

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DANIELA CRISTINA ROQUE

**ANÁLISE CORRELATIVA DE FÁCIES E ARQUITETURA ESTRATIGRÁFICA
DA BORDA SUL DA BACIA BAURU**

Maringá – PR

2022

DANIELA CRISTINA ROQUE

**ANÁLISE CORRELATIVA DE FÁCIES E ARQUITETURA ESTRATIGRÁFICA
DA BORDA SUL DA BACIA BAURU**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Maringá, como requisito à obtenção do título de mestre em Geografia. Área de concentração: Análise Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Edison Fortes

Maringá - PR
2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

R786a Roque, Daniela Cristina
Análise correlativa de fácies e arquitetura estratigráfica da borda sul da bacia Bauru / Daniela Cristina Roque. -- Maringá, PR, 2022.
135 f.: il. color., figs., tabs., maps.

Orientador: Prof. Dr. Edison Fortes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2022.

1. Bacia Bauru (PR). 2. Formação Goio-Erê (PR). 3. Formação Rio Paraná (PR). 4. Estratigrafia. 5. Sedimentologia. I. Fortes, Edison, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDD 23.ed. 918.162

ANÁLISE CORRELATIVA DE FÁCIES E ARQUITETURA ESTRATIGRÁFICA DA
BORDA SUL DA BACIA BAURU

Dissertação de Mestrado apresentada a
Universidade Estadual de Maringá, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geografia, área de concentração:
Análise Regional e Ambiental, linha de
pesquisa Análise Ambiental.

Aprovada em **03 de agosto de 2022.**

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Edison Fortes
Orientador – UEM



Prof. Dr. Oscar Vicente Quinonez Fernandez
Membro convidado –UNIOESTE



Prof. Dr. Lucas Cesar Frediani Sant'Ana
Membro convidado – UEM

AGRADECIMENTOS

O processo de realizar essa pesquisa de mestrado foi repleta de pessoas que fizeram parte direta ou indiretamente do desenvolvimento, sem as quais não seria possível a finalização dessa etapa.

Por isso, gostaria de agradecer especialmente minha mãe, Marli, pelo apoio emocional, financeiro e estímulo. A minha irmã, Leticia e ao meu cunhado, Arthur, pelo apoio emocional, principalmente nos momentos de ansiedade. Ao meu pai, José e ao meu primo Marco pelo incentivo.

Agradecimento especial também ao professor Dr. Edison Fortes pela paciência e respeito nas dificuldades, pela parceria, sobretudo nos campos, pela orientação e indicação de textos para auxílio e disponibilidade em ajudar.

Ao Grupo de Estudos Multidisciplinar do Ambiente (GEMA), pela estrutura para a realização de parte dos procedimentos de laboratório e ao Vanderlei pela ajuda.

Aos colegas Itamar, Bronislau, Rosana e Vitor, pelas ajudas em campos, em laboratório, em processamento das amostras e em materiais referentes a pesquisa.

A estrutura disponibilizada pelo Complexo de Apoio Central à Pesquisa (COMCAP), onde foram analisadas e/ou processadas parte das amostras, com agradecimento especial às técnicas Karina e Francieli da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e a Débora da Difratomia de Raio-X (DRX).

Agradecimento também a todo corpo docente de graduação e pós graduação da UEM, especialmente a professora Dra. Susana Volkmer e o Dr. Nelson Gaparetto pela ajuda e disponibilidade.

A Mirian da secretaria, que sempre auxiliou nas dúvidas burocráticas durante o mestrado e pelo incentivo.

A demais parentes, professores, amigos e colegas que de alguma forma também foram parte desse processo.

E por fim, ao um ano de bolsa de incentivo concedida Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

(...) Ói, por dentro das águas há quadros e sonhos
E coisas que sonham o mundo dos vivos
Há peixes milagrosos, insetos nocivos
Paisagens abertas, desertos medonhos
Léguas cansativas, caminhos tristonhos
Que fazem o homem se desenganar
Há peixes que lutam para se salvar
Daqueles que caçam num mar revoltoso
E outros que devoram com gênio assombroso
As vidas que caem na beira do mar (...)

Zé Ramalho

RESUMO

A pesquisa, realizada no presente trabalho, trata-se da discussão e correlação da estratigrafia da borda sul da Bacia Bauru, que se formou em depressão tectônica durante o cretáceo superior. Essa bacia, é dividida em dois grupos cronocorrelatos, sendo eles o Grupo Bauru (Formações: Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Uberaba e Marília) e o Grupo Caiuá (Formações: Rio Paraná, Goio-Êre e Santo Anastácio), onde estão presentes afloramentos da Formação Rio Paraná e Goio-Êre, que são as formações em discussão nessa pesquisa, que estão localizados na borda sul da bacia. A parte sul da bacia, é caracterizada pelo ambiente deposicional desértico, porém recentes descobertas de fósseis na Formação Rio Paraná, que se localiza ao centro da bacia, assim como icnofósseis identificados em algumas regiões da bacia, denota a presença de umidade, mesmo que localizada em regiões restritas. Dessa forma, a identificação e discussão sobre as feições acanaladas encontradas em Tuneiras do Oeste, assim como estruturas sedimentares associados nas litofácies de Lençóis de Areia, Interduna Aquosa e Frente de Dunas indicam condições de deposição hidroplásticas com presença de umidade e material orgânico, permitindo constatar que essa parte da bacia apresentava umidade suficiente para formar corpos aquosos, do tipo lagoas em zonas interdunas e sustentar uma fauna abundante, conforme foi verificado no sítio paleontológico de Cruzeiro do Oeste.

Palavras-chave: Bacia Bauru; Formação Goio-Erê; Formação Rio Paraná; Estruturas Sedimentares.

ABSTRACT

The research carried out in the present paper is about the discussion and correlation of the stratigraphy of the southern border of the Bauru Basin, which formed in a tectonic depression during the upper cretaceous. This basin is divided in two chronocorrelated groups, the Bauru Group (Formations: Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Uberaba and Marília) and the Caiuá Group (Formations: Rio Paraná, Goio-Êre and Santo Anastácio), where outcrops of the Rio Paraná and Goio-Êre Formation are present, which are the formations under discussion in this research, that are located at the southern edge of the basin. The southern part of the basin is characterized by a desert-like depositional environment, but recent discoveries of fossils in the Rio Paraná Formation, which is located in the center of the basin, as well as ichnofossils identified in some regions of the basin, denotes the presence of humidity, even if located in restricted regions. Thus, the identification and discussion on the channeled features found in Tuneiras do Oeste, as well as associated sedimentary structures in the Sand Lençois, Aqueous Interdune and Foreset of Dune lithofacies indicate conditions of hydroplastic deposition with the presence of humidity and organic material, allowing the verification that this part of the basin had enough humidity to form aqueous bodies, such as lagoons in interdune zones and to sustain an abundant fauna, as it was verified in the paleontological site of Cruzeiro do Oeste.

Keywords: Bauru Basin; Goio-Erê Formation; Rio Paraná Formation; Sedimentary Structures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.....	19
Figura 2 – Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná, com a profundidade estrutural do embasamento cristalino contornado, com a região do noroeste paranaense, apresentando o maior depocentro, pela deposição dos magmas dos derrames da Serra Geral.....	22
Figura 3 – Mapa litoestratigráfico da Bacia Bauru.....	23
Figura 4 – Geologia da área de Estudo.....	27
Figura 5 – Reconstrução paleogeográfica da Bacia Bauru e a distribuição de vidas no Cretáceo Superior.....	29
Figura 6 – Obra de Maurílio Oliveira, mostrando possível paleoambiente e interação da fauna encontrada no afloramento de Cruzeiro do Oeste.....	30
Figura 7 – Localização de fósseis e icnofósseis encontrados no Grupo Caiuá (Bacia Bauru).....	31
Figura 8 – Compartimentação geomorfológica da área de estudo.....	33
Figura 9 – Mapa geológico com os perfis topográficos traçados.....	34
Figura 10 – Perfil topográfico do perfil A-A'.....	35
Figura 11 – Trecho do limite entre as rochas magmáticas que estão em estado de erosão esferoidal, com os arenitos da Formação Goio-Êre, a espessura vertical desse trecho é de cerca de 5 m.....	36
Figura 12 – Contato entre derrames maciços da Formação Serra Geral e Arenitos da FormaçãoGoio-Erê.....	37
Figura 13 – A) Intrusão de arenito em falha vertical do basalto. B) Detalhe de arenito silificado pelo basalto.....	38
Figura 14 – A) Contato do basalto (Formação Serra Geral) e arenitos (Formação Goio-Êre); B) Intrusão de arenito silificado em falha no basalto; C) erosão esferoidal do basalto.....	39
Figura 15 – Intrusão de arenito em falha de basalto em região de vale no município de Tuneiras do Oeste.....	40
Figura 16 – Interior de voçoroca em Loanda.....	41
Figura 17 – Perfil litoestratigráfico, com as indicações das seções e as unidades estratigráficasF.....	47
Figura 18 – Perfil estratigráfico esquemático representando o afloramento de Cruzeiro do Oeste.....	47

Figura 19 – Gráfico de boxplot, da litofácies de Frente de Duna da seção Geológica de Cruzeiro do Oeste.	49
Figura 20 – Gráfico de boxplot da litofácies de Interduna úmida da Seção Geológica de Cruzeiro do Oeste.	50
Figura 21 – Gráfico de dispersão relacionando o diâmetro médio das amostras pela escala de Wentworth (1922), para cada litofácies da SGCO.....	51
Figura 22 – A) fotogrametria de grão exibindo cavidades e fissuras originadas a partir de transporte eólico. B) grãos apresentando marcas de dissolução e desgaste mecânico	52
Figura 23 – Corte da margem direita (sentido Campo Mourão) da Rodovia BR-487, com os perfis destacados da seção geológica a, que compreende a formação Goio-Êre	54
Figura 24 – Perfis estratigráficos A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7.	55
Figura 25 – Vista parcial da Seção Geológica a, com a base exibindo estruturas convolutas e marcas em alto relevo, delimitando contatos erosivos de 1° ordem	56
Figura 26 – Gráfico de dispersão relacionando o diâmetro médio das amostras pela escala de Wentworth (1922), para cada litofácies da SGa.....	59
Figura 27 – Detalhe de estratificação convoluta na parte superior direita do perfil A3.....	60
Figura 28 – A) fotogrametria de amostra da litofácies Lençóis de Areia (parte superior do perfil A2), exibindo estrutura característica de franja de esmectita em volta do grão e em possível cimentação desprendida de seu grão de origem. B) fotogrametria de estruturas de franja de esmectita revestindo quase toda a superfície do grão em destaque e na base do grão da margem superior direita da imagem.....	61
Figura 29 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de lençóis de areia da SGa.	62
Figura 30 – A) marcas de lentes arenosas. B) marcas de bioturbações circulares e alongada.....	63
Figura 31 – A) fotogrametria de grão com revestimento característico de estrutura de franja de esmectita ocorrendo na parte central direita do grão (base da litofácies). B) fotogrametria de grãos de superfície lisa em destaque no centro da imagem e na parte inferior central da imagem, grão com marcas de alteração química, além de outros grãos com revestimento de cimentação não identificada..	64

Figura 32 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Interdunas seca da SGa.....	65
Figura 33 – Visão parcial da seção geológica a, com destaque para as litofácies a direita no afloramento.....	66
Figura 34: A) laminações roxas exibindo marcas de onda. B) lente de areia média associada a fluxo efêmero de pequenos corpos aquosos.....	68
Figura 35 – A) fotogrametria de grão bem arredondado e esférico polimorfo do quartzo com superfície lisa. B) Aproximação em cavidades geradas em grão a partir de alteração química. C) fotogrametria de grão com estrutura característica de franja de esmectita revestida em parte de sua superfície	69
Figura 36 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Interduna aquosa da SGa	70
Figura 37 – A) contato das estratificações cruzado tabular. B) Estrutura de carga na suíte basal de frente de duna denotando substrato mais úmido e plástico. C) estrutura de deformação associado a fluxo de grão.....	71
Figura 38 – A) fotogrametria de grão em destaque polimorfo do quartzo com superfície lisa. Acima pode-se observar grão revestido de estrutura característica de esmectita assim como em grão do lado esquerdo no topo e ao lado direito do grão em destaque. B) fotogrametria de grão localizado no centro do perfil, de morfologia tetraédrica arredondado com parte da superfície esquerda com presença de estrutura característica de esmectita e a ponta do grão com fratura ortorrômbica. A superfície apresenta-se tenuamente alterada quimicamente.	72
Figura 39 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Frente de duna da SGa	73
Figura 40 – Corte da margem esquerda (sentido Campo Mourão) da Rodovia BR-487, com os perfis destacados da seção geológica b, que compreende a formação Goio-Êre. E perfis B1, B2, B3, B4 e B5	75
Figura 41 – Perfis estratigráficos B1, B2, B3, B4 e B5.....	76
Figura 42 – Gráfico de dispersão relacionando o diâmetro médio das amostras pela escala de Wentworth (1922), para cada litofácies da SGb	78
Figura 43 – Marcas de estruturas de bioturbação que acompanham a estratificação cinza claro na base do perfil B1. B) Marcas de onda deformando a estratificação plano-paralelo no topo do perfil	80
Figura 44 – A) fotogrametria de grãos com superfície lisa e marcados por alteração química, localizado no topo do perfil. B) fotogrametria de grão em destaque exibindo cavidades decorrentes de ação química	80

Figura 45 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de frente de duna da SGb	81
Figura 46 – Camada convoluta na base do perfil B3 com estruturas em chama no topo. B) Marca de bioturbação alongada transversal ao conjunto de laminações.	83
Figura 47 – A) Estrutura de bioturbação atravessando estratificação cruzada e marcas onduladas em estrato inferior da margem esquerda de zona de interduna aquosa, sugerindo margem de paleolagoa ou canal fluvial. B) marcas de onda em camada arenosa de cerca de 9 cm de espessura e comprimento de onda em cerca de 10 cm, sem apresentar cimento ou matriz, localizado na região central do perfil, próximo ao contato com a litofácies sotoposta de lençóis de areia; C) intercalações onduladas com cerca de 3 a 4 cm de espessura podendo apresentar lentes de areia mais grossa acompanhando as ondulações, essas laminações são por vezes descontínuas e de aspecto convoluto	84
Figura 48 – A) fotogrametria de grão localizado no topo da litofácies em camada roxa, evidenciando forma monoclinica, com marcas de fratura e de alteração química sobretudo por formas alongadas dispostas em paralelo. B) fotogrametria de também localizado no topo da litofácies e pertencendo a camada roxa, demonstra bom arredondamento e esfericidade, com marcas de alteração química e fratura mecânica	85
Figura 49 – A) Fotogrametria de grão presente na parte superior do perfil B2, sendo observado alto grau de retrabalhamento do grão no ambiente pelas marcas de desgaste mecânico. B) Fotogrametria de grão de morfologia tetraédrica, com suas arestas arredondadas e marcas de abrasão mecânica..	86
Figura 50 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Interduna aquosa da SGb.	87
Figura 51 – Marca de lente arenosa na base do perfil B, causando ligeira ondulação nas laminações roxas..	88
Figura 52 – A) Fotogrametria de grão encontrado na base do perfil B1, apresentando bom arredondamento e esfericidade, além de marcas de atuação mecânica no grão, gerando fissuras e fraturas no mesmo. B) Fotogrametria de amostra da base do perfil B1, exibe morfologia subarredondada e baixa esfericidade, com intensas marcas de abrasão mecânica em sua superfície..	89
Figura 53 – A) Fotogrametria de grão localizado na base do perfil B5, exibindo grão arredondado e de superfície majoritariamente lisa, com discreta presença de cavidades provocadas por ação mecânica causadas no transporte. B) fotogrametria de grão polimorfo do quartzo, também localizado na base do perfil B5, evidenciando fraturas conchoidais, tipicamente provocadas por transporte eólico	90

Figura 54 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de lençóis de areia da SGb..... 91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas dos icnofósseis e fósseis relacionados a Bacia Bauru.	30
Tabela 2 – Produtos cartográficos utilizados na confecção dos mapas.....	42
Tabela 3 – Amostras da seção geológica a, com suas respectivas litofácies indicadas e divisão nos perfis.....	57
Tabela 4 – Amostras da seção geológica b, com suas respectivas litofácies indicadas e divisão nos perfis.....	77
Tabela 5 – Paragênese e provável origem mineral da área de estudo.	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
3 CONTEXTO GEOLÓGICO	21
3.1 Caracterização das Formações da Bacia Bauru	24
3.2 Evolução Paleoambiental	28
4 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO	33
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	42
5.1 Trabalho de Gabinete	42
5.2 Trabalhos de Campo	43
5.3 Granulometria e Decantação	43
5.4 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	44
5.5 Difratomia de Raio-X (DRX)	45
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
6.1 Correlação Litofaciológica e Estruturas Sedimentares da Srção Geológica de Cruzeiro do Oeste (SGCO)	46
6.2 Correlação Litofaciológica e de Estruturas da Seção Geológica a de Tuneiras do Oeste	53
6.2.1 Lençóis de Areia - SGa	59
6.2.2 Interduna Seca - SGa	62
6.2.3 Interduna Aquosa - SGa	65
6.2.4 Frente de Duna - SGa	71
6.3 Correlação Litofaciológica e de Estruturas da Seção Geológica b de Tuneiras do Oeste	73
6.3.1 Frente de Duna - SGb	79
6.3.2 Interduna Aquosa – SGb	82
6.3.3 Lençóis de Areia –SGb	88
6.4 Resultados da Difratomia de Raio-X	92
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS	96
ANEXOS	101
ANEXO I	102

ANEXO II	106
ANEXO III	112
ANEXO IV	118
ANEXO V	128
ANEXO VI	133

1 INTRODUÇÃO

A área de estudo, compreende parte do noroeste paranaense, tendo como objetivo principal a correlação entre as Formações Rio Paraná e Goio-Erê, sendo selecionados como afloramentos de referência duas seções geológicas na BR-487 em Tuneiras do Oeste, pertencentes a Formação Goio-Erê e uma seção geológica no sítio paleontológico em Cruzeiro do Oeste, pertencente a Formação Rio Paraná e localizado em uma estrada vicinal do município.

Esses afloramentos são do Grupo Caiuá (Bacia Bauru), formado no período Cretáceo, acima do derramamento basáltico da Formação Serra Geral. A Bacia Bauru é caracterizada pelo seu paleoambiente majoritariamente desértico, principalmente a região sul da bacia, onde se localizam as formações Rio Paraná e Goio-Êre, porém, com a descoberta do sítio paleontológico em Cruzeiro do Oeste, discussões a respeito do desenvolvimento desse paleoambiente, têm demonstrado a presença de maior umidade para essa região da Bacia, gerando por autores que tem estudado esses afloramentos, controvérsias sobre a Formação pertencente a esses afloramentos e fósseis (Formação Rio Paraná ou Goio-Êre).

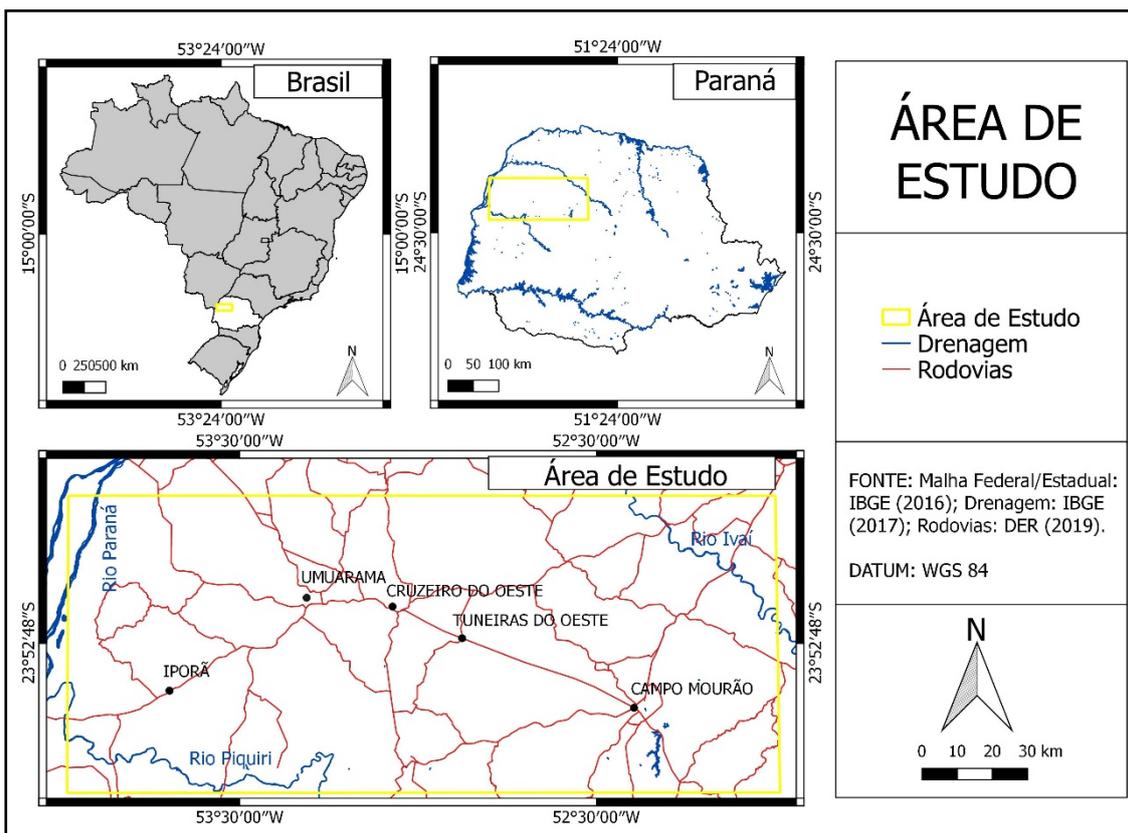
Para contribuir aos conhecimentos acerca dessa temática, esse trabalho se dedica a estudar mais detalhadamente duas seções geológicas em Tuneiras do Oeste. Para tal contribuição, foram realizados estudos sobre a granulometria das seções, assim como a composição química dos sedimentos, visto que, esses parâmetros, juntamente com os conhecimentos paleontológicos já descobertos, auxiliam na compreensão da gênese e formações superficiais desses ambientes (NETTO, 1963). E também servirão de dados de comparação com a seção em Cruzeiro do Oeste.

Esses estudos estratigráficos, estão associados ao projeto Institucional do professor Dr. Edison Fortes, do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área desse estudo, está situada no noroeste paranaense, em polígono intermediário entre o Rio Ivaí e o Rio Piquiri (Figura 1). Estando dessa forma contida na Bacia Bauru, que é uma das bacias intracratônicas da Bacia do Paraná. Sua origem advém a partir da compensação isostática causada pelo derramamento de quase 2.000 m de lava basáltica no cretáceo inferior, possuindo uma extensão com cerca de 370.000 km², e sedimentação majoritariamente arenosa de espessura atual máxima, de cerca de 300 m, tendo seu perímetro preenchido entre o Coniaciano e o Maastrichtiano (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: A autora (2022).

O sistema hidrográfico dessa região, também compõe papel importante no modelado da bacia, ao sul, a Bacia Bauru faz limite com o Rio Piquiri, no

interior da bacia, se têm o rio Ivaí, como rio antecedente, que em seu canal no Terceiro Planalto Paranaense, segue lineamentos dos “morros testemunhos, mesetas e as longas cadeias de mesetas gondwânicas” (MAACK, 2017, p. 406).

A drenagem secundária dessa região, sofre com os intensos processos erosivos causando dessa forma o assoreamento dos canais, que são em grande parte de arranjo anastomosado, tal processo é decorrente do baixo gradiente regional, associado ao grande volume de detritos (JABUR e SANTOS, 1984). Esse comportamento erosivo regional pode ser verificado também pela fragilidade dos solos associados a esses arenitos, que comumente sofrem processos erosivos. Tal processo também pode ser evidenciado pela presença dos morros testemunhos, que segundo Jabur e Santos (1984), foram originados a partir da remobilização do material mesozoico durante Cretáceo Superior sob a influência do Arco de Ponta Grossa.

As seções geológicas analisadas e comparada a seção geológica de Cruzeiro do Oeste, se localiza no município de Tuneiras do Oeste, às margens da BR-487, esses afloramentos, pertencem a Formação Goio-Êre, e se encontram dispostas em lados imediatamente opostos da rodovia.

Para identificação desses dois afloramentos, serão adotados os termos SGa (Seção Geológica a) que servirá de referência para as formações do Grupo Caiuá, visto que, sua organização faciológica, permite a correlação com os holoestratótipos e paraestratótipos desse grupo. E o SGb, (Seção Geológica b), que também foi analisado e pormenorizado suas litofácies, ambas pertencentes a formação Goio-Erê.

Já o afloramento que servirá de comparação para o SGa e SGb, será o afloramento de Cruzeiro do Oeste, que será identificada como SGCO (Seção Geológica de Cruzeiro do Oeste), este se encontra na área rural do município de Cruzeiro do Oeste e pertence a Formação Rio Paraná, onde se têm registro fossilífero.

Ambos municípios estão localizados na região noroeste do Paraná, estando Cruzeiro do Oeste a 77 km de Campo Mourão e Tuneiras a 56 Km, sendo o acesso realizado pela BR-487.

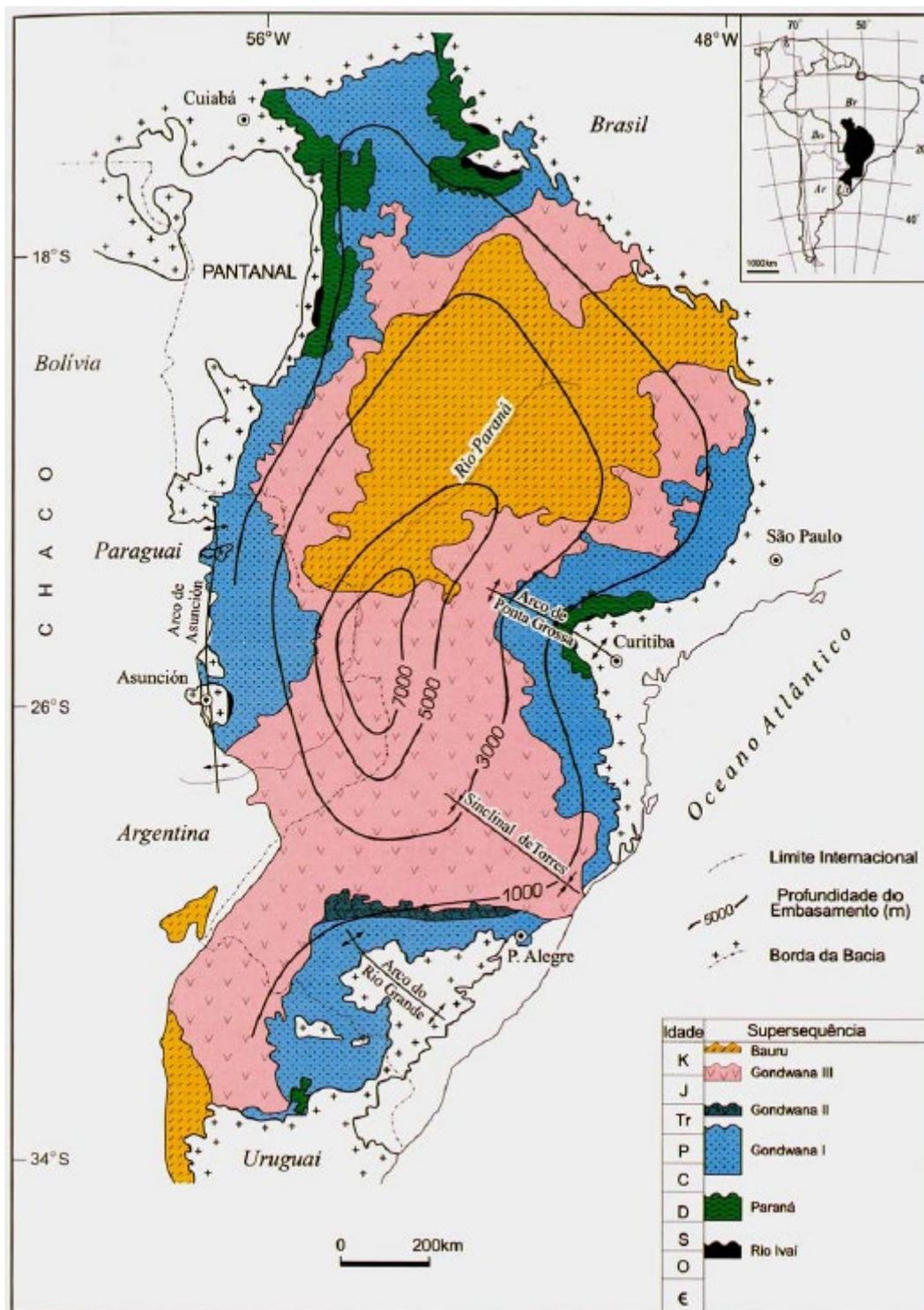
3 CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia do Paraná, ao qual a Bacia Bauru está inserida, têm extensão de cerca de 1.500.000 km², apresentando forma ovalada que abrange áreas do território sul brasileiro, oeste do Paraguai, nordeste da Argentina e o norte do Uruguai (Figura 2) estando dessa forma, assentada inteiramente sobre a plataforma sul-americana, e apresentando uma sucessão sedimentar-magmática de tempo de evolução entre o Neo-Ordoviciano e o Neocretáceo (MILANI, 2004).

O embasamento dessa bacia, é constituída principalmente por rochas cristalinas pré-cambrianas, e secundariamente por rochas afossilíferas eo-paleozóicas, sendo que no início da sua formação houve grande instabilidade tectônica, que foi cessando ao fim do rifteamento sul-americano e africano, porém, sua estrutura continuou evoluindo, fazendo com que gradualmente a região costeira soerguesse, que movimentos verticais em falhas tectônicas de direção NW (Curitiba-Maringá e Guapiara) e Ew (lineamento São Sebastião) acontecesse e que ocorresse a subsidência na parte sul da zona de falha Curitiba-Maringá (MINEROPAR, 2006).

Seu pacote sedimentar é constituído sumariamente por sedimentação de origem marinha a partir do neo-ordoviciano, posteriormente sedimentação de origem desértica na Era Mesozóica, interrompida por intensos derrames basálticos com a ruptura do Gondwana, que extravasaram sobre a superfície ou foram inseridos nas rochas sedimentares como diques ou soleiras. E após esse espaço flexural gerado a partir desse derramamento, assentou-se sedimentação continental Neocretácea (MILANI, 2004).

Figura 2 – Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná, com a profundidade estrutural do embasamento cristalino contornado, com a região do noroeste paranaense, apresentando o maior depocentro, pela deposição dos magmas dos derrames da Serra Geral.



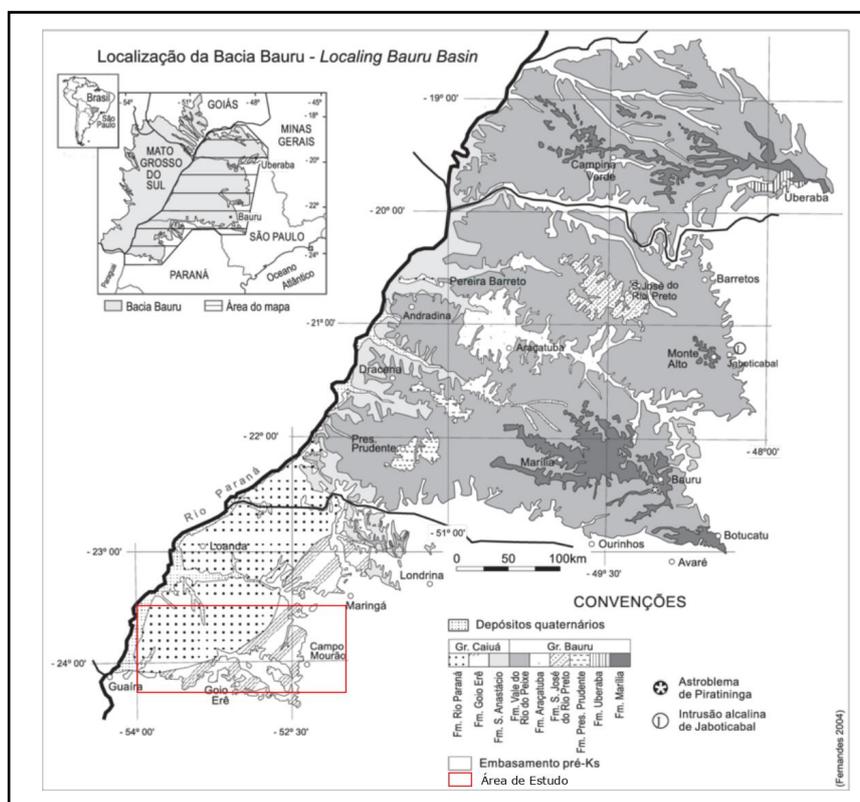
Fonte: Milani (2004).

Esse último pacote sedimentar, gerado após a ruptura Gondwânica, possibilitou o acúmulo de sedimentos em amplas áreas, formando assim novas bacias, dentre as quais a Bacia Bauru, que possui contato predominantemente discordante erosivo com os basaltos da Formação Serra Geral, além também de interdigitação observado por Jabur e Santos (1984), no Morro dos Três Irmãos (Terra Rica) e Morrinhos (Porto Rico).

Os sedimentos da Bacia Bauru são cronocorrelatos, de contato superior erosivo, compostos por dois Grupos: Grupo Bauru (formações: Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Uberaba e Marília) e Grupo Caiuá (formações: Rio Paraná, Goio-êre e Santo Anastácio) (FERNANDES e COIMBRA, 1996; FERNANDES, 2004).

A partir desse ponto, é importante destacar que a proposta de arranjo litoestratigráfico da Bacia Bauru adotada nesse trabalho, é a de Fernandes (2004) (Figura 3), que estabelece o Grupo Bauru, com as formações supracitadas e o Caiuá, no qual está inserido a área do presente trabalho.

Figura 3 – Mapa litoestratigráfico da Bacia Bauru.



Fonte: Adaptado de Fernandes (2004).

Os estudos sobre a Bacia Bauru, têm sido apresentadas desde 1905 com o reconhecimento e descrição de Gonzaga de Campos no oeste do Estado de São Paulo (1905, apud BATEZELLI, 2003), e no noroeste Paranaense desde 1930 com a descrição de Washburne (1930, apud JABUR, 1984). Posteriormente, foram realizados estudos com base no posicionamento estratigráfico das unidades geológicas, assim como, os ambientes deposicionais. Sobre o último aspecto, diversas propostas foram feitas, sendo atribuídos por alguns autores ambiente de deposição eólico (FERNANDES e COIMBRA, 2000), deltaica (LANDIM e FÚVARO, 1971) e também origem mista (FREITAS, 1973). Atualmente se têm certo consenso em atribuir condições de deposição eólica na parte central da bacia e em suas bordas condição ligeiramente mais úmidas.

Porém a escassez de registro fossilífero nas formações Rio Paraná e Goio-Erê, ao mesmo tempo que corroboram a hipótese de ambiente desértico, tem causado por outro lado dificuldade na caracterização desses ambientes pelos registros fossilíferos de pterossauros e dinossauros, na porção sul da bacia em trabalhos publicados recentemente, (MANZIG et al., 2014; KELLNER et al., 2019; LANGER et al., 2019; Souza et al., 2021) trazendo a discussão sobre a formação ao qual esses ambientes deposicionais se encontram (Rio Paraná ou Goio-Êre). Essa discussão é decorrente da proximidade das duas formações, assim como, a semelhança dos constituintes minerais e texturais, das unidades litoestratigráficas. A arquitetura das unidades litofaciológicas, bem como a presença mais abundante de carbonatos nas bordas da bacia, sugerem uma maior umidade nessas regiões, porém nas fácies fossilíferas, esse material é praticamente ausente.

3.1 Caracterização das Formações da Bacia Bauru

A Bacia Bauru é dividida em Grupo Bauru e Grupo Caiuá, o primeiro respectivamente divide-se em Formação Vale do Rio do Peixe, Formação Araçatuba, Formação São José do Rio Preto, Formação Presidente Prudente, Formação Uberaba e Formação Marília. Já o segundo grupo divide-se em

Formação Rio Paraná, Formação Goio-Erê e Formação Santo Anastácio (FERNANDES, 2004).

No contexto do Grupo Bauru, a formação Rio do Peixe, abrange maior parte da bacia e seu contexto deposicional é essencialmente eólico, com estratos de arenitos com intercalação de siltitos ou lamitos arenosos, possivelmente de origem em depressões que acumulavam umidade em tempos de elevação do nível freático, tendo como tipo predominante de deposição, planícies de lençóis de areia. Já a Formação Araçatuba, têm predominância de deposição de ambiente pantanoso, com águas rasas e de pouca agitação e expansão. A Formação Uberaba, teve seu ambiente deposicional em um sistema fluvial entrelaçado. A Formação Marília se divide em três membros, sendo todos eles, guardadas as especificidades, de leques aluviais distais, tendo dois dos membros (Serra da Galga e Ponte Alta), ambiente deposicional fluvial entrelaçado e o terceiro membro (Echaporã), planícies de Lençóis de Areia. A Formação São José do Rio Preto, também apresenta ambiente deposicional, como fluvial entrelaçado. E por fim a Formação Presidente Prudente, com ambiente deposicional fluvial meandrante arenoso, com pouca sinuosidade e canais rasos (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

Segundo Batezelli (2010, Batezelli et al, 2005), a sedimentação do Grupo Bauru, é caracterizada por prevalência de rios entrelaçados de baixa sinuosidade, que compartilhavam espaços com depósitos *playa lake* no início da evolução da bacia, que acabou colmatando o nível de base, após sedimentos advindos do norte e do nordeste, com o soerguimento do Alto do Parnaíba e da Província Alcalina de Goiás.

Já sobre os aspectos estratigráficos característicos do Grupo Caiuá, têm-se a Formação Rio Paraná, que apresenta suas maiores espessuras no noroeste paranaense (acima de 200 m), apresenta contato lateral gradual com a formação Goio-Erê, tendo cimentação frequente de carbonatos (FERNANDES e COIMBRA, 2000). Em sua base ocorrem estratos com aspecto de brecha de até 1 m de espessura “constituído de arenito lamoso maciço, imaturo, com fragmentos centimétricos de basalto, nódulos de esmectita e carbonato” (FERNANDES e COIMBRA, 2000, p.717).

Essa formação, comumente expõe estratificação cruzada de médio a grande porte (até 10m), sendo limitados por truncamentos de 2° ordem. Sua composição é de arenitos marrom-avermelhados a arroxeados, de granulometria fina a muito fina. Apresentando mineralogia supermatura, com boa maturidade textural. Quanto ao contexto deposicional, está relacionado à “construções eólicas de grande porte (*draas*), complexos de dunas de cristas sinuosas, amalgamadas, de região central de *sand sea* (FERNANDES e COIMBRA, 2000, p.720). Possivelmente o centro desse antigo deserto, se encontrava no Pontal do Paranapanema, onde foram encontrados as estratificações cruzadas de maior porte.

Já a Formação Goio-Êre, tem ocorrência apenas na região sudeste da bacia, com as espessuras mais profundas calculadas em até 50 m. a transição dessa formação para a Formação Rio Paraná se dá de forma transicional, enquanto que a transição para a Formação Serra Geral, ocorre em contatos erosivos. Sua composição aparece em camadas tabulares, com estratificação cruzada, alternando com estratificações de aspecto maciço e ocorrências ocasionais de “laminações plano-paralelo incipiente, ondulações de adesão, *climbing ripples* eólicos e pequenas dobras convolutas, todas descontínuas e mal definidas” (FERNANDES e COIMBRA, 2000, p.720).

Seus grãos são de arenitos quartzosos de matiz marrom-avermelhado a cinza arroxeadado, de granulometria fina a muito fina e por vezes médio. Com mineralogia madura e textura submatura e frequente cimentação por carbonatos. O contexto dos depósitos dessa formação, está associado à áreas de depósitos marginais de *sand sea*, subordinado às oscilações do nível freático raso. Além também de dunas eólicas de porte moderado e com cristas sinuosas e presença de interdunas úmidas ou aquosas (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

A Formação Santo Anastácio, ocorre principalmente nas calhas das baixas vertentes dos afluentes do Rio Paraná em São Paulo, ocorrendo de forma restrita em São Paulo e em Minas Gerais, apresentando espessura máxima entre 70 e 100 m. o contato com as formações Rio Paraná e Vale do Rio do Peixe, se dá de forma gradual. A característica dessa formação, está em seus estratos tabulares arenosos, que contém aspecto maciço típico, de espessura de até 1 m, sendo incomum estratos de laminitos e argilitos. Sua constituição é de areia quartzosa de granulometria “fina a muito fina, pobremente selecionados,

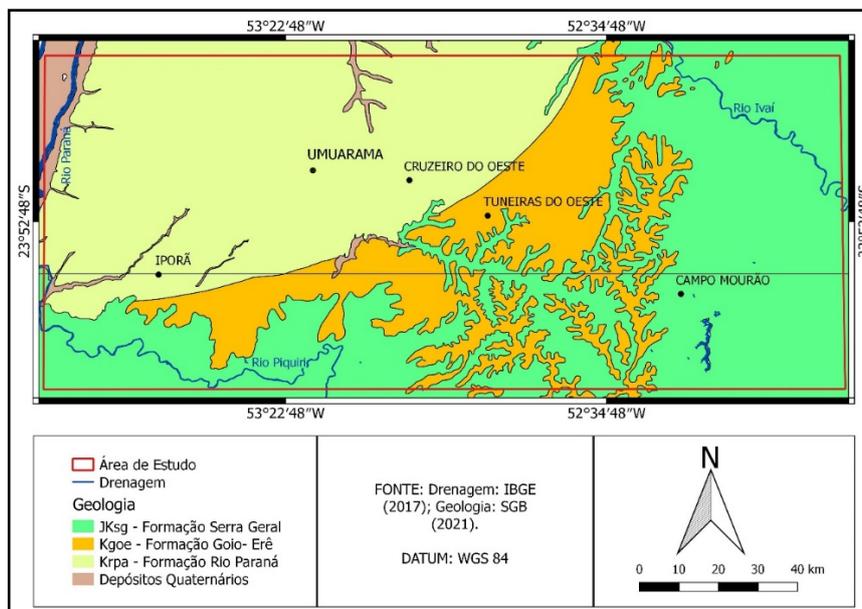
com a fração silte subordinada, e pequena quantidade da fração silto-argilosa” (FERNANDES e COIMBRA, 2000, p.720).

Seu contexto deposicional, compreende depósitos de lençóis de areia, predominantemente secos acumuladas em extensas e constantes planícies desérticas, periféricos aos complexos de dunas de *sand sea*. É raro o registro de depósitos de enxurradas do tipo *wadi*.

É relevante destacar que a hipótese de formação dos depósitos sedimentares da Bacia Bauru, nesse caso, exclusivamente sobre o grupo Caiuá, que até então têm suas descrições litofaciológicas oriundas de gênese sobretudo eólicas, têm sido objeto de estudos recentes, que têm mostrado ambiente de sedimentação com maior umidade (LIMA, 2019; KELLNER, 2019) do que o descrito até então.

Foi feito um mapa das formações geológicas da área de estudo (Figura 4), onde pode-se observar a presença de duas das formações do Grupo Caiuá (Formações Rio Paraná e Goio-Êrê), na borda sul da Bacia Bauru, e o limite com a Formação Serra Geral (Grupo São Bento).

Figura 4 – Geologia da área de Estudo.



Fonte: a autora (2022).

3.2 Evolução Paleoambiental

A descrição paleogeográfica de Fernandes (1992), para o desenvolvimento da Bacia se dá sobretudo em ambiente desértico, sendo encontradas naquele momento, depósitos de fácies aquosas em algumas formações do Grupo Bauru (Formação Marília, Formação Uberaba e Formação Adamantina). E sistemas eólicos pertencentes ao Grupo Caiuá, representados pela Formação Santo Anastácio, com depósitos de extradunas e lençóis de areia, e Formação Rio Paraná e Formação Goiô-Erê com depósitos de campo de dunas.

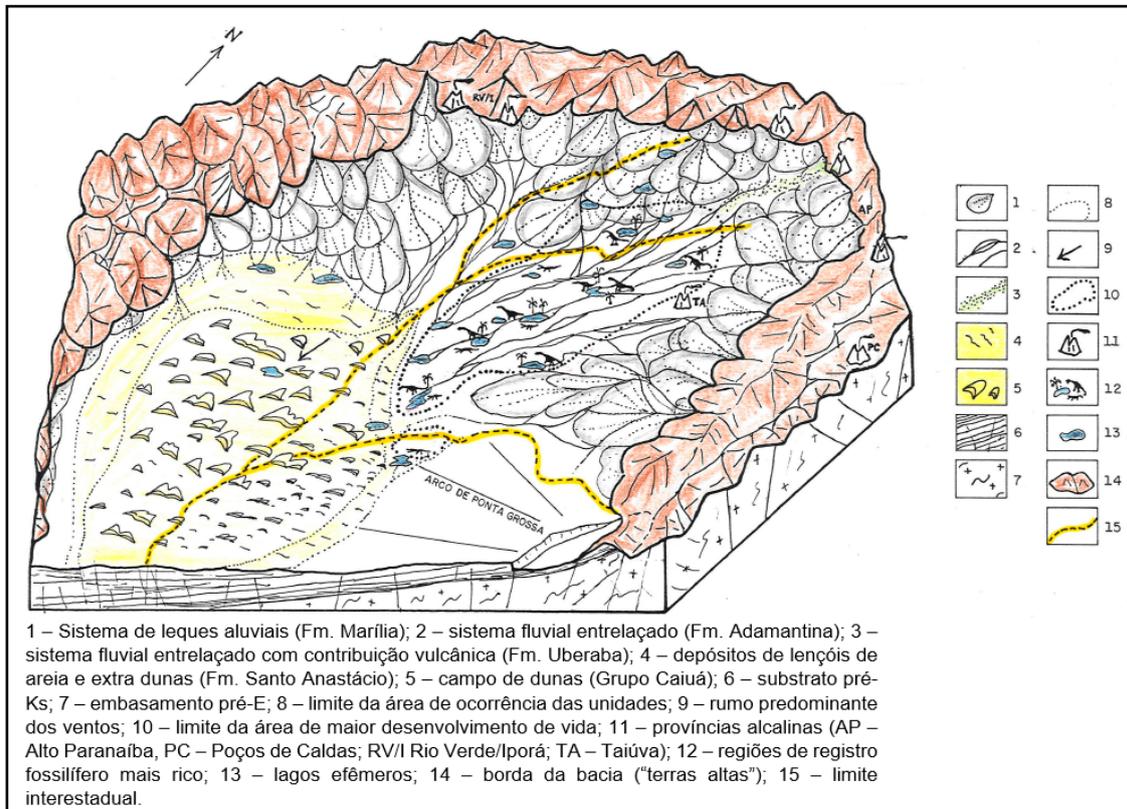
Em 1994, Fernandes e Coimbra, atribuíam ao Grupo Caiuá uma deposição desértica, com sub-ambientes em cada Formação, sendo a formação Rio Paraná, mais ao centro da bacia caracterizada predominantemente por zona central de *sand sea*. A Formação Goiô-Erê com o domínio de zonas de depósitos eólicos marginais e na Formação Santo Anastácio a prevalência de planícies de lençóis de areia.

Já o grupo Bauru, que é cronocorrelato ao grupo Caiuá, possuía associações faciológicas de ambientes aluviais e fluviais, nas formações Uberaba e Adamantina, enquanto que na Formação Marília, se encontravam depósitos de leques marginais (FERNANDES E COIMBRA, 1994) até esse momento esses autores classificavam o grupo Bauru com essas três formações.

Ainda na mesma cronologia dos autores supracitados se classificavam as formações do grupo Caiuá, com depósitos quase que exclusivamente de origem eólica, sendo somente a formação Santo Anastácio, que apresentava alguns depósitos de tipo *wadi* (úmido). A relação de fósseis também não era promissora.

A reconstrução paleogeográfica de Fernandes (1992), da Bacia Bauru, conforme pode ser visto na figura 5 na sequência, mostra o sistema fluvial entrelaçado, atribuído à formação Adamantina, com a presença de dinossauros, que representam os fósseis conhecidos dessa formação.

Figura 5 – Reconstrução paleogeográfica da Bacia Bauru e a distribuição de vidas no Cretáceo Superior.

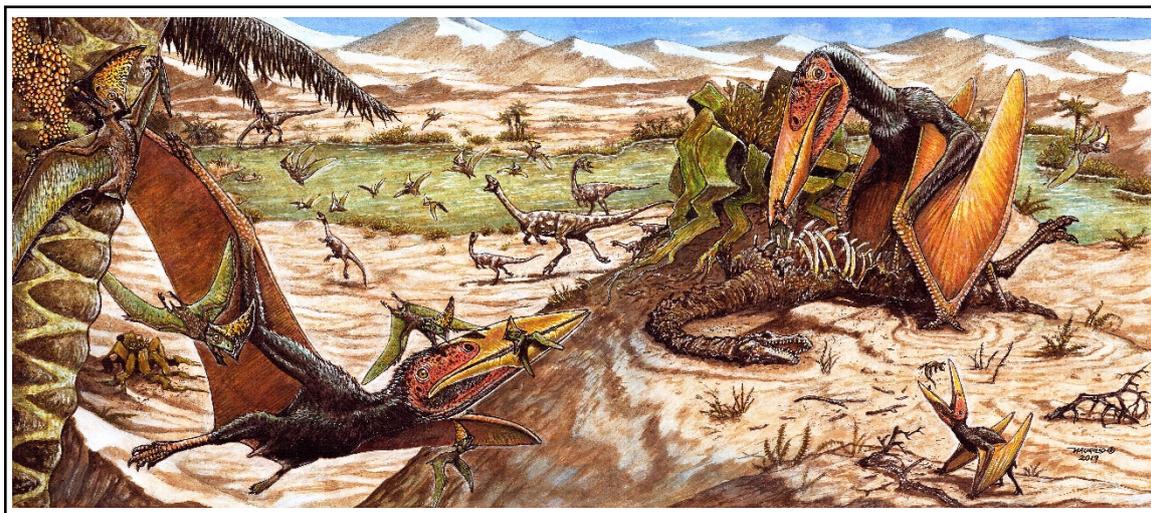


Fonte: Adaptado de Fernandes (1992).

Em revisão estratigráfica realizada por Fernandes e Coimbra (2000), da Bacia Bauru, o ambiente de deposição desértica prevalece, como é característico de toda bacia, mas já é descrito ambientes de depósitos marginais relacionados ao nível do freático na Formação Goio-Erê e as Formações Santo Anastácio e Rio Paraná, mantêm a sua descrição deposicional.

Com os estudos realizados no afloramento do sítio paleontológico de Cruzeiro do Oeste, assim como, nos fósseis encontrados nele, se têm tido um panorama diferente sobre o ambiente deposicional da parte sul da Bacia Bauru, onde começou a atribuir e encontrar litofácies mais úmidas, que pudessem proporcionar um ambiente menos inóspito ao desenvolvimento de algumas espécies (Figura 6).

Figura 6 – Obra de Maurílio Oliveira, mostrando possível paleoambiente e interação da fauna encontrada no afloramento de Cruzeiro do Oeste.



. Fonte: Kellner et al (2019).

A partir da descoberta de sítio paleontológico fossilífero em Cruzeiro do Oeste, foi possível a realização de estudos mais precisos sobre a taxonomia e comportamento de parte da fauna que habitava essa região, pois até então, só se tinham registros de icnofósseis no Grupo Caiuá, como as trilhas descritas por Leonardi (1977), de terópoda, denominado de “coelorussaurus” ou mais possivelmente “carnosaurus”, que mais tarde foi associado por Langer et al (2019), ao táxon pertencente ao *Vespersaurus paranaenses*. Essas trilhas foram encontradas em Cianorte (Tabela 1 e figura 7), e são parte da Formação Goio-Êre, no limite de transição com os derrames basálticos da Formação Serra Geral.

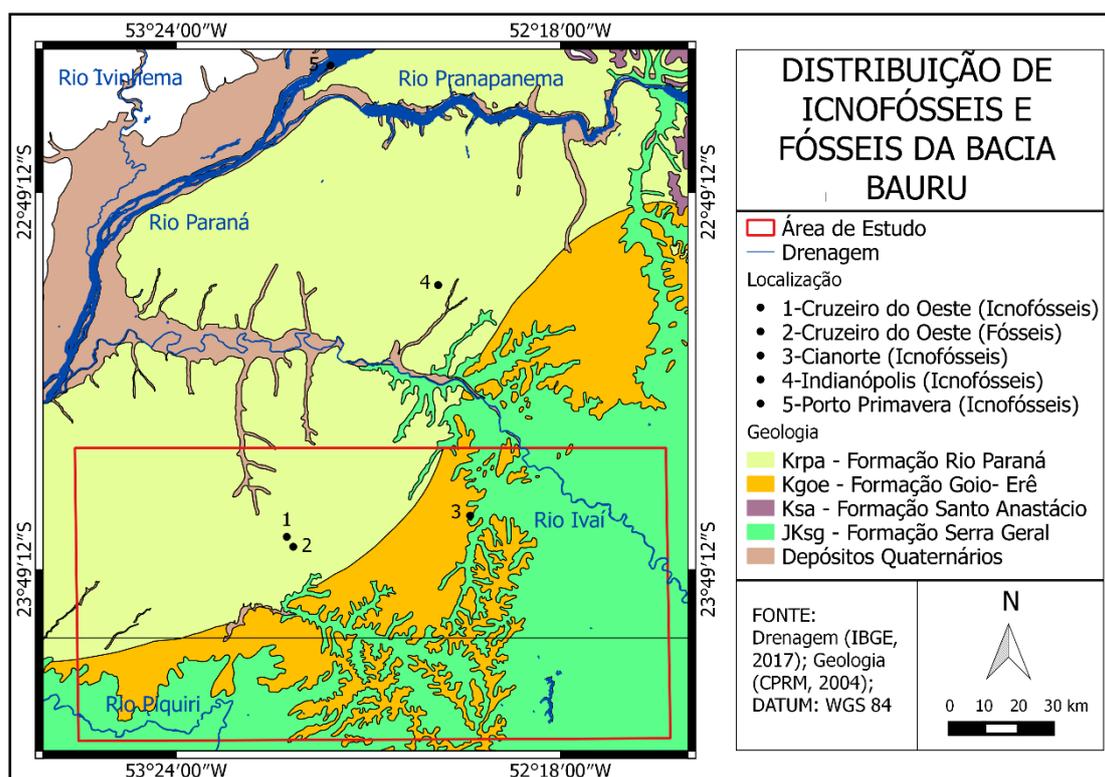
Tabela 1 – Coordenadas dos icnofósseis e fósseis relacionados a Bacia Bauru.

LOCAL	LATITUDE	LONGITUDE
Cruzeiro do Oeste (Icnofósseis). (LEONARDI, 1994)	23°44' S (Aproximadamente)	53°05' O (Aproximadamente)
Cruzeiro do Oeste (Fósseis). (MANZIG et al, 2014)	23°45'34,5" O	53°03'53,4" S

Cianorte (iconofósseis). (LEONARDI, 1977)	23°40'38" S	52°33'30,1" O
Indianópolis (iconofósseis). (LEONARDI, 1977)	23°4' S (Aproximadamente)	52°39' O (Aproximadamente)
Porto Primavera (icnofósseis). (FERNANDES et al. 2009)	22°28'57" S	52°57'28,7" O

Organização: A autora (2021).

Figura 7 – Localização de fósseis e icnofósseis encontrados no Grupo Caiuá (Bacia Bauru).



Fonte: A autora (2021).

Mais ao norte, no município de Indianópolis, também foram encontradas trilhas, descritas por Leonardi (1977), como pertencentes a mamíferos primitivos e dinossauro bípede pequeno (possivelmente “coelurussaurus”). Essas trilhas

estão na periferia da Formação Rio Paraná, próxima de um tributário do Rio Ivaí (LEONARDI, 1977; LEONARDI, 1994).

Também são encontrados icnofósseis no Pontal do Paranapanema, na hidrelétrica de Porto Primavera (município de Rosana, SP) onde as trilhas são observadas entre 6 e 8 metros acima do limite basáltico, sendo encontrados trilhas de terópodes e pequenos mamíferos, que são associados ao início do desenvolvimento do campo de dunas do “Deserto Caiuá”, esse é um local relevante, pois, esses icnofósseis estão presentes na região central da Bacia Bauru, o que denota umidade e presença mesmo que ocasional de uma fauna, no interior da Bacia (FERNANDES et al., 2009).

Já no município de Cruzeiro do Oeste, próximo ao atual sítio paleontológico, em 1977 o Geólogo Luiz Carlos Godoy encontrou trilha de animal de aspecto mamíferoide, (LEONARDI, 1994). Antes, em 1971, foi descoberto o sítio paleontológico de Cruzeiro do Oeste, pelo senhor João Gustavo Dobruskii, que em 1975, enviou amostras de fósseis para a Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde as amostras foram guardadas, tendo havido o seu “redescobrimto” em 2011, quando pesquisadores a procura de materiais para livro intitulado “Museus e fósseis da região sul do Brasil”, (LIMA, 2019), fez com que mais cientistas conhecessem o local e começassem a estudá-lo desde então.

Dessa forma, desde 2014, têm sido publicados descobertas de novas espécies de dinossauros e pterossauros, assim como espécies já conhecidas, mas de abrangência de área não conhecida nessa região até então. Dentre as espécies já encontradas no sítio, estão: os pterossauros *Caiuaja dobruskii* (MANZIG et al., 2014) e o *Keresdrakon wilsonigen* (KELLNER et al., 2019); o lagarto *Guragama sulamericana* (SIMÕES et al. 2015); o dinossauro *Vesperosaurus paranaensis* (LANGER et al., 2019) e mais recentemente o dinossauro *Berthasaura leopoldinae* (Souza et al., 2021).

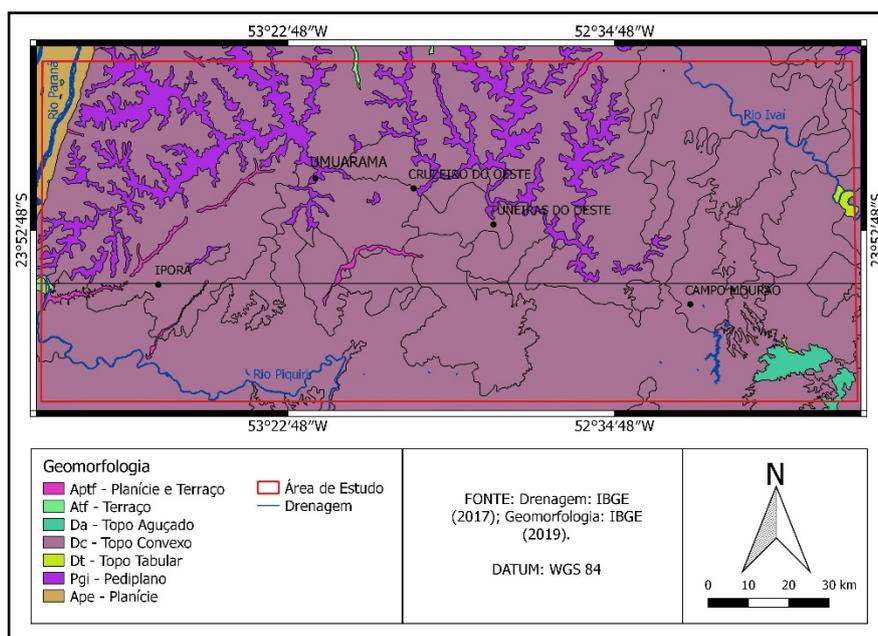
4 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

A área de estudo está situada no Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 2017) e nessa região, sobretudo onde se encontra o Arenito Caiuá, o relevo se apresenta de forma uniforme e pouco dissecado, “caracterizado por extensos espigões levemente ondulados, com vertentes convexas, longas e de baixa declividade” (GASPARETTO, 1999).

Estando a maior parte desse relevo entre as altitudes de 550 m, em regiões próximas à Paranavaí e a 300 m, próximas as margens dos rios Paraná e Paranapanema. Em alguns locais de drenagem mais entalhada ou próximas aos leitos dos principais rios, o relevo pode se apresentar mais dissecado, com desníveis que podem passar de 50 m (GASPARETTO, 1999).

Essa paisagem regular, só é descontinuada, com os morros testemunhos silicificados, como os Três Morrinhos em Terra Rica, que tem alinhamento NW, coincidente com os derrames da Formação Serra Geral (GASPARETTO, 1999). Nesses morros, a declividade é mais escarpado. A figura 8, mostra as formas do relevo da área de estudo.

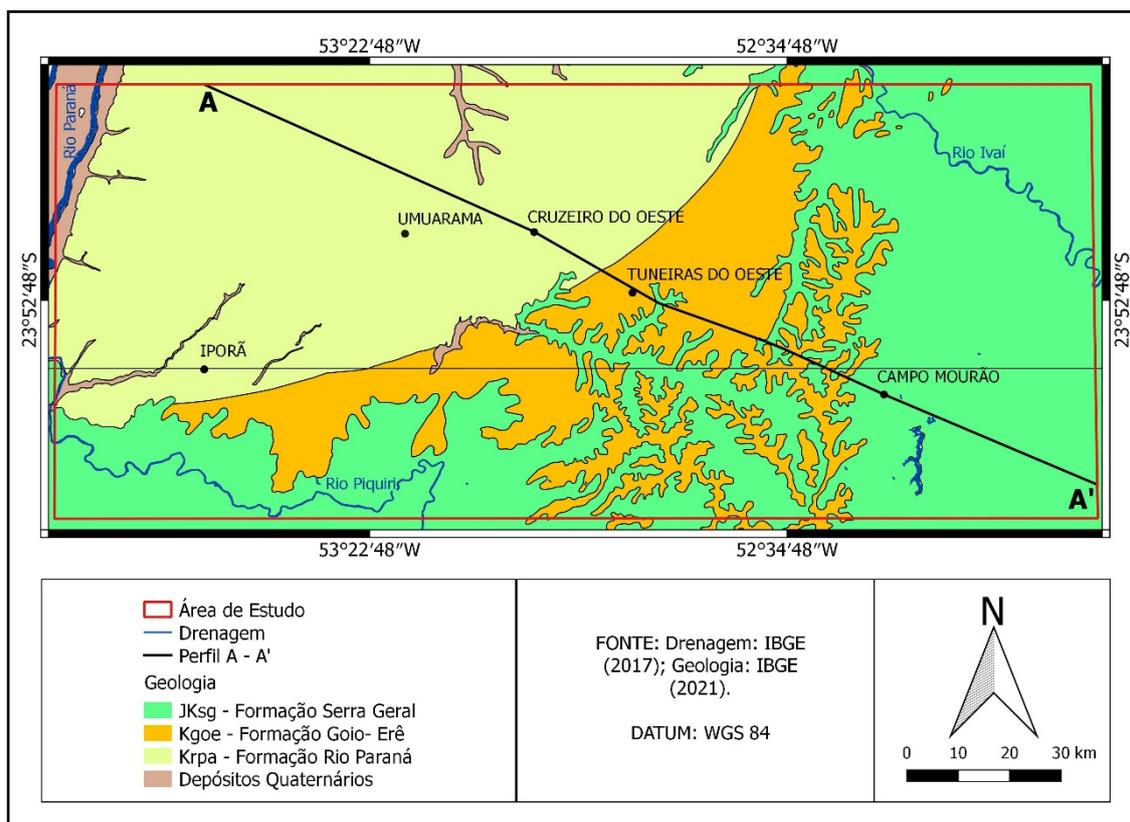
Figura 8 – Compartimentação geomorfológica da área de estudo.



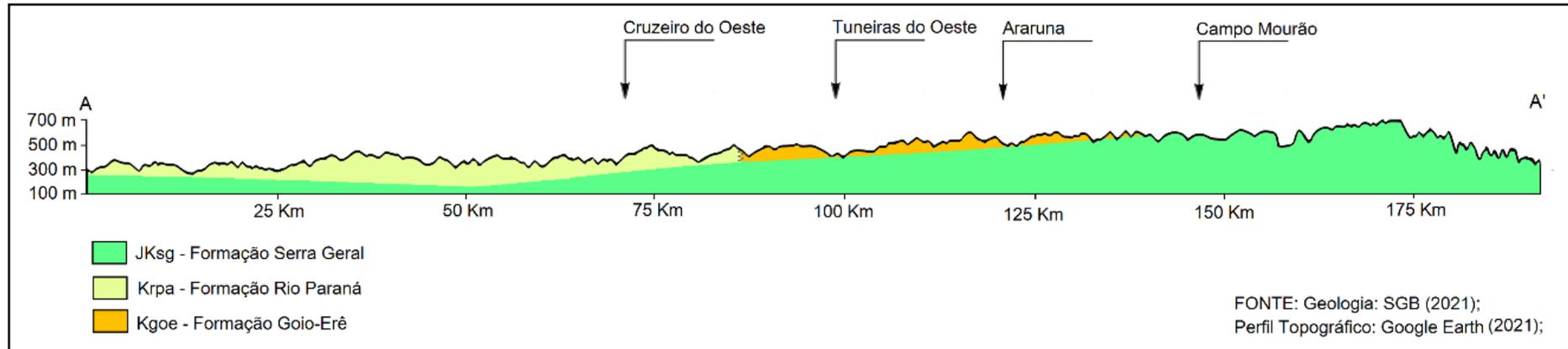
Fonte: A autora (2022).

Foi realizado a elaboração de um perfil topográfico (Figuras 9 e 10), que abrange três pontos de interesse geológico, sendo eles: a seção geológica de Cruzeiro do Oeste (Formação Rio Paraná), as seções geológicas de Tuneiras do Oeste SGa e SGb, representados pelo mesmo ponto (Formação Goio-Erê) e um afloramento na BR-487, no limite entre os municípios de Araruna e Cianorte, que apresenta uma transição entre os arenitos e o basalto da Formação Serra Geral.

Figura 9 – Mapa geológico com os perfis topográficos traçados.



Fonte: A autora (2022).

Figura 10 – Perfil topográfico do perfil A-A'.

Fonte: A autora (2021).

As seções geológicas possuem diferentes extensões, portanto, foram atribuídos pontos que indiquem suas localizações. Esses pontos foram dispostos aproximadamente ao centro de cada seção, de acordo com a visualização no Google Earth.

Em campos realizados, foram observadas aspectos interessantes sobre a morfologia regional, sendo destacadas quatro localidades, em que era possível observar o limite entre os derrames basálticos e a sedimentação arenosa.

Uma primeira localizada, na BR-487, entre o limite dos municípios de Cianorte e Araruna (Figura 11), que é um dos pontos do perfil topográfico, que evidencia a estrutura basáltica com intensa alteração, inclusive por presença de erosão esferoidal na base, com aparente deposição de solo formado a partir do arenito.

Figura 11 – Trecho do limite entre as rochas magmáticas que estão em estado de erosão esferoidal, com os arenitos da Formação Goio-Êre, a espessura vertical desse trecho é de cerca de 5m.



Fonte: Edison Fortes (2020).

Outro contato entre os basaltos e os arenitos, se localiza no município de Alto Paraná, na pedreira Itaporã, que expõe limite basáltico com arenitos da Formação Goio-Êre (Figura 12), estando a cerca de 356 m de altitude.

Figura 12 – Contato entre derrames maciços da Formação Serra Geral e Arenitos da Formação Goio-Êre.



Fonte: Edison Fortes (2020).

Aqui, os sedimentos estão sobrepostos ao derrame basáltico da Formação Serra Geral que apresenta algumas fraturas verticais preenchidas por arenitos de aspecto silicificado (Figura 13), indicando que mesmo após o encerramento das atividades vulcânicas, a presença de altas temperaturas associada a atividade geotérmica, propiciava a deposição de sílica nos poros.

Figura 13 – A) Intrusão de arenito em falha vertical do basalto. B) Detalhe de arenito silificado pelo basalto.



Fonte: Edison Fortes (2020).

Outro contato arenito/basalto ocorre em pedreira localizada a pouco mais de 7 km de distância ao sul das seções geológicas a e b e Tuneiras do Oeste (Figura 14), a 382 m de altitude. Nesse contato também foram observadas intrusões de arenito em falhas no basalto, assim como verificado na pedreira de Alto Paraná, porém, a ocorrência erosiva é intensa sendo observadas erosão esferoidal nos basaltos (Figura 14 c).

Figura 14 – A) Contato do basalto (Formação Serra Geral) e arenitos (Formação Goio-Êre); B) Intrusão de arenito silicificado em falha no basalto; C) erosão esferoidal do basalto.



Fonte: Edison Fortes.

Ainda próximo das seções Geológicas a e b, a cerca de 16 km ao sul, em área de vale, verifica-se outro contato entre os dois tipos litológicos (Figura 15), onde mais uma vez, o arenito apresenta-se silicificado em falhas dos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Nesse ponto, a erosão observada no basalto é decorrente de intensa ação da água.

Figura 15 – Intrusão de arenito em falha de basalto em região de vale no município de Tuneiras do Oeste.



Fonte: A autora (2021).

Apesar do embasamento basáltico e de localidades onde o mesmo é aflorante, o aspecto de grande friabilidade dos solos derivados das rochas arenosas que são predominantes regionalmente, e a intensa mecanização ocorrida no noroeste paranaense a partir de 1970, faz com que haja processos erosivos muito frequentes na região, como pôde ser verificado *in loco*, em área rural de Loanda (Figura 16), muito próxima do perímetro urbano.

Essa voçoroca, têm grande extensão vertical e horizontal, e apesar de obras da prefeitura para sua contenção, chuvas mais intensas e esgoto de indústria próxima, faz com que essa voçoroca continue se desenvolvendo. Essa localidade está situada na Formação Rio Paraná, a aproximadamente 421 m de altitude.

Figura 16 – Interior de voçoroca em Loanda.



Fonte: Edison Fortes (2020).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia empregada na realização desse trabalho, consiste sumariamente na Revisão Bibliográfica (determinação de metodologias e assimilação da área de pesquisa e correlação dos dados obtidos), Trabalhos de Gabinete (execução de mapas, imagens, tabelas, gráficos, planilhas e texto), Trabalhos de Campo (Observação de campo e coleta de amostras) e Trabalhos de Laboratório (Processamento das amostras).

5.1 Trabalho de Gabinete

Essa etapa constitui-se na elaboração de mapas temáticos da região de pesquisa, realizados a partir do software QGIS nas versões 2.8.3 e 2.18.12, utilizando-se como base mapas temáticos disponibilizados gratuitamente pelos órgãos Estaduais/Federais (Tabela 2).

Tabela 2 – Produtos cartográficos utilizados na confecção dos mapas.

Produto Cartográfico de Base	Fonte	Ano
Geologia	SGB (Serviço Geológico do Brasil)	2021
Geomorfologia	IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)	2019
Hidrografia	IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)	2017
Malha Estadual/ Federal	IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)	2016
Rodovia	DER/PR (Departamento de Estradas de Rodagem/Paraná)	2017

Fonte: A autora (2021).

Já o perfil topográfico foi desenvolvido no software Google Earth Pro, que a partir da ferramenta de “mostrar o perfil de elevação” executou o mesmo para o perfil designado, que teve sua concepção final realizada no programa gratuito de vetorização Inkscape, a partir dos dados teóricos de limites entre cada formação a partir do mapa geológico do Serviço Geológico do Brasil e espessura máxima para a Formação Rio Paraná, estimada em 277 m por Fernandes (2004).

5.2 Trabalhos de Campo

Foram realizadas 3 excursões de campo, uma primeira entre os dias 9 a 12 de novembro de 2020, onde foi descrito e coletado amostras da seção geológica a em Tuneiras do Oeste. Ao todo foram 64 amostras coletadas, distribuídas em 7 perfis.

O segundo campo ocorreu nos dias 25 e 26 de julho de 2021 e teve como objetivo a descrição e coleta de amostras da seção geológica b. Nesse campo foram abertos 3 perfis, porém foram coletadas amostras somente em 2, sendo 48 amostras recolhidas.

E uma terceira incursão em campo para finalizar a seção geológica b, entre os dias 26 a 29 de setembro de 2021 com mais 3 perfis abertos para descrição e coleta, somando mais 56 amostras a essa seção.

5.3 Granulometria e Decantação

Esse procedimento, segundo Teixeira *et al* (2017), visa conhecer a distribuição dos tamanhos dos grãos minerais individuais, alterados ou não de uma rocha, que podem conter mais de um mineral, concreções e cimentações.

As amostras coletadas em campo das seções geológicas a e b foram processados no GEMA (Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente), onde foi utilizada a metodologia padrão da Embrapa, descrito no manual de solos da Embrapa (TEIXEIRA et al., 2017), de forma adaptada, que servirá como base de

comparação com as granulometrias feitas por LIMA (2019). Sendo utilizado os intervalos para a determinação das frações granulométricas, a escala estabelecida por Wentworth (1922) de: 2 mm, 1mm, 0,500mm, 0,250 mm, 0,125mm e 0,063 mm, que é amplamente utilizada no Brasil e o processo de decantação da última fração para a determinação da porcentagem de silte e argila nas amostras.

Com a obtenção desses dados, os valores foram colocados em planilhas elaboradas no GEMA, que permitem quantificar a porcentagem de cada fração granulométrica sendo posteriormente lançados no programa GRADISTAT, que gera dados estatísticos sobre a amostra.

Essas amostras processadas para a granulometria e decantação, foram utilizadas para a análise estatísticas de Folk e Ward (1957), morfologia no MEV e para a análise dos argilominerais no DRX.

Os dados estatísticos de Folk e Ward (1957), foram adquiridos a partir dos dados das frações granulométricas de cada amostra processados no software GRADISTAT e dentre as estatísticas geradas destacam-se o parâmetro de desvio padrão, que é um indicador da maturidade textural dos sedimentos (DIAS, 2004). Parâmetros de assimetria, que identificam se o ambiente é predominantemente de deposição (assimetria positiva) ou de remoção (assimetria negativa).

E a estatística de curtose, que compara a forma da curva das amostras em relação a uma curva modelo dos sedimentos, estando associado ao grau de seleção das amostras. Esse parâmetro é dividido em três principais classificações: Platicúrtico, mesocúrtico e leptocúrtico, com a primeira e terceira classes respectivamente podendo receber ainda as denominações auxiliares “muito” ou “extremamente”.

5.4 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), tem como diferencial dos microscópios ópticos convencionais, a utilização de feixe de elétrons ao invés de

fótons, o que permite um aumento de 300.000 vezes ou mais de um objeto. Outras vantagens desse aparelho são a sua alta resolução das imagens, assim como o aspecto tridimensional que as imagens possuem, podendo dessa forma ser analisadas as microestruturas e rugosidades das amostras (DEDAVID et al, 2007).

Esse procedimento metodológico, é para analisar a morfologia dos grãos de cada litofácia, já que a partir da forma dos grãos e suas marcas, associado a outros elementos, como análise química e tamanho dos grãos, pode indicar com maior precisão, o ambiente deposicional ao qual esses sedimentos foram submetidos.

Os procedimentos de preparação da amostra, se dão em: secagem em estufa das amostras selecionadas, já que o aparelho não permite umidade. Fixação dos grãos em fita de carbono sobre o stub, que é uma plataforma de cerca de três centímetros de diâmetro de metal e posterior metalização da amostra com uma camada fina de ouro para que o feixe de elétrons possa percorrer pelas amostras.

5.5 Difractometria de Raio-X (DRX)

A difração de raio-X, é uma técnica utilizada desde 1930, para a identificação mineralógica e caracterização de argilominerais e outros constituintes das frações mais finas dos solos ou sedimentos. Essa é considerada a principal técnica para essa finalidade, tornando-se essencial aos estudos mineralógicos (TEIXEIRA, *et al*, 2017). O equipamento utilizado para essa análise, também se encontra na COMCAP, sendo utilizados para a sua operação granulometria <0,053mm.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

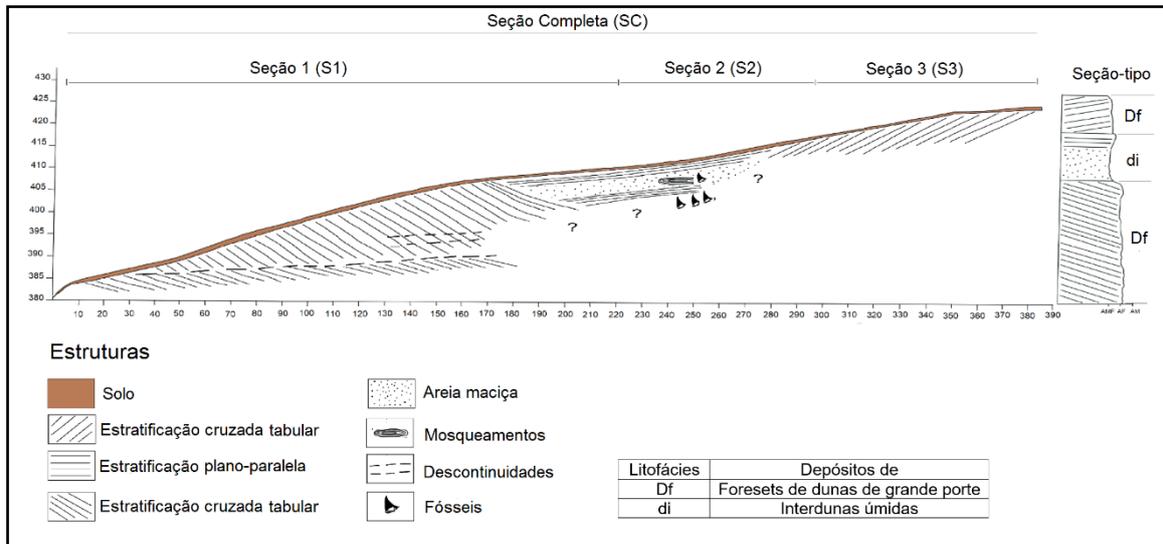
6.1 Correlação Litofaciológica e Estruturas Sedimentares da Seção Geológica de Cruzeiro do Oeste (SGCO)

A caracterização dessa seção geológica foi realizada com base nos dados obtidos por LIMA (2019), que descreveu o afloramento, quanto ao conteúdo sedimentar e paleontológico, porém sem estabelecer associação com outras seções, notadamente aquelas associadas a Formação Goio-Êre. A seção geológica de Cruzeiro do Oeste está contida no interflúvio entre dois rios da bacia do Rio das Antas em corte de estrada vicinal. Esse afloramento se estende da base da vertente desde a cota de 382 m até o topo a 426 m, totalizando um desnível de 44 m no relevo e foi associada, pela autora supracitada à Formação Rio Paraná.

A seção geológica completa tem área de exposição em ambas margens da estrada, com espessura máxima de até 3 m e com cobertura coluvial pedogenizada que não ultrapassam 2 m de espessura, que faz contato irregular com os arenitos causado pelo alto nível de bioturbação no topo do mesmo.

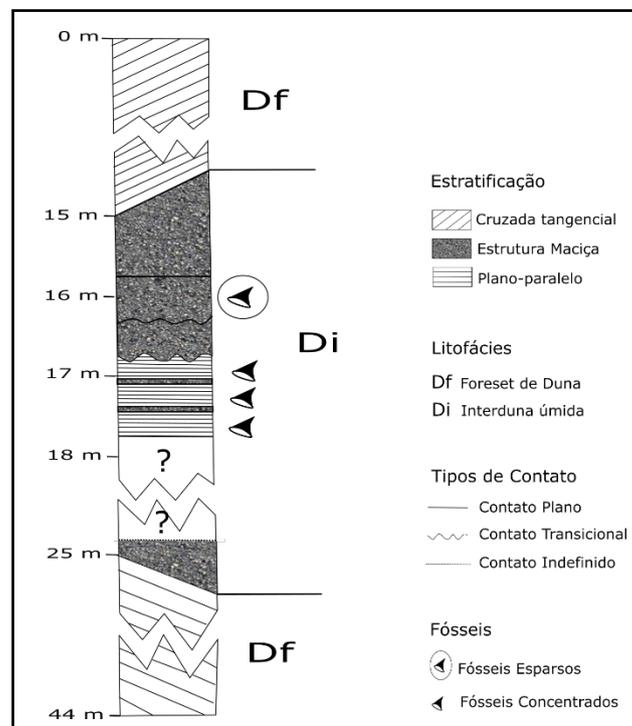
Foi setorizado por Lima (2019), três sub-seções geológicas dispostas ao longo da vertente, denominadas pela autora por S1, S2 e S3 (Figura 17 e 18). A primeira seção se estende da baixa até a média vertente e apresenta arenitos finos de cor avermelhada em estratificações cruzadas de grande porte. O predomínio se dá nas frações de areia fina (27% a 47%), secundariamente as areias muito fina, que variam entre 11% a 21%, na sequência, o silte (14% a 19%) e em seguida a areia média (1% a 7%).

Figura 17 – Perfil litoestratigráfico, com as indicações das seções e as unidades estratigráficas.



Fonte: Adaptado de Lima (2019).

Figura 18 - Perfil estratigráfico esquemático representando o afloramento de Cruzeiro do Oeste.



Fonte: Adaptado de Edison Fortes *et al.* (2019).

A segunda seção ocorre na média vertente e se caracteriza pelo aspecto ligeiramente embaciado. A S2 se destaca pela ocorrência de importante jazigo fossilífero com presença de espécies já mencionadas em capítulo anterior. Essa unidade é definida pela autora como pertencente a litofácies de interduna úmida e cuja disposição e concentração de fauna de fósseis de pterossauros indica um paleoambiente associado a fluxos torrenciais (*wadi*) (LIMA, 2019), compreendendo perfil a ser apresentado os dados de DRX e MEV no presente trabalho.

Ainda segundo a autora, os arenitos da base dessa seção apresentam estratificações plano-paralelas abundantes em material fossilífero. Acima desse nível estão expostos pacotes sedimentar maciço com rara presença de material fóssil.

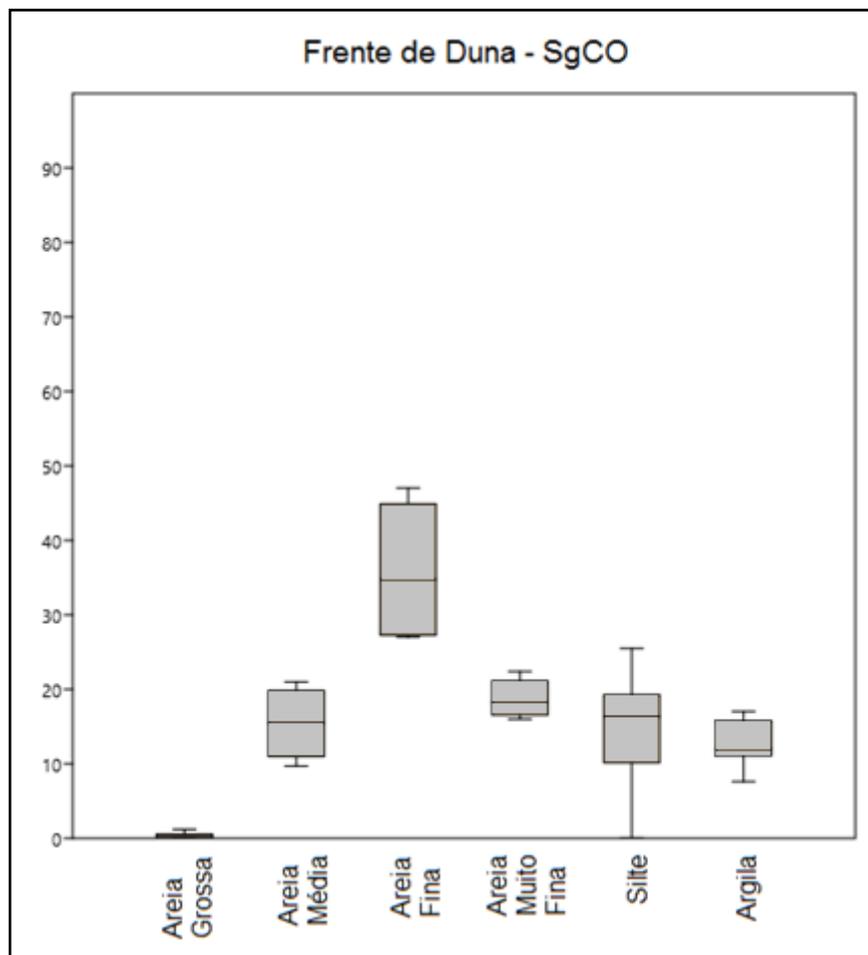
A terceira seção, localizada na parte alta da vertente, apresentam grãos de arenito fino avermelhado em laminações que em conjunto formam estratificações cruzadas, que são associadas por Lima (2019), como *foresets* de dunas e cujas laminações mergulham em sentido oposto aquelas da base do perfil (S1). A distribuição granulométrica é predominantemente constituída por areia fina (28% e 47%), secundariamente areia muito fina com teores variando entre 21% e 21,20%, na sequência a fração de argila (12,10% e 17%), em seguida a fração de areia média (9,70% e 10,70%), e por último o silte (0% e 9,20%).

A partir dos dados granulométricos dessa seção geológica, foram organizados gráficos de boxplot que sumarizam os dados expostos anteriormente, contendo todas as 21 amostras, para as duas litofácies dessa seção, que são frente de duna (8 amostras) e interduna úmida (13 amostras).

Para a litofácies de frente de duna, é possível observar a partir do gráfico de boxplot (Figura 19) que se destaca a fração de areia fina, com valores variando entre 27% a 47%, sendo a fração de maior amplitude de valores. Já as outras frações granulométricas, com exceção da areia grossa, apresentam distribuição de valores dentro de uma amplitude similar, com uma maior regularidade entre as frações granulométricas. Em comparação com a mesma litofácies da formação Goio-Erê, onde se observa um predomínio na fração areia

média, que apresentam porcentagens mais altas e maior irregularidade na distribuição dos valores entre as outras frações.

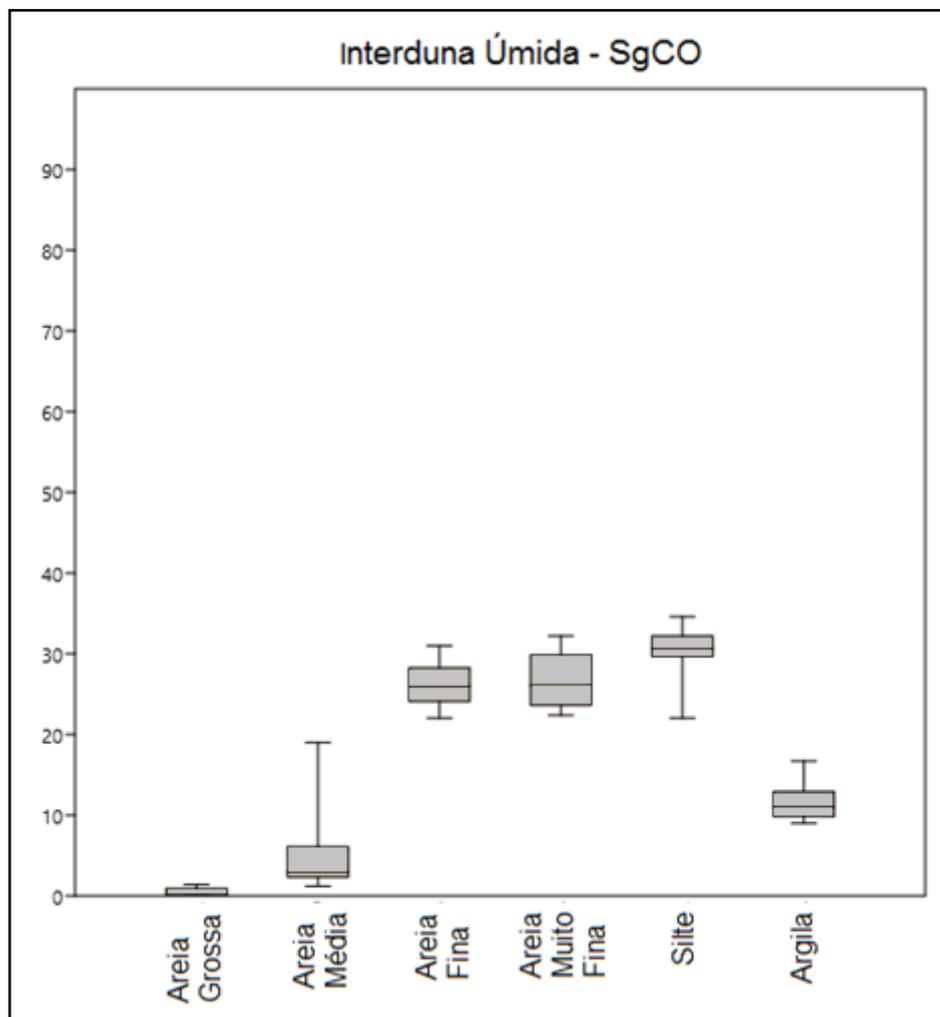
Figura 19 – Gráfico de boxplot, da litofácies de Frente de Duna da seção Geológica de Cruzeiro do Oeste.



Fonte: A autora (2022).

Já em relação a litofácies de interduna úmida, se verifica um predomínio entre as frações de areia fina, areia muito fina e silte, sendo o último respectivamente o que apresenta os maiores valores, variando entre 22% a 34,60%, no entanto, todas as frações estão distribuídas em um baixo gradiente de valores (Figura 20).

Figura 20 – Gráfico de boxplot da litofácies de Interduna úmida da Seção Geológica de Cruzeiro do Oeste.



Fonte: A autora (2022).

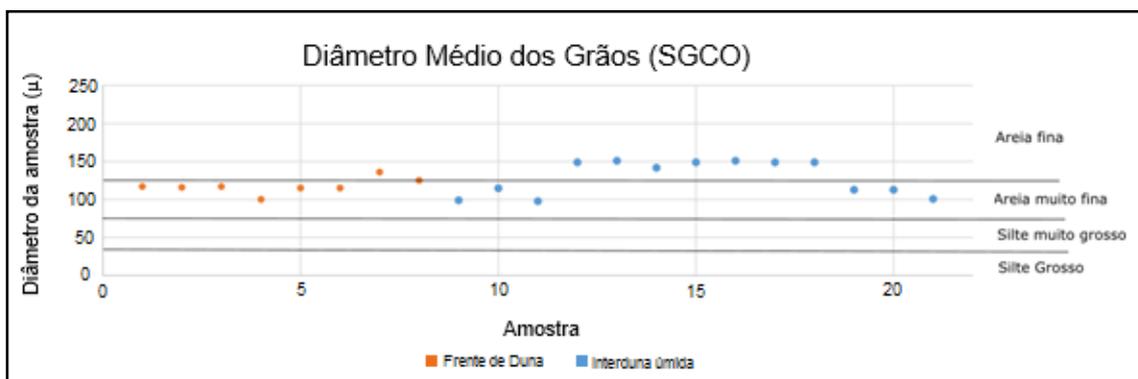
Segundo os parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957) a seção S2, apresenta grãos com seleção moderada, recebendo de acordo com o valor de desvio padrão a classificação de areia fina. A curtose é predominantemente leptocúrtica (LIMA, 2019).

Ainda sobre esses parâmetros, foi elaborado um gráfico de dispersão (Figura 21), com os valores de diâmetro médio dos grãos das 21 amostras. A litofácies de frente de dunas apresenta majoritariamente grãos classificados como areia muito fina, com mediana calculada em 116,5 μ . Nota-se que na distribuição ao longo da vertente, as amostras coletadas próxima do vale,

possuem diâmetro médio menor em relação as duas amostras coletadas na alta vertente.

Já a litofácies de Interduna úmida, apresenta grãos com tamanho médio relativamente maiores, com mediana no valor de 142 μ , estando em sua maioria classificados como areia fina. Essas foram coletadas na média alta vertente.

Figura 21 – Gráfico de dispersão relacionando o diâmetro médio das amostras pela escala de Wentworth (1922), para cada litofácies da SGCO.

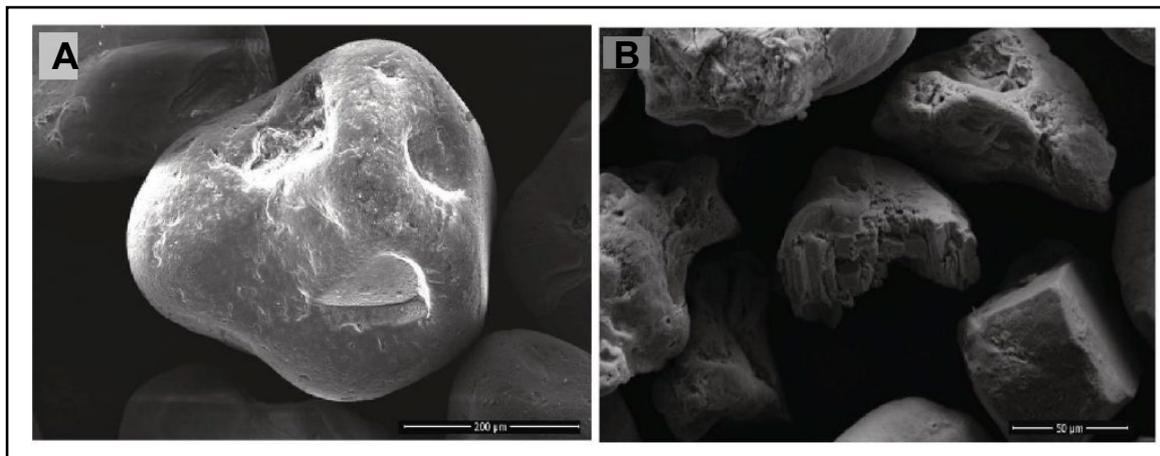


Fonte: A autora (2022).

Em análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para a seção fossilífera Lima (2019), utilizou os intervalos granulométricos de 0,250 mm, 0,125 mm, 0,063 mm e <0,063 mm, todas pertencentes ao perfil fossilífero.

Segundo análises da autora supramencionada, os grãos são bem marcados por feições originadas pela ação de transporte eólico, essas se evidenciam pela presença de fissuras, fraturas e quebras nos grãos e ainda ocorrências relacionadas a dissolução química, que produz diferentes formas em sua superfície, conforme podem ser observadas na figura 22.

Figura 22 – A) fotogrametria de grão exibindo cavidades e fissuras originadas a partir de transporte eólico. B) grãos apresentando marcas de dissolução e desgaste mecânico.



Fonte: Adaptado de Lima (2019).

As amostras pertencentes ao acamamento plano-paralelo apresentam elevado registro de ação mecânica, causando fraturas e fissuras nesses grãos, denotando pouco transporte dos mesmos. Já os grãos relacionados a níveis onde os fósseis foram preservados, ocorrem mais feições de alteração química. Nos grãos de areia muito fina, são observados grãos em formato prismático, colunares e subangulosos e pouca ação química, sendo esses os que apresentaram menor grau de esfericidade e arredondamento, indicando menor retrabalhamento desses grãos no ambiente.

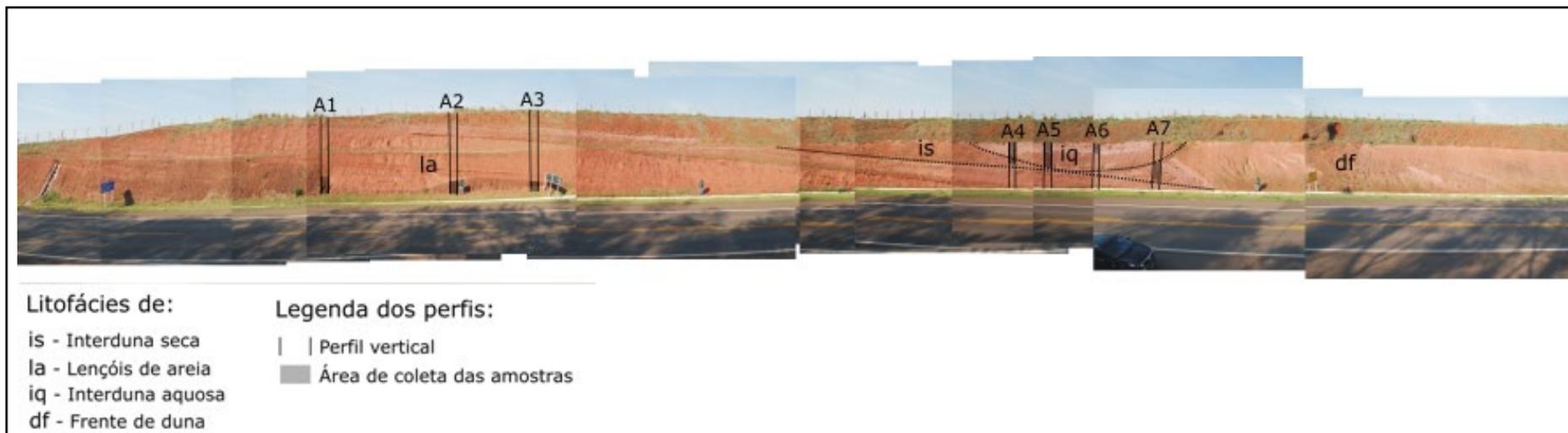
Com o auxílio do EDS (Espectroscopia por energia dispersiva), Lima (2019), realizou análise química desses grãos, que evidenciam composição químicas muito similares, constituída basicamente de silício e hidróxido de ferro, denotando que esse material sofreu processo de lixiviação por dissolução.

Em análise de difratometria de Raio-X, para a seção fossilífera, Lima (2019), constata que as amostras têm uma mesma origem, dada a equivalência dos minerais detectados, ocorrendo apenas variação na proporção de ocorrência. Os minerais detectados foram quartzo, hematita e caulinita.

6.2 Correlação Litofaciológica e de Estruturas da Seção Geológica a de Tuneiras do Oeste

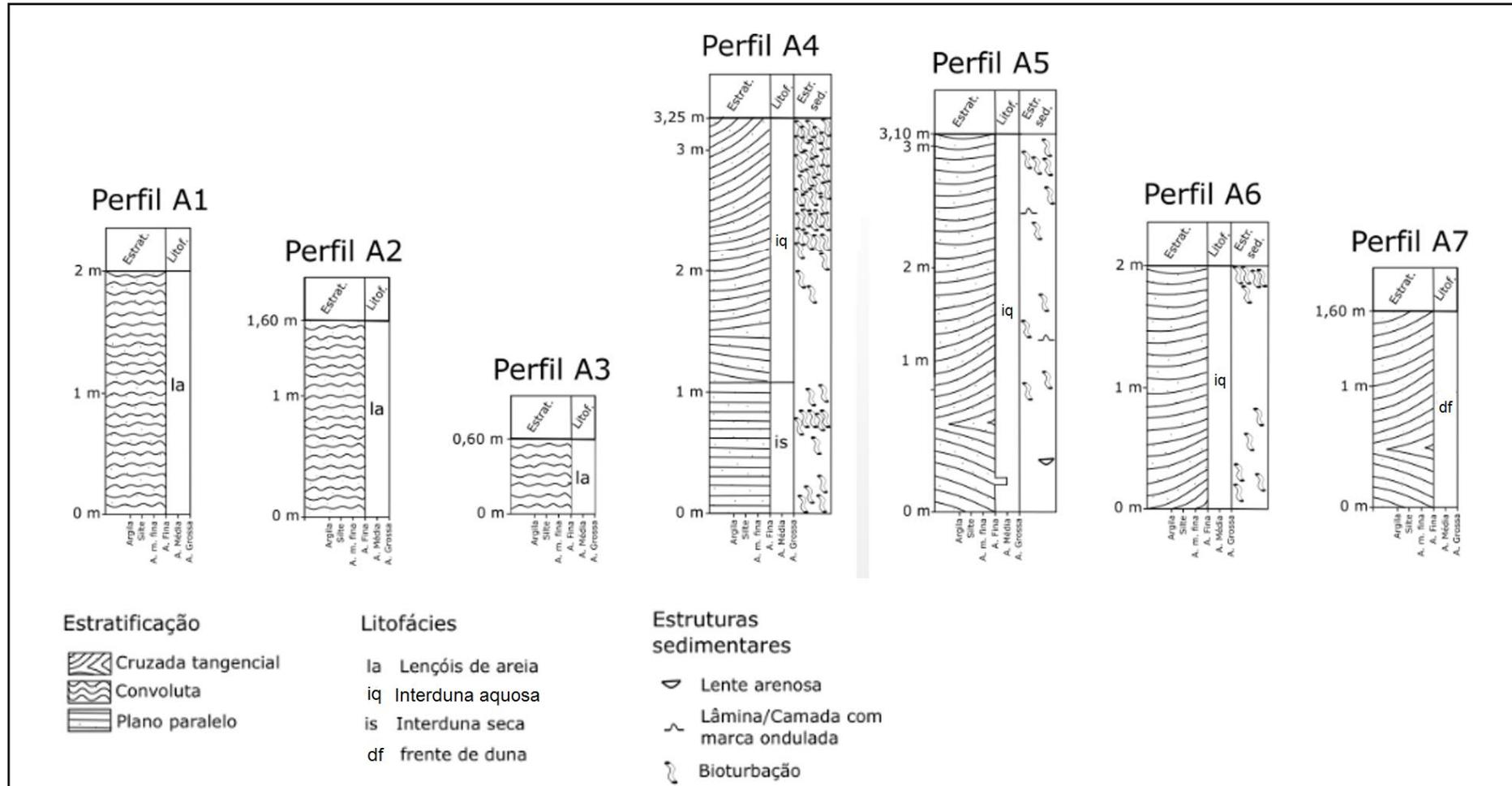
Essa seção geológica, localiza-se em margem da BR-487, Km 131, tendo sua exposição associada a Formação Goio-Êre. Nessa localidade ocorrem dois afloramentos contíguos, porém em lados opostos da rodovia. Isso permitiu uma análise mais detalhada da geometria dos estratos presentes. O primeiro afloramento denominamos Seção Geológica a (SGa). A segunda de Seção Geológica b (SGb). A SGa apresenta comprimento total de 250 m, e sua altura é de cerca de 12 m, já a segunda seção respectivamente, possui 57 m de comprimento e 5,05 m de altura. Ambas seções foram analisadas por perfilagem lateral, a partir de seções verticais definidas conforme a distribuição geométrica dos litossomas. Na primeira seção foram descritos 7 perfis verticais e na segunda 5 perfis (Figura 23 e 24).

Figura 23 – Corte da margem direita (sentido Campo Mourão) da Rodovia BR-487, com os perfis destacados da seção geológica a, que compreende a formação Goio-Êre



Fonte: Adaptado de SÁ (2021).

Figura 24 – Perfis estratigráficos A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7.



Fonte: A autora (2022).

A parte basal do afloramento é constituído por estratos arenoso finos, com matriz carbonática e estruturas convolutas, com mergulho suave para oeste/noroeste, em direção ao centro da Bacia Bauru. No afloramento se destacam níveis mais rígidos, em alto relevo que marcam o contato superior dessas camadas, formando feições de *sabkhas*, que delimitam níveis erosivos de 1º ordem e constitui o embasamento das demais litofácies. As estruturas convolutas comuns nos arenitos da Formação Goio-Erê, já discutidas por Salamuni et al. (1981), são interpretados como resultado de atividade sísmica, durante a deposição em meio sub-aquoso com oscilação periódica do lençol freático (Figura 25).

Figura 25 – Vista parcial da Seção Geológica a, com a base exibindo estruturas convolutas e marcas em alto relevo, delimitando contatos erosivos de 1º ordem.



Fonte: Edison Fortes (2020).

A sequência arenosa de *sabkhas* são recobertas por sequências arenosas finas representadas por frentes de dunas e interdunas secas.

A parte centro direita do afloramento na litofácia de interduna aquosa com arquitetura acanalada, é marcado por descontinuidade de 2º ordem com todas as litofácies adjacentes, exceto com a litofácies de interduna lençóis de areia da base.

Ainda nesse afloramento são destacados as litofácies de interduna seca, que se encontra em contato cruzado acanalado com a interduna aquosa e contato cruzado tangencial na parte inferior. Já na parte direita do afloramento se encontra litofácia de frente de duna que faz contato cruzado acanalado com a interduna aquosa e cruzado tabular com os lençóis de areia na base.

A feição acanalada desse afloramento, foi identificado por Sá (2021) e Prestes (2021) como Lençóis de areia na base da feição e barras de canal no topo, que nesse trabalho estão sendo reinterpretados como interduna aquosa acanalada, pela continuidade da arquitetura acanalada e pelas estratificações cruzadas acanaladas em diversas direções, que sugere região de margem, onde os sedimentos foram assentados em diferentes momentos e direções.

E Sá (2021), ainda identificou a litofácia de *playa lake*, que se encontra na margem esquerda entre os lençóis de areia da base e a interduna seca, mas que não serão objeto desse trabalho por não ter continuidade topográfica com o SGB.

A seleção dos perfis analisados na seção geológica a, estão relacionados topograficamente com os da seção geológica b. Ao todo na seção a foram 64 amostras coletadas, distribuídas em sete perfis, como pode ser visualizado na tabela 3. Dessas 64 amostras, 26 também distribuídas entre todos os perfis, foram selecionadas em gabinete a fim de realizar análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise de difratometria de Raio-X (DRX), que compreendessem no mínimo a base e o topo de cada litofácia.

Tabela 3 – Amostras da seção geológica a, com suas respectivas litofácies indicadas e divisão nos perfis.

SEÇÃO GEOLOGICA a		
AMOSTRA	LITOFÁCIES	PERFIL
A1-A3	Litofácies de Lençóis de Areia	Perfil A1
A4-A6	Litofácies de Lençóis de Areia	Perfil A2
A7-A9	Litofácies de Lençóis de Areia	Perfil A3
A10-A17	Litofácies de Interduna Seca	Perfil A4

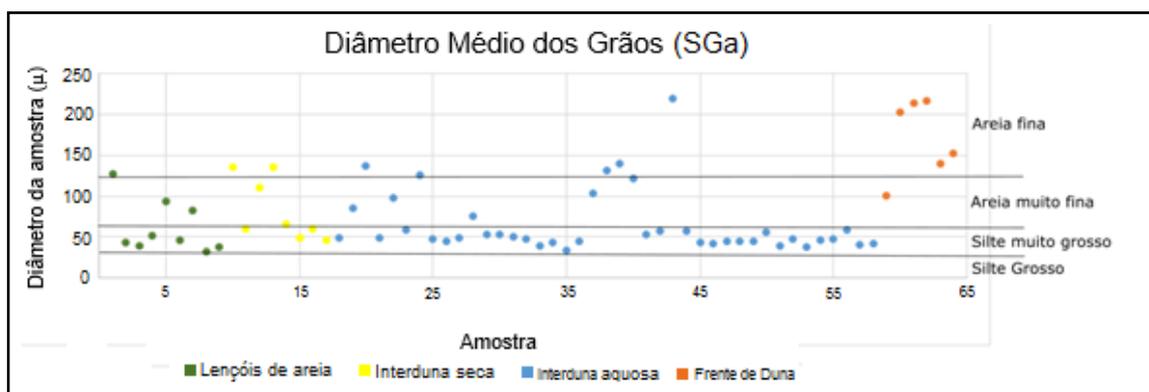
A18-A31	Litofácies de Interduna úmida	
A32-A46	Litofácies de Interduna úmida	Perfil A5
A47-A58	Litofácies de Interduna úmida	Perfil A6
A59-A64	Litofácies de Frente de Duna	Perfil A7

Fonte: A autora (2022).

Ademais, foi elaborado um gráfico de dispersão, com a distribuição dos valores de diâmetro médio dos grãos das litofácies da seção geológica a (Figura 26), que denotam predomínio na classe de silte muito grosso segundo a escala de Wentworth (1922). Nos lençóis de areia o predomínio se dá na classificação anteriormente mencionada, com alguns grãos de diâmetro maiores que se classificam em areia muito fina (2 amostras) e areia fina (1 amostra), que estão associadas a bolsões arenosos coletados ao longo dos três perfis dessa litofácies. Ocorrendo a mesma relação na litofácies de interduna seca.

Na litofácies de interduna aquosa, também se observa a predominância da classificação de silte muito grosso, essas são predominantes mais nas amostras coletadas em maior profundidade, enquanto os grãos de maior diâmetro, estão associados a lentes arenosas e/ou com a maior proximidade da superfície, onde se predominam as bioturbações. Já a litofácies de frente de duna, apresenta os grãos com maiores valores de diâmetro médio, estando classificados majoritariamente como areia fina.

Figura 26 – Gráfico de dispersão relacionando o diâmetro médio das amostras pela escala de Wentworth (1922), para cada litofácies da SGa.



Fonte: A autora (2022).

A análise do MEV para essa seção geológica, pelo fato de as amostras não terem sido processadas em laboratório, revelou estruturas características de franja de esmectita cimentando alguns grãos. Porém essa e outras estruturas que recobriam partes dos grãos, impediu uma observação mais detalhada de suas superfícies. Sendo selecionados grãos <0,125mm para a realização dessas análises.

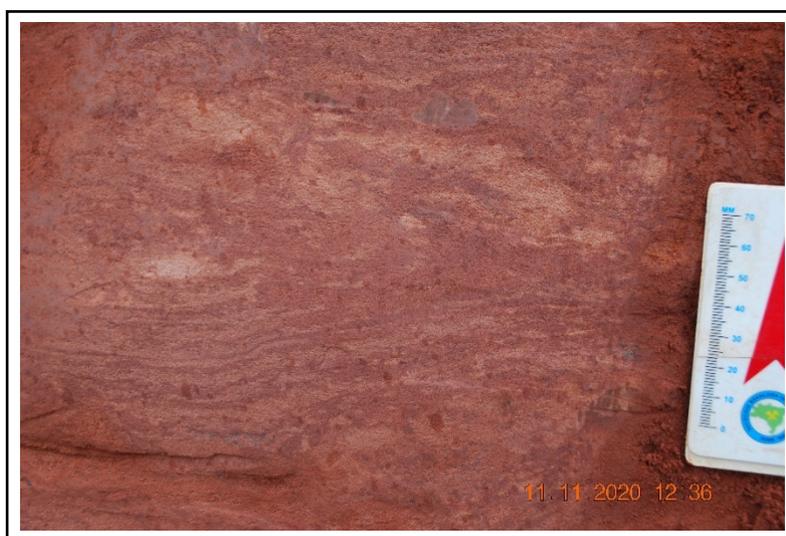
6.2.1 Lençóis de Areia - SGa

Essas litofácies se situam na base da seção geológica, compreendendo o perfil A1, perfil A2 e perfil A3 e é marcada por ocorrência de estratos plano paralelos com laminações convolutas, muito bem delimitado entre estratos maciços não deformados (figura 27). Formam sequências subparelelas com estratos com presença de estruturas sedimentares associados a condição hidroplástica a que esses sedimentos foram submetidos.

O arenito se apresenta muito resistente devido ao cimento carbonático, definindo níveis plano-paralelos, que se destacam em alto relevo no perfil, com mergulho aparente para oeste, em direção ao centro da Bacia Bauru. Por vezes, pode formar nódulos de arenito carbonático que acompanha essa estratificação. Conforme descrito anteriormente, os limites desses arenitos, definem formas do

tipo sabkhas que delimitam diversos níveis erosivos de 1º ordem. Com base na arquitetura dos estratos e nas estruturas sedimentares presentes, é possível deduzir condições paleogeomorfológicas associadas a áreas planas em processo de subsidência que possibilitou o empilhamento sucessivo de material sedimentar que manteve o lençol freático próximo a superfície. A ação coesiva da água permitiu a união dos grãos molhados, destacados por estruturas de adesão. Dessa forma, a ação erosiva se dava sobre a areia seca sobreposta.

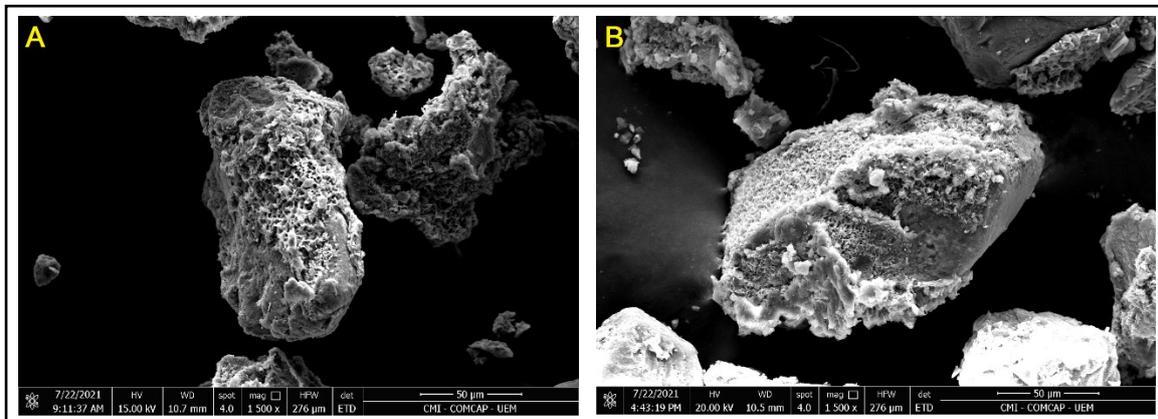
Figura 27 – Detalhe de estratificação convoluta na parte superior direita do perfil A3.



Fonte: Edison Fortes (2020).

Ainda nessa litofácies foram observadas através de imagens obtidas pelo MEV, em todas as amostras analisadas (A1, A3, A4, A6, A7 e A9) estruturas de esmectita (Figura 28) e cimentação carbonática identificadas a partir de teste de campo com HCl (ácido clorídrico) na proporção de 10% dissolvido em água deionizada, tais características também foram observado por Fernandes (1994), para amostras de superfície da Formação Goio-êre, que associou maior proporção de esmectita para essa formação em relação a Formação Rio Paraná, Adamantina e Santo Anastácio, provavelmente por conta da cimentação carbonática que inibiu e preservou essa unidade de processos intempéricos.

Figura 28 – A) fotogrametria de amostra da litofácies Lençóis de Areia (parte superior do perfil A2), exibindo estrutura característica de franja de esmectita em volta do grão e em possível cimentação desprendida de seu grão de origem. B) fotogrametria de estruturas de franja de esmectita revestindo quase toda a superfície do grão em destaque e na base do grão da margem superior direita da imagem.

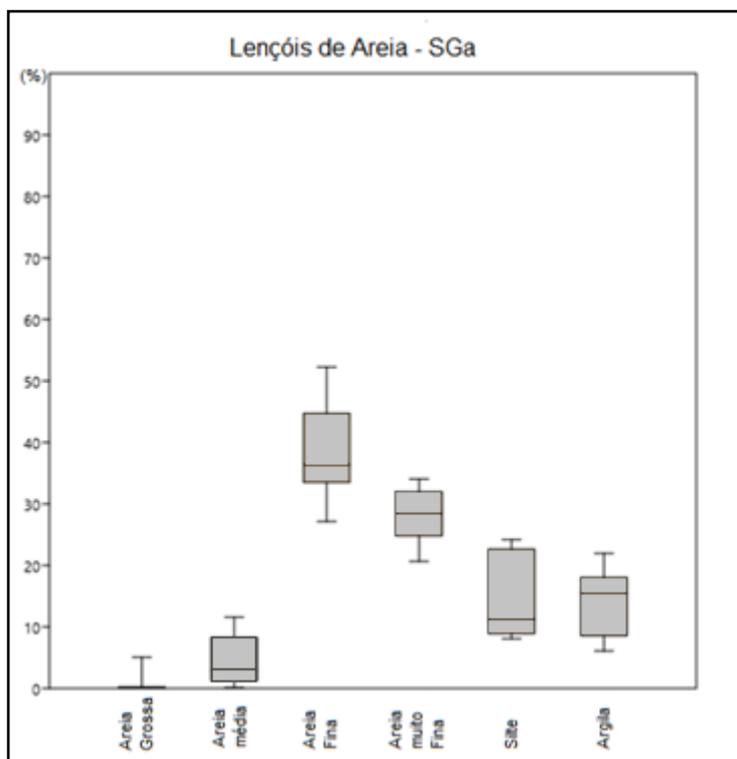


Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2021).

As amostras que pertencem a esse sistema são A1 a A9. Aqui a fração de areia fina é predominante (entre 27,14% a 52,22%). Secundariamente ocorre a fração de areia muito fina, que possui grande proporção nas amostras, com gradiente de valores entre 20,65% a 34,04% (Anexo I). Na sequência, a fração de argila, apresentando valores entre 6,10% a 21,95%. Em seguida o silte (8,07% a 24,19%). A areia média em seguida com valores entre 0,17% a 11,57%. A fração de areia grossa ocorre entre 0,01% a 5,06%.

No gráfico da figura 29, é possível visualizar a distribuição descrita, com a predominância dos grãos mais finos, pouca amplitude entre os valores de cada fração granulométrica em relação as litofácies de interdunas aquosa e secas da mesma seção geológica.

Figura 29 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de lençóis de areia da SGa.



Fonte: A autora (2022).

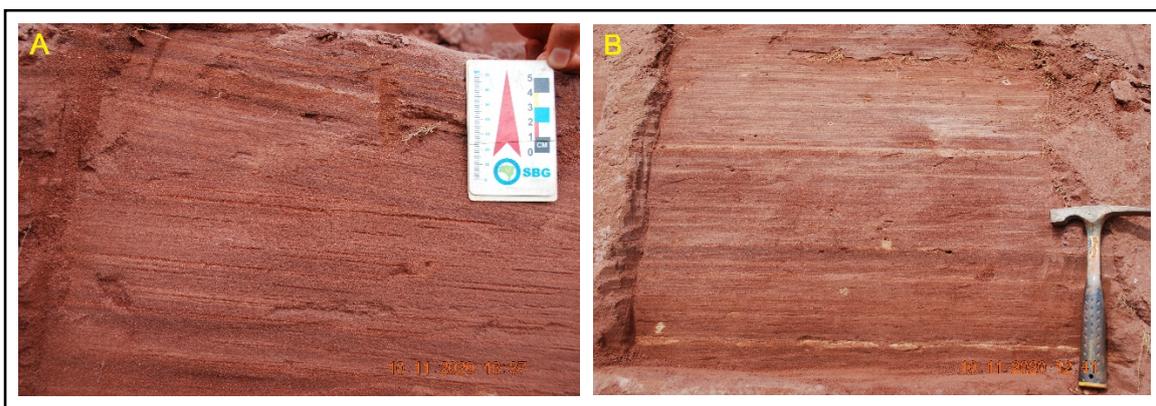
Já os parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957), estão detalhados no Anexo III, onde se observa que os grãos apresentam em sua maioria (cerca de 67%) diâmetro médio correspondente a classificação de silte muito grosso, são muito mal selecionados, e demonstram bimodalidade em 67% amostras. A assimetria é positiva e a curtose divide-se em muito leptocúrtico (5 amostras) e platicúrtico e muito platicúrtico (4 e 1 amostras respectivamente).

6.2.2 Interduna Seca - SGa

Essa litofácies corresponde a base do perfil A4, ocorrendo em contato tangencial, de 1ª ordem, na base com a litofácies de Lençóis de Areia e contato lateral de 3º ordem no topo e lateralmente a direita com a litofácies de interduna aquosa de feição acanalada.

As estratificação são plano-paralelo, com as cores das laminações alternando-se entre cinza claro e roxo. Nessa litofácie é possível observar intercalações de lentes arenosas sem matriz argilosa no topo da litofácie (Figura 30). É comum a presença de bioturbações de caráter pós deposicional que ocorrem desde formas circulares a alongadas que acompanham o acamamento das estratificações (Figura 30).

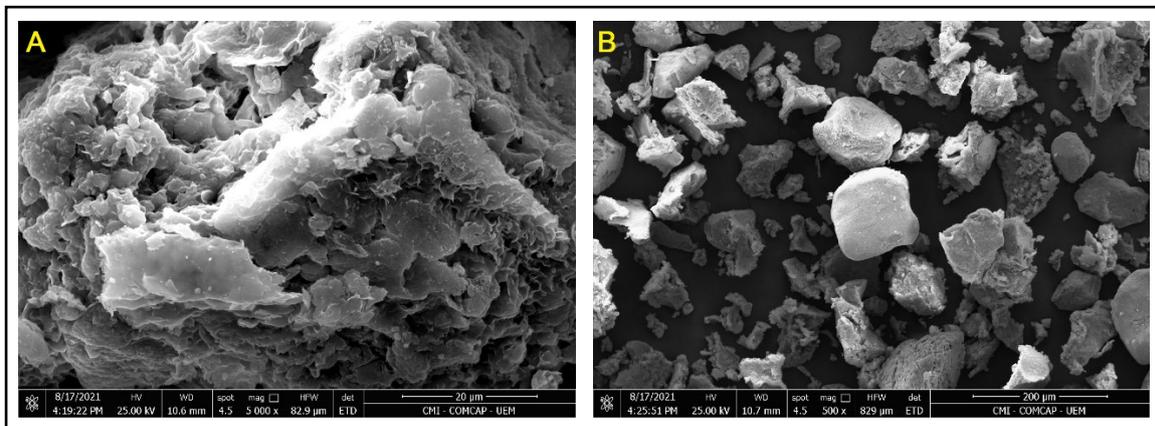
Figura 30 – A) marcas de lentes arenosas. B) marcas de bioturbações circulares e alongadas.



Fonte: Edison Fortes (2020)

A análise dos grãos no MEV dessa litofácie foram realizadas nas amostras A11 na base e A16 no topo, sendo verificada na primeira respectivamente, estrutura característica de esmectita (Figura 31). Foram observadas ainda, agora em ambas amostras as superfícies dos grãos exibindo aspecto lisos ou marcadas por dissolução química, não sendo possível verificar a predominância de alguma das superfícies pela escassez de imagens obtidas.

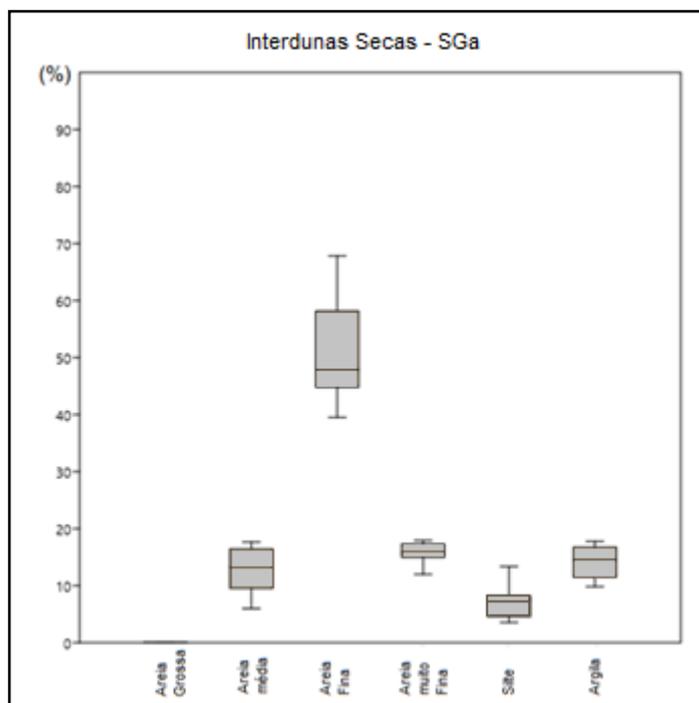
Figura 31 – A) fotogrametria de grão com revestimento característico de estrutura de franja de esmectita ocorrendo na parte central direita do grão (base da litofácies). B) fotogrametria de grãos de superfície lisa em destaque no centro da imagem e na parte inferior central da imagem, grão com marcas de alteração química, além de outros grãos com revestimento de cimentação não identificada.



Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2021).

A granulometria referente a essa litofácies corresponde ao intervalo das amostras A10 a A17. Sendo predominante a fração de areia fina (39,52% a 67,83%), em seguida a granulometria de areia muito fina (11,99% a 17,91%). Posteriormente têm-se a fração de argila com índices entre 9,80% a 17,76% (Anexo I). Na sequência, a fração de areia média que possui gradiente variando entre 5,97% a 17,63%. O silte exibe intervalo de valores entre 3,54% a 8,42%. Já a areia grossa é virtualmente inexistente (0% a 0,05%). A figura 32, exibe graficamente os dados citados, mostrando pouca amplitude de valores dentro de cada classificação granulométrica.

Figura 32 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Interdunas seca da SGa.



Fonte: A autora (2022).

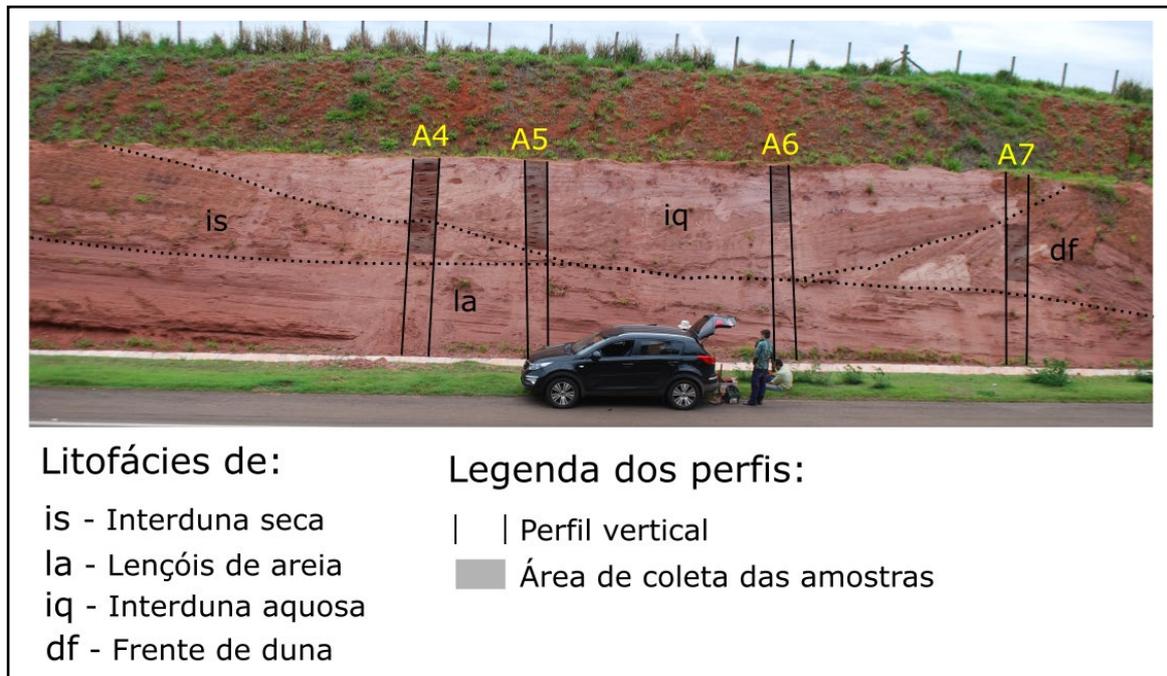
Quanto aos parâmetros de Folk e Ward (1957), pode-se ver os dados em detalhe no anexo III, onde verifica-se que metade do diâmetro médio dessas amostras estão contidas na classificação de silte muito grosso e 25% das amostras com diâmetro correspondente a areia muito fina e mais 25% correspondendo a areia fina. As amostras variam entre mal selecionadas a muito mal selecionadas e apresentando em 75% de bimodalidade nas amostras e 25% de unimodalidade. A assimetria é positiva e a curtose é categorizada como leptocúrtica e suas derivações.

6.2.3 Interduna Aquosa - SGa

A litofácies de interduna aquosa corresponde a uma feição acanalada, compreendendo o perfil A4, perfil A5 e perfil A6, localizados no topo da seção

geológica a (Figura 33), e configurando-se como continuidade do litossoma homônimo da seção geológica b, que é descontinuada pelo corte da rodovia.

Figura 33 – Visão parcial da seção geológica a, com destaque para as litofácies a direita no afloramento.



Fonte: A autora (2022)

A litofácies de lençóis de areia na base se prolonga por quase toda a seção geológica a, demarcando com a litofácies em análise uma descontinuidade de primeira ordem. Já a esquerda a litofácies de interduna aquosa faz contato de terceira ordem com a interduna seca. E na margem direita a descontinuidade é de segunda ordem com a litofácies de frente de duna.

De modo geral as estratificações inclinam-se de forma regular em direção ao centro embaciado com a parte central aparentando maior horizontalidade. Porém em detalhe, se observa uma diversidade nos ângulos de inclinação cruzadas acanaladas em uma pequena espessura (cerca de 3 m), em diversas direções, que sugere região de margem, onde os sedimentos foram assentados em diferentes momentos e direções.

No perfil A4, o contato com a litofácies inferior de interduna seca acontece de forma gradual, apresentando suave inclinação a direita próxima desse contato e ligeiro aumentando a partir daí até o topo do perfil, com as cores variando entre cinza claro e roxo.

A presença de bioturbações é frequente, sobretudo no terço superior. Essas estruturas são provavelmente pós deposicionais e exibem desde formas arredondadas e alongadas com halos preenchidos de areia mais grossa e sem matriz e bioturbações preenchidos por argila marrom podendo apresentar-se em formas irregulares, circulares e alongados de variados tamanhos. Em alguns casos essas estruturas acompanham o acamamento das camadas/laminações.

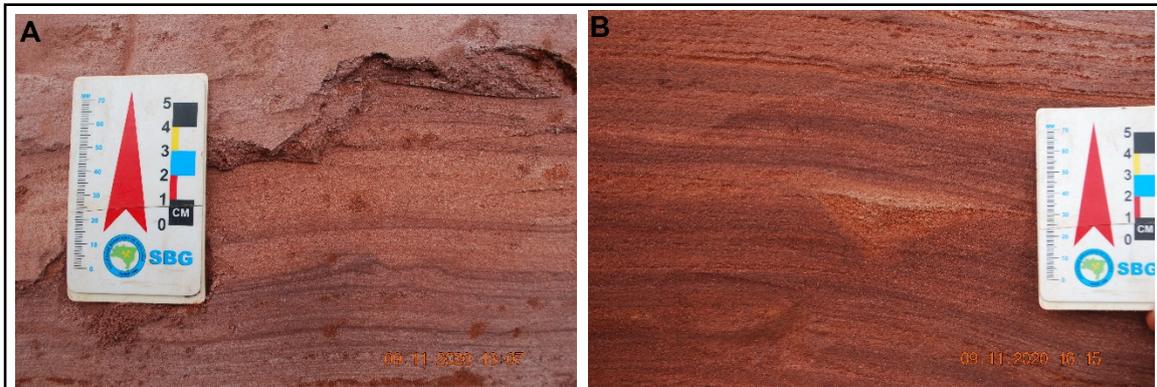
Já o perfil A5, expõe no terço superior estratificações com suave inclinação a esquerda onde ocorre o centro embaciado, com ligeiro aumento de angulação em direção ao contato com o segundo terço do perfil, que acontece de forma gradual e tangencial as camadas superiores. Suas laminações em conjunto formam camadas de 1 a 2 cm de matiz arroxeadas, apresentando película de óxido de ferro e pouca matriz argilosa, intercalados por lâminas cinza avermelhado.

No terço inferior ocorrem intervalos de laminações/camadas roxas e cinza claro. A estratificação é tangencial e aproximadamente na metade desse terço inferior, a direção das laminações/camadas, passam de inclinadas da esquerda para a direita (referência de visão frontal do afloramento).

Em estratificação do terço superior e inferior, são observados estruturas onduladas na laminação roxa sobrepostas a camada clara (Figura 34 A). Ainda nesse perfil se observa estrutura de lente arenosa (Figura 34 B) na base, assim como algumas laminações arenosas com pouca ou nenhuma cimentação.

Além disso, são verificadas a presença de bioturbações ao longo do perfil, sendo as da parte mediana circulares ou alongados (esses podem acompanhar o plano de estratificação), com aureola preenchida por areia mais grossa e sem cimentação, já as do topo do perfil são de formatos irregulares ou de aspecto de raiz, preenchidos por material avermelhado mais argiloso, em ambos casos as bioturbações são pós deposicionais.

Figura 34 – A) laminações roxas exibindo marcas de onda. B) lente de areia média associada a fluxo efêmero de pequenos corpos aquosos.



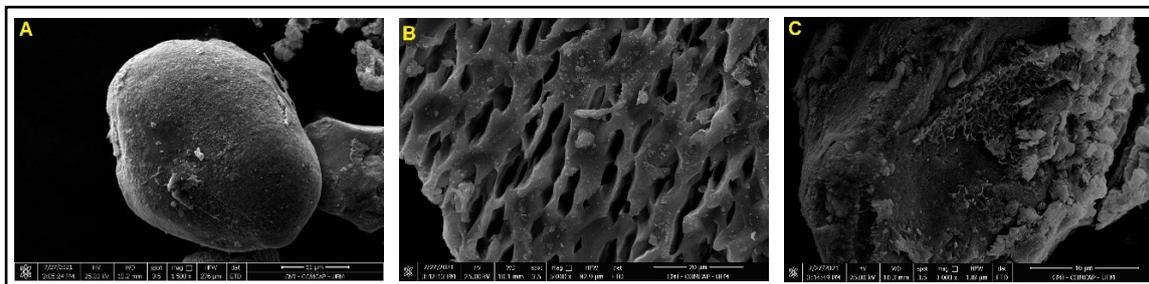
Fonte: Edison Fortes (2021).

Por fim têm-se o perfil A6 que se localiza próximo a margem direita, aqui sua estratificação apresenta-se na metade inferior com inclinação em direção ao centro do embaciamento e na metade superior, compõe-se por estratos dispostos em plano-paralelo, essa mudança se dá a partir de contato gradual.

A base do perfil exhibe estratos de cor cinza avermelhado, na região central as laminações são predominantemente roxas e no nível superior ocorrem camadas cinza claro intercalados por camadas arroxeadas.

Em relação as imagens obtidas através do MEV, verificou-se que a superfície dos grãos são lisas ou marcadas por alteração química (Figuras 35 A e 35 B), sendo ausentes marcas de fraturas provocadas por ação mecânica com o ambiente. Ainda foram observados a presença de estruturas de esmectita (Figura 35 C), porém revestindo as superfícies dos grãos em menor proporção comparadas as outras litofácies da mesma seção geológica.

Figura 35 – A) fotogrametria de grão bem arredondado e esférico polimorfo do quartzo com superfície lisa. B) Aproximação em cavidades geradas em grão a partir de alteração química. C) fotogrametria de grão com estrutura característica de franja de esmectita revestida em parte de sua superfície.



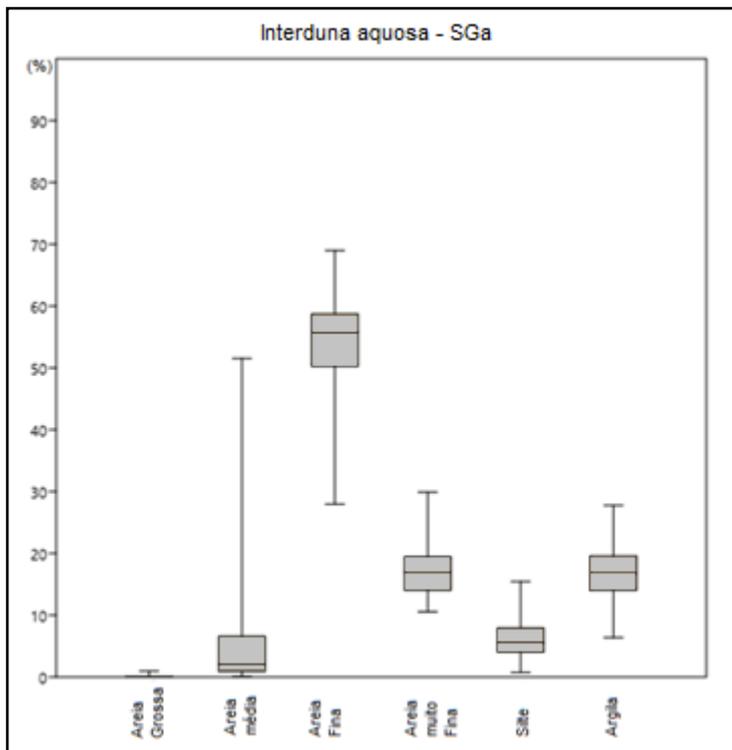
Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2021)

A granulometria dessa litofácies está representada pelas amostras A18 a A31 do perfil A4, amostras A32 a A46 do perfil A5 e amostras A47 a A58 do perfil A6, conforme pode ser visto nas tabelas do anexo I. A fração de maior representatividade nessa litofácies é a areia fina com intervalo de valores entre 27,97% a 87,5%. Secundariamente, têm-se a fração de areia muito fina, com valores variando entre 10,54% a 29,92%. Na sequência, a fração com maior proporção nessa litofácies é a de argila (6,35% a 27,77%).

Em seguida a fração de silte, que exibe valores que variam entre 0,74% a 12,22%. A fração de areia média aparece na sequência, com valores entre 0,11% a 51,53%, com uma sucessão de valores de maior proporção (acima de 16,26%), na base do perfil A2. e posteriormente a fração de areia grossa (0% a 0,95%).

Os resultados estão demonstrados graficamente na figura 36, onde se observa uma maior amplitude de valores para cada classificação granulométrica em relação as litofácies da seção geológica a. Se destaca para essa litofácies a fração de areia média, que em sua maioria (80% das amostras) é representada por valores menores que 10%, e 17% das amostras dessa fração granulométrica variam entre 16,26% e 23,45%, havendo um valor extremo de 51,53%, na amostra 43, que se trata de uma intercalação arenosa.

Figura 36 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Interduna aquosa da SGa.



Fonte: A autora (2022).

Já os parâmetros de Folk e Ward (1957), mostram que a maioria dos grãos (cerca de 75%), são categorizados como silte muito grosso e em seguida por areia muito fina e areia fina, ambas com cerca de 12% de ocorrência. Quanto a seleção, assim como nas outras litofácies da mesma seção geológica, as amostras são classificadas entre mal selecionadas a muito mal selecionadas (Anexo III).

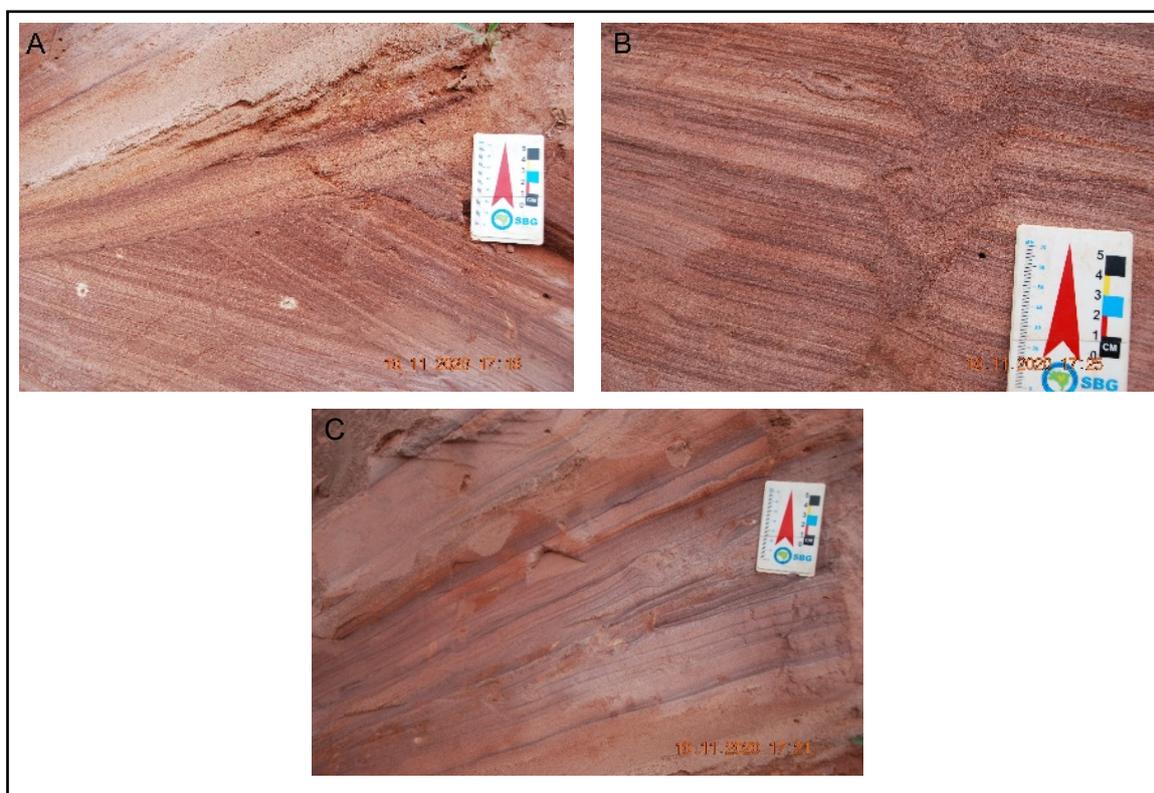
A totalidade das amostras apresenta assimetria positiva e 80% possui bimodalidade, enquanto os 20% restantes unimodalidade. A curtose é essencialmente leptocúrtica (considerando também seus derivados), representando cerca de 80% das amostras e em seguida têm-se a curtose platicúrtica (15%) e por último a mesocúrtica (5%).

6.2.4 Frente de Duna - SGa

Essa Litofácia é representada pelo Perfil A7, que apresenta arquitetura triangular, com estratificação plano-paralelo na base e cruzado tabular com mergulho para a direita e esquerda (Figura 37). Em sua base ocorre descontinuidade de primeira ordem com a litofácia de lençóis de areia e lateralmente a esquerda e no topo ocorre descontinuidade de segunda ordem com a litofácies de interduna aquosa.

Próximo ao perfil onde foram coletadas as amostras observam-se estrutura de carga (Figura 37 B) e estratificação ondulada (Figura 37 C). Também é comum a presença de bioturbações, essas de aspecto circular e alongados, preenchidos por areia mais grossa sem cimentação, que em alguns casos segue o plano de estratificação.

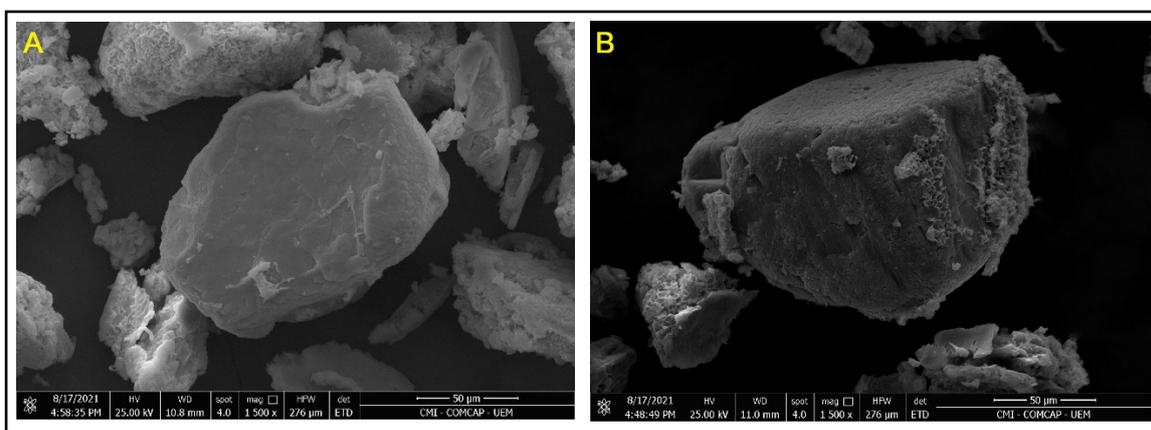
Figura 37 – A) contato das estratificações cruzado tabular. B) Estrutura de carga na suíte basal de frente de duna denotando substrato mais úmido e plástico. C) estrutura de deformação associado a fluxo de grão.



Fonte: Edison Fortes (2021).

As imagens obtidas pelo MEV, demonstram superfícies lisas na maioria dos grãos e eventualmente marcas de fraturas provocadas por ação mecânica ou marcas de alteração química (Figura 38 A). Nessa litofácia, também foram verificadas estruturas características de esmectita, tendo sido observadas em grãos da região central e do topo dessa litofácia (Figura 38 B).

Figura 38 – A) fotogrametria de grão em destaque polimorfo do quartzo com superfície lisa. Acima pode-se observar grão revestido de estrutura característica de esmectita assim como em grão do lado esquerdo no topo e ao lado direito do grão em destaque. B) fotogrametria de grão localizado no centro do perfil, de morfologia tetraédrica arredondado com parte da superfície esquerda com presença de estrutura característica de esmectita e a ponta do grão com fratura ortorrômbica. A superfície apresenta-se tenuamente alterada quimicamente.



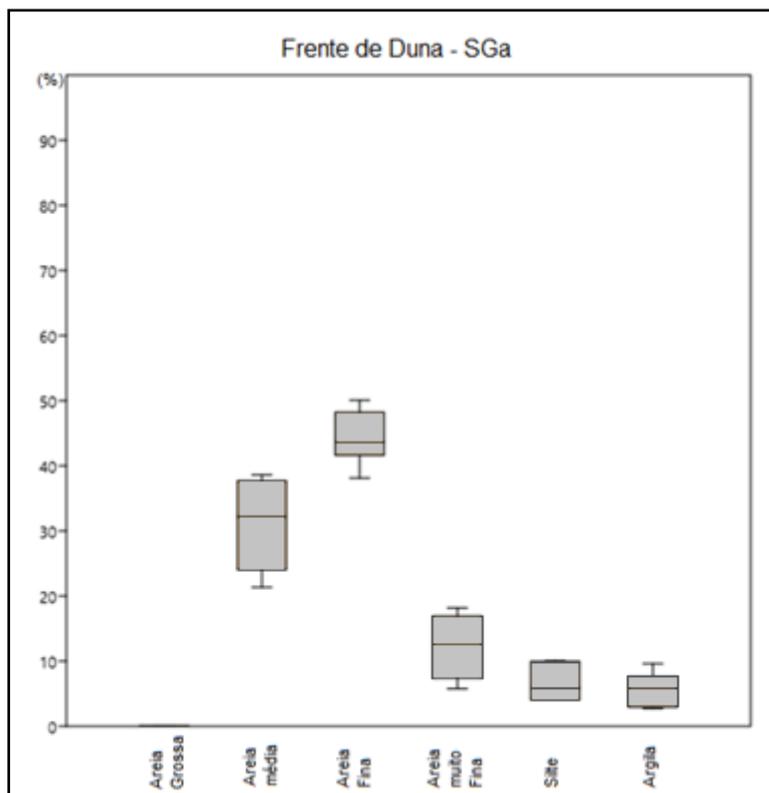
Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2021).

Os resultados granulométricos dessa litofácia é constituída pelas amostras A59 a A64 (Anexo I). E assim como as demais litofácies, a areia fina representa as maiores proporções, variando entre 38,09% a 50,06%. A fração de areia média possui grande proporção nessa litofácia, com índices entre 21,32% a 38,61%. Em seguida têm-se a fração de areia muito fina (5,77% a 18,17%).

Na sequencia o silte que exhibe gradiente de valores entre 4,01% a 10,04%. A argila aparecem em pouca proporção (2,75% a 9,60%). E por fim, a areia grossa que basicamente não altera a sua proporção (0,01% a 0,05%). A figura 39 demonstra graficamente os resultados apresentados, sendo destacável a fração de areia média que apresenta os maiores valores dentre essa

classificação granulométrica em comparação com as litofácies da seção geológica b. Ainda se observa, para todas as classificações granulométricas pouca amplitude de valores.

Figura 39 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Frente de duna da SGa.



Fonte: A autora (2022).

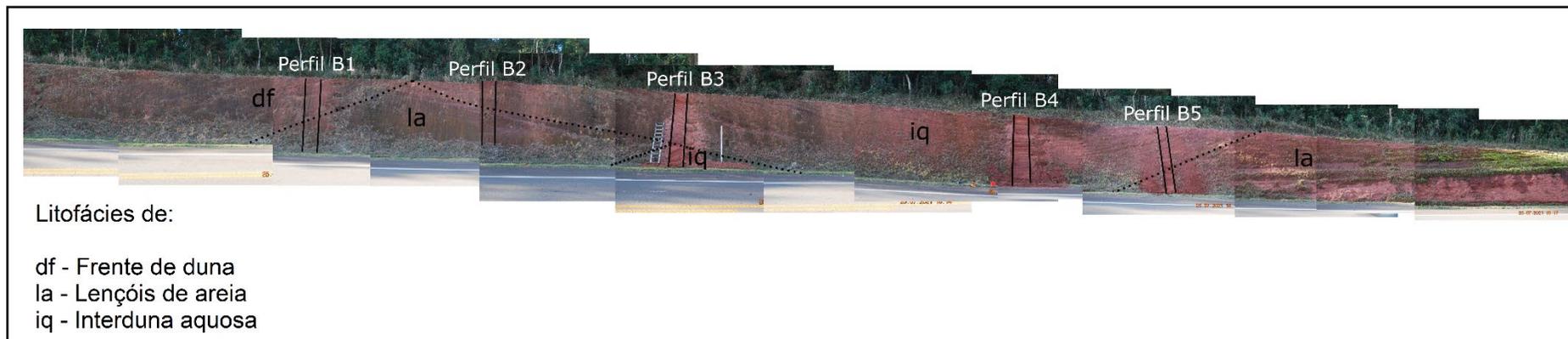
Os parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957), demonstram que a maioria desses grãos (cerca de 83%), apresentam diâmetro classificado como areia fina, sendo os 17% restante categorizado por areia muito fina (Anexo III). As mesmas porcentagens se repetem para a seleção dessas amostras, que são mal selecionadas (83%) e muito mal selecionadas (17%). A totalidade das amostras é unimodal, com assimetria positiva e curtose muito leptocúrtica.

6.3 Correlação Litofaciológica e de Estruturas da Seção Geológica b de Tuneiras do Oeste

A seção geológica SGb, é constituída por arenitos associados a Formação Goio-Erê e se localiza na margem oposta do SGa na rodovia BR-487, Km 131. Essa seção é representada por conjunto de litofácies, que se distribuem verticalmente e lateralmente em espessura média de 5,05 metros e extensão lateral de 57 metros. Sendo as litofácies distinguidas e descritas conforme suas geometrias, relações de contato e estruturas sedimentares. Em relações as características texturais dos grãos componentes, ficou evidente sua forte homogeneidade relacionada ao predomínio das frações arenosas finas.

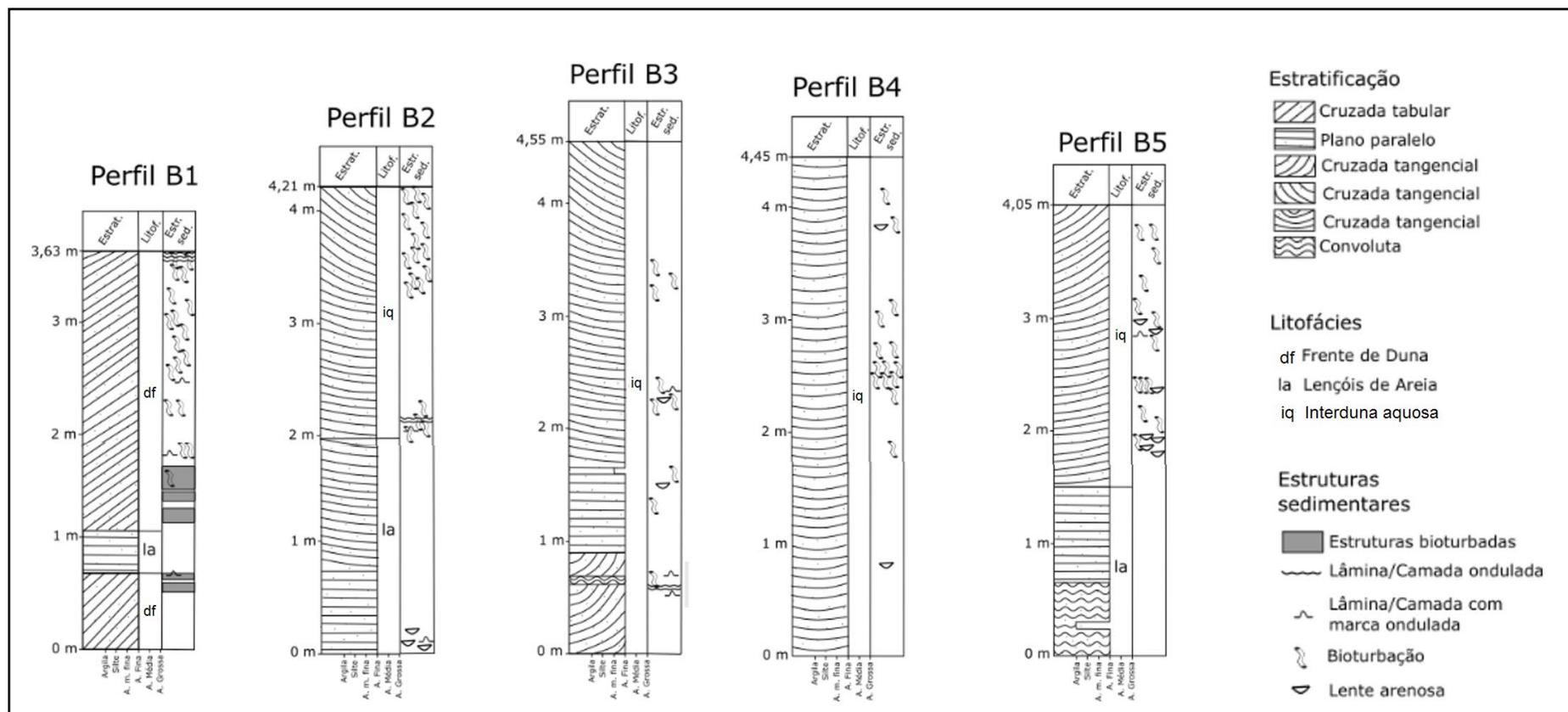
Para representar as litofácies identificadas, foram realizadas a abertura de cinco perfis ao longo da seção (Figura 40 e 41). Esses foram abertos em “degraus”, em razão da altura do afloramento e a inclinação do mesmo, que impossibilita por vias manuais uma limpeza contínua em uma mesma profundidade.

Figura 40 – Corte da margem esquerda (sentido Campo Mourão) da Rodovia BR-487, com os perfis destacados da seção geológica b, que compreende a formação Goio-Êre. E perfis B1, B2, B3, B4 e B5.



Fonte: A autora (2022).

Figura 41 - Perfis estratigráficos B1, B2, B3, B4 e B5.



Fonte: A autora (2022).

Ao longo dessa seção foram identificadas 3 litofácies distintas que se distribuem lateralmente da esquerda para a direita em litofácies de frente de dunas, litofácies de lençóis de areia (margem esquerda), litofácies de interduna aquosa (base), litofácia de interduna aquosa (embaciamento central) compreendendo 39 m de comprimento e por último, litofácies de lençóis de areia localizado na margem direita.

Dos cinco perfis foram coletadas 104 amostras (tabela 4), compreendendo todas as litofácies identificadas. E dentre essas amostras, 37 foram selecionadas em campo para análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e difratometria de raio X (DRX), buscando contemplar no mínimo duas amostras distintas de uma mesma litofácies.

Tabela 4 – Amostras da seção geológica b, com suas respectivas litofácies indicadas e divisão nos perfis.

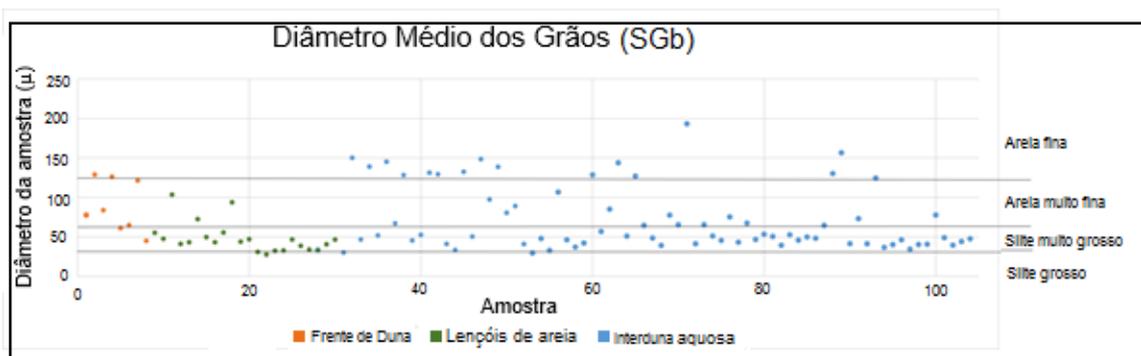
SEÇÃO GEOLOGICA b		
AMOSTRA	LITOFÁCIES	PERFIL
B1-B2 e B5-B10	Litofácies de Frente de Duna	Perfil B1
B3-B4	Litofácies de Lençóis de Areia	
B11-B20	Litofácies de Lençóis de Areia	Perfil B2
B21-B30	Litofácies de Interduna Úmida	
B31-B56	Litofácies de Interduna Úmida	Perfil B3
B57-B78	Litofácies de Interduna Úmida	Perfil B4
B79-B88	Litofácies de Lençóis de Areia	Perfil B5
B89-B104	Litofácies de Interduna Úmida	

Fonte: A autora (2022).

Com a totalidade dessas amostra, o gráfico de dispersão da figura 42 foi elaborado, mostrando a relação do diâmetro médio dos grãos com a escala estabelecida por Wentworth (1922), para a seção geológica b, que assim como na SGA, demonstra maior predominância na classificação de silte muito grosso.

Com exceção a litofácies de frente de duna, que apresenta em conjunto os maiores diâmetros dos grãos, se desviando do predomínio geral das amostras e estando classificado predominantemente como areia muito fina.

Figura 42 – Gráfico de dispersão relacionando o diâmetro médio das amostras pela escala de Wentworth (1922), para cada litofácies da SGb.



Fonte: A aurora (2022).

A litofácies de lençóis de areia ocorre em maior profundidade e apresenta associação dos diâmetros médios de maior tamanho associados a estratificações mais arenosas. Há ainda uma pequena variação do diâmetro médio dentro da classificação de silte muito grosso, relacionado a posição vertical, onde as amostras da margem direita (visão frontal para a seção geológica b), que estão inseridas no contexto do nível do lençol freático, apresentam um menor diâmetro médio em comparação com as amostras da mesma litofácies da margem esquerda.

Quanto a litofácies de interduna aquosa, além do domínio da classificação em silte muito grosso, observa-se também ocorrências relevantes na classificação de areia muito fina e areia fina. Quanto a variação vertical, observa-se que as amostras dos perfis B1 e B2, apresentam maior variação nos valores de diâmetro médio dos grãos, podendo ser decorrente de uma maior proximidade com o sistema mais arenosos de lençóis de areia, enquanto as amostra do perfil B4, que pertence ao centro da feição embaciada, ocorrem médias de diâmetro menores, já para as amostras do perfil B5, concentra-se em

conjunto os menores diâmetros médios dos grãos, podendo nesse caso estar associado a maior proximidade com o nível do lençol freático. E assim como nas outras litofácies, os grãos de maior diâmetro estão associados geralmente a estratificação mais arenosas e/ou lentes arenosas.

Para a análise no MEV, foram selecionadas amostras entre 0,180mm e 0,125mm, que passaram por procedimento laboratorial (processo de defloculação da granulometria), deixando esses grãos com suas superfícies totalmente expostas, evidenciando-as e possibilitando a identificação mais precisa de marcas por alteração química, faturamento mecânico, ou superfícies lisas, sendo os dois últimos respectivamente, mais comumente identificados.

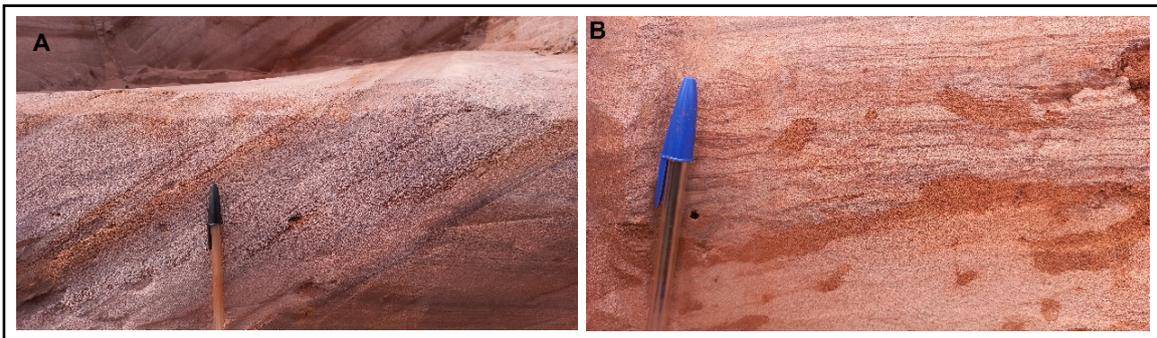
6.3.1 Frente de Duna - SGb

Essa litofácia está na margem esquerda da seção geológica b, considerando-se visão frontal para o mesmo, tendo-se o perfil B1, como o seu representante. Lateralmente a direita, verifica-se descontinuidade de segunda ordem com a litofácia de lençóis de areia, o mesmo ocorre em parte do primeiro terço inferior desse perfil.

Ainda na base, predomina-se a cor marrom claro que a partir do segundo terço do perfil passa a apresentar coloração predominantemente cinza claro com laminações e camadas roxas ao longo do perfil. Algumas camadas da base, apresentam aparentemente estrutura bioturbada, possivelmente de origem sindeposicional, com uma série de cavidades em forma circular que acompanham a estratificação cinza claro. (Figura 43A).

Ao longo do perfil foram observadas ainda algumas estratificações que apresentavam estruturas de marcas de onda e de deslizamento (Figura 43B), geralmente em conjunto de laminações e todas nas camadas roxas. Estes tipos de estruturas podem estar relacionadas a fluxo gravitacional de deposição dessas laminações.

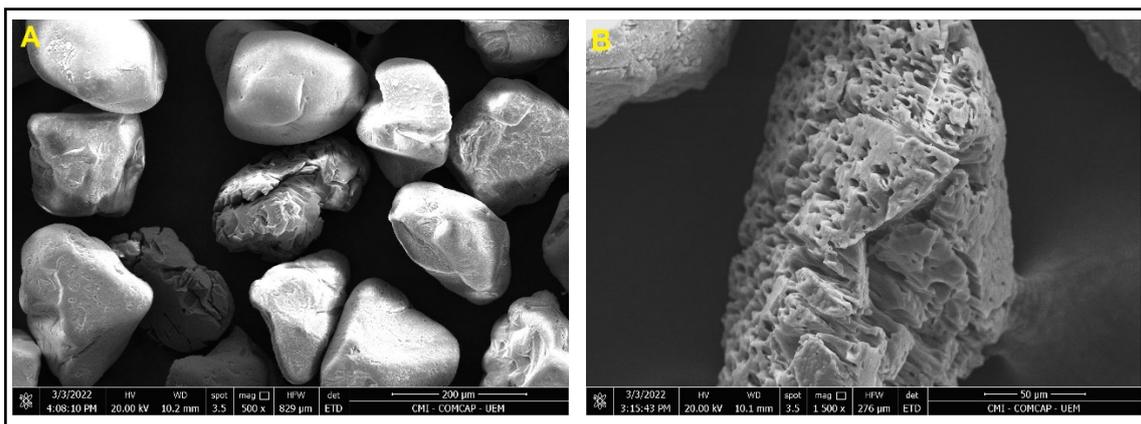
Figura 43 – Marcas de estruturas de bioturbação que acompanham a estratificação cinza claro na base do perfil B1. B) Marcas de onda deformando a estratificação plano-paralelo no topo do perfil.



Fonte: Edison Fortes (2022).

As imagens realizadas no MEV, evidenciam a ocorrência de grãos com superfícies lisas, marcadas por corrosão química (Figuras 44 A e 44 B) ou marcados por fraturas produzidas por abrasão mecânica no momento do transporte.

Figura 44 – A) fotogrametria de grãos com superfície lisa e marcados por alteração química, localizado no topo do perfil. B) fotogrametria de grão em destaque exibindo cavidades decorrentes de ação química.



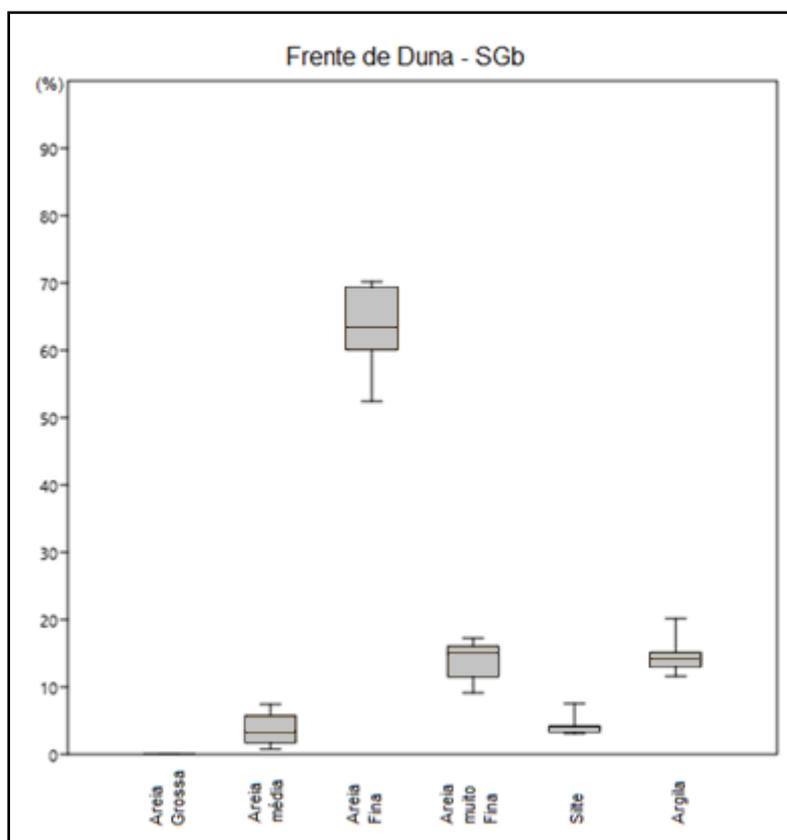
Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2022).

A granulometria dessa litofácies é representada pelas amostras B1, B2 e entre B5 a B10, todas pertencentes ao perfil B1. A fração de predomínio nesse perfil é o da areia fina, que apresenta valores entre 52,42% a 70,19%, juntamente

com a fração de areia muito fina, correspondem a mais de 2/3 das frações. A terceira fração que se destaca é o da argila, que apresenta valor mínimo de 11,57% e máximo de 20,15%.

Posteriormente, têm-se as frações de silte, que apresentam valores entre 3,09% a 7,56%. As areias médias não representam muito das amostras, visto que chegam a valores entre 0,76% a 7,41% e a areia média é basicamente inexistente (Anexo II). Essa distribuição pode ser visualizada em gráfico na figura 45.

Figura 45 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de frente de duna da SGb.



Fonte: A autora (2022).

Segundos critérios estatísticos de Folk e Ward (1957), o diâmetro médio dos grãos correspondem na metade das amostras a classificação de areia muito fina e a outra metade se divide entre areia fina e silte muito grosso. A seleção

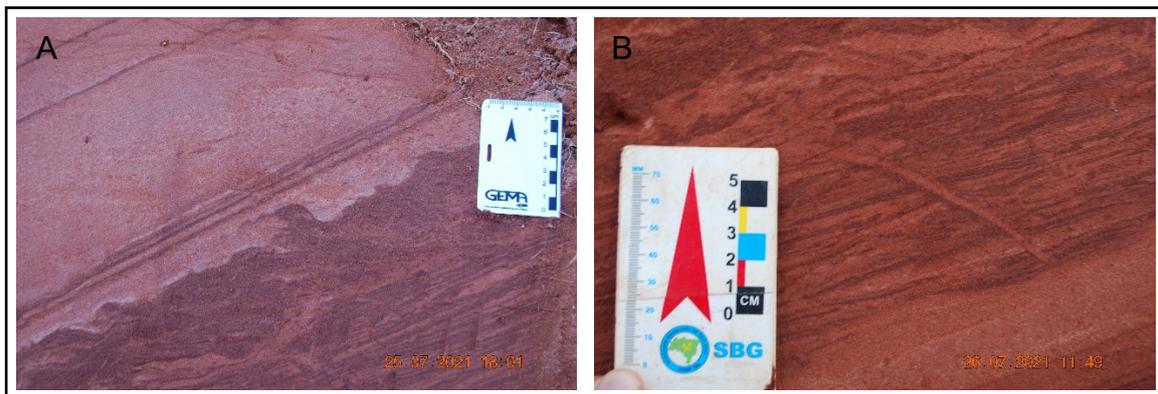
das amostras varia entre mal selecionada e muito mal selecionada. O desvio padrão ainda revela metade das amostras apresentando unimodalidade e a outra metade bimodalidade. A curtose de 7 das oito amostras é muito leptocúrtica ou extremamente leptocúrtica e 1 das oito amostras é mesocúrtica. Os dados pormenorizados estão no Anexo IV.

6.3.2 Interduna Aquosa – SGb

Essa litofácies ocorre em dois sistemas distintos, um primeiro se que se encontra na base do perfil B3, marcando uma descontinuidade de segunda ordem de grandeza com a litofácies homônima sobreposta. Essa feição apresenta cores de camadas cinza claro que podem apresentar aspecto maciço, com seus grãos apresentando pouca matriz e película de óxido de ferro. Já as roxas apresentam-se em conjuntos de laminações que podem formar estruturas onduladas próximas das camadas mais claras ou até mesmo estratificação convoluta (Figura 46) indicando fluxo aquoso, onde foi observado a presença de uma bioturbação de aspecto sindeposicional cruzando transversalmente as laminações convolutas, indicando presença de atividade biológica a esse ambiente.

Já o segundo sistema, compreende a metade superior do perfil B2, primeiro e segundo terços do perfil B3, a totalidade do perfil B4 e a metade superior do perfil B5. exibindo descontinuidade de segunda ordem com as litofácies de lenções de areia da margem direita e com a litofácies de interduna aquosa da base do perfil B3. E com a litofácies de lençóis de areia, ocorre descontinuidade de terceira ordem.

Figura 46 – Camada convoluta na base do perfil B3 com estruturas em chama no topo. B)
 Marca de bioturbação alongada transversal ao conjunto de laminações.



Fonte: Edison Fortes (2021).

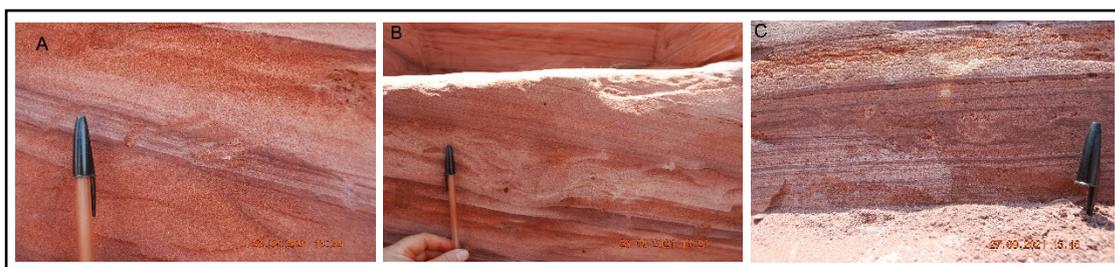
Sua arquitetura exhibe forma embaciada, estando as camadas e laminações voltadas para a região central. A metade superior dos perfis B3 e B5, demarcam as margens esquerda e direita respectivamente dessa arquitetura, que apresentam relativa simetria entre a direção de mergulho dos estratos para a região central representado pelo perfil B4. Já o terço inferior do perfil B3 e a metade superior do perfil B2, apresentam um prolongamento dessa feição embaciada, com uma diminuição de seu ângulo de mergulho, até contato com as litofácies sotopostas.

No contexto geral, as cores são formadas por conjunto de camadas com laminações interna de cores variando de roxo a marrom claro e cinza claro, exibindo por vezes aspecto rítmico, com a intercalação de camadas cinza claro e marrom intercaladas por camadas roxas, sendo esse aspecto mais evidente no perfil B4.

Ao longo dessa litofácies são encontradas diversas estruturas, sendo mais comum as bioturbações, essas são possivelmente de origem pós deposicional e se distribuem principalmente na porção superior dessa litofácies, exteriorizando desde formas circulares, alongadas, anastomados e indefinidas, de diversos tamanhos, por vezes acompanhando o acamamento das estratificações e preenchidos por areia mais grossa ausente de cimentação e matriz ou preenchidos por areia fina marrom.

Com frequência também são encontradas lentes arenosas (Figura 47A), com sua presença sendo verificadas somente nos perfis B3, B4 e B5, distribuídos na porção de maior simetria dessa litofácies. Ainda são notadas a presença de marcas de ondas deformando parte da estratificação ou camadas, ou até mesmo camadas inteiras perturbadas por marcas de ondas (Figuras 47B e 47C).

Figura 47 – A) Estrutura de bioturbação atravessando estratificação cruzada e marcas onduladas em estrato inferior da margem esquerda de zona de interduna aquosa, sugerindo margem de paleolagoa ou canal fluvial. B) marcas de onda em camada arenosa de cerca de 9 cm de espessura e comprimento de onda em cerca de 10 cm, sem apresentar cimento ou matriz, localizado na região central do perfil, próximo ao contato com a litofácies sotoposta de lençóis de areia; C) intercalações onduladas com cerca de 3 a 4 cm de espessura podendo apresentar lentes de areia mais grossa acompanhando as ondulações, essas laminações são por vezes descontínuas e de aspecto convoluto.



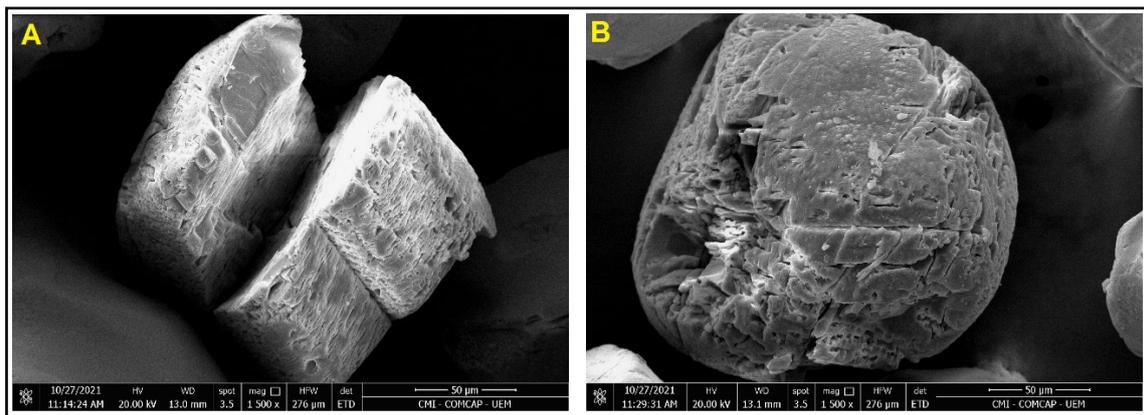
Fonte: Edison Fortes (2021).

Das cinco amostras coletadas da litofácies de interduna aquosa da base do perfil B3, duas delas foram submetidas a análise no MEV, ambas próximas do topo. A amostra coletada em camada roxa, demonstra maior predominância de grãos marcados por ação mecânica no ambiente (Figuras 48A e 48B), porém, apresentando ainda marcas de alteração química ou superfícies lisas. Quanto a morfologia, é notável que esses grãos exibem formas mais angulosas em comparação com as outras litofácies da seção geológica b.

Já a amostra coletada em camada cinza claro, expõe morfologia similar as outras litofácies da mesma seção geológica, explicitando morfologia mais subarredondada e arredondado. Essa concordância também ocorre nas superfícies desses grãos, que apresentam-se lisas ou marcadas por desgaste

químico ou abrasão mecânica, não tendo uma evidente soberania em alguma dessas características.

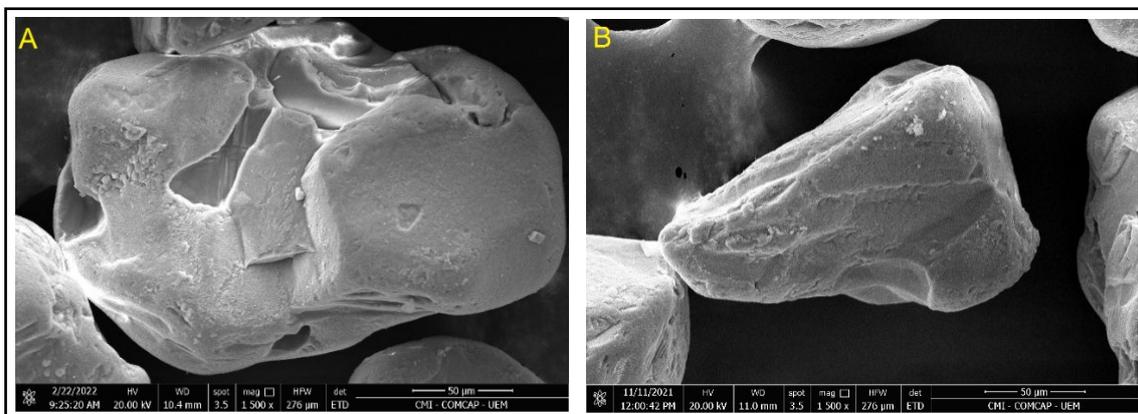
Figura 48 – A) fotogrametria de grão localizado no topo da litofácia em camada roxa, evidenciando forma monoclinica, com marcas de fratura e de alteração química sobretudo por formas alongadas dispostas em paralelo. B) fotogrametria de também localizado no topo da litofácia e pertencendo a camada roxa, demonstra bom arredondamento e esfericidade, com marcas de alteração química e fratura mecânica.



Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2022).

Em relação a microscopia empregada nas 23 amostras selecionadas para essa análise da feição central, distribuídas entre os perfis B2 (3 amostras), B3 (5 amostras), B4 (6 amostras) e B5 (9 amostras). Pôde ser verificado que os grãos com superfície marcados por ação mecânica (Figuras 49A e 49B) e superfícies lisas predominam em todas as amostras com grãos marcados por alterações químicas sendo menos recorrentes.

Figura 49 - A) Fotogrametria de grão presente na parte superior do perfil B2, sendo observado alto grau de retrabalhamento do grão no ambiente pelas marcas de desgaste mecânico. B) Fotogrametria de grão de morfologia tetraédrica, com suas arestas arredondadas e marcas de abrasão mecânica.



Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2022).

Os resultados granulométricos são representados pelas amostras dos perfis B2 (B21 a B30), B3 (B31 a B56), B4 (B57 a B78) e B5 (B89 a B104) que podem ser verificados no anexo II. Sendo o intervalo das amostras B31 a B35 do perfil B3, correspondente a litofácia de interduna úmida na base que é superposta pela litofácia homônima central.

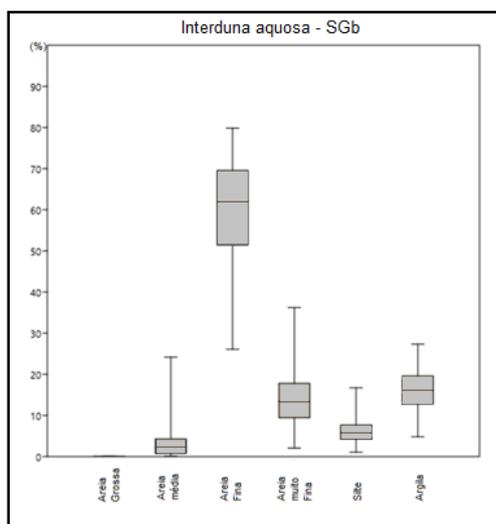
A fração predominante é de areia fina que apresenta variação próximos na margem esquerda (Perfil B3) e ao centro (Perfil B4), ocorrendo diminuição dessa fração na margem direita (Perfil B5). A fração de areia média sofre um tênue aumento na porção central em relação a margem esquerda e a margem direita exibe alguns picos com ligeiro aumento na proporção dessa fração.

Quanto a fração de argila, não ocorrem similaridades de distribuição da proporção das frações de forma a estabelecer um padrão lateral, porém verticalmente em cada perfil se percebem algumas características. Como o perfil B3, na margem esquerda que apresenta maior proporção de argila na região central. Já o perfil B4, apresenta um teor alto de argila em todo o seu prolongamento. E o perfil B5, na margem direita, apresenta proporção de argila maiores comparado a outras amostras da mesma litofácia dessa seção geológica.

As amostras do perfil B3 (margem esquerda) e perfil B4 (centro do embaciamento), demonstram relação entre a fração de areia muito fina e as cores das amostras, com uma diminuição da proporção dessa fração nas amostras de cor cinza claro ou marrom e um aumento na proporção de areia muito fina nas amostras de cor roxa. Na margem direita (perfil B5), esse padrão também ocorre, porém com os valores de areia muito fina maiores em comparação com a margem esquerda e central.

Desse modo, têm-se como resultado para essa litofácia, assim como as demais, a predominância da granulometria de areia fina (anexo II), que apresenta grande gradiente de distribuição, com os valores entre 26,10% a 79,84%. Secundariamente a fração de maior representatividade é a de argila, que variam entre 4,80% a 27,35%. Em seguida tem-se a fração de areia muito fina com índices entre 2,03% a 36,22%. Posteriormente a fração de silte (1,06% a 16,72%). A areia média aparece em seguida, exibindo valores entre 0,04% a 24,15%. Já a areia grossa, assim como as demais litofácies, apresenta valores quase insignificantes (0% a 0,13%). Essas características podem ser visualmente verificadas em gráfico de boxplot da figura 50. Onde se observa uma maior amplitude de valores em relação as litofácies da SGa e SGb, caracterizado por ambiente de menor energia.

Figura 50 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de Interduna aquosa da SGb.



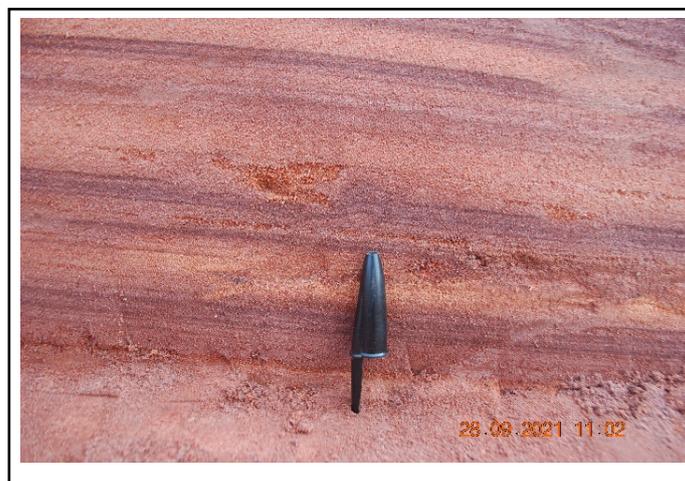
Fonte: A autora (2022).

Quanto aos parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957), detalhados no anexo IV, mostra que o diâmetro médio das amostras são primordialmente categorizadas por silte muito grosso (56%), seguida por areia muito fina (23%), posteriormente por areia fina (17%) e por último silte grosso (3%). A seleção das amostras varia entre mal selecionada e muito mal selecionada e ocorre predominância de amostras bimodais (61%) em comparação com as unimodais (39%). O conjunto das amostras apresentam assimetria positiva e a curtose é majoritariamente leptocúrtica e seus derivativos (77%), seguida por platicúrtica e seus derivados (17%) e por fim mesocúrtica (6%).

6.3.3 Lençóis de Areia –SGb

Essa litofácies é encontrada a esquerda e a direita da feição central embaciada, na margem esquerda, ocorrem na base do perfil B1 e base do perfil B2, exibindo coloração predominantemente clara. A estratificação é plano-paralelo com ligeira inclinação a direita próxima do contato discordante de terceiro grau com a litofacie acanalada de interduna aquosa. Na base dessa litofácies são encontradas estruturas de lentes arenosas ausentes de matriz e cimentação (Figura 51).

Figura 51 – Marca de lente arenosa na base do perfil B, causando ligeira ondulação nas laminações roxas.



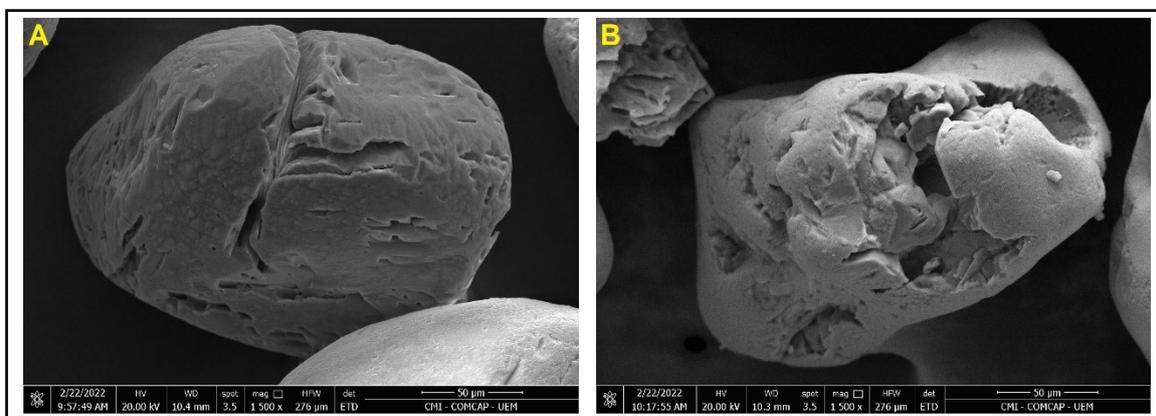
Fonte: Edison Fortes (2022).

Já na margem direita essa litofácies compreende o primeiro terço do perfil B5, que da sua base até cerca de 65 cm foi interceptado pelo lençol freático pretérito, dando a esses sedimentos uma maior resistência rochosa, assim como, estratificação convoluta adquirida pelo meio aquoso de deposição. Essa sequência apresenta cores que variam de marrom a cinza claro.

Sobreposta a essa estratificação convoluta, ocorre estratificação plano-paralelo pouco nítido, ainda resistente, porém em menor grau com transição ocorrendo a partir de descontinuidade de terceira ordem. Já o contato com a litofácies sobreposta de Interduna aquosa se dá a partir de descontinuidade de segunda ordem de grandeza.

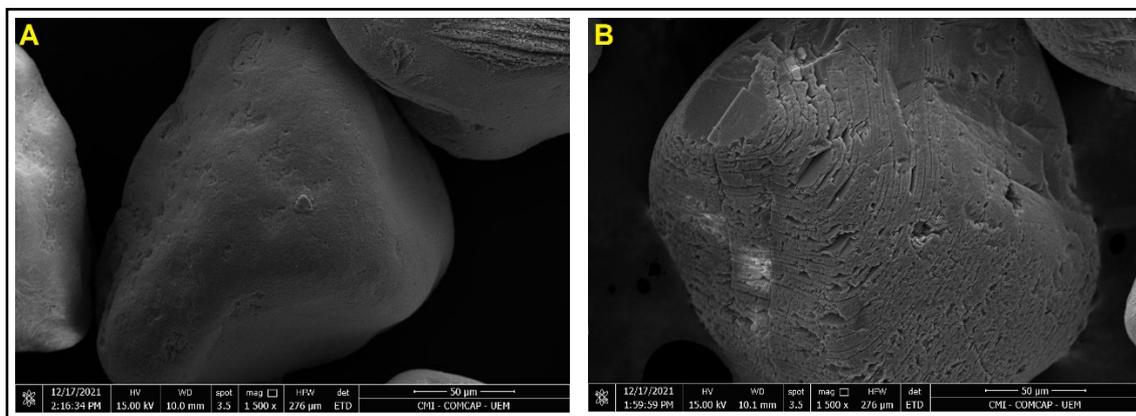
Para análise no MEV, foram destacadas nove amostras, duas pertencentes ao perfil B1, quatro ao perfil B2 e três ao perfil B5. a partir da imagens obtidas, foi possível observar a ocorrência de superfícies lisas, marcadas por alteração química e marcadas por fraturamento decorrente da ação mecânica no momento do transporte (Figuras 52A e 52B; 53A e 53B). Já a morfologia dos grãos, revela grande variedade, exibindo desde grãos mais angulosos (encontrados em menor quantidade) a mais arredondados (predominantes).

Figura 52 – A) Fotogrametria de grão encontrado na base do perfil B1, apresentando bom arredondamento e esfericidade, além de marcas de atuação mecânica no grão, gerando fissuras e fraturas no mesmo. B) Fotogrametria de amostra da base do perfil B1, exibe morfologia subarredondada e baixa esfericidade, com intensas marcas de abrasão mecânica em sua superfície.



Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2022).

Figura 53 – A) Fotogrametria de grão localizado na base do perfil B5, exibindo grão arredondado e de superfície majoritariamente lisa, com discreta presença de cavidades provocadas por ação mecânica causadas no transporte. B) fotogrametria de grão polimorfo do quartzo, também localizado na base do perfil B5, evidenciando fraturas conchoidais, tipicamente provocadas por transporte eólico.



Fonte: Microscopia Eletrônica de Varredura (2022).

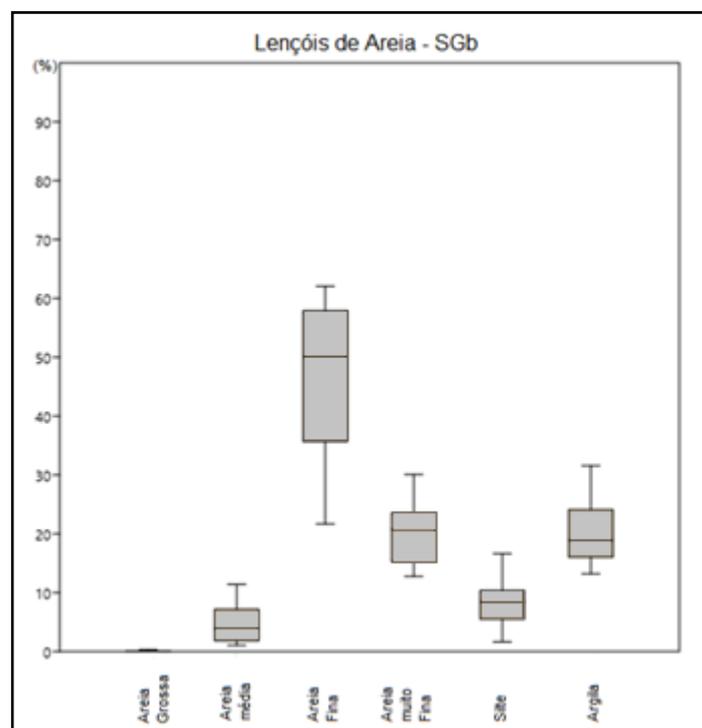
Quanto a granulometria, foi observado nas amostras do perfil B2, uma relação entre as cores das amostras e os valores das frações de argila e areia média, com as amostras de forma geral obedecendo uma concentração maior de argila nas amostras roxas, com menores valores da fração areia média, e nas de cores marrom e cinza claro as amostras têm diminuído as proporções de argila e aumentado o valor de areia média, porém com a argila em todas as amostras apresentando valores mais altos do que a fração de areia média. Essa relação também é observável em relação ao aumento e diminuição da proporção da areia fina, que é menor nas amostras de cor mais clara e maior nas de cor roxa.

Já no perfil B5, as amostras apresentam uma distribuição entre as frações de areia fina (predominante), areia muito fina e argila muito próximos, mesmo as amostras que não constituem a base interceptada pelo nível do lençol freático (a partir da amostra B83).

Como resultados granulométricos para essa litofácies (amostras B3 e B4, do perfil B1, intervalo das amostras B11 a B20 do perfil B2 e intervalo das amostras B79 a B88), têm-se maior representatividade na fração de areia fina, com intervalos entre 21,69% a 62,03%, secundariamente a areia muito fina, com

intervalos entre 12,78% a 30,05%, seguida da fração de argila que exhibe intervalo entre 13,20% a 31,54%, posteriormente a fração de silte entre 1,64% a 16,63%, depois a fração de areia média com intervalo entre 1,05% a 11,41% e por último a areia grossa, que é virtualmente inexistente, com intervalos entre 0% a 0,31%, podendo ser visualizados no anexo II. Na sequência (Figura 54) podem ser visualizados graficamente a distribuição mencionada.

Figura 54 – Gráfico boxplot representando a distribuição granulométrica da litofácies de lençóis de areia da SGB.



Fonte: A autora (2022).

Em relação aos parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957), têm-se por resultados do diâmetro médio das amostras, que mais de 75% pertencem a classificação de silte muito grosso e o restante distribui-se entre as classificações de areia muito fina e silte grosso. A proporção entre as amostras bimodais é mais frequente que as unimodais. A seleção dessa litofácia, assim como as demais também varia entre mal selecionado a muito mal selecionado, essa unanimidade também se dá na assimetria positiva das amostras.

Já a curtose é predominantemente muito leptocúrtica e sua derivada leptocúrtica, representando 59% das amostras, em seguida platicúrtica com 32%, ocorrendo majoritariamente nas amostras do perfil E e por fim curtose mesocúrtica, representando 9% das amostras (Anexo IV).

6.4 Resultados da Difractometria de Raio-X

Na seção geológica a, assim como na da margem oposta (seção geológica b), verificou-se uma variada mineralogia obtida a partir das análises de DRX (Difractometria de Raio-X). A tabela 5 exibe de forma sintética o rol de minerais e seus prováveis grupos de rochas de origem. E nos anexos V e VI serão incorporados os minerais encontrados em cada uma das 63 amostras selecionadas para essa análise das duas seções.

Tabela 5 – Paragênese e provável origem mineral da área de estudo.

Rochas	Sedimentares	Vulcânicas Básicas (Basalto) e seus solos	Vulcânicas Plutônicas Ácidas	ou	Metamórficas
Minerais	Caulinita Cristobalita Halosita Muscovita Quartzo Rutilo Tridimita Zircão	Albita Anatásio Anortita Esmeclita Goethita Hematita Ilmenita Lepidocrocita Maghemita Modernita Vermiculita	Cristobalita Grupo Feldspatos potássicos Microclínio Quartzo Sanidina Torita Tridimita	dos	Aragonita Chamosita Cianita Clinocloro Clorita Esperssatita Glossulária Lizardita Muscovita Quartzo Zircão

Fonte: Cedido por Susana Volkmer (2022).

Dentre os minerais identificados, destacam-se o quartzo e seus polimorfos cristobalita e tridimita, que são os constituintes principais dos arenitos Caiuá, cuja concentração pode ser superior a 90% (GASPARETTO, 1999, p. 82), sendo esses identificados em todas amostras selecionadas.

A caulinita, frequentemente identificada nas amostras das seções geológicas a e b, indica origem a partir de erosão por intemperismo superficial,

ocorridas em condições climáticas atuais (tropical úmido) enquanto que as esmectitas, identificadas por análise de DRX em cerca de 9% das amostras, sugerem origem sindeposicional (Fernandes, 1994, p. 92).

A maghemita, presente em todas amostras, é um mineral, que segundo Fernandes (1992) têm sua origem relacionada aos basaltos sotopostos pelos arenitos.

Já minerais pesados como cianita, rutilo e zircão, verificados em 84%, 82% e 28% respectivamente das amostras selecionadas, também identificados em rochas do arenito Caiuá por Fernandes (1992) e Gasparetto (1999) indicam boa maturidade mineralógica para essas rochas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência de estruturas que identifiquem as caulinitas, que assim como as esmectitas são encontradas nos arenitos do Grupo Caiuá, podem ser decorrentes da sua factual inexistência, ou pelo fato de as imagens das amostras analisadas, terem sido obtidas de forma a não evidenciar grande número de grãos com aproximação suficiente para se poder identificar tais estruturas.

Ao longo da seção geológica a, foram identificadas estruturas características de esmectita, já no SGb essa característica não pôde ser verificada pela diferença nas amostras (a primeira utilizada sem processamento laboratorial e a segunda após processamento de granulometria, passando-se assim a amostra a reagentes que retiraram a cimentação dos grãos (defloculação), impedindo essa possibilidade de análise.

É evidente a predominância das frações de areia mais finas ao longo das seções geológicas estudadas, havendo de forma geral uma homogeneidade na distribuição entre as frações.

Levando-se em consideração as características dos fósseis descritos do sítio paleontológico de Cruzeiro do Oeste, pode-se inferir que haviam muitas restrições no ambiente para que se houvesse um desenvolvimento maior dos animais, vide a estatura dos mesmos, que sugere crescimento ósseo tardio. Essas características, mais a arquitetura, estruturas, sedimentos e icnofósseis distribuídos regionalmente pode revelar que o Grupo Caiuá tinha ambiente minimamente propício para o desenvolvimento biológico, ou regiões restritas que permitiriam tal desenvolvimento.

Quanto as estruturas sedimentares convolutas, marcas de onda e bioturbações encontradas nas litofácies de Lençóis de Areia, Interduna Aquosa e Frente de dunas nas seções geológicas a e b, evidenciam condições de deposição em meio aquoso, permitindo a constatação de que essa região da bacia possuía condições de formar meios aquosos.

A região mais central da bacia representada pela Formação Rio Paraná de Cruzeiro do Oeste, está associado a ambiente árido, que transiciona para a margem da bacia representado pela Formação Goio-Êre de Tuneiras do Oeste,

para ambientes com maior umidade, haja vista bioturbação em forma de gramínea sindeposicional, estruturas sedimentares que indicam a presença de água, porém sem a identificação de fósseis.

REFERÊNCIAS

BATEZELLI, A.; SAAD, A. R.; ETCHEBEHERE, M. L de C.; PERINOTTO, J. A de J.; FULFARO, V. J. **Análise Estratigráfica Aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru - K_s) no Centro-Oeste do Estado de São Paulo**. 2003. *Geociências*, São Paulo, vol. 22, n° especial, p. 5-19.

BATEZELLI, A. **Arcabouço Tectono-estratigráfico e Evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste Brasileiro**. 2010. *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 40, n° 2, p. 265-285.

BLOTT, S. J.; PYE, K. **GRADISTAT: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments**. 2001. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 26, p. 1237-1248.

DE MELO, M. A.; SINFRÔNIO, E. A. da S.; GIANNINI, P. C. F.; FACHINI, M.; VICTORINO, M. C.; **Manual de Procedimentos Analíticos**. 2004. São Paulo, Instituto de Geociências da USP, p. 45.

DIAS, A. J. **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos**. 2004. E-book (versão preliminar). Faro, Universidade do Algarve.

FERNANDES, L. A. **Mapa Litoestratigráfico da Parte Oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), Escala 1:1.000.000**. 2004, *Boletim Paranaense de Geociências*, n° 55, p. 53-66.

FERNANDES, L. A. **Cobertura Cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os Grupos Bauru e Caiuá**. Programa de Pós-Graduação em geologia Sedimentar, São Paulo (dissertação de Mestrado), 1992.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA A. M. **O Grupo Caiuá (K_s): revisão estratigráfica e contexto deposicional**. 1994. *Rev. Bra. Geociência*.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA A. M. **Revisão Estratigráfica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo)**. 2000. Revista Brasileira de Geociências, vol. 30, n° 40, p.717-728.

FERNANDES, L. A.; SEDOR, F.A.; SILVA, R. C. da; SILVA, L. R. da; AZEVEDO, A. A.; SIQUEIRA, A. G. Icnofósseis da Usina Porto Primavera, SP - Rastros de dinossauros e de mamíferos em rochas do deserto Neocretáceo do Caiuá. WINGE, M. et al (ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – Volume II**. 2009. CPRM, Brasília, vol. 2, p. 516.

FERNANDES, L. A.; CIMBRA, A. M.; NETO, M. B.; GESICKI, A. **Argilominerais do Grupo Caiuá**. 1994. Revista Brasileira de Geociências, v. 24, n. 2. P. 90-96.

FREITAS, R. O. - 1973 - **Geologia e Petrologia da Formação Caiuá no Estado de São Paulo**. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico. 122 p. (Boletim, 50).

FÚLVARO, V. J. 1974. **Tectônica do Alinhamento Estrutural do Paranapanema**. Boletim IG-USP, 5:129-138.

GASPARETTO, N. V. L. **As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o Arenito Caiuá**. 1999. Instituto de Geociências-USP, São Paulo (Tese de Doutorado).

JABUR, I. C.; SANTOS, M. L. dos. **Revisão Estratigráfica da Formação Caiuá**. 1984. Boletim de Geografia, UEM, vol. 2, n° 2, p. 91-106.

KELLNER, A. W. A.; WEINSCHÜTZ, L. C.; HOLGADO, B.; BANTIM, R. A. M.; SAYÃO, J.M. **A new toothless pterosaur (Pterodactyloidea) from Southern Brazil with insights into the paleoecology of a Cretaceous desert**. 2019. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **91** (Supl. 2):343.

LANDIM, P. M. B. & FÚLFARO, V. J. - 1971 - **Nota Sobre a Gênese da Formação Caiuá**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25.0, São

Paulo, 1971. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, v. 2 p. 277-280.

LANGER, M. C.; MARTINS, N. de O.; MANZIG, P. C.; FERREIRA, G. de S.; MARSOLA, C. de A.; FORTES, E.; LIMA, R.; SANT'ANA, L. C. F.; VIDAL, L. da S.; LORENÇATO, R. H. da S.; EZCURRA, M. D. **A new desert-dwelling (Theropoda, Noosaurinae) from the Cretaceous of South Brazil.** 2019. Scientific Reports, vol. 9, p. 1-31.

LEONARDI, G. **Two new ichnofaunas (vertebrates and invertebrates) in the eolian Cretaceous Sandstones of Caiuá Formation in Northwest Paraná.** 1977. Simpósio Regional de Geologia, 1, Atas, São Paulo, p. 112-128.

LEONARDI, G. **Annotated Atlas os South America Tetrapod Footprints (Devonian to Holocene) With an Appendix on Mexico and Central America – with 27 figures and 35 plates.** 1994. CPRM.

LIMA, R.N. de. **Fácies Fossilíferas e Aspectos Paleogeográficos da Formação Rio Paraná na Bacia Hidrográfica do Rio da Antas – Cruzeiro do Oeste – PR.** Maringá, Diss. Mestrado. Prog, de Pós-Graduação em Geografia, Unives. Estadual de Maringá. 2019, 112 p.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** 2017. Ponta Grossa: Editora UEPG, 4. ed. 1. reimp. p.526.

MILANI, E. J. Capítulo XVI – Comentários sobre a origem e a evolução da bacia tectônica do Paraná. MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; NEVES, B. B. de B. **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.** 2004. Editora Beca, São Paulo, p. 647.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. (MINEROPAR); UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná: Escala Base 1:250.000, Modelos Reduzidos 1:500.000**. 2006. Curitiba, p. 63.

NETTO, J. P. de Q. **Técnica para o estudo granulométrico da fração areia dos solos**. 1963. Bragantina, vol. 22, nº 2, p. 13-26.

SÁ, I. S. de; FORTES, E.; PRESTES, B. M. M.; ROQUE, D. C.; GRZEGORCKYK, V. **Aspectos Texturais e Estruturas Sedimentares de Litofácies de uma Seção Geológica Complementar da Formação Goio Êre (Grupo Caiuá)**. 2021. Brazilian Journoul of Development, Curitiba, vol. 7, n. 5, p. 46658-46675.

SIMÕES, T. R.; WILNER, E.; CALDWELL, M. W.; WEINSCHÜLTZ, L. C.; KELLNER, A. W. A. **A sten acrodontan lizard in the Cretaceous of Brazil revises early lizard evolution in Gondwana**. 2015. Nature Communications 6, artigo 8149.

SOUZA, G. A. de; SOARES, M. B.; BRUM, A. S.; ZUCOLOTTO, M.; SAYÃO, J. M.; WEINSCHÜTZ, L. C.; KELLNER, A.W.A. Osteohistologia e dinâmica de crescimento do noosaurídeo brasileiro *Vespersaurus paranaensis* Langer et al., 2019 (Theropoda: Abelisauroidea). 2020, PeerJ, Disponível em: <<https://peerj.com/articles/9771/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020.

SOUZA, G. A. de; SOARES, M. B.; WEINSCHÜTZ, L. C.; WILNER, E.; LOPES, R. T.; ARAÚJO, O. M. O de.; KELLNER, A. W. A.; **The first edentulous ceratosaur from South America**. 2021. Sci Rep 11.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.; Manual de Métodos de Análise do Solo. 2017. EMBRAPA. Brasília, DF. 3º ed., p. 574.

WENTWORTH, C. K. 1922. **A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments.** The Journal of Geology, 30(5): 377-392 p.

ANEXOS:

ANEXO I:

Resultados granulométricos da Seção Geológica a (SGa):

Frações Granulométricas	Lençóis de Areia – SGa								
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Areia Grossa	0,04%	0,01%	0,14%	0,08%	0,02%	0,05%	5,06%	0,01%	0,29%
Areia Média	10,71 %	3,13%	0,17%	11,57 %	5,83%	2,96%	2,54%	1,07%	1,48%
Areia Fina	44,01 %	52,22 %	33,15 %	45,37 %	36,24 %	37,89 %	36,36 %	27,14 %	33,84 %
Areia Muito Fina	20,65 %	26,08 %	31,09 %	28,84 %	32,85 %	28,43 %	34,04 %	28,33 %	23,56 %
Silte	9,10%	8,79%	23,75 %	8,07%	9,04%	11,26 %	14,66 %	21,50 %	24,19 %
Argila	15,50 %	9,77%	11,70 %	6,10%	16,02 %	19,42 %	7,35%	21,95 %	16,65 %

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna Seca – SGa			
	A10	A11	A12	A13
Areia Grossa	0,05%	0,05%	0,01%	0,02%
Areia Média	8,97%	14,42%	17,13%	5,97%
Areia Fina	61,10%	44,41%	49,35%	67,83%
Areia Muito Fina	15,99%	17,91%	15,67%	11,99%
Silte	4,09%	8,42%	5,99%	3,54%
Argila	9,80%	14,82%	11,85%	10,65%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna Seca – SGa			
	A14	A15	A16	A17
Areia Grossa	0,01%	0,01%	0%	0,01%
Areia Média	14,30%	12,25%	17,63%	11,26%
Areia Fina	48,99%	45,94%	39,52%	46,79%
Areia Muito Fina	14,84%	17,57%	15,39%	16,54%
Silte	7,66%	7,18%	13,35%	7,65%
Argila	14,20%	17,05%	14,10%	17,76%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGa				
	A18	A19	A20	A21	A22
Areia Grossa	0,07%	0,09%	0,01%	0,01%	0,03%
Areia Média	21,14%	17,55%	7,39%	6,75%	6,40%
Areia Fina	32,65%	43,31%	66,57%	56,96%	59,37%
Areia Muito Fina	20,21%	20,36%	12,09%	15,26%	16,83%
Silte	5,57%	5,15%	3,33%	3,65%	4,37%
Argila	20,35%	13,56%	10,60%	17,38%	13%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGa				
	A23	A24	A25	A26	A27
Areia Grossa	0,01%	0%	0,01%	0%	0%
Areia Média	3,71%	4,71%	2,05%	1,33%	0,35%
Areia Fina	56,83%	62,23%	58,40%	57,26%	58,86%
Areia Muito Fina	19,62%	16,95%	17,97%	19,33%	18,91%
Silte	4,68%	3,41%	4,76%	3,98%	4,55%
Argila	15,15%	12,70%	16,80%	18,13%	17,30%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGa			
	A28	A29	A30	A31
Areia Grossa	0,03%	0,09%	0,01%	0,02%
Areia Média	0,74%	1,47%	0,51%	0,86%
Areia Fina	59,87%	53,92%	53,47%	53,57%
Areia Muito Fina	20,54%	21,38%	22,95%	19,31%
Silte	5,11%	8,06%	8,14%	10,83%
Argila	13,70%	15,08%	14,93%	15,40%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGa				
	A32	A33	A34	A35	A36
Areia Grossa	0,19%	0,01%	0,05%	0,06%	0,06%
Areia Média	1,57%	0,63%	0,69%	0,24%	0,97%
Areia Fina	60,38%	58,58%	55,73%	38,51%	58%

Areia Muito Fina	15,01%	14,55%	17,86%	27,23%	18,74%
Silte	5,23%	6,35%	2,25%	6,18%	3,73%
Argila	17,63%	19,88%	20,42%	27,77%	18,50%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGa				
	A37	A38	A39	A40	A41
Areia Grossa	0,02%	0,18%	0,13%	0,02%	0,07%
Areia Média	4,72%	4,87%	16,26%	17,19%	17,11%
Areia Fina	65,49%	68,98%	55,06%	55,59%	45,19%
Areia Muito Fina	12,98%	10,54%	13,65%	10,72%	17,12%
Silte	3,34%	2,72%	3,01%	4,50%	4,23%
Argila	13,44%	12,69%	11,90%	11,98%	16,27%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGa				
	A42	A43	A44	A45	A46
Areia Grossa	0,13%	0,95%	0,15%	0,02%	0,02%
Areia Média	18,96%	51,53%	23,45%	2,43%	2,87%
Areia Fina	37,42%	27,97%	39,49%	57,51%	58,28%
Areia Muito Fina	21,56%	11,47%	13,89%	11%	10,93%
Silte	6,41%	0,74%	6,94%	7,65%	5,84%
Argila	15,53%	6,35%	16,08%	21,40%	22,07%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGa					
	A47	A48	A49	A50	A51	A52
Areia Grossa	0,01%	0,09%	0,01%	0,05%	0,01%	0,01%
Areia Média	2,63%	2,24%	1,66%	3,65%	0,91%	1,17%
Areia Fina	53,92%	53,30%	57,54%	56,44%	46,62%	55,57%
Areia Muito Fina	15,12%	15,82%	16,69%	17,03%	19,56%	14,06%
Silte	8,49%	6,77%	5,55%	7,82%	11,20%	12,22%
Argila	19,80%	19,75%	18,55%	15%	21,70%	16,87%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – A SGa					
	A53	A54	A55	A56	A57	A58
Areia Grossa	0,01%	0,02%	0%	0,01%	0%	0,02%
Areia Média	1,02%	1,43%	0,88%	0,36%	0,11%	0,80%
Areia Fina	52,93%	60,84%	55,76%	59,46%	42,74%	47,55%
Areia Muito Fina	14,03%	14,86%	17,73%	18,04%	29,92%	16,84%
Silte	10,69%	4,04%	9,26%	7,73%	9,43%	15,43%
Argila	21,32%	18,80%	16,38%	14,40%	17,80%	19,37%

Fonte: A autora (2021).

Frações Granulométricas	Frente de Duna – SGa					
	A59	A60	A61	A62	A63	A64
Areia Grossa	0,05%	0,02%	0,04%	0,01%	0,02%	0,01%
Areia Média	21,32%	38,61%	37,39%	37,29%	27,04%	24,93%
Areia Fina	42,78%	43,24%	47,61%	50,06%	38,09%	44,10%
Areia Muito Fina	16,21%	9,21%	7,92%	5,77%	18,17%	16,50%
Silte	10,04%	4,03%	4,01%	4,13%	9,95%	7,54%
Argila	9,60%	4,87%	3,02%	2,75%	6,73%	6,93%

Fonte: A autora (2022).

ANEXO II:**Resultados granulométricos da Seção Geológica a (SGb):**

Frações Granulométricas	Frente de Dunas – SGb							
	B1	B2	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Areia Grossa	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0%	0,01%
Areia Média	0,76%	2,39%	2,52%	5,01%	1,54%	5,98%	7,41%	4,23%
Areia Fina	64,71 %	70,19 %	68,00 %	69,72 %	62,14 %	59,45 %	62,00 %	52,42 %
Areia Muito Fina	16,18 %	11,64 %	11,50 %	9,14%	17,23 %	15,68 %	14,29 %	15,64 %
Silte	4,14%	4,21%	4,05%	3,09%	3,94%	3,89%	3,12%	7,56%
Argila	14,26 %	11,57 %	13,93 %	13,03 %	15,15 %	15,00 %	13,17 %	20,15 %

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb				
	B31	B32	B33	B34	B35
Areia Grossa	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,02%
Areia Média	2,30%	1,19%	1,32%	1,17%	3,65%
Areia Fina	75,86%	73,52%	49,47%	32,78%	76,14%
Areia Muito Fina	6,04%	9,51%	22,60%	30,18%	4,35%
Silte	3,30%	3,12%	7,53%	10,99%	3,58%
Argila	12,50%	12,65%	19,07%	24,87%	12,27%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb				
	B21	B22	B23	B24	B25
Areia Grossa	0,04%	0,00%	0,01%	0,00%	0%
Areia Média	0,64%	3,59%	0,40%	4,08%	8,65%
Areia Fina	32,30%	75,29%	54,19%	71,17%	58,82%
Areia Muito Fina	27,90%	12,18%	22,77%	12,13%	11,58%
Silte	16,72%	3,29%	6,24%	3,49%	4,83%
Argila	22,41%	5,67%	16%	9,13%	16,13%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb				
	B26	B27	B28	B29	B30
Areia Grossa	0,00%	0%	0%	0,01%	0,00%
Areia Média	11,04%	7,16%	9,74%	3,81%	2,00%
Areia Fina	66,09%	61,84%	63,05%	51,76%	55,19%
Areia Muito Fina	10,09%	10,97%	10,86%	17,79%	20,77%
Silte	1,06%	5,50%	3,89%	8,35%	6,57%
Argila	11,72%	14,52%	12,45%	18,28%	15,53%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb						
	B36	B37	B38	B39	B40	B41	B42
Areia Grossa	0,05%	0%	0,00%	0,01%	0,01%	0,13%	0,01%
Areia Média	2,56%	7,19%	5,51%	10,11%	3,40%	3,81%	1,40%
Areia Fina	63,52%	72,26%	63,54%	69,36%	68,44%	63,85%	54,07%
Areia Muito Fina	13,79%	8,47%	12,88%	5,12%	9,83%	11,82%	19,09%
Silte	4,06%	2,85%	6,02%	7,75%	4,26%	11,63%	6,02%
Argila	16,02%	9,23%	12,05%	7,65%	14,08%	8,75%	19,40%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb						
	B43	B44	B45	B46	B47	B48	B49
Areia Grossa	0,01%	0,01%	0%	0,00%	0%	0%	0,00%
Areia Média	0,10%	0,19%	0,04%	0,25%	0,25%	0,17%	0,32%
Areia Fina	26,10%	65,41%	37,17%	73,66%	65,23%	40,75%	55,25%
Areia Muito Fina	36,22%	11,80%	33,16%	9,14%	11,97%	29,69%	12,39%
Silte	11,23%	4,71%	6,04%	4,13%	4,42%	7,28%	7,59%
Argila	26%	17,87%	23,57%	12,82%	18,12%	22,10%	24,45%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb						
	B50	B51	B52	B53	B54	B55	B56
Areia Grossa	0,00%	0,00%	0,00%	0%	0,00%	0,04%	0,00%
Areia Média	0,78%	0,18%	0,34%	0,74%	0,36%	1,84%	0,74%
Areia Fina	66,96%	71,72%	64,10%	79,84%	70,50%	69,66%	68,97%
Areia Muito Fina	18,00%	8,68%	17,39%	5,93%	8,55%	12,42%	10,86%

Silte	5,01%	3,86%	5,02%	3,38%	4,63%	4,80%	4,63%
Argila	9,25%	15,55%	13,15%	10,13%	16,00%	11,27%	14,80%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb					
	B57	B58	B59	B60	B61	B62
Areia Grossa	0,00%	0,01%	0,04%	0,00%	0,09%	0,01%
Areia Média	1,18%	0,72%	2,89%	3,89%	20,57%	0,61%
Areia Fina	60,11%	52,68%	70,20%	66,23%	69,49%	54,08%
Areia Muito Fina	15,23%	17,09%	5,45%	9,63%	2,03%	16,74%
Silte	7,23%	9,35%	9,95%	5,69%	2,99%	8,27%
Argila	16,25%	20,20%	11,45%	14,55%	4,80%	20,30%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb					
	B63	B64	B65	B66	B67	B68
Areia Grossa	0,07%	0%	0,01%	0,00%	0,07%	0,04%
Areia Média	3,75%	1,24%	11,26%	2,19%	0,34%	2,20%
Areia Fina	69,52%	70,86%	46,79%	73,21%	57,65%	70,78%
Areia Muito Fina	6,20%	6,64%	16,54%	5,53%	14,94%	7,91%
Silte	6,00%	5,16%	7,65%	5,15%	6,78%	4,33%
Argila	14,47%	16,10%	17,76%	13,93%	20,23%	14,75%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb				
	B69	B70	B71	B72	B73
Areia Grossa	0,00%	0,01%	0,01%	0%	0,01%
Areia Média	0,63%	2,53%	2,72%	0,84%	4,15%
Areia Fina	59,88%	57,08%	65,15%	48,15%	66,55%
Areia Muito Fina	14,86%	17,23%	10,03%	16,35%	6,90%
Silte	7,00%	7,77%	5,89%	10,18%	6,55%
Argila	17,63%	15%	16,20%	24,45%	15,85%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb				
	B74	B75	B76	B77	B78
Areia Grossa	0%	0%	0,01%	0,00%	0,01%
Areia Média	2,83%	3,16%	4,90%	4,72%	2,90%
Areia Fina	53,60%	62,17%	55,65%	69,75%	74,21%
Areia Muito Fina	16,30%	6,51%	13,85%	5,71%	6,90%
Silte	9,50%	11,88%	8,67%	4,95%	4,76%
Argila	17,75%	16,27%	16,90%	14,87%	11,22%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb							
	B89	B90	B91	B92	B93	B94	B95	B96
Areia Grossa	0,01%	0,00%	0,03%	0,00%	0%	0,01%	0%	0%
Areia Média	24,15 %	4,81%	12,63 %	8,89%	1,14%	1,22%	1,29%	9,94%
Areia Fina	49,08 %	50,24 %	56,41 %	41,63 %	67,86 %	40,38 %	48,58 %	48,32 %
Areia Muito Fina	13,01 %	17,68 %	12,30 %	23,07 %	14,78 %	23,30 %	17,85 %	16,56 %
Silte	4,35%	7,65%	3,58%	6,53%	2,91%	10,97 %	8,50%	5,80%
Argila	9,40%	19,63 %	15% %	19,88 %	13,27 %	24,13 %	23,77 %	19,37 %

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Interduna aquosa – SGb							
	B97	B98	B99	B100	B101	B102	B103	B104
Areia Grossa	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0%	0,00%	0,00%	0,00%
Areia Média	1,09%	0,63%	1,22%	7,17%	0,84%	1,29%	0,42%	7,29%
Areia Fina	39,77 %	48,66 %	48,64 %	59,03 %	63,37 %	44,60 %	58,01 %	57,20 %
Areia Muito Fina	20,88 %	22,16 %	21,52 %	15,31 %	14,49 %	25,56 %	17,85 %	15,59 %
Silte	10,92 %	6,05%	6,72%	4,11%	4,83%	7,77%	4,10%	1,64%

Argila	27,35	22,50	21,90	14,37	16,45	20,75	19,57	18,30
	%	%	%	%	%	%	%	%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Lençóis de Areia – SGb					
	B3	B4	B11	B12	B13	B14
Areia Grossa	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%
Areia Média	2,49%	7,29%	9,49%	1,50%	1,93%	4,88%
Areia Fina	59,96%	57,20%	60,26%	49,46%	50,69%	61,15%
Areia Muito Fina	12,78%	15,59%	12,95%	20,09%	20,60%	14,34%
Silte	9,86%	1,64%	4,09%	8,87%	7,96%	5,78%
Argila	14,92%	18%	13,20%	20,07%	18,80%	13,85%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Lençóis de Areia – SGb					
	B15	B16	B17	B18	B19	B20
Areia Grossa	0,01%	0,01%	0%	0,01%	0,07%	0,01%
Areia Média	2,66%	2,89%	5,32%	6,23%	1,05%	1,47%
Areia Fina	61,52%	50,76%	56,64%	62,03%	53,53%	54,09%
Areia Muito Fina	14,28%	17,88%	15,64%	14,02%	20,87%	23,13%
Silte	5,26%	9,02%	7,05%	4,29%	5,58%	4,69%
Argila	16,27%	19,45%	15,35%	13,42%	18,98%	16,62%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Lençóis de areia– SGb				
	B79	B80	B81	B82	B83
Areia Grossa	0,08%	0,00%	0,31%	0,02%	0,05%
Areia Média	2,84%	1,27%	1,52%	7,15%	11,41%
Areia Fina	30,20%	21,69%	34,18%	37,63%	43,35%
Areia Muito Fina	24,65%	30,05%	22,38%	22,99%	20,19%
Silte	15,94%	15,44%	16,63%	15,08%	7,20%
Argila	26,30%	31,54%	24,97%	21,70%	17,80%

Fonte: A autora (2022).

Frações Granulométricas	Lençóis de areia– SGb				
	B84	B85	B86	B87	B88
Areia Grossa	0,03%	0%	0,00%	0,07%	0,01%
Areia Média	7,91%	5,72%	2,90%	7,57%	6,68%
Areia Fina	36,15%	32,73%	32,75%	39,68%	43,73%
Areia Muito Fina	22,36%	26,48%	28,16%	22,25%	26,70%
Silte	9,67%	10,27%	10,76%	10,15%	6,20%
Argila	23,87%	24,78%	25,43%	20,05%	16,67%

Fonte: A autora (2022).

ANEXO III:

Resultados dos parâmetros estatísticos de Folk e Ward da Seção Geológica a (SGa):

Quadro 1: Dados estatísticos dos perfis da Seção Geológica a (SGa):

AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRI A (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURA L
A1	127,5 Areia fina	2,836 Mal selecionada	Unimodal	-0,377 Muito bem assimétrico	2,075 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A2	44,28 Silte muito grosso	5,790 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,641 Muito bem assimétrico	2,007 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A3	38,83 Silte muito grosso	6,256 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,668 Muito bem assimétrico	0,888 Platicúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRI A (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURA L
A4	52,48 Silte muito grosso	6,151 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,684 Muito bem assimétrico	1,969 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A5	93,51 Areia muito fina	3,294 Mal selecionado	Unimodal	-0,643 Muito bem assimétrico	2,020 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A6	46,61 Silte muito grosso	4,598 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,567 Muito bem assimétrico	0,896 Platicúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRI A (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURA L
A7	82,65 Areia muito fina	3,767 Mal selecionado	Unimodal	-0,404 Muito bem assimétrico	2,109 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A8	32,33	6,114	Bimodal	-0,573	0,668	Areia lamacenta

	Silte muito grosso	Muito mal selecionado		Muito bem assimétrico	Muito platicúrtico	
A9	38,57 Silte muito grosso	5,718 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,579 Muito bem assimétrico	0,762 Platicúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
A10	135,1 Areia fina	2,969 Mal selecionado	Unimodal	-0,534 Muito bem assimétrico	2,917 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A11	59,87 Silte muito grosso	5,917 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,678 Muito bem assimétrico	1,997 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A12	110,0 Areia muito fina	3,938 Mal selecionado	Bimodal	-0,587 Muito bem assimétrico	2,378 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A13	135,4 Areia fina	2,911 Mal selecionado	Unimodal	-0,596 Muito bem assimétrico	3,677 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
A14	66,16 Areia muito fina	5,494 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,688 Muito bem assimétrico	2,087 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A15	49,75 Silte muito grosso	6,521 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,699 Muito bem assimétrico	1,928 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A16	60,60 Silte muito grosso	6,162 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,648 Muito bem assimétrico	1,314 Leptocúrtico	Areia lamacenta
A17	45,95 Silte muito grosso	7,019 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,715 Muito bem assimétrico	1,813 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A18	49,81 Silte muito grosso	7,397 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,627 Muito bem assimétrico	1,478 Leptocúrtico	Areia lamacenta
A19	85,89	4,775	Bimodal	-0,614	2,194	Areia lamacenta

	Areia muito fina	Muito mal selecionado		Muito bem assimétrico	Muito leptocúrtico	
A20	136,9 Areia fina	3,033 Mal selecionado	Unimodal	-0,577 Muito bem assimétrico	3,865 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
A21	49,50 Silte muito grosso	6,076 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,762 Muito bem assimétrico	2,125 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A22	98,39 Areia muito fina	3,621 Mal selecionado	Unimodal	-0,677 Muito bem assimétrico	2,424 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A23	59,36 Silte muito grosso	5,134 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,772 Muito bem assimétrico	2,202 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A24	126,0 Areia fina	3,051 Mal selecionado	Bimodal	-0,613 Muito bem assimétrico	2,670 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A25	47,46 Silte muito grosso	6,103 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,798 Muito bem assimétrico	2,156 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A26	45,52 Silte muito grosso	6,194 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,796 Muito bem assimétrico	2,110 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A27	46,71 Silte muito grosso	6,031 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,799 Muito bem assimétrico	2,128 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A28	75,74 Areia muito fina	3,976 Mal selecionado	Bimodal	-0,742 Muito bem assimétrico	2,144 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A29	53,37 Silte muito grosso	5,118 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,759 Muito bem assimétrico	1,895 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A30	53,60 Silte muito grosso	5,008 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,753 Muito bem assimétrico	1,905 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta

A31	50,20 Silte muito grosso	5,294 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,761 Muito bem assimétrico	1,371 Leptocúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
A32	47,83 Silte muito grosso	5,922 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,801 Muito bem assimétrico	1,997 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A33	39,28 Silte muito grosso	7,005 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,811 Muito bem assimétrico	1,250 Leptocúrtico	Areia lamacenta
A34	43,66 Silte muito grosso	6,280 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,791 Muito bem assimétrico	1,365 Leptocúrtico	Areia lamacenta
A35	33,85 Silte muito grosso	6,685 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,670 Muito bem assimétrico	0,555 Muito platicúrtico	Areia lamacenta
A36	45,20 Silte muito grosso	6,227 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,799 Muito bem assimétrico	2,106 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A37	103,6 Areia muito fina	3,446 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,718 Muito bem assimétrico	2,777 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A38	132,0 Areia fina	2,916 Mal selecionado	Unimodal	-0,634 Muito bem assimétrico	3,691 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
A39	139,7 Areia fina	3,304 Mal selecionado	Bimodal	-0,515 Muito bem assimétrico	3,019 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
A40	121,8 Areia muito fina	3,674 Mal selecionado	Unimodal	-0,589 Muito bem assimétrico	3,070 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
A41	53,33 Silte muito grosso	6,852 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,696 Muito bem assimétrico	2,153 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta

A42	58,09 Silte muito grosso	6,515 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,640 Muito bem assimétrico	1,977 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
A43	219,8 Areia fina	3,097 Mal selecionado	Unimoda l	-0,556 Muito bem assimétrico	2,274 Muito leptocúrtico	Areia
A44	57,98 Silte muito grosso	7,121 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,666 Muito bem assimétrico	1,855 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
A45	44,24 Silte muito grosso	6,376 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,799 Muito bem assimétrico	0,795 Platicúrtico	Areia lamacent a
A46	42,92 Silte muito grosso	6,646 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,806 Muito bem assimétrico	0,835 Platicúrtico	Areia lamacent a
AMOSTR A	DIÂMETRO MÉDIO (μm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (μm)	CURTOSE (μm)	GRUPO TEXTURA L
A47	45,32 Silte muito grosso	6,055 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,780 Muito bem assimétrico	0,906 Mesocúrtic o	Areia lamacent a
A48	44,65 Silte muito grosso	6,268 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,789 Muito bem assimétrico	1,181 Leptocúrtic o	Areia lamacent a
A49	44,56 Silte muito grosso	6,356 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,799 Muito bem assimétrico	1,982 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
A50	56,08 Silte muito grosso	5,338 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,776 Muito bem assimétrico	2,001 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
A51	39,28 Silte muito grosso	6,453 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,732 Muito bem assimétrico	0,710 Platicúrtico	Areia lamacent a
A52	47,54 Silte muito grosso	5,615 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,777 Muito bem assimétrico	0,940 Mesocúrtic o	Areia lamacent a
A53	38,06 Silte muito grosso	7,021 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,791 Muito bem assimétrico	0,742 Platicúrtico	Areia lamacent a
A54	46,92 Silte muito grosso	5,985 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,804 Muito bem assimétrico	1,996 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a

A55	47,92 Silte muito grosso	5,531 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,775 Muito bem assimétrico	1,436 Leptocúrtico	Areia lamacenta
A56	59,05 Silte muito grosso	4,966 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,778 Muito bem assimétrico	2,054 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A57	40,67 Silte muito grosso	6,028 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,700 Muito bem assimétrico	1,269 Leptocúrtico	Areia lamacenta
A58	42,63 Silte muito grosso	5,918 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,727 Muito bem assimétrico	0,722 Platicúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
A59	101,2 Areia Muito Fina	4,205 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,562 Muito bem assimétrico	1,927 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A60	202,7 Areia fina	2,771 Mal selecionada	Unimodal	-0,364 Muito bem assimétrico	2,302 Muito leptocúrtico	Areia
A61	214,2 Areia fina	2,179 Mal selecionada	Unimodal	-0,228 Bem assimétrico	1,776 Muito leptocúrtico	Areia
A62	216,9 Areia fina	2,129 Mal selecionada	Unimodal	-0,214 Bem assimétrico	1,783 Muito leptocúrtico	Areia
A63	140,2 Areia fina	3,392 Mal selecionada	Unimodal	-0,429 Muito bem assimétrico	1,803 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
A64	152,9 Areia fina	3,144 Mal selecionada	Unimodal	-0,401 Muito bem assimétrico	2,148 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta

ANEXO VI:

Resultados dos parâmetros estatísticos de Folk e Ward da seção Geológica b (SGb):

Quadro 2: Dados estatísticos dos perfis da Seção Geológica b (SGb):

AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
B1	77,66 Areia Muito Fina	4,236 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,769 Muito bem assimétrico	2,489 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B2	129,0 Areia fina	2,952 Mal selecionado	Unimodal	-0,643 Muito bem assimétrico	3,387 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B3	55,26 Silte muito grosso	5,511 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,793 Muito bem assimétrico	1,905 Muito Leptocúrtico	Areia lamacenta
B4	47,63 Silte muito grosso	6,572 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,767 Muito bem assimétrico	2,334 Muito Leptocúrtico	Areia lamacenta
B5	83,86 Areia muito fina	3,994 Mal selecionado	Unimodal	-0,770 Muito bem assimétrico	2,773 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B6	126,2 Areia fina	2,941 Mal selecionado	Unimodal	-0,663 Muito bem assimétrico	3,854 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B7	61,11 Silte muito grosso	5,078 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,790 Muito bem assimétrico	2,377 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B8	64,97 Areia muito fina	4,964 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,758 Muito bem assimétrico	2,341 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B9	121,3 Areia muito fina	3,223 Mal selecionado	Unimodal	-0,613 Muito bem assimétrico	2,791 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta

B10	44,95 Silte muito grosso	6,251 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,777 Muito bem assimétrico	1,067 Mesocúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
B11	103,5 Areia muito fina	3,800 Mal selecionado	Unimodal	-0,662 Muito bem assimétrico	2,801 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B12	41,13 Silte muito grosso	6,493 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,769 Muito bem assimétrico	1,008 mesocúrtico	Areia lamacenta
B13	43,21 Silte muito grosso	6,312 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,771 Muito bem assimétrico	1,474 Leptocúrtico	Areia lamacenta
B14	72,54 Areia muito fina	4,531 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,769 Muito bem assimétrico	2,316 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B15	49,71 Silte muito grosso	5,929 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,806 Muito bem assimétrico	2,161 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B16	43,14 Silte muito grosso	6,394 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,773 Muito bem assimétrico	1,049 Mesocúrtico	Areia lamacenta
B17	55,51 Silte muito grosso	5,605 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,776 Muito bem assimétrico	2,079 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B18	93,83 Areia muito fina	3,880 Mal selecionado	Unimodal	-0,711 Muito bem assimétrico	2,631 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B19	43,88 Silte muito grosso	6,237 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,782 Muito bem assimétrico	1,975 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B20	47,01 Silte muito grosso	5,957 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,780 Muito bem assimétrico	2,150 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta

B21	30,26 Silte grosso	6,900 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,630 Muito bem assimétrico	0,693 Platicúrtico	Areia lamacenta
B22	150,1 Areia fina	2,613 Mal selecionado	Unimodal	-0,557 Muito bem assimétrico	4,359 Extremamente leptocúrtico	Areia
B23	46,62 Silte muito grosso	5,970 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,780 Muito bem assimétrico	2,110 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B24	138,9 Areia fina	2,812 Mal selecionado	Unimodal	-0,607 Muito bem assimétrico	4,240 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B25	51,81 Silte muito grosso	6,284 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,758 Muito bem assimétrico	2,326 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B26	145,1 Areia fina	3,018 Mal selecionado	Unimodal	-0,537 Muito bem assimétrico	4,255 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B27	67,01 Areia muito fina	5,023 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,752 Muito bem assimétrico	2,457 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B28	128,3 Areia fina	3,166 Mal selecionado	Unimodal	-0,589 Muito bem assimétrico	3,230 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B29	45,51 Silte muito grosso	6,196 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,774 Muito bem assimétrico	1,319 Leptocúrtico	Areia lamacenta
B30	52,49 Silte muito grosso	5,536 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,775 Muito bem assimétrico	2,094 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
B31	131,3 Areia Fina	2,908 Mal selecionado	Unimodal	-0,668 Muito bem assimétrico	4,477 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta

B32	129,3 Areia Fina	2,909 Mal selecionado	Unimodal	-0,656 Muito bem assimétrico	4,190 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B33	41,06 Silte muito grosso	6,501 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,769 Muito bem assimétrico	1,351 Leptocúrtico	Areia lamacenta
B34	33,49 Silte muito grosso	6,478 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,636 Muito bem assimétrico	0,589 Muito platicúrtico	Areia lamacenta
B35	132,5 Areia Fina	2,874 Mal selecionado	Unimodal	-0,670 Muito bem assimétrico	4,405 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B36	50,48 Silte muito grosso	5,775 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,809 Muito bem assimétrico	2,272 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B37	148,4 Areia fina	2,809 Mal selecionado	Unimodal	-0,549 Muito bem assimétrico	4,436 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B38	97,43 Areia muito fina	3,747 Mal selecionado	Bimodal	-0,719 Muito bem assimétrico	2,666 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B39	138,6 Areia fina	3,064 Mal selecionado	Unimodal	-0,588 Muito bem assimétrico	4,365 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B40	80,45 Areia Muito Fina	4,203 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,781 Muito bem assimétrico	2,964 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B41	89,08 Areia Muito Fina	3,819 Mal selecionado	Unimodal	-0,744 Muito bem assimétrico	2,294 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B42	40,97 Silte Muito Grosso	6,691 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,791 Muito bem assimétrico	1,746 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B43	29,47 Silte grosso	6,611 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,637 Muito bem assimétrico	0,595 Muito platicúrtico	Areia lamacenta

B44	48,00 Silte muito grosso	5,912 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,816 Muito bem assimétrico	2,067 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B45	33,00 Silte muito grosso	6,813 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,685 Muito bem assimétrico	0,711 Platicúrtico	Areia lamacenta
B46	106,7 Areia muito fina	3,391 Mal selecionado	Unimodal	-0,738 Muito bem assimétrico	3,849 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B47	46,30 Silte muito grosso	6,252 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,821 Muito bem assimétrico	2,148 Muito Leptocúrtico	Areia lamacenta
B48	37,01 Silte muito grosso	6,370 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,691 Muito bem assimétrico	0,805 Platicúrtico	Areia lamacenta
B49	42,24 Silte muito grosso	6,352 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,790 Muito bem assimétrico	0,574 Muito Platicúrtico	Areia lamacenta
B50	128,6 Areia Fina	2,860 Mal selecionado	Unimodal	-0,606 Muito bem assimétrico	2,829 Muito Leptocúrtico	Areia lamacenta
B51	56,91 Silte muito grosso	5,304 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,823 Muito bem assimétrico	2,906 Muito Leptocúrtico	Areia lamacenta
B52	85,14 Areia muito fina	3,889 Mal selecionado	Unimodal	-0,748 Muito bem assimétrico	2,442 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B53	143,8 Areia Fina	2,726 Mal selecionado	Unimodal	-0,617 Muito bem assimétrico	4,741 Extremamente Leptocúrtico	Areia lamacenta
B54	50,93 Silte muito grosso	5,606 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,824 Muito bem assimétrico	2,489 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B55	127,0 Areia Fina	2,944 Mal selecionado	Unimodal	-0,645 Muito bem assimétrico	3,123 Extremamente Leptocúrtico	Areia lamacenta

B56	64,79 Areia muito fina	4,731 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,802 Muito bem assimétrico	2,537 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
B57	48,48 Silte muito grosso	6,009 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,803 Muito bem assimétrico	2,034 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B58	39,15 Silte muito grosso	6,830 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,788 Muito bem assimétrico	0,884 Platicúrtico	Areia lamacenta
B59	77,49 Areia muito fina	4,373 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,793 Muito bem assimétrico	2,946 Muito Leptocúrtico	Areia lamacenta
B60	65,48 Areia muito fina	5,035 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,802 Muito bem assimétrico	2,602 Muito Leptocúrtico	Areia lamacenta
B61	193,3 Areia Fina	2,402 Mal selecionado	Unimodal	-0,247 Bem assimétrico	3,683 Extremamente e Leptocúrtico	Areia
B62	41,23 Silte muito grosso	6,581 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,790 Muito bem assimétrico	0,940 Mesocúrtico	Areia lamacenta
B63	65,53 Areia muito fina	5,049 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,812 Muito bem assimétrico	3,190 Extremamente e leptocúrtico	Areia lamacenta
B64	51,05 Silte muito grosso	5,873 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,830 Muito bem assimétrico	2,717 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B65	45,60 Silte muito grosso	6,142 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,798 Muito bem assimétrico	1,166 Leptocúrtico	Areia lamacenta
B66	75,30 Areia muito fina	4,491 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,806 Muito bem assimétrico	4,460 Extremamente e leptocúrtico	Areia lamacenta

B67	43,29 Silte muito grosso	6,395 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,800 Muito bem assimétrico	1,110 Mesocúrtico	Areia lamacenta
B68	67,48 Areia Muito Fina	4,851 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,810 Muito bem assimétrico	3,269 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B69	46,78 Silte muito grosso	6,051 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,802 Muito bem assimétrico	1,915 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B70	53,32 Silte muito grosso	5,561 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,784 Muito bem assimétrico	2,024 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B71	50,58 Silte muito grosso	5,779 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,813 Muito bem assimétrico	2,133 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B72	39,31 Silte muito grosso	6,539 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,751 Muito bem assimétrico	0,582 Muito Platicúrtico	Areia lamacenta
B73	52,66 Silte muito grosso	5,766 Muito mal selecionado	Unimodal	-0,817 Muito bem assimétrico	2,266 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B74	45,89 Silte muito grosso	6,153 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,781 Muito bem assimétrico	1,665 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B75	49,94 Silte muito grosso	5,979 Mal selecionado	Bimodal	-0,809 Muito bem assimétrico	1,103 Mesocúrtico	Areia lamacenta
B76	48,20 Silte muito grosso	6,130 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,789 Muito bem assimétrico	1,662 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B77	64,77 Areia muito fina	4,962 Mal selecionado	Unimodal	-0,811 Muito bem assimétrico	3,680 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta
B78	130,3 Areia Fina	2,986 Mal selecionado	Unimodal	-0,668 Muito bem assimétrico	4,497 Extremamente leptocúrtico	Areia lamacenta

AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO (µm)	DESVIO PADRÃO		ASSIMETRIA (µm)	CURTOSE (µm)	GRUPO TEXTURAL
B79	30,92 Silte grosso	6,817 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,591 Muito bem assimétrico	0,580 Muito platicúrtico	Areia lamacenta
B80	27,60 Silte grosso	6,498 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,571 Muito bem assimétrico	0,577 Muito Platicúrtico	Areia lamacenta
B81	32,47 Silte muito grosso	6,645 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,604 Muito bem assimétrico	0,583 Muito platicúrtico	Areia lamacenta
B82	32,89 Silte muito grosso	7,710 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,645 Muito bem assimétrico	0,780 Platicúrtico	Areia lamacenta
B83	46,69 Silte muito grosso	6,820 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,693 Muito bem assimétrico	1,956 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B84	38,73 Silte muito grosso	6,889 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,628 Muito bem assimétrico	0,649 Muito platicúrtico	Areia lamacenta
B85	34,05 Silte muito grosso	7,048 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,626 Muito bem assimétrico	0,603 Muito platicúrtico	Areia lamacenta
B86	33,34 Silte muito grosso	6,703 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,634 Muito bem assimétrico	0,581 Muito platicúrtico	Areia lamacenta
B87	40,64 Silte muito grosso	6,859 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,671 Muito bem assimétrico	1,142 Leptocúrtico	Areia lamacenta
B88	46,51 Silte muito grosso	6,231 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,707 Muito bem assimétrico	2,099 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B89	156,6 Areia fina	3,346 Mal selecionado	Unimodal	-0,436 Muito bem assimétrico	2,896 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta

B90	41,47 Silte muito grosso	6,779 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,777 Muito bem assimétrico	1,282 Leptocúrtico	Areia lamacent a
B91	73,15 Areia muito fina	5,063 Muito mal selecionado	Unimoda l	-0,708 Muito bem assimétrico	2,569 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
B92	41,36 Silte muito grosso	7,129 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,696 Muito bem assimétrico	1,470 Leptocúrtico	Areia lamacent a
B93	124,6 Areia muito fina	3,011 Mal selecionado	Bimodal	-0,641 Muito bem assimétrico	2,881 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
B94	36,65 Silte muito grosso	6,393 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,668 Muito bem assimétrico	0,602 Muito platicúrtico	Areia lamacent a
B95	40,32 Silte muito grosso	6,495 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,763 Muito bem assimétrico	0,626 Muito platicúrtico	Areia lamacent a
B96	46,30 Silte muito grosso	6,797 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,721 Muito bem assimétrico	1,874 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
B97	34,53 Silte muito grosso	6,621 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,653 Muito bem assimétrico	0,555 Muito platicúrtico	Areia lamacent a
B98	40,36 Silte muito grosso	6,423 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,758 Muito bem assimétrico	0,819 Platicúrtico	Areia lamacent a
B99	40,72 Silte muito grosso	6,455 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,763 Muito bem assimétrico	0,888 Platicúrtico	Areia lamacent a
B100	77,65 Areia muito fina	4,559 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,725 Muito bem assimétrico	2,495 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a
B101	48,95 Silte muito grosso	5,966 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,812 Muito bem assimétrico	2,221 Muito leptocúrtico	Areia lamacent a

B102	39,53 Silte muito grosso	6,364 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,720 Muito bem assimétrico	0,988 Mesocúrtico	Areia lamacenta
B103	44,18 Silte muito grosso	6,290 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,800 Muito bem assimétrico	2,012 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta
B104	47,63 Silte muito grosso	6,572 Muito mal selecionado	Bimodal	-0,767 Muito bem assimétrico	2,334 Muito leptocúrtico	Areia lamacenta

Fonte: A autora (2021).

ANEXO V:**Minerais do SGa identificados a partir do DRX, com as tabelas organizadas por perfil:**

PERFIL A1		
AMOSTRAS	A3	A1
MINERAIS	Vermiculita Tridimita Albita Caulinita Microclínio Anortita Modernita Feldspato potássico Lepdocrocita Cianita Muscovita Cristobalita Rutilo Maghemita Lizardita Zircão Torita Quartzo Glossulária Chamosita Clinocloro Goethita	Vermiculita Caulinita Tridimita Microclínio Cristobalita Modernita Feldspato potássico Cianita Chamosita Clinocloro Anortita Maghemita Zircão Torita Quartzo Rutilo Cristobalita Anatásio
PERFIL A2		
AMOSTRAS	A4	A6
MINERAIS	Vermiculita Tridimita Albita Caulinita Cristobalita Mordenita Lepdocrocita Sanidina Anortita Muscovita Anortita Microclínio Cianita Rutilo Zircão Torita	Tridimita Anortita Caulinita Cristobalita Albita Goethita Feldspato potássico Sanidina Cianita Muscovita Caulinita Microclínio Rutilo Maghemita Zircão Torita

	Quartzo Maghemita Chamosita Clinocloro	Quartzo Rutilo Chamosita Clinocloro Anatásio	
PERFIL A3			
AMOSTRAS	A7	A9	
MINERAIS	Vermiculita Tridimita Caulinita Albita Microclínio Anortita Modernita Goethita Sanidina Cianita Clinocloro Zircão Torita Maghemita Chamosita Cristobalita	Vermiculita Anortita Microclínio Caulinita Albita Modernita Lepdocrocita Maghemita Cianita Goethita Tridimita Rutilo Cristobalita Esperssatita Torita Hematita Chamosita Quartzo Anatásio Clinocloro	
PERFIL A4			
AMOSTRAS	A11	A16	A18
MINERAIS	Vermiculita Quartzo Anortita Muscovita Caulinita Esmectita Mordenita Goethita Feldspato potássico Sanidina Cianita Clinocloro Albita Microclínio Rutilo Maghemita Zircão Chamosita Cristobalita Torita	Tridimita Caulinita Esmectita Anortita Mordenista Goethita Feldspato potássico Sanidina Cianita Clincloro Albita Microclínio Anortita Maghemita Zircão Clinocloro Quartzo Rutilo Cristobalita Torita	Tridimita Albita Microclínio Cristobalita Goethita Zircão Sanidina Cianita Anortita Clinocloro Rutilo Maghemita Lizardita Quartzo Torita Clinocloro Gorthita Torita

	Rutilo			
AMOSTRAS	A22	A26	A30	
MINERAIS	Tridimita Albita Microclínio Cristobalita Mordenita Goethita Feldspato potássico Cianita Anortita Maghemita Muscovita Clinocloro Vermiculita Caulinita Lizardita Torita Quartzo Rutilo Hematita Chamosita Cristobalita Clinocloro	Tridimita Clinocloro Caulinita Goethita Microclínio Muscovita Sanidina Cianita Anortita Albita Torita Quartzo Maghemita Rutilo Chamosita Cristobalita hematita	Tridimita Ilmenita Microclínio Goethita Sanidina Anortita Muscovita Anortita Cianita Caulinita Microclínio Lizardita Clinocloro Torita Maghemita Rutilo Chamosita Cristobalita Goethita Torita	
PERFIL A5				
AMOSTRAS	A33	A35	A37	
MINERAIS	Quartzo Muscovita Albita Microclínio Anortita Mordenita Goethita Feldspato potássico Lepdocrocita Clinocloro Tridimita Caulinita Rutilo Torita Maghemita Chamosita Cristobalita	Anortita Caulinita Microclínio Cristobalita Mordenita Goethita Quartzo Lepdocrocita Albita Maghemita Clinocloro Tridimita Rutilo Zircão Torita Rutilo Goethita	Tridimita Albita Microclínio Anortita Mordenita Feldspato potássico Sanidina Maghemita Anortita Muscovita Vermiculita Caulinita Clinocloro Cianita Rutilo Lizardita Torita Quartzo Chamosita Goethita Cristobalita	
AMOSTRAS	A39	A42	A45	A46

MINERAIS	Quartzo Anortita Microclínio Albita Cristobalita Feldspato plagioclássico Mordenita Feldspato potássico Lepdocrocita Cianita Sanidina Clinocloro Tridimita Caulinita Rutilo Maghemita Torita Glossulária Chamosita goethita	Tridimita Caulinita Microclínio Goethita Sanidina Anortita Clinocloro Tridimita Cianita Caulinita Anortita Maghemita Lizardita Zircão Torita Rutilo Cristobalita Quartzo	Quartzo Microclínio Cristobalita Caulinita Mordenita Quartzo Lepdocrocita Albita Anortita Muscovita Tridimita Cianita Lizardita Torita Maghemita Rutilo Chamosita Clinocloro Goethita	Tridimita Caulinita Mordenita Quartzo Microclínio Muscovita Anortita Cianita Maghemita Lizardita Torita Rutilo Cristobalita Clinocloro
-----------------	--	---	---	---

PERFIL A6

AMOSTRAS	A48	A53	A56	A58
MINERAIS	Tridimita Caulinita Microclínio Cristobalita Albita Lepdocrocita Cianita Clinocloro Anortita Vermiculita Caulinita Anortita Maghemita Lepdocrocita Zircão Rutilo Chamosita Goethita Torita	Tridimita Albita Caulinita Microclínio Cristobalita Mordenita Cianita Feldspato potássico Zircão Sanidina Cianita Anortita Cianita Anortita Muscovita Maghemita Clinocloro Quartzo Rutilo Glossulária Chamosita Clinocloro Gorthita Torita	Tridimita Microclínio Esmectita Cristobalita Mordenita Feldspato potássico Zircão Sanidina Cianita Anortita Muscovita Clinocloro Vermiculita Caulinita Rutilo Maghemita Torita Quartzo Rutilo Anatásio Hematita Glossulária	Muscovita Tridimita Anortita Caulinita Microclínio Cristobalita Goethita Feldspato potássico Zircão Lepdocrocita Sanidina Cianita Clinocloro Vermiculita Albita Maghemita Torita Quartzo Rutilo Chamosita

PERFIL A7

AMOSTRAS	A59	A61	A63
MINERAIS	Tridimita	Tridimita	Vermiculita

Caulinita	Mordemita	Quartzo
Albita	Cristobalita	Tridimita
Esmectita	Feldspato	Caulinita
Goethita	plagioclásico	Microclínio
Feldspato potássico	Goethita	Cristobalita
Sanidina	Zircão	Goethita
Cianita	Sanidina	Aragonita
Muscovita	Microclínio	Albita
Clinocloro	Clinocloro	Sanidina
Anortita	Anortita	Clinocloro
Microclínio	Albita	Anortita
Maghemita	Caulinita	Maghemita
Zircão	Maghemita	Rutilo
Torita	Caulinita	Chamosita
Quartzo	Torita	
Rutilo	Quartzo	
Cristobalita	Rutilo	
Goethita	Goethita	

Fonte: A autora (2021).

ANEXO VI:

Minerais do SGb identificados a partir do DRX, com as tabelas organizadas por perfil:

PERFIL B1				
AMOSTRAS	B2	B3	B4	
MINERAIS	Maghemita Goethita Sanidina Cianita Clinocloro Anortita Albita Caulinita Torita Quartzo Haloisita Chamosita Hematita Cristobalita	Tridimita Goethita Mordenita Lepdocrocita Microclínio Cianita Clinocloro Anortita Albita Caulinita Rutilo Maghemita Torita Quartzo Haloisita Chamosita Cristobalita	Maghemita Albita Goethita Sanidina Clinocloro Tridimita Cianita Caulinita Anortita Rutilo Quartzo Cristobalita Torita	
AMOSTRAS	B5	B9		
MINERAIS	Tridimita Albita Anortita Cristobalita Goethita Sanidina Moscovita Tridimita Cianita Caulinita Rutilo Maghemita Lepdocrocita Torita Chamosita Clinocloro	Maghemita Goethita Sanidina Microclínio Cianita Anortita Torita Albita Caulinita Rutilo Lepdocrocita Quartzo Cristobalita Clinocloro		
PERFIL B2				
AMOSTRAS	B13	B14	B17	B18
MINERAIS	Maghemita Anortita Caulinita	Maghemita Anortita Goethita	Tridimita Cristobalita Goethita	Tridimita Cristobalita Goethita

	Esmeclita Goethita Sanidina Albita Torita Rutilo Cianita Quartzo Cristobalita Clinocloro	Sanidina Cianita Clinocloro Caulinita Albita Haloisita Quartzo	Sanidina Moscovita Clinocloro Anortita Albita Caulinita Rutilo Maghemita Lepdocrocita Torita Chamosita Anatásio	Microclínio Sanidina Moscovita Clinocloro Albita Anortita Maghemita Caulinita Torita Haloisita Chamosita
--	---	--	--	--

AMOSTRAS	B22	B23	B28
MINERAIS	Anortita Goethita Sanidina Caulinita Maghemita Haloisita Quartzo Cristobalita Clinocloro Torita	Maghemita Albita Esmeclita Cristobalita Goethita Sanidina Cianita Anortita Caulinita Microclínio Rutilo Quartzo Torita Clinocloro Hematita	Maghemita Anortita Mordenita Goethita Sanidina Moscovita Albita Caulinita Rutilo Torita Chamosita Clinocloro Quartzo Cristobalita

PERFIL B3

AMOSTRAS	B34	B35	B36	B48
MINERAIS	Maghemita Albita Goethita Cianita Muscovita Anortita Caulinita Torita Quartzo Cristobalita Clinocloro	Tridimita Anortita Mordenita Sanidina Microclínio Cianita Muscovita Vermiculita Albita Caulinita Maghemita Torita Quartzo Rutilo Chamosita Cristobalita Clinocloro Goethita	Maghemita Goethita Sanidina Cianita Clinocloro Anortita Albita Caulinita Torita Lepdocrocita Zircão Rutilo Quartzo Cristobalita Clinocloro	Anortita Mordenita Goethita Cianita Albita Caulinita Torita Cianita Maghemita Rutilo Quartzo Cristobalita Clinocloro

AMOSTRAS	B49	B52	B53
MINERAIS	Mordenita	Anortita	Anortita

	Tridimita Cristobalita Caulinita Sanidina Albita Anortita Clinocloro Cianta Goethita Maghemita Quartzo	Goethita Sanidina Cianita Albita Caulinita Lepdocrocita Maghemita Rutilo Quartzo Cristobalita	Caulinita Aragonita Cianita Clinocloro Goethita Albita Rutilo Maghemita Quartzo Cristobalita Torita	
PERFIL B4				
AMOSTRAS	B57	B59	B66	
MINERAIS	Anortita Goethita Sanidina Cianita Albita Tridimita Caulinita Maghemita Rutilo Quartzo Cristobalita clinocloro	Anortita Goethita Sanidina Aragonita Clinocloro Albita Caulinita Maghemita Lepdocrocita Quartzo Rutilo Cristobalita Torita	Mordenita Albita Caulinita Aranonita Anortita Microclínio Maghemita Quartzo Cianita Cristobalita Goethita Rutilo clinocloro	
AMOSTRAS	B67	B73	B74	
MINERAIS	Tridimita Mordenita Microclínio Muscovita Anortita Cristobalita Caulinita Torita Maghemita Rutilo Chamosita Clincloro	Tridimita Goethita Sanidina Clinocloro Anortita Albita Caulinita Maghemita Rutilo Quartzo Cristobalita Torita	Anortita Goethita Sanidina Clinocloro Albita Cianita Caulinita Torita Maghemita Rutilo Quartzo Cristobalita Clinocloro	
PERFIL B5				
AMOSTRAS	B80	B85	B88	B90
MINERAIS	Tridimita Albita Aragonita Anortita Caulinita Goethita Maghemita Cianita	Tridimita Mordenita Aragonita Anortita Albita Caulinita Torita Maghemita	Tridimita Caulinita Microclínio Cristobalita Goethita Sanidina Cianita Albita	Tridimita Caulinita Microclínio Anortita Goethita Sanidina Cianita Albita

	Quartzo Anatásio Cristobalita Clinocloro Hematita	Cianita Quartzo Haloisita Cristobalita Goethita	Anortita Maghemita Lepdocrocita Haloisita Quartzo clinocloro	Moscovita Clinocloro Anortita Maghemita Haloisita Quartzo Cristobalita Clinocloro Torita
AMOSTRAS MINERAIS	B91	B93	B94	B95
	Anortita Goethita Sanidina Cianita Clinocloro Albita Caulinita Maghemita Haloisita Quartzo Cristobalita	Anortita Goethita Aragonita Caulinita Albita Maghemita Cianita Haloisita Quartzo Cristobalita Clinocloro Torita	Anortita Goethita Sanidina Microclínio Cianita Caulinita Lepdocrocita Maghemita Haloisita Quartzo Anatásio Cristobalita	Maghemita Caulinita Anortita Goethita Lepdocrocita Cianita Moscovita Clinocloro Tridimita Microclínio Torita Quartzo Cristobalita
AMOSTRAS MINERAIS	B96	B100	B102	B103
	Anortita Goethita Aragonita Albita Cianita Clinocloro Torita Rutilo Maghemita Lepdocrocita Zircão Haloisita Quartzo Anatásio Cristobalita	Maghemita Goethita Sanidina Cianita Clinocloro Anortita Haloisita Albita Caulinita Microclínio Rutilo Chamosita Cristobalita Torita	Maghemita Albita Goethita Sanidina Cianita Clinocloro Tridimita Caulinita Microclínio Anortita Rutilo Quartzo Cristobalita	Maghemita Albita Goethita Sanidina Anortita Clinocloro Caulinita Microclínio Rutilo Cianita Torita Quartzo Chamosita Cristobalita

Fonte: A autora (2021).

