granulométricas obtidas para as amostras coletadas do transecto 1 da área de estudo na profundidade de 0 a 10 centímetros.

	PF1P0	PF1P1	PF1P2	PF1P3	PF1P4	PF1P5	PF1P6	PF1P7	PF1P8	PF1P9
Areia Muito Grossa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Areia Grossa	0%	0%	0,07%	0,10%	0,43%	0,07%	0,26%	0,38%	0,63%	0,48%
Areia Média	81,32%	77,56%	75,01%	85,23%	88,27%	82,06%	94,19%	93,68%	94,10%	87,77%
Areia Fina	18,47%	22,16%	24,69%	14,23%	10,99%	17,47%	5,28%	5,73%	4,99%	11,63%
Areia Muito Fina	0,21%	0,28%	0,23%	0,44%	0,30%	0,40%	0,26%	0,21%	0,28%	0,12%

Tabela 3- Distribuição percentual das frações granulométricas obtidas para as amostras coletadas do transecto 1 da área de estudo na profundidade de 10 a 20 centímetros.

	PF1P0	PF1P1	PF1P2	PF1P3	PF1P4	PF1P5	PF1P6	PF1P7	PF1P8	PF1P9
Areia Muito Grossa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Areia Grossa	0%	0%	0,02%	0,04%	0,25%	0,08%	0,17%	0,28%	0,20%	0,38%
Areia Média	82,17%	80,25%	85,47%	83,31%	84,58%	85,57%	94,83%	91,23%	92,15%	94,70%
Areia Fina	17,68%	19,33%	14,16%	16,28%	14,67%	14,22%	4,79%	8,28%	7,44%	4,71%
Areia Muito Fina	0,15%	0,41%	0,35%	0,36%	0,49%	0,13%	0,21%	0,21%	0,20%	0,21%

Tabela 4- Distribuição percentual das frações granulométricas obtidas para as amostras coletadas do transecto 2 da área de estudo na profundidade de 0 a 10 centímetros.

		PF2P0	PF2P1	PF2P2	PF2P3	PF2P4	PF2P5	PF2P6	PF2P7	PF2P8	PF2P9
Areia Muito Grossa		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Areia Grossa		0%	0%	0,13%	0,10%	0,41%	0,21%	0,37%	0,28%	0,25%	0,19%
Areia Média		86,58%	85,93%	78,85%	85,48%	89,33%	90,99%	90,12%	93,61%	91,35%	92,73%
Areia Fina		13,27%	13,79%	20,57%	14,01%	9,93%	8,56%	9,37%	5,69%	8,09%	6,81%
Areia Muito Fina		0,15%	0,26%	0,44%	0,41%	0,33%	0,24%	0,14%	0,42%	0,31%	0,27%

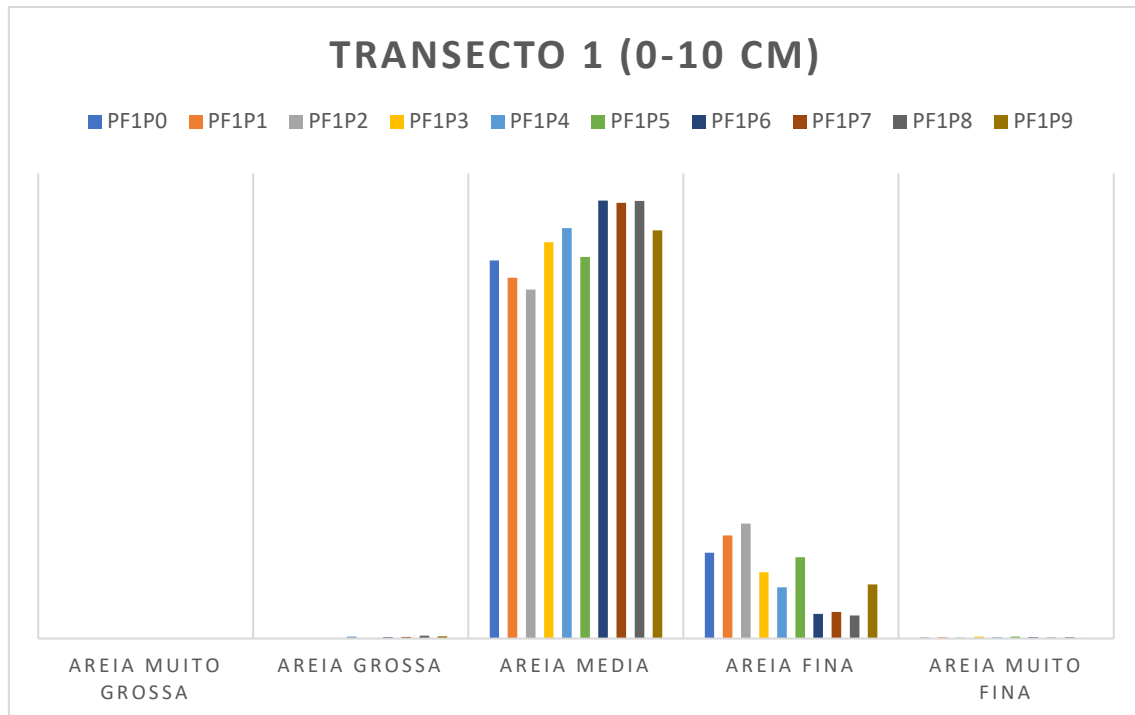
Tabela 5- Distribuição percentual das frações granulométricas obtidas para as amostras coletadas do transecto 2 da área de estudo na profundidade de 10 a 20 centímetros

	PF2P0	PF2P1	PF2P2	PF2P3	PF2P4	PF2P5	PF2P6	PF2P7	PF2P8	PF2P9
Areia Muito Grossa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Areia Grossa	0%	0%	0,04%	0,08%	0,15%	0,09%	0,27%	0,24%	0,16%	0,32%
Areia Média	84,03%	83,86%	72,08%	85,24%	88,17%	89,27%	88,43%	93,37%	92,63%	91,36%
Areia Fina	15,80%	15,90%	27,45%	14,29%	11,26%	10,25%	11,14%	6,02%	7,05%	8,15%
Areia Muito Fina	0,18%	0,21%	0,43%	0,39%	0,42%	0,39%	0,16%	0,37%	0,16%	0,17%

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 a 4 foram sintetizados por meio de gráficos de distribuição granulométrica, possibilitando uma visualização mais clara da participação percentual de cada fração granulométrica nos diferentes transectos e profundidades analisados. Essa representação gráfica auxilia na comparação entre os pontos amostrais e complementa a interpretação dos dados obtidos no peneiramento.

Conforme apresentado no Gráfico 1, observa-se predominância da fração areia média em praticamente todos os pontos do Transecto PF1 na profundidade de 0–10 cm.

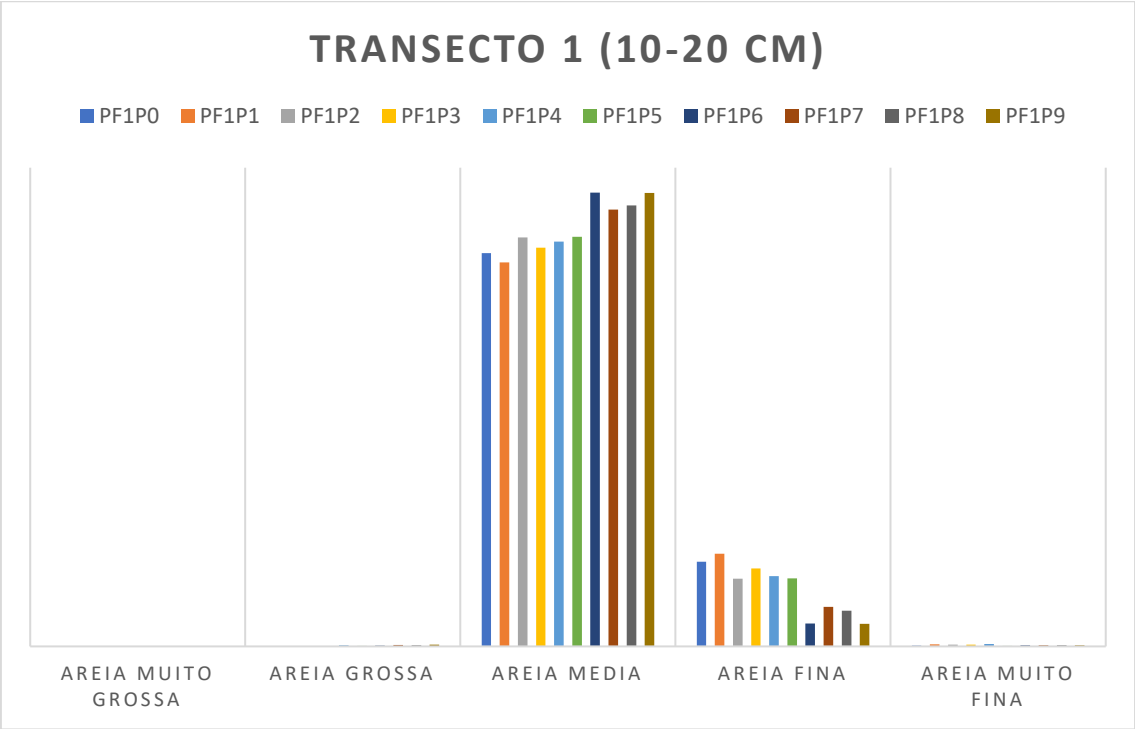
Gráfico 1 – Distribuição percentual das frações granulométricas no Transecto PF1 (0–10 cm)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa (2026).

A distribuição granulométrica das amostras coletadas entre 10 e 20 cm de profundidade no Transecto PF1 encontra-se representada no Gráfico 2, facilitando a comparação entre as diferentes frações granulométricas e sua variação ao longo do perfil amostrado.

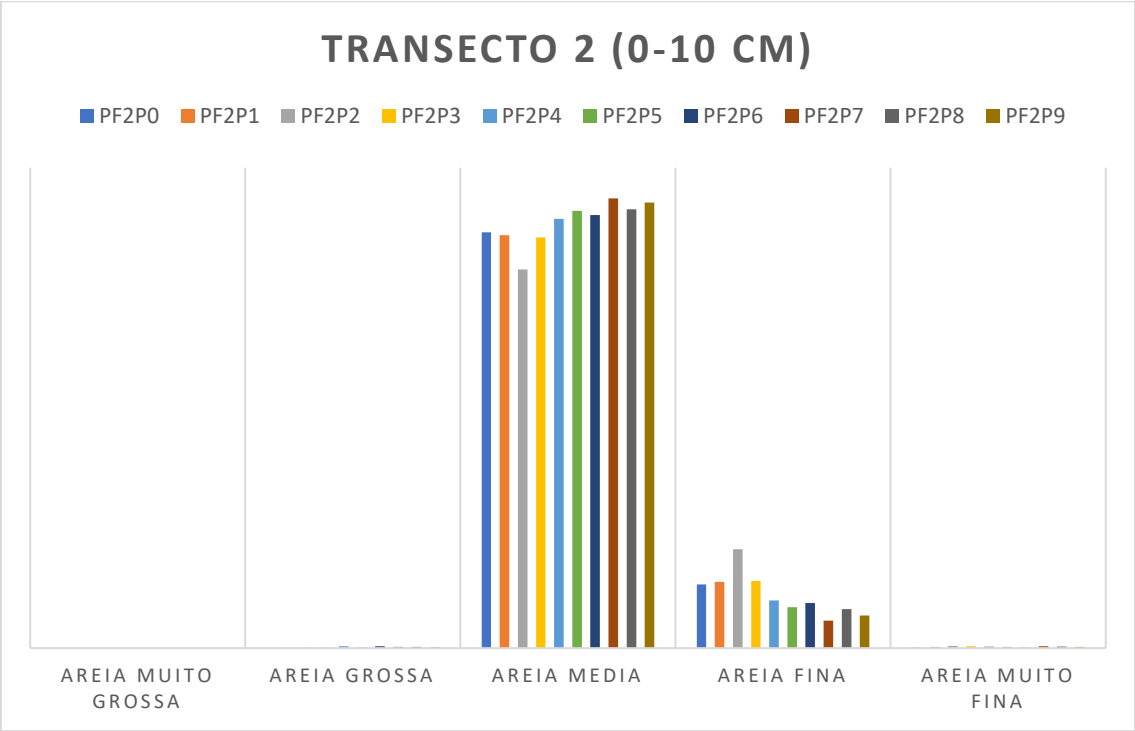
Gráfico 2 – Distribuição percentual das frações granulométricas no Transecto PF1 (10–20 cm)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa (2026).

Os resultados granulométricos referentes ao Transecto PF2, na profundidade de 0–10 cm, foram sintetizados no Gráfico 3, possibilitando a visualização da distribuição percentual das frações granulométricas entre os diferentes pontos de coleta.

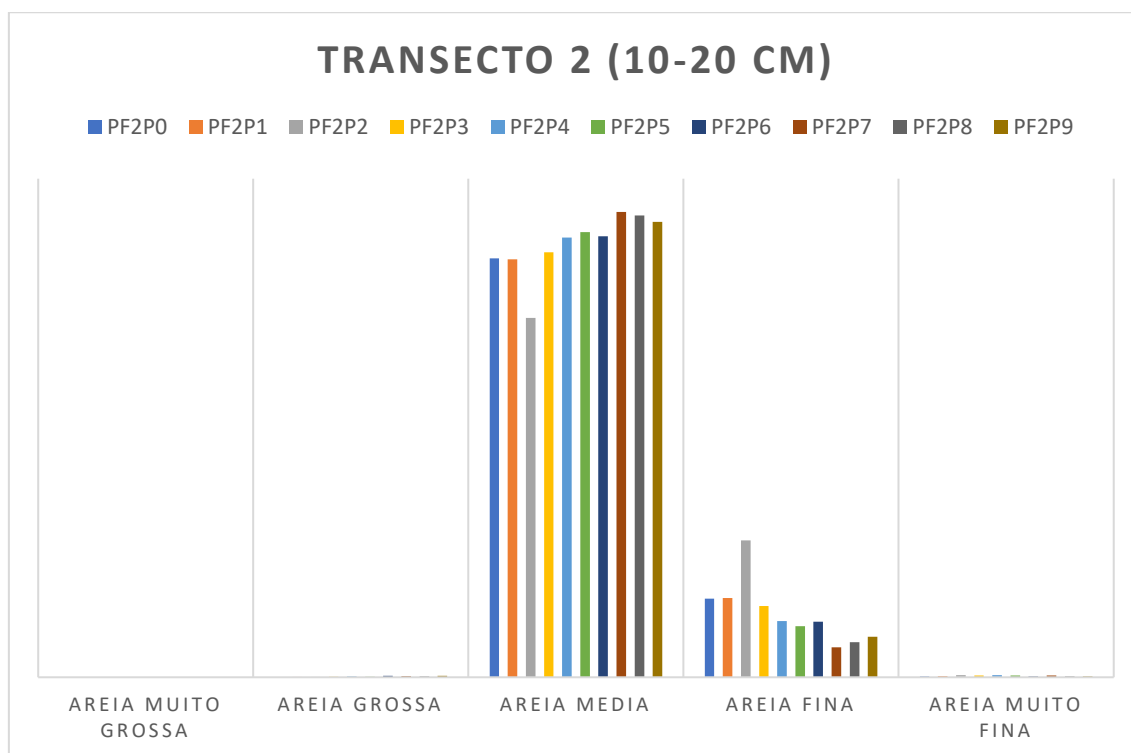
Gráfico 3 – Distribuição percentual das frações granulométricas no Transecto PF2 (0–10 cm)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa (2026).

O Gráfico 4 apresenta a distribuição percentual das frações granulométricas das amostras coletadas entre 10 e 20 cm de profundidade no Transecto PF2, complementando as informações apresentadas na Tabela 4 e permitindo uma comparação visual entre os pontos amostrais.

Gráfico 4 – Distribuição percentual das frações granulométricas no Transecto PF2 (10–20 cm)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa (2026).

Os resultados obtidos evidenciam que os sedimentos da restinga da Praia do Forte apresentam elevado grau de homogeneidade granulométrica, caracterizado pela predominância da fração areia média em ambos os transectos e nas duas profundidades analisadas, acompanhada por pequenas proporções de areia fina e ocorrências pouco expressivas das frações areia grossa e areia muito fina. A ausência de areia muito grossa em todas as amostras reforça a elevada eficiência dos processos de seleção sedimentar que atuam sobre esse ambiente costeiro. Esse padrão é compatível com ambientes submetidos ao retrabalhamento contínuo promovido pela interação entre ondas, correntes litorâneas e ação eólica, responsáveis por redistribuir continuamente os sedimentos quartzosos ao longo da planície costeira. Tal comportamento é amplamente descrito para os depósitos quaternários do litoral norte da Bahia por Barbosa (2019), Damico (2017) e Lima (2024), que relacionam a elevada uniformidade textural à dinâmica deposicional característica desses sistemas costeiros.

A comparação entre os dois transectos demonstra que não foram observadas diferenças granulométricas expressivas, tanto na distribuição percentual das frações quanto nos valores de desvio-padrão calculados. Essa semelhança indica que ambos os perfis pertencem ao mesmo sistema sedimentar e sofreram influência de processos deposicionais equivalentes. Segundo

Barbosa (2019), em ambientes dunares e de restinga, a repetição de padrões granulométricos ao longo de diferentes setores da paisagem representa uma resposta direta ao constante retrabalhamento sedimentar promovido pela dinâmica costeira, que tende a homogenizar os depósitos superficiais. Da mesma forma, Lima (2024) destaca que os depósitos quaternários presentes entre os rios Pojuca e Imbassaí apresentam elevada continuidade espacial, refletindo uma evolução geomorfológica comum e condicionada pelas oscilações do nível relativo do mar durante o Quaternário.

As diferenças observadas entre as profundidades de 0–10 cm e 10–20 cm também foram discretas, mantendo-se a predominância da areia média em praticamente todas as amostras. Esse comportamento sugere estabilidade sedimentológica do perfil superficial, indicando que os processos atuais de deposição e retrabalhamento não foram suficientes para produzir mudanças granulométricas significativas entre as camadas analisadas. Essa interpretação converge com as observações realizadas por Damico (2017), que verificou pequena variabilidade textural ao longo dos perfis arenosos do Parque das Dunas, atribuindo esse comportamento à reduzida diferenciação pedogenética dos Neossolos Quartzarênicos e ao predomínio de sedimentos quartzosos pouco alterados.

As análises morfométricas evidenciaram predominância de grãos com esfericidade variando de média a baixa, bem selecionados e com graus de arredondamento entre subarredondados e angulosos, indicando relativa uniformidade ao longo dos dois transectos. Esse comportamento é semelhante ao observado por Barbosa (2019) em depósitos arenosos costeiros do litoral baiano, nos quais a predominância de grãos subangulosos a subarredondados foi associada à atuação conjunta de processos marinhos e eólicos sobre sedimentos quartzosos quaternários. Da mesma forma, Lima (2024) verificou que os depósitos da Planície Litorânea do litoral norte da Bahia apresentam elevada homogeneidade sedimentar, mas preservam variações morfológicas dos grãos relacionadas ao histórico de transporte e retrabalhamento dos sedimentos. Em estudo desenvolvido no Parque das Dunas, Damico (2017) também registrou predomínio de grãos bem selecionados e com baixa variação na esfericidade, reforçando que ambientes costeiros submetidos a sucessivos ciclos de retrabalhamento podem conservar partículas com diferentes graus de arredondamento sem perder sua uniformidade textural. Segundo Rocha (2012), a morfologia dos grãos constitui um importante indicador da história deposicional dos sedimentos, enquanto Morais et al. (2024) destacam que parâmetros como esfericidade, arredondamento e grau de seleção refletem diretamente a intensidade dos processos de transporte e deposição, permitindo interpretar a dinâmica sedimentar responsável

pela organização dos depósitos arenosos. Outro aspecto importante refere-se à composição mineralógica das amostras. A predominância de quartzo, frequentemente superior a 90%, associada à redução gradual da participação de bioclastos em direção aos pontos mais internos dos transectos, confirma a elevada maturidade mineralógica dos depósitos estudados. Esse comportamento é compatível com ambientes submetidos a sucessivos ciclos de seleção sedimentar, nos quais minerais menos resistentes são progressivamente removidos, permanecendo predominantemente os grãos de quartzo devido à sua elevada estabilidade física e química. Barbosa (2019) observou comportamento semelhante em sedimentos do Parque das Dunas, relacionando essa predominância quartzosa à intensa atuação dos processos costeiros e à evolução dos depósitos quaternários do litoral baiano.

Do ponto de vista físico-hídrico, a predominância de areia média sugere elevada permeabilidade e rápida infiltração da água, características típicas dos Neossolos Quartzarênicos. Conforme Hillel (2004), partículas arenosas de maior diâmetro favorecem a formação de macroporos, permitindo rápida circulação da água e reduzindo sua permanência no perfil do solo. Brady e Weil (2017) acrescentam que solos arenosos apresentam baixa capacidade de retenção hídrica em razão da reduzida superfície específica das partículas minerais, limitando a adsorção de água. Entretanto, essa característica não depende exclusivamente da granulometria, sendo também influenciada pela organização estrutural do solo e pelo conteúdo de matéria orgânica.

Nesse sentido, os resultados morfométricos obtidos nesta pesquisa oferecem uma contribuição importante para compreender o comportamento hídrico da área estudada. A presença predominante de grãos subangulosos, de baixa esfericidade e com superfícies irregulares favorece maior contato entre as partículas e aumenta a possibilidade de formação de microporos e zonas de retenção capilar. Rocha (2012) demonstra que grãos com maior rugosidade superficial apresentam maior potencial para o desenvolvimento de capeamentos organominerais, capazes de aumentar significativamente a retenção de água em sedimentos arenosos. Dessa forma, embora a predominância da areia média favoreça elevada infiltração, a morfologia observada pode atuar parcialmente compensando essa limitação ao proporcionar melhores condições para retenção de umidade nos espaços intergranulares.

Essa interpretação também encontra respaldo em Lal e Shukla (2004), que destacam que a dinâmica da água em solos arenosos resulta da interação entre textura, estrutura, organização dos poros e matéria orgânica. Assim, pequenas diferenças na forma e no arranjo das partículas

podem produzir alterações importantes no comportamento hidráulico do solo, especialmente em ambientes costeiros, onde a disponibilidade hídrica representa um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento vegetal.

Sob a perspectiva ecológica, os resultados obtidos ajudam a compreender parte das adaptações observadas na vegetação de restinga. Scarano (2002) ressalta que esses ecossistemas se desenvolvem sobre solos extremamente pobres em nutrientes, altamente drenados e sujeitos a intensas restrições hídricas. Dessa forma, a elevada uniformidade granulométrica observada neste estudo, associada à predominância de sedimentos quartzosos e às características morfométricas dos grãos, constituem fatores responsáveis pela organização física do solo, influenciando diretamente a infiltração, a retenção de água e, consequentemente, a distribuição da vegetação.

Em conjunto, os resultados demonstram que os sedimentos da restinga da Praia do Forte apresentam características compatíveis com os depósitos arenosos quaternários descritos para o litoral norte da Bahia, caracterizados por elevada maturidade mineralógica, forte seleção granulométrica e reduzida variabilidade espacial (Barbosa, 2019; Lima, 2024). A integração entre as análises granulométricas e morfométricas evidencia que o comportamento físico dos Neossolos Quartzarênicos não depende exclusivamente da distribuição do tamanho dos grãos, mas também da forma das partículas, do arranjo estrutural do sistema poroso e da composição mineralógica predominante, fatores que influenciam conjuntamente a infiltração, a circulação e a disponibilidade de água no solo (Hillel, 2004; Brady e Weil, 2017; Lal e Shukla, 2004). Essas características tornam-se ainda mais relevantes quando associadas às observações de Silva (2026), que descreveu um gradiente da vegetação ao longo da área de estudo, com predomínio de espécies herbáceas nas porções mais próximas da praia e aumento progressivo da cobertura arbustiva em direção ao interior da restinga. Esse padrão de distribuição vegetal está intimamente relacionado às condições edáficas impostas pelos depósitos arenosos, demonstrando que pequenas variações nas propriedades físicas dos sedimentos podem influenciar a disponibilidade hídrica e, consequentemente, o estabelecimento e a estrutura das comunidades vegetais. Assim, os resultados obtidos reforçam que a compreensão integrada entre sedimentologia, pedologia e ecologia é fundamental para interpretar o funcionamento desses ambientes e fornecer subsídios científicos para o manejo e a conservação das restingas, ecossistemas reconhecidos por sua elevada fragilidade ambiental e importância para a manutenção da biodiversidade costeira.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu caracterizar a granulometria e a morfometria da fração areia dos solos de restinga do distrito da Praia do Forte, no município de Mata de São João (BA), contribuindo para o entendimento das características sedimentológicas dos depósitos arenosos desenvolvidos sobre a Planície Litorânea do litoral norte da Bahia. A integração entre as análises granulométricas e morfométricas possibilitou identificar padrões de distribuição dos sedimentos e compreender aspectos relacionados à dinâmica deposicional e à organização física desses solos.

Os resultados demonstraram predominância da fração areia média em ambos os transectos e nas duas profundidades analisadas, acompanhada por reduzida participação das frações mais grossas e mais finas, evidenciando elevada homogeneidade granulométrica dos depósitos superficiais. As análises morfométricas indicaram predomínio de grãos bem selecionados, com esfericidade variando de média a baixa e graus de arredondamento entre subarredondados e subangulosos, além da predominância mineralógica de quartzo em relação aos bioclastos. Em conjunto, essas características são compatíveis com ambientes submetidos ao retrabalhamento sedimentar promovido pela ação conjunta dos processos marinhos e eólicos, corroborando interpretações previamente apresentadas para os depósitos quaternários do litoral norte da Bahia (Rocha, 2012; Barbosa, 2019; Lima, 2024; Morais et al., 2024).

Os resultados obtidos são compatíveis com a hipótese de que as características granulométricas e morfométricas da fração areia influenciam o comportamento físico-hídrico dos solos de restinga. A predominância de sedimentos arenosos, associada ao elevado teor de quartzo e às características morfológicas observadas, indica condições favoráveis à elevada permeabilidade e à rápida infiltração da água, aspectos amplamente descritos para Neossolos Quartzarênicos (Hillel, 2004; Brady e Weil, 2017; Lal e Shukla, 2004). Entretanto, a retenção hídrica não foi mensurada diretamente nesta pesquisa, de modo que essa interpretação se fundamenta na integração entre os resultados obtidos e o conhecimento consolidado na literatura.

Os resultados também reforçam que a dinâmica dos ecossistemas de restinga não depende exclusivamente da granulometria dos sedimentos. Conforme observado por Silva (2026), a vegetação da Praia do Forte apresenta elevada heterogeneidade florística ao longo do gradiente ambiental, refletindo a interação entre fatores físicos, químicos e hidrológicos. Nesse contexto, as características sedimentares identificadas neste estudo representam apenas um dos

elementos que condicionam a organização da cobertura vegetal, atuando em conjunto com fatores como influência marinha, matéria orgânica, profundidade do lençol freático e disponibilidade de nutrientes.

Do ponto de vista ambiental, a caracterização granulométrica e morfométrica realizada fornece informações relevantes para a compreensão da dinâmica dos Neossolos Quartzarênicos neste local e amplia o conhecimento sobre os processos físicos que estruturam os ecossistemas de restinga. Essas informações podem subsidiar estudos voltados ao planejamento ambiental, ao manejo e à conservação da Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia, contribuindo para a gestão de ambientes costeiros reconhecidos por sua elevada fragilidade ecológica e importância para a manutenção da biodiversidade.

Entre as limitações desta pesquisa destaca-se a ausência de análises em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), técnica que possibilitaria uma caracterização mais detalhada da microtextura superficial dos grãos, permitindo identificar feições relacionadas ao intemperismo, ao transporte sedimentar e à formação de capeamentos minerais. Além disso, recomenda-se que estudos futuros incorporem análises diretas das propriedades físico-hídricas dos solos, como ensaios de retenção de água, infiltração e condutividade hidráulica, possibilitando verificar experimentalmente as relações inferidas neste trabalho entre granulometria, morfometria e comportamento hídrico dos sedimentos de restinga.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Maria do Carmo Filardi. *Influências geoambientais nas diferentes fitofisionomias nos sítios dunares do Parque das Dunas, Salvador, Bahia, Brasil*. 2019. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.
- DALLA RIVA, Rogério Dias. *Densidade, porosidade, resistência à penetração e retenção de água em resposta ao arranjo e morfometria de partículas da fração areia*. 2005. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- DALLA RIVA, Rogério Dias. *Efeitos das propriedades físicas dos grãos da fração areia de solos arenosos e de agentes de cimentação no comportamento de sistemas empacotados*. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- DAMICO, Giovani. *Formações superficiais e distribuição da vegetação no Parque das Dunas – Salvador–BA*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 6. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2025.
- HILLEL, Daniel. *Introduction to environmental soil physics*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004.
- JESUS, Marcus Henrique Oliveira de; OLIVEIRA, Anizia Conceição Cabral de Assunção. Transformações socioespaciais no litoral norte da Bahia e a importância do planejamento territorial. *No. 13*, jan./jun. 2017.
- LAL, Rattan; SHUKLA, Manoj K. *Principles of soil physics*. New York: Marcel Dekker, 2004.
- LIMA, Jéssica da Mata. *Gênese de formações superficiais arenosas e evolução do relevo em tabuleiros costeiros do litoral norte do estado da Bahia*. 2024. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.
- MONDIN, Cláudio Augusto. *Vegetação e flora*. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Relatório técnico.
- MORAIS, Iago Carlos Brito; SILVA, Luana Raquel Juvino da; FERREIRA, Riadny Patrícia de Souza; RODRIGUES, Maria Clara; FRANÇA, Fagner Alexandre Nunes de. Análise

granulométrica das areias da Praia de Ponta Negra/RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 20., 2024, Balneário Camboriú. *Anais...* Balneário Camboriú: ABMS, 2024.

ROCHA, Pablo de Azevedo. *Características edáficas de cinco ambientes de restinga do Parque Estadual Paulo Cesar Vinha-ES, Brasil*. 2012. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SCARANO, Fabio Rubio. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*, Oxford, v. 90, n. 4, p. 517–524, 2002.

SILVA, Rachel Macedo da; MEHLIG, Ulf; SANTOS, João Ubiratan Moreira dos; MENEZES, Moirah Paula Machado de. The coastal restinga vegetation of Pará, Brazilian Amazon: a synthesis. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 563–573, 2010.

SILVA, Renato Silva da. *Influência de fatores ambientais na estrutura taxonômica e filogenética de restinga herbáceo-arbustiva do Litoral Norte da Bahia*. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2026. No prelo.

WEIL, Ray R.; BRADY, Nyle C. *The nature and properties of soils*. 15. ed. Boston: Pearson, 2016.