



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO DEPARTAMENTO DE
OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

GUTEMBERG VAN BASTEN SANTOS FREIRE

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DA COBERTURA SEDIMENTAR DA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO**

São Luís - MA

2025

GUTEMBERG VAN BASTEN SANTOS FREIRE

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DA COBERTURA SEDIMENTAR DA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) Leonardo Gonçalves de Lima

São Luís - MA

2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Freire, Gutemberg.

Caracterização faciológica da cobertura sedimentar da plataforma continental do Maranhão / Gutemberg Freire. - 2025.

54 p.

Orientador(a): Leonardo Lima.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

1. Sedimentologia. 2. Ambientes Marinhos. 3. Depósitos Sedimentares. I. Lima, Leonardo. II. Título.

GUTEMBERG VAN BASTEN SANTOS FREIRE

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DA COBERTURA SEDIMENTAR DA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado(a) em: 23 de maio de 2025

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Leonardo Gonçalves de Lima – Orientador
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Cláudia Klose Parise
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Leilanne Almeida Ranieri
Universidade Federal do Pará

Resumo

A Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas está situada entre os meridianos de 44° W e 42° W e os paralelos de 0° S e 3° S. É um ambiente complexo que possui geometria e morfologia irregular, com baixo fluxo de águas fluviais e grande amplitude de marés (3,75 m). O presente estudo teve como objetivo a classificação e caracterização dos sedimentos marinhos (granulometria e morfoscopia) e tendências de transporte sedimentar a partir do modelo *Multi Sediment Trend Analysis* (MSTA). A cobertura sedimentar desta plataforma é constituída principalmente por areias quartzosas, no entanto duas fácies distintas foram reconhecidas uma terrígena e outra biogênica, sendo a primeira predominante na plataforma continental interna e a segunda na plataforma externa. Sedimentos lamosos anteriores a Última Transgressão Marinha Pós-Glacial puderam ser reconhecidos, e atualmente encontram-se em franco processo erosivo. A batimetria dentro do grid amostral exhibe bancos arenosos em profundidades rasas e evidências de cânions submarinos na plataforma externa em conexão com a quebra da plataforma. O modelo MSTa indicou uma tendência de transporte tanto da plataforma interna como da plataforma externa convergindo a plataforma média, como resultado de uma melhora na seleção granulométrica.

Palavras-chave: Sedimentologia; Ambientes marinhos; Depósitos sedimentares

Abstract

The Barreirinhas Basin Continental Shelf is located between the 44° W and 42° W meridians and the 0° S and 3° S parallels. It is a complex environment with irregular geometry and morphology, low river flow and a large tidal range (3.75 m). The aim of this study was to classify and characterize marine sediments (granulometry and morphoscopy) and sediment transport trends using the Multi Sediment Trend Analysis (MSTA) model. The surface sedimentary cover of this platform consists mainly of quartz sands. Based on carbonate concentrations, two sedimentary facies were recognized, one terrigenous and one biogenic, the former predominating on the inner continental shelf and the latter on the outer shelf. Muddy sediments from before the Last Postglacial Marine Transgression could be recognized, and are currently undergoing a rapid erosion process. Bathymetry within the sampling grid shows sandy banks at shallow depths and evidence of submarine canyons on the outer shelf in connection with the platform break. The MSTA model indicated a trend of transport from both the inner and outer shelf converging on the middle shelf, as a result of an improvement in particle size selection.

Keywords: Sedimentology; Marine environments; Sedimentary deposits

Agradecimentos

Primeiramente à Deus, pelas bênçãos concedidas, de poder ingressar e finalmente terminar este mestrado, que é mais um passo e o encerramento de mais ciclo na minha vida, quero agradecer também a mim mesmo (risos), por não ter desistido, neste caminho um tanto árduo, porém enriquecedor, agradeço imensamente a minha querida mãe a qual dedico este trabalho, pois sem seu suporte e amor não poderia chegar onde estou, aos familiares, agradeço a todos os meus amigos e colegas de laboratório, que estiveram comigo todo este tempo, alguns até desde a graduação, especialmente o grupo “urrrgh”. Difícil lembrar de todos, muita gente, mas saibam que amo cada um de vocês, quero agradecer ao meu orientador que foi um pai que não desistiu de mim, mesmo com vários motivos, não largou minha mão mesmo dando “puxões de orelha”, me ajudou a crescer nestes últimos dois anos e entender que a ciência não é fácil de se fazer, agradeço imensamente e todos que de alguma forma fizeram parte desta etapa tão importante da minha vida, sou grato por tudo que aconteceu mesmo querendo desistir várias vezes, tive forças para continuar pois sabia que no final valeria muito a pena! Ah e por último, não esquecendo do querido café que me acompanhou e não me abandonou durante todo o percurso.

Obrigado!

*Dedico este trabalho para
minha querida mãe! Te amo*

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	10
II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
III. Capítulo 1	23
1. Introdução	24
2. Área de Estudo	26
2. Material e Métodos	27
3. Resultados	29
4. Discussão	39
5. Conclusões	45
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
Referências	49
APÊNDICES	54

I. INTRODUÇÃO

Os ambientes marinhos são classificados com base na profundidade da coluna d'água, que influencia as correntes oceânicas. Além disso, podem ser categorizados conforme a proximidade da margem continental, sendo divididos em: ambiente costeiro, composto por deltas e praias; margem continental, onde se encontram a plataforma e o talude continental; e ambiente de mar profundo, que abrange a planície abissal e a elevação continental (DIETZ, 1961; AYRES *et al.*, 2009)

As plataformas continentais representam um ambiente de transição entre o continente e o oceano profundo, onde a topografia é moldada pela deposição de sedimentos e pela ação de ondas e correntes. Elas se estendem desde áreas rasas, influenciadas por processos costeiros, até o limite do talude continental, onde predominam processos oceânicos. Por serem a porção mais rasa do oceano, abrigam recursos econômicos importantes, como minerais, petróleo, gás natural e recursos pesqueiros, além de grandes complexos portuários e industriais próximos à costa. (EMERY, 1968; NASCIMENTO, 2014)

Nas regiões mais rasas próximas à linha costeira, é possível encontrar estruturas sedimentares características, como estratificações cruzadas e marcas de ondas. Os depósitos sedimentares marinhos possuem diversas origens, incluindo sedimentos siliciclásticos transportados pelos rios (alóctones), materiais biogênicos derivados de organismos marinhos e sedimentos autigênicos formados no próprio ambiente pela precipitação de sais da água do mar (MELO, 2019).

Com base nos processos sedimentares atuantes, as plataformas continentais podem ser classificadas em dois tipos principais. As plataformas autóctones, como as do Nordeste do Brasil que recebem sedimentos predominantemente do retrabalhamento *in situ* de depósitos pretéritos, conhecidos como sedimentos relíquias. Já as plataformas alóctones, como as do Norte do Brasil, são parcialmente abastecidas por sedimentos modernos, transportados principalmente do rio Amazonas AGUIAR, 2014).

Quanto à composição dos sedimentos, as plataformas podem ser subdivididas em plataformas siliciclásticas, como do Norte caracterizadas pelo predomínio de sedimentos silicosos, e plataformas carbonáticas, onde predominam os sedimentos carbonáticos, como ocorre em diversas áreas do Nordeste brasileiro. (VITAL *et al.* (2005).

Por estar localizado no oceano Atlântico Sul e apresentar um limite divergente, de placas tectônicas a borda limite da plataforma continental da Bacia de Barreirinhas é classificada como tipo passiva. Nestes tipos de margem, as regiões de plataforma continental oscilam em decorrência das variações eustáticas do nível do mar, onde sua área cresce a medida que o nível do mar sobe e diminui quando o nível do mar desce (HARRIS *et al.*, 2014; MELO, 2019).

Os depósitos sedimentares das margens continentais concentram cerca de 90% dos recursos marinhos economicamente importantes, como os combustíveis fósseis e os minerais (BARCELLOS *et al.*, 2020) e representam desafios e oportunidades para os estados costeiros. Através de atividades humanas de transportes, a pesca artesanal e industrial, o turismo, e a pesquisa. Na margem continental do Maranhão a expansão das atividades portuárias aumentou o interesse por estudos que ainda estão em fase inicial, baseados em sedimentologia, batimetria e geomorfologia (BANHA *et al.*, 2022).

Estudos na plataforma continental brasileira são ainda pouco desenvolvidos, principalmente no Norte/Nordeste do Brasil (VITAL *et al.*, 2005) em particular no Maranhão, cuja a carência de dados dificulta o estabelecimento de políticas e estratégias governamentais relativas à utilização dos recursos naturais (bióticos e abióticos) da plataforma continental (FREIRE *et al.*, 2002).

Pretendendo diminuir esta carência na literatura, este trabalho teve como objetivo reunir as informações existentes sobre a cobertura sedimentar da plataforma continental da Bacia de Barreirinhas que pode ser dividida em plataforma continental interna, até a isóbata de 25 m, onde possui relevo complexo com depressões e bancos arenosos denominados de Depressão Maranhense, que se distribuem perpendicular ou obliquamente à linha de costa, e paralelos as correntes de maré (KOWSMANN, 1979).

A plataforma continental média que ocorre entre 25 m e 50 m, basicamente com feições erosivas, incluindo pequenos canais descontínuos, e vales (AMARAL, *et al.*, 2007), com a presença principalmente de areia fina e areia média, já a plataforma continental externa, situa-se entre 50 m até a quebra, que partir de 85 e 100 metros de profundidade (GUALBERTO, 2005), apresentando morfologia irregular com formações carbonáticas, vale destacar que a plataforma do Maranhão, é reconhecida como um dos maiores ambientes de deposição carbonática do mundo (AGUIAR, 2014), com destaque em especial o Parque Estadual Marinho Manuel Luiz (AMARAL, *et al.*, 2007).

Os parâmetros que controlam a sedimentação carbonática de áreas marinhas rasas são a circulação oceânica, salinidade, temperatura, profundidade, descargas fluviais, sólidos totais em suspensão e transparência, em águas tropicais rasas os sedimentos produzidos por algas calcárias são abundantes; estes carbonatos são principalmente produzidos pela desintegração dos esqueletos de organismos bentônicos, como corais, equinoides, moluscos, foraminíferos bentônicos e algas calcárias, principalmente do gênero *Lithothamnium*, (NASCIMENTO *et al.*, 2010; AGUIAR, 2014).

Para a formação de sedimentos orgânicos no leito deste ambiente altamente dinâmico e complexo composta por biodetritos de fitoplâncton incluindo diatomáceas e dinoflagelados, zooplâncton: como pequenos crustáceos, influenciados por fatores de dinâmica sedimentar, pela morte destes organismos além de animais bentônicos que após a morte despositam no fundo marinho CARREIRA *et al.*, 2012).

Áreas com baixa hidrodinâmica permitem a sedimentação de partículas finas e matéria orgânica. A caracterização da matéria orgânica sedimentar (MOS) é essencial para estudos ambientais, contribuindo para a compreensão do ciclo do carbono e do destino dessa matéria no ambiente marinho (HEDGES & KEIL 1995 CARREIRA *et al.*, 2012; BARCELLOS *et al.*, 2020).

Durante a última Transgressão Marinha Pós-Glacial (TMP) que resultou no aumento do nível relativo do mar, em grandes inundações e também uma baixa taxa de sedimentação no litoral do Maranhão que resultou com a formação de amplas baías estuarinas como as formações da baía de São José e São Marcos e também a formação de declividades mais elevadas possibilitando o acesso de navios para navegação no canal de acesso hidroviário do Complexo Portuário. No entanto, o aporte de sedimentos do Delta do Parnaíba, durante estas e outras transgressões marinhas trazidos por correntes longitudinais com ajuda de ventos alísios e à deriva litorânea acaba gerando desafios como a migração de bancos arenosos (*sand ridges*) (WARNER *et al.*, 2014), para a entrada da baía que podem estar impactando no tráfico hidroviário do Complexo Portuário do Itaqui.

Portanto compreender a dinâmica sedimentar da Plataforma Continental da bacia de Barreirinhas (PCBB) bem como sua granulometria, utilizando ferramentas que ajudam a entender a configuração do relevo submarino desta área, como a textura, origem, erosão, transporte e sedimentação destas partículas, a fim de compreender sua dinâmica, com o ambiente, é essencial para identificar fácies sedimentares, entender o impacto da pesca no habitat benthico e outras comunidades biológicas, encontrar fontes de material possível

de ser dragado e possível reconstrução de praias, localizar recursos minerais estratégicos, determinar locais para instalação de cabos submarinos e outras estruturas, , além de planejar estratégias para minimizar os impactos no ambiente

Nessa perspectiva, a dissertação foi estruturada da seguinte forma: I. INTRODUÇÃO, II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, III. CAPÍTULO 1 intitulado “Caracterização faciológica da cobertura sedimentar da plataforma continental da Bacia de Barreirinhas – Margem Equatorial do Brasil”, de acordo com as Normas da Revista Brasileira de Geomorfologia.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Margem Equatorial formou-se durante o Mesozóico, a bacia de barreirinhas teve sua origem a partir do processo de separação do oceano Atlântico Sul, com base no padrão de anomalias magnéticas (VINE & MATTHEWS, 1963), foi estimado que o grande evento tectônico responsável pela abertura do Atlântico Sul ocorreu entre o Cretáceo e o Cretáceo Inferior (RAMÍRES *et al.*, 2015).

Por volta do Cretáceo Superior, teve início a formação do estágio de *rifte* e subsequente dilatação da crosta continental do Gondwana, o processo que culminou na formação da Dorsal Mesoatlântica, pela expansão do fundo oceânico, causada por convecção profunda do manto terrestre (HESS, 1962) Este processo de rifteamento e a desagregação continental envolvem interações complexas de processos tectônicos, magmáticos, geodinâmicos e sedimentares (DRAGOI-STAVAR & HALL, 2009). Ao término desta fase, o assoalho oceânico teve seu processo de expansão e o avanço deste processo permitiu a separação dos continentes no oceano juvenil. A entrada das águas marinhas vindas de outras partes da Terra, marcou o início do estágio transicional para o oceano maduro (WEGENER, 1966)

Este processo, combinado com o clima quente da região equatorial e taxas de precipitação e evaporação, favoreceu a concentração de sais no então recém-formado oceano (SOARES JÚNIOR, *et al.*, 2007; DE WIT. *et al.*, 2008; GOES & JUNIOR, 2017). À medida que as placas tectônicas se afastavam umas das outras, houve também a formação das margens continentais do tipo “passivas” do Oceano Atlântico (SCHOBENHAUS & NEVES, 2003) as formações destas margens são comuns em áreas onde há divergência (separação) da tectônica de placas.

Após a formação do Oceano Atlântico e as margens continentais, o planeta experimentou flutuações no nível do mar devido a ciclos glaciais e interglaciais (FOYLE

& OERTEL 1997), durante o período Quaternário, que abrange os últimos 2,6 milhões de anos, os depósitos de plataforma, que formam a maior parte da margem continental, foram controlados principalmente pelas mudanças no nível do mar (CHIOCCI, 2014).

Essas flutuações influenciaram diretamente na exposição e submersão de áreas costeiras e plataformas, alterando a dinâmica sedimentar e moldando a paisagem ao longo do tempo. Por exemplo, durante os períodos de baixo nível do mar, vastas extensões de terra ficavam expostas, permitindo a formação de extensas planícies costeiras e a erosão das feições associadas aos vales fluviais. Já nos períodos de transgressões marinhas, áreas costeiras eram inundadas, levando à formação de estuários e lagoas costeiras (CARTER & WOODROFFE 1994).

Os processos que modelam a sedimentação nas plataformas continentais durante o Quaternário, são complexos e resultaram da interação entre fatores geodinâmicos, fontes sedimentares, climáticos e hidrodinâmicos, por exemplo do Cabo Orange no Amazonas até o Delta do Parnaíba (Maranhão/Piauí), as características do relevo incluem vales submarinos e cânions, um relevo extremamente complexo, onde as características costeiras geralmente avançam sobre a plataforma interna.

Esses processos morfodinâmicos que ocorrem na margem equatorial onde a paisagem costeira é caracterizada por uma variedade de feições geomorfológicas distintas, entre elas, encontram-se praias arenosas baixas, recifes de arenito, sistemas estuarinos complexos, lagoas costeiras, planícies de marés, esporões arenosos (*spits*), extensos campos de dunas e planície deltaica, entre outras características (PAULA, 2013).

A textura do leito destas plataformas pode variar de areia siltosa à arenosa ou silte na proximidade de grandes sistemas fluviais, ou com sedimentos carbonáticos com textura mais rugosa em plataformas externas (DO NASCIMENTO 2024; GOMES, BECK & EICHLERADE, 2024).

Além dos fatores mencionados, como a ação das ondas e correntes costeiras que são os principais agentes de transporte de sedimentos (BOGGS; *et al.*, 2012), a influência dos rios, e as variações do nível do mar ao longo do tempo desempenharam um papel significativo na formação e evolução dessas paisagens (PAULA, 2013).

Apesar disso, existe uma distinção sedimentológica marcante em direção da plataforma continental interna e média, que segundo Gualberto (2005) são categorizadas principalmente como a areia com cascalho, com esta última predominando na plataforma continental interna. Estes sedimentos mais arenosos estão associados ao perfil mais energético de ondas tocando o fundo da plataforma, o qual determina a composição e o

tamanho da sedimentação superficial afetando a textura do leito (tamanho de grãos e classificação) (WRIGHT *et al.*, 2001).

Da mesma forma, a dispersão exerce um controle sobre as áreas de deposição ou erosão. Em plataformas continentais, o comprimento e amplitude das ondas incidentes podem dominar a tensão de cisalhamento do leito, especialmente em áreas com menores profundidades e declividades mais altas. Os gradientes na tensão de cisalhamento podem influenciar a distribuição dos sedimentos ao longo das plataformas continentais (NITTROUER & WRIGHT 1994).

Por outro lado, existe a dependência das fontes sedimentares e da litologia das áreas terrestres adjacentes (MARTINS *et al.*, 2012), a exemplo os grandes rios que afluem na MEQ Brasileira, contribuindo para depósitos de lama nas plataformas, pois carregam uma grande quantidade de sedimentos, incluindo partículas finas de silte e argila (HARRIS & WIBERG, 2002), uma vez na desembocadura, os sedimentos transportados são retrabalhados pelas ondas e correntes marítimas, e se acumulam conforme o nível hidrodinâmico (FIGUEIREDO 2016).

A PCBB apresenta uma forma geomorfológica com fácies sedimentares irregulares (DA SILVA, 2018), evidenciada por bancos de areia submersos, vales incisos e cânions. Essa região é caracterizada como uma área de alta energia de maré (GOES & JUNIOR 2017). Os processos eólicos e as correntes litorâneas têm grande influência no relevo costeiro e na plataforma continental interna do litoral do Maranhão. Eles afetam a seleção de sedimentos, principalmente através dos ventos alísios, que dependendo de sua intensidade podem impulsionar correntes superficiais e influenciar a dinâmica sedimentar na plataforma (GUALBERTO, 2005).

As massas d'água mudam com a sazonalidade, pois durante o período seco, a diminuição das chuvas e a consequente redução do fluxo dos rios, combinada com a alta taxa de evaporação, resulta na predominância da Água Tropical, uma massa d'água tipicamente oceânica. No período chuvoso, a situação se inverte, com a presença de águas continentais, embora sua influência na plataforma continental do Maranhão seja limitada (PONTES *et al.*, 2008). Ainda segundo Pontes (2008), no período seco a temperatura da água é de 28,7°C, a salinidade varia entre 35 e 37. Durante o período chuvoso, ocorrem quatro massas d'água na plataforma continental do Maranhão: Água Costeira, Água de Mistura, Água Tropical e Água Central do Atlântico Sul.

Observa-se que o caráter sazonal das chuvas resulta em maior carreamento de sedimentos para a zona costeira e conseqüentemente para as plataformas continentais através dos rios adjacentes (AURIN; MANNINO; FRANZ, 2013).

Portanto, ao considerar a evolução da PCBB é crucial levar em conta não apenas os processos contemporâneos, mas também as influências das variações do nível do mar ao longo de escalas de tempo geológicas. Essa compreensão holística é essencial em face dos desafios apresentados pelas mudanças climáticas e pela elevação do nível do mar observada nos tempos modernos.

Diferentes métodos e técnicas são utilizados para analisar e classificar sedimentos marinhos, alguns fatores cruciais incluem a densidade, dimensão, configuração e textura superficial das partículas, juntamente com a distribuição granulométrica dos sedimentos, (DIAS, 2004; CAMPOS, 2017). Essas diferentes abordagens permitem a representação de diferentes condições hidrodinâmicas nos ambientes marinhos, facilitando sua interpretação.

Assim, o método de estudo utilizado para definir os padrões de transporte de sedimento como descrito por Rubey, 1933; Shields, 1936; Einstein, 1950; & Bagnold, 1966). é o modelo de tendência direcional de transporte de sedimentos (Grain-size trend analysis – GSTA), que se baseia na análise da variabilidade espacial dos parâmetros granulométricos – média (μ), seleção (σ) e assimetria (Sk) (POIZOT, MÉAR, BISCARA 2008; O'SHEA & MURPHY 2016; CAMPOS & GUERRA 2020). Este modelo pressupõe que as tendências sedimentares são respostas a uma variedade de processos incluindo abrasão, transporte seletivo e adição de partículas produzidas localmente (CAMPOS & GUERRA 2020). Poizot & Méar (2010) desenvolveram um complemento do GSTA, o *GisedTrend*, que acoplado ao programa *QGIS*, consiste numa modificação dos métodos de Le Roux (1994) e Gao & Collins (1991; 1992). Estes processos de transporte, podem indicar a condição paleoclimática do ambiente de deposição sedimentar

Alterações em estatísticas granulométricas, como média seleção e assimetria, ajudam a entender o transporte de sedimentos. Um modelo simples sugere que, durante a erosão, grãos menores são mais propensos ao transporte, tornando os sedimentos transportados mais finos e negativamente enviesados, enquanto os remanescentes ficam mais grossos. Experimentos mostram que, com maior energia, a distribuição passa de fortemente negativa para quase simétrica. Depósitos sucessivos em transporte tendem a se tornar mais finos e enviesados com a diminuição da energia.

Referências

AGUIAR, José Edvar. **Contribuição ao estudo da mineralogia de sedimentos na plataforma continental dos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão através da microscopia analítica SEM/EDS**. p. 173, 2014.

AMARAL, Fernanda Duarte; LEMOS, Marcos Daniel Nunes; REIS, Roberto Pereira; PONCE, Juan Antonio. Corais e hidróides calcificados do Parque Estadual Marinho Manuel Luiz (Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil). **Biota Neotropica**, v. 7, p. 73-81, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000300008>

AURIN, Dirk; MANNINO, Antonio; FRANZ, Bryan. Spatially resolving ocean color and sediment dispersion in river plumes, coastal systems, and continental shelf waters. **Remote Sensing of Environment**, v. 137, p. 212-225, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.06.018>

AYRES NETO, Arthur; FALCÃO, Livia Carvalho; AMARAL, Pedro Jonas Teixeira. Caracterização de ecofácies na margem continental norte Brasileira: estado do conhecimento. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 27, p. 97-106, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2009000500008>

BARCELLOS, Roberto Lima; DE OLIVEIRA, Liza Ellen Eurico; MANSO, Valdir do Amaral Vaz. Aspectos Sedimentológicos e batimétricos da plataforma continental norte de Pernambuco - Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 29, p. 2, 2004.

BARCELLOS, Roberto Lima; HESSE, Peter R.; CARRIÈRE, João Luiz. Sedimentary organic matter characterization on a tropical continental shelf in Northeastern Brazil. **International Journal of Geosciences**, v. 11, n. 6, p. 393-419, 2020. DOI: [10.4236/ijg.2020.116021](https://doi.org/10.4236/ijg.2020.116021)

BANHA, Thomás NS; CARVALHO, Luiz Renato Costa; SILVA, Beatriz Andrade da. The Great Amazon Reef System: A fact. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, p. 1088956, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1088956>

BOGGS, S. **Principles of sedimentology and stratigraphy**. 4. ed. Pearson Prentice Hall, 2006. p.262

CARTER, Richard William Gale; WOODROFFE, Colin David. Coastal evolution: Late Quaternary shoreline morphodynamics. **Cambridge University Press**, 1994. 517 p.

CARREIRA, Rafael Silva; SANTOS, Alcides Pinheiro dos. Geoquímica orgânica de sedimentos marinhos: processos de deposição e preservação da matéria orgânica. In: HATJE, Vagner; BARBOSA, Lidiane Azevedo (org.). **Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos**. Salvador: EDUFBA, 2012. p. 123–145.

CHIOCCI, Francesco L.; CHIVAS, Allan R. An overview of the continental shelves of the world. **Geological Society**, London, *Memoirs*, v. 41, n. 1, p. 1-5, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1144/M41.1>

DA SILVA, Polyana Sá Menezes. **Dinâmica Costeira do Litoral De Tutóia (MA), a partir da Análise Multitemporal de Imagens de Satélite e do Uso de Geoprocessamento**. Tese de Doutorado. PUC-Rio, 2018. 250 p.

DE OLIVEIRA, Allan de Oliveira. Caracterização Sedimentar e Aplicação do Diagrama de Pejrup para Interpretação da Dinâmica em uma Enseada Estuarina na Lagoa dos Patos/Brasil. **Geographia Meridionalis**, v. 1, n. 2, p. 363-383, 2015.

DE WIT, Maarten J.; HARTMANN, Danilo L.; PEREIRA, Silvia Costa. Pre-Cenozoic correlations across the South Atlantic region: (the ties that bind). **The Geological Society of London**, v. 294, n. 1, p. 1-8, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1144/SP294.1>

DIAS, João A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos**. Universidade do Algarve, 2004. 76 p.

DIETZ, Robert S. Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. **Nature**, v. 190, n. 4779, p. 854-857, 1961.

DO NASCIMENTO Silva, Luana Lima; GOMES C, Maria Paula; BECK, Paola Pinto. Late Holocene geochemical signature of inter reef mixed sediments on the northeastern Brazilian outer shelf. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 15, p. 104-118, 2024.

DRAGOI-STAVAR, Diana; HALL, Stuart. Gravity modeling of the ocean-continent transition along the South Atlantic margins. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**, v. 114, n. B9, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1029/2008JB006014>.

EINSTEIN, Hans A. The Bed-Load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows. Washington, D.C.: **United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service**, 1950. 102 p.

EMERY, K. O. **Relict sediments on continental shelves of world**. AAPG Bulletin, v. 52, n. 3, p. 445-464, 1968. DOI: <https://doi.org/10.1306/5D25C2E7-16C1-11D7-8645-000102C1865D>

FIGUEIREDO JR, Alberto G.; CARNEIRO, Juliane Castro; SANTOS FILHO, João Regis dos. Santos Basin continental shelf morphology, sedimentology, and slope sediment distribution. **Ocean and Coastal Research**, v. 71, p. e23007, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2675-2824071.22064agfj>

FIGUEIREDO JR, Alberto Garcia; SILVA, José Roberto da Costa. Continental shelf geomorphology and sedimentology. In: **Geology and geomorphology**. Campus, p. 13-31, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-85-352-8444-7.50009-3>

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

FONSECA, Chayane Vitória Felix. **Caracterização tectono-deposicional do Alto de Tutóia na porção submersa da Bacia de Barreirinhas-Margem Equatorial do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022. 54 p.

FOYLE, Anthony M.; OERTEL, George F. Transgressive systems tract development and incised-valley fills within a Quaternary estuary-shelf system: Virginia inner shelf, USA. **Marine Geology**, v. 137, n. 3-4, p. 227-249, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(96\)00092-8](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(96)00092-8)

GAO, S.; COLLINS, M. Net sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of “transport vectors”. **Sedimentary Geology**, v. 80, p. 47-60, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(92\)90055-V](https://doi.org/10.1016/0037-0738(92)90055-V)

GUALBERTO, Lílian Poliana Sousa; EL-ROBRINI, Maâmar. Faciologia da cobertura sedimentar superficial da plataforma continental do Maranhão. **Estudos Geológicos**, v. 15, p. 234-243, 2005.

HARRIS, Courtney K.; WIBERG, Patricia. Across-shelf sediment transport: Interactions between suspended sediment and bed sediment. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 107, n. C1, p. 8-1-8-12, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1029/2000JC000634>

HESS, Harry H. "History of Ocean Basins." *Petrologic Studies: A Volume in Honor of A. F. Buddington*, **Geological Society of America**, 1962, pp. 599–620. DOI: <https://doi.org/10.1130/Petrologic.1962.599>

HEDGES, John I.; KEIL, Richard G. Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Marine Chemistry*, v. 49, n. 2-3, p. 81-115, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4203\(95\)00008-F](https://doi.org/10.1016/0304-4203(95)00008-F)

JAYARAJ, K. A.; GUPTA, R. S.; SHARMA, R. Sedimentology of continental margin sediments off the west coast of India. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 77, n. 4, p. 743-754, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.11.016>

KOWSMANN, Renato Oscar; COSTA, Márcio Paulo de Ataíde. **Bancos arenosos holocênicos da plataforma continental brasileira.** (Relatório Técnico do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo). 1979. 150 p.

LE ROUX, J.P. An alternative approach to the identification of sand sediment transport paths based on a grain size trends. *Sedimentary Geology*, v. 94, p. 97–107, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(94\)90149-X](https://doi.org/10.1016/0037-0738(94)90149-X)

LEOPOLD, Luna B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. Fluvial processes in geomorphology. *Courier Dover Publications*, v. 2, n. 2, p. 544, 2020.

LIMA, R. M. F.; LUZ, J. A. M. D. Análise granulométrica por técnicas que se baseiam na sedimentação gravitacional: Lei de Stokes. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 54, p. 155-159, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672001000200014>

LUDWIG, Wolfgang; PROBST, Jean-Luc. River sediment discharge to the oceans: present-day controls and global budgets. *American Journal of Science*, v. 2, p. 265-295, 1998.

MARTINS, R.; SILVA, T. R.; GOMES, M. F.; FERREIRA, L. L.; AMARAL, R. S.; et al. Sedimentary and geochemical characterization and provenance of the Portuguese continental shelf soft-bottom sediments. *Journal of Marine Systems*, v. 91, n. 1, p. 41-52, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2011.09.011>

MELO, Maria Cristina da Silva Sales de. **Estudo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica sedimentar na plataforma continental interna e média de Pernambuco.** .Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2019. 235 p

NASCIMENTO, Fernanda Souza do; FREIRE, George Satander Sá; MIOLA, Brígida. Geochemistry of marine sediments of the Brazilian Northeastern continental shelf. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 58, p. 01-11, 2010.

NASCIMENTO, Andrea Alves do. **Sedimentação holocênica na plataforma continental de Sergipe, Nordeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014. 132 p.

NITTROUER, Charles A.; WRIGHT, L. Donelson. Transport of particles across continental shelves. **Reviews of Geophysics**, v. 32, n. 1, p. 85-113, 1994. DOI:<https://doi.org/10.1029/93RG02603>

NITTROUER, Charles A.; BAKER, Edward T.; O'HARA, Scott; PARKER, Gregory; STORMS, Lyle. (Ed.). Continental margin sedimentation: from sediment transport to sequence stratigraphy. **John Wiley & Sons**, 2009. 549 p.

O'SHEA, Michael; MURPHY, Jimmy. The validation of a new GSTA case in a dynamic coastal environment using morphodynamic modelling and bathymetric monitoring. **Journal of marine Science and Engineering**, v. 4, n. 1, p. 27, 2016. . DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse4010027>

PAULA, Jorge Eduardo de Abreu. **Dinâmica morfológica da planície costeira do estado do Piauí: evolução, comportamento dos processos costeiros e a variação da linha de costa**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. 277 p.

PONTES, P. H. P.; EL-ROBRINI, M.; KAMPEL, M. Ocorrência Sazonal de Massas d'água na Plataforma Continental do Maranhão. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA – CBO'2008; CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE OCEANOGRAFIA – I CIAO**, 3., 1., 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: CBO, 2008. p. 1–4.

POIZOT, Emmanuel; MÉAR, Yann; BISCARA, Laurie. Sediment Trend Analysis through the variation of granulometric parameters: A review of theories and applications. **Earth-Science Reviews**, v. 86, n. 1-4, p. 15-41, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.07.004>

POIZOT, Emmanuel; MÉAR, Y. Using a GIS to enhance grain size trend analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 25, n. 4, p. 513-525, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.10.002>

RAMIRES, Nathan Abner Diniz; SILVA, Aline Costa da; SOUZA, Jussara de Oliveira; MENDES, Ana Paula Moreira; CASTRO, Felipe dos Santos. Bacia do Barreirinhas – Dificuldades de delimitação frente à indústria do petróleo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s.l.], v. 8, n. 6, p. 2015.

SCHOBENHAUS, C.; BRITO NEVES, B. B. Geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana. Brasília: CPRM – **Serviço Geológico do Brasil**, 2003. p.42

SUGUÍO, Kenitiro; LIMA, Edson Figueiredo; MENDES, Paulo Lúcio; MARIANI, Eliane Vasconcelos. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. Oficina de textos, 352 p. 2017.

VITAL, Helenice; SILVEIRA, Iracema Miranda da; AMARO, Venerando Eustáquio. Carta sedimentológica da plataforma continental brasileira: área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, p. 233-241, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000300003>

VINE, F. J.; MATTHEWS, D. H. Magnetic Anomalies Over Oceanic Ridges. **Nature**, v. 199, n. 4897, p. 947-949, 1963. DOI: <https://doi.org/10.7208/9780226284163-023>

WRIGHT, L. D.; MASTERSON, J. F.; STOKES, P. J. Effects of ambient currents and waves on gravity-driven sediment transport on continental shelves. **Marine Geology**, v. 175, n. 1-4, p. 25-45, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(01\)00140-2](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(01)00140-2)

WARNER, John C.; HUTTON, A.; LIPSKY, P.; LING, X. Inner-shelf circulation and sediment dynamics on a series of shoreface-connected ridges offshore of Fire Island, NY. **Ocean Dynamics**, v. 64, p. 1767-1781, 2014.

WEGENER, Alfred. **The origin of continents and oceans**. Courier Corporation, 246 p., 1966.

III. Capítulo 1

Artigo de Pesquisa

Caracterização faciológica da cobertura sedimentar da plataforma continental da Bacia de Barreirinhas

Faciological characterization of the sedimentary cover of the Barreirinhas

Basin continental shelf

Nome Sobrenome ¹, Nome Sobrenome ² e Nome Sobrenome ² **Preencher após aceite**

¹Instituição, Departamento, Cidade, País. E-mail. **Preencher após aceite**

Recebido: data; Aceito: data; Publicado: data

Resumo: A Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas está situada entre os meridianos de 44° W e 42° W e os paralelos de 0° S e 3° S. É um ambiente complexo que possui geometria e morfologia irregular, com baixo fluxo de águas fluviais e grande amplitude de marés (3,75 m). O presente estudo teve como objetivo a classificação e caracterização dos sedimentos marinhos (granulometria e morfoscopia) e tendências de transporte sedimentar a partir do modelo *Multi Sediment Trend Analysis* (MSTA). A cobertura sedimentar desta plataforma é constituída principalmente por areias quartzosas, no entanto duas fácies distintas foram reconhecidas uma terrígena e outra biogênica, sendo a primeira predominante na plataforma continental interna e a segunda na plataforma externa. Sedimentos lamosos anteriores a Última Transgressão Marinha Pós-Glacial puderam ser reconhecidos, e atualmente encontram-se em franco processo erosivo. A batimetria dentro do grid amostral exibe bancos arenosos em profundidades rasas e evidências de cânions submarinos na plataforma externa em conexão com a quebra da plataforma. O modelo MSTa indicou uma tendência de transporte tanto da plataforma interna como da plataforma externa convergindo a plataforma média, como resultado de uma melhora na seleção granulométrica.

Palavras-chave: Sedimentologia; Ambientes marinhos; Depósitos sedimentares

Abstract: The Barreirinhas Basin Continental Shelf is located approximately between the 44° W and 42° W meridians and the 0° S and 3° S parallels. It is a complex environment with irregular geometry and morphology, low river flow and a large tidal range (3.75 m). The aim of this study was to classify and characterize marine sediments (granulometry and morphoscopy) and sediment transport trends using the Multi Sediment Trend Analysis (MSTA) model. The surface sedimentary cover of this platform consists mainly of quartz sands. Based on carbonate concentrations, two sedimentary facies were recognized, one terrigenous and one biogenic, the former predominating on the inner continental shelf and the latter on the outer shelf. Muddy sediments from before the Last Postglacial Marine Transgression could be recognized, and are currently undergoing a rapid erosion process. Bathymetry within the sampling grid shows sandy banks at shallow depths and evidence of submarine canyons on the outer shelf in connection with the platform break. The MSTa model indicated a trend of transport from both the inner and outer shelf converging on the middle shelf, as a result of an improvement in particle size selection.

Keywords: Sedimentology; Marine environments; Sedimentary deposits

1. Introdução

As plataformas continentais representam um ambiente de transição entre o continente e o oceano profundo, onde a topografia é moldada pela ação de ondas e correntes as quais promovem a deposição ou erosão de sedimentos. Elas se estendem desde áreas rasas, influenciadas por processos costeiros, até o limite do talude continental, onde predominam processos oceânicos. Por serem a porção mais rasa do oceano, abrigam recursos viavelmente exploráveis, como minerais, petróleo, gás natural e recursos pesqueiros, além de representarem o acesso a complexos portuários e industriais (EMERY, 1968; NASCIMENTO, 2010; BARCELLOS *et al.*, 2020).

Com base nos processos sedimentares atuantes, as plataformas continentais podem ser classificadas em dois tipos principais: as plataformas autóctones, como as do Nordeste do Brasil que recebem sedimentos predominantemente do retrabalhamento *in situ* de depósitos pretéritos, conhecidos como sedimentos relíquias ou palimpsestos (DA SILVA, 2017); e as plataformas alóctones, como as do Norte do Brasil, são parcialmente abastecidas por sedimentos modernos, transportados principalmente do continente.

Os sedimentos marinhos de plataformas continentais possuem diversas origens, incluindo sedimentos siliciclásticos transportados pelos rios (alóctones), materiais biogênicos derivados de organismos marinhos e sedimentos autigênicos, formados no próprio ambiente de sedimentação (MELO, 2019). Quanto à composição dos sedimentos, as plataformas podem ser subdivididas em plataformas siliciclásticas, caracterizadas pelo predomínio de sedimentos arenosos, e plataformas carbonáticas, onde predominam os sedimentos carbonáticos ou bioclásticos, como ocorre em diversas áreas do Nordeste brasileiro (MUEHE & GARCEZ, 2005).

Os depósitos sedimentares em plataformas continentais, com seus recursos minerais e energéticos, concentram 90% dos recursos marinhos (BARCELLOS *et al.*, 2020) demandando desafios e oportunidades para os estados detentores de plataformas continentais. Na Plataforma Continental do Maranhão a possibilidade de produção de hidrocarbonetos na bacia de barreirinhas ampliou o interesse por estudos de batimetria, sedimentologia e geomorfologia, no entanto encontram-se todos em fase inicial (RAMIRES *et al.*, 2015; BANHA *et al.*, 2022).

Estudos na plataforma continental brasileira são ainda pouco desenvolvidos, principalmente no Norte/Nordeste do Brasil (VITAL *et al.*, 2005). Essa carência de informações dificulta o estabelecimento de políticas e estratégias governamentais relativas à utilização destes recursos naturais (bióticos e abióticos) (FREIRE *et al.*, 2002).

Somando-se a isso, existe uma crescente importância ecológica vinculada aos biomas costeiros na margem equatorial brasileira, encenando um papel crucial na preservação da biodiversidade e no equilíbrio ambiental global.

A Plataforma Continental da bacia de Barreirinhas (PCBB) apresenta uma geomorfologia com fácies sedimentares irregulares (DA SILVA, 2018), evidenciada por bancos de areia submersos, vales incisos e cânions. Essa geomorfologia é moldada por elevadas energias de maré (GOES & JUNIOR 2017), que em consonância com ventos alísios impulsionam correntes superficiais de grande influência na dinâmica sedimentar na plataforma (GUALBERTO, 2005).

A plataforma continental interna, até a isóbata de 25 m, possui relevo complexo com depressões e bancos arenosos denominados de Depressão Maranhense, que se distribuem perpendicular ou obliquamente à linha de costa, e paralelos as correntes de maré (KOWSMANN, 1979); a plataforma continental média entre 25 m e 50 m, basicamente com feições erosivas como canais descontínuos e vales (AMARAL, *et al.*, 2007); e a plataforma continental externa, situada entre 50 m até a quebra da plataforma a 85 e 100 metros (GUALBERTO, 2005), apresentando morfologia irregular com formações carbonáticas e incluindo pequenos canais. Vale destacar que a plataforma do Maranhão, é reconhecida como um dos maiores ambientes de deposição carbonática do mundo (AGUIAR, 2014), com destaque em especial o Parque Estadual Marinho Manuel Luiz.

Durante a última Transgressão Marinha Pós-Glacial (TMP) que resultou no aumento do nível relativo do mar, essas flutuações influenciaram diretamente na exposição e submersão de áreas costeiras e plataformas, alterando a dinâmica sedimentar e moldando a paisagem ao longo do tempo (SUGUÍO *et al.*, 1985), as baixas taxas de sedimentação no litoral do Maranhão formaram amplas baías estuarinas (baía de São José e São Marcos) com elevadas profundidades, o que possibilitou a instalação de um amplo complexo portuário (Porto do Itaqui). No entanto a transgressão marinha pós-glacial (TMP) perdeu força por volta de 7000 anos antes de presente (CORRÊA *et al.*, 1991) e a estabilidade que se seguiu deu início a uma regressão normal, iniciando o preenchimento do espaço de acomodação criado pela TMP (CARTER & WOODROFFE 1994). O resultado disso foi o preenchimento do Golfão Marajoara e o Golfão do Parnaíba, no Amazonas e Piauí. Já no Golfão Maranhense as taxas de sedimentação foram e são infimamente inferiores a Bacia do Amazonas e a Bacia do Parnaíba, no entanto avança

para esta fase de preenchimento como o restante da costa norte e nordeste (DA COSTA, 2019).

Portanto, compreender a dinâmica sedimentar atual da plataforma continental do Maranhão e bacia de Barreirinhas, possibilita correlacionar como as particularidades locais relacionadas ao suprimento sedimentar preenchem este amplo espaço de acomodação na dependência de variáveis climáticas e oceanográficas.

2. Área de Estudo

A Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas possui uma largura de 72 km a partir da baía do Tubarão (PONTES; EL-ROBRINI, e KAMPEL, 2008). Está situada a leste da Bacia Pará-Maranhão e a oeste da Bacia do Ceará, aproximadamente entre os meridianos de 44° e 42° W e os paralelos 0° e 3° S (FONSECA, 2022) (Figura 1). Esta região é banhada pela Corrente Norte do Brasil, uma corrente oxigenada e salina que promove um fluxo em direção noroeste (SANTOS, 2018), a temperatura média anual é de 27,5°C (DA SILVA, 2018), o regime de mesomaré chegando a 3,75 metros de altura (CHM – Centro de Hidrografia da Marinha, 2025).

As massas d'água mudam com a sazonalidade, pois durante o período seco, a diminuição das chuvas e a conseqüente redução da drenagem fluvial, combinada com a alta taxa de evaporação, resulta na predominância da Água Tropical, uma massa d'água tipicamente oceânica. Já no período chuvoso, há o aporte de águas continentais (PONTES; EL-ROBRINI, e KAMPEL, 2008). Este caráter sazonal se dá também sobre as ondas, com as maiores alturas ocorrendo de junho a dezembro (REIS *et al.*, 2024).

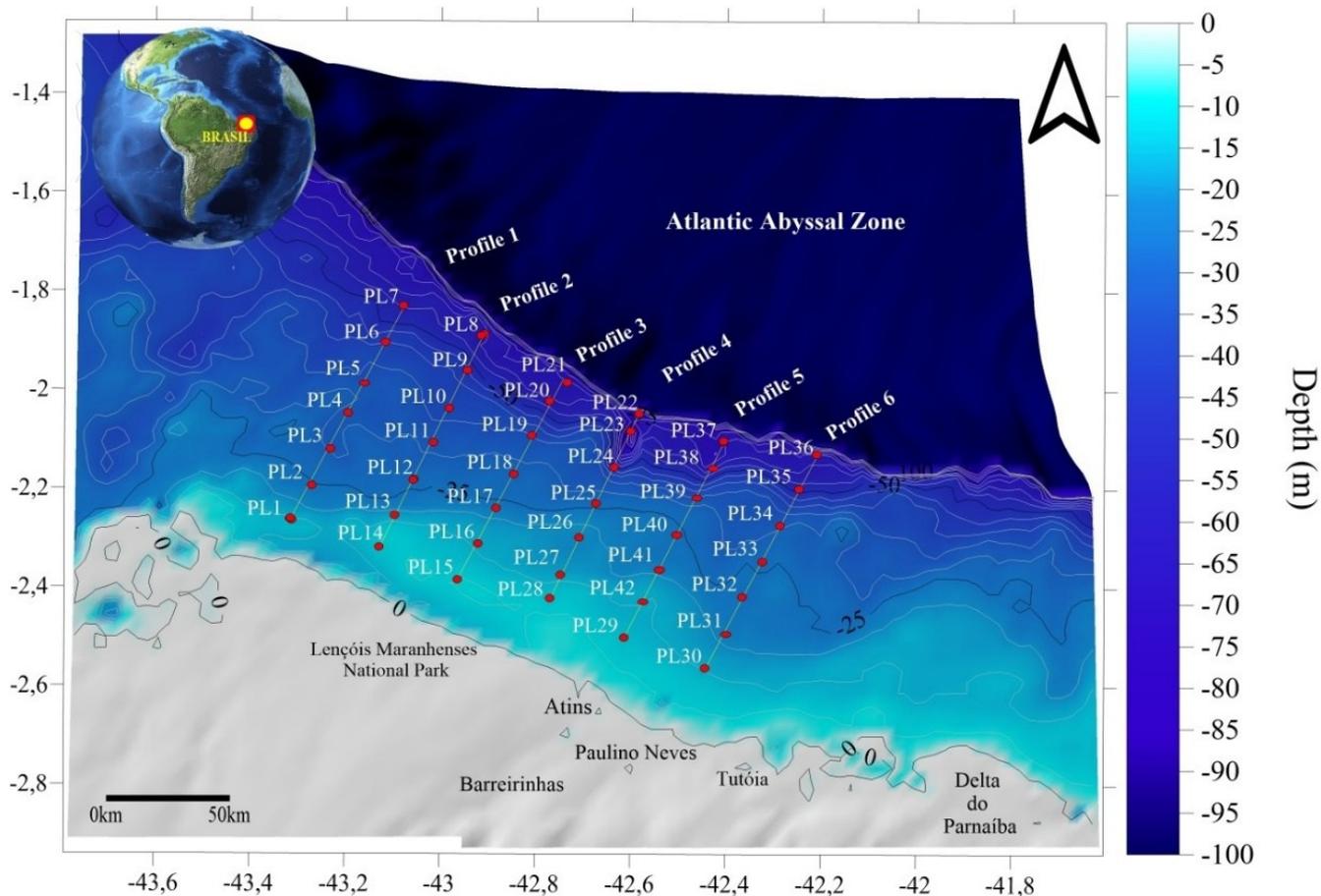


Figura 1. Mapa de localização e batimetria da área de estudo, as isóbatas estão representadas em isolinhas pretas e brancas, de 0 a 100 metros, a plataforma interna delimitada pela isóbata de até 25m, a plataforma média de 25 a 50m e a plataforma externa acima de 50m, os pontos de coleta representados por pontos vermelhos ao longo da plataforma continental (fonte: Do Autor).

2. Material e Métodos

Um total de 42 amostras de sedimentos foram coletadas com uma draga de Gibbs modificada (patente BR1020170021351) anotando os pontos de início e término de cada arraste. A amostragem foi realizada de 5 a 7 de julho de 2022 no período de transição a bordo do Navio de Ensino Flutuante Ciências do Mar II. A malha amostral compreendeu desde a plataforma interna até a quebra da plataforma, seguindo um padrão de 6 transectos intervalados por 18 km, sendo 7 pontos em cada transecto, intervalados por 9 km (figura 1).

Em laboratório as amostras foram quarteadas até alíquotas de 50 g e peneiradas com intervalos de peneiras seguindo a classificação de Wentworth (1922). Para melhor refinamento granulométrico os intervalos inferiores a 1 phi (ϕ) (Krumbein, 1934) foram submetidos a um analisador de partículas a laser (*Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer* HORIBA-LA-350). Os resultados destas análises foram

processados segundo a análise estatística descrita por Folk & Ward (1957) no software *Sysgran 4.0*® (CAMARGO, 2006) a fim de calcular a média (μ), seleção (σ), assimetria (Sk) e curtose (K). O teor de carbonato foi medido de acordo com os métodos descritos em Carver (1971) e matéria orgânica volátil em Wetzel (1975). A morfoscopia de 18 das amostras foi determinada em uma lupa binocular conforme nomenclatura de Krumbein & Sloss (1963), utilizando-se 100 grãos da fração modal de cada amostra.

Os dados de batimetria para a área de estudo foram retirados da plataforma GEBCO (*The General Bathymetric Charts of the Oceans*) e interpolados segundo o método de triangulação com interpolação linear no *Surfer 13*.

O transporte de sedimentos dentro do grid amostral foi estimado utilizando o modelo de tendência direcional de transporte de sedimentos (*Grain-size trend analysis – GSTA*), que se baseia na análise da variabilidade espacial dos parâmetros granulométricos – média (μ), seleção (σ) e assimetria (Sk) (POIZOT & MÉAR, 2008 & 2010; O'SHEA & MURPHY, 2016; CAMPOS & GUERRA, 2020). Este método pressupõe que as tendências sedimentares são respostas a uma variedade de processos, como abrasão, transporte seletivo e adição de partículas produzidas localmente (CAMPOS & GUERRA 2020). Poizot & Méar (2010) desenvolveram um complemento, o *GisedTrend*, acoplado ao programa QGIS 2.18, que consiste numa modificação dos métodos de Gao & Collins (1991, 1992) e de Le Roux (1994).

O *GisedTrend* identifica as tendências de transporte comparando os parâmetros granulométricos à sua vizinhança com base na distância entre pontos (Poizot et al., 2008). Através de um complemento chamado *Smart-map* é obtido o semivariograma e o alcance necessário para abranger os pontos de amostragem para a comparação dos parâmetros. Quando uma tendência selecionada é identificada entre as amostras, um vetor de tendência é definido na direção da amostra com melhor grau de seleção, onde os vetores maiores indicam uma maior probabilidade de uma tendência verdadeira, refletindo maior consistência estatística (GAO & COLLINS, 1992). Os parâmetros granulométricos de cada amostra são então combinados em um número adimensional, atribuindo igual importância a todos os parâmetros. A validação estatística desta distribuição vetorial é o teste não-paramétrico de Watson (1966) descrito em (LE ROUX *et al.*, 2002).

3. Resultados

3.1 *Fácies deposicionais da plataforma interna (isóbatas de 0-25m)*

A média granulométrica (μ) (figura 2) das amostras em cotas de até 25 m (plataforma interna) foram classificadas como areia fina a areia grossa (3,6 - 0,1 ϕ). A batimetria da plataforma interna corresponde a um raseamento entre perfil 1 e perfil 5 (em frente a Atins), mostrados na figura 1, mantendo a cota de 25 m alinhada leste-oeste. As declividades mínimas foram de 0,076°. No perfil 6 existe no início de um embaçamento em isóbatas de 20 a 35 m onde declividades se ampliam em direção do oceano, a média de todas as amostras nesta cota correspondeu a 1,59 ϕ , ou seja, areia média.

O parâmetro seleção sedimentar (σ) (figura 3) das amostras coletadas na plataforma interna variou de bem selecionado a pobremente selecionado (0,4-1,3 σ). As areias finas deste setor da plataforma, são bem selecionadas, enquanto as areias médias são moderadamente selecionadas. A maior parte das 17 amostras da plataforma interna é moderadamente selecionada, no entanto é nítido que a distribuição espacial deste parâmetro indica uma piora deste parâmetro limitado as isóbatas de 15-20 m. Nestas mesmas cotas em frente a Paulino Neves (figura 1), uma única amostra (PL31) teve sua classificação em areia grossa, no entanto, resulta de 35% de cascalho em sua composição.

A assimetria (Sk) (figura 4) das amostras em cota até 25 m indica a relação com a seleção sedimentar, onde as amostras com melhor seleção correspondem as assimetrias positivas (caudas da distribuição de frequências com incremento em finos), enquanto as que são menos selecionadas correspondem as assimetrias negativas (caudas da distribuição de frequências com incremento em grossos). Existe assimetria negativa desde o perfil em frente a Paulino Neves a leste do grid, cruzando a parque dos Lençóis Maranhenses. No extremo oeste existe uma assimetria positiva próximo da costa no perfil 2. Cabe destacar que esta assimetria positiva próximo da costa, apresenta certa continuidade com o perfil 4 (amostras PL26 e PL27) em frente a Atins, no entanto, este ponto é mais offshore e seus sedimentos são areias grossa e médias.

A curtose (0,4 a 1,5 K) (figura 5) foi classificada como muito platicúrtica e muito leptocúrtica. A maior parte das amostras na plataforma interna foram as amostras platicúrticas. Na borda leste do grid amostral, a amostra PL31 na isóbata de 20 m indica uma amostra de areia grossa muito platicúrtica. Pelo contrário, quanto mais próximo da costa, as amostras ficam mais leptocúrticas em concomitância a redução do diâmetro do sedimento (areias finas).

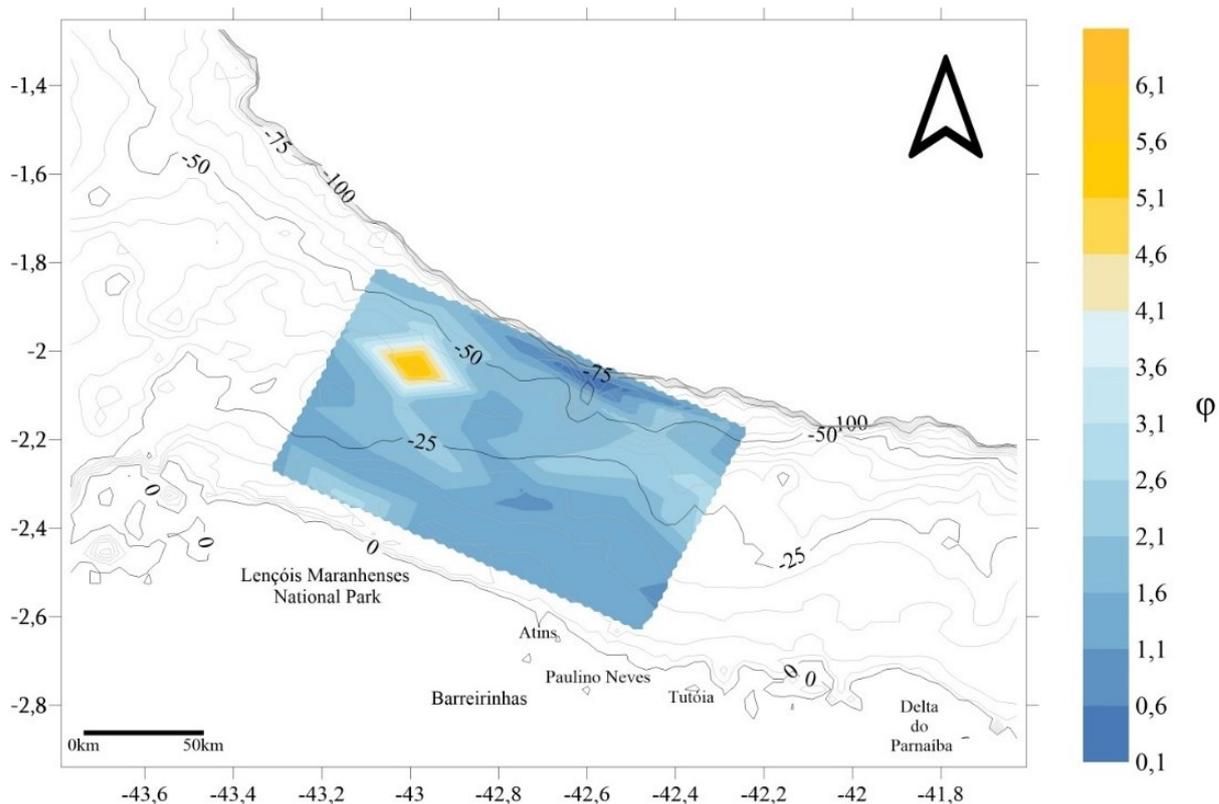


Figura 2- Representação espacial da distribuição granulométrica da média (μ), na Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas, delimitados por isóbatas de 25m, 50m e 100m. (Fonte: Do Autor)

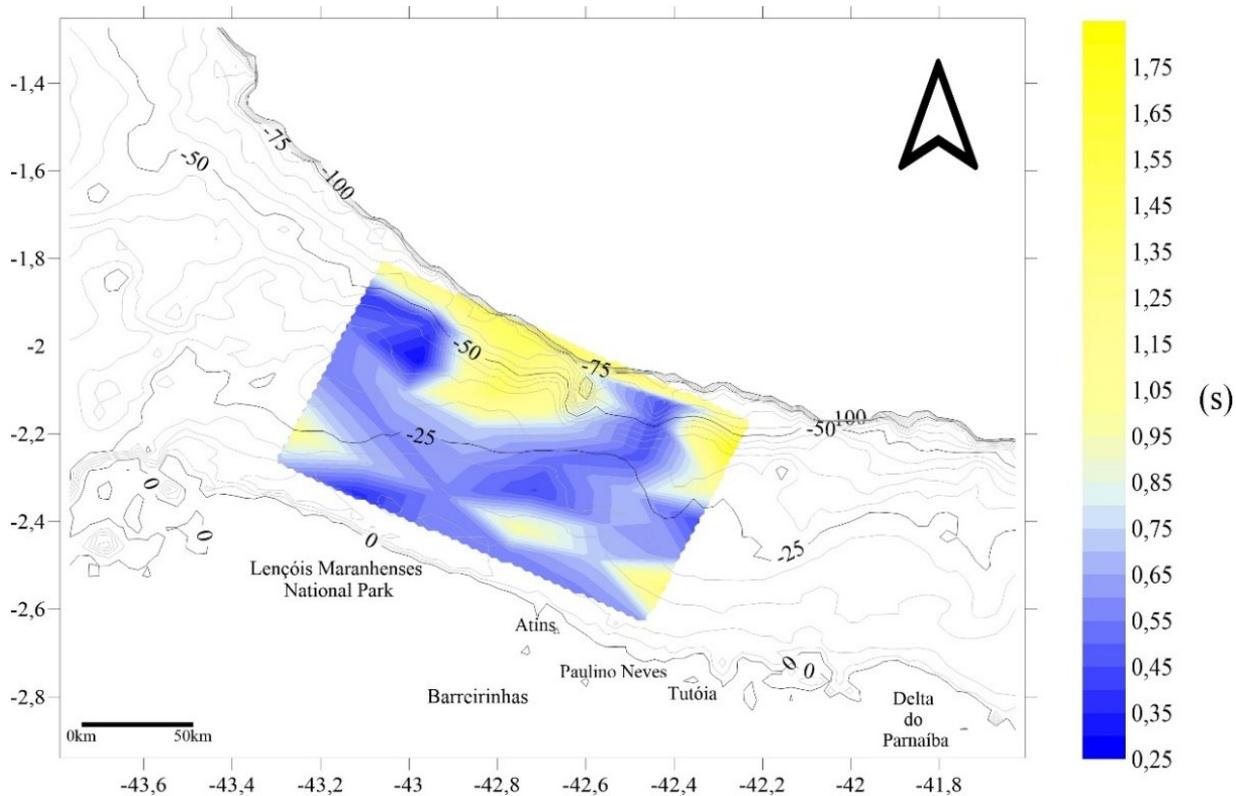


Figura 3 - Representação espacial da distribuição granulométrica da seleção sedimentar (σ), na Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas delimitados por isóbatas de 25m, 50m e 100m. (Fonte: Do Autor)

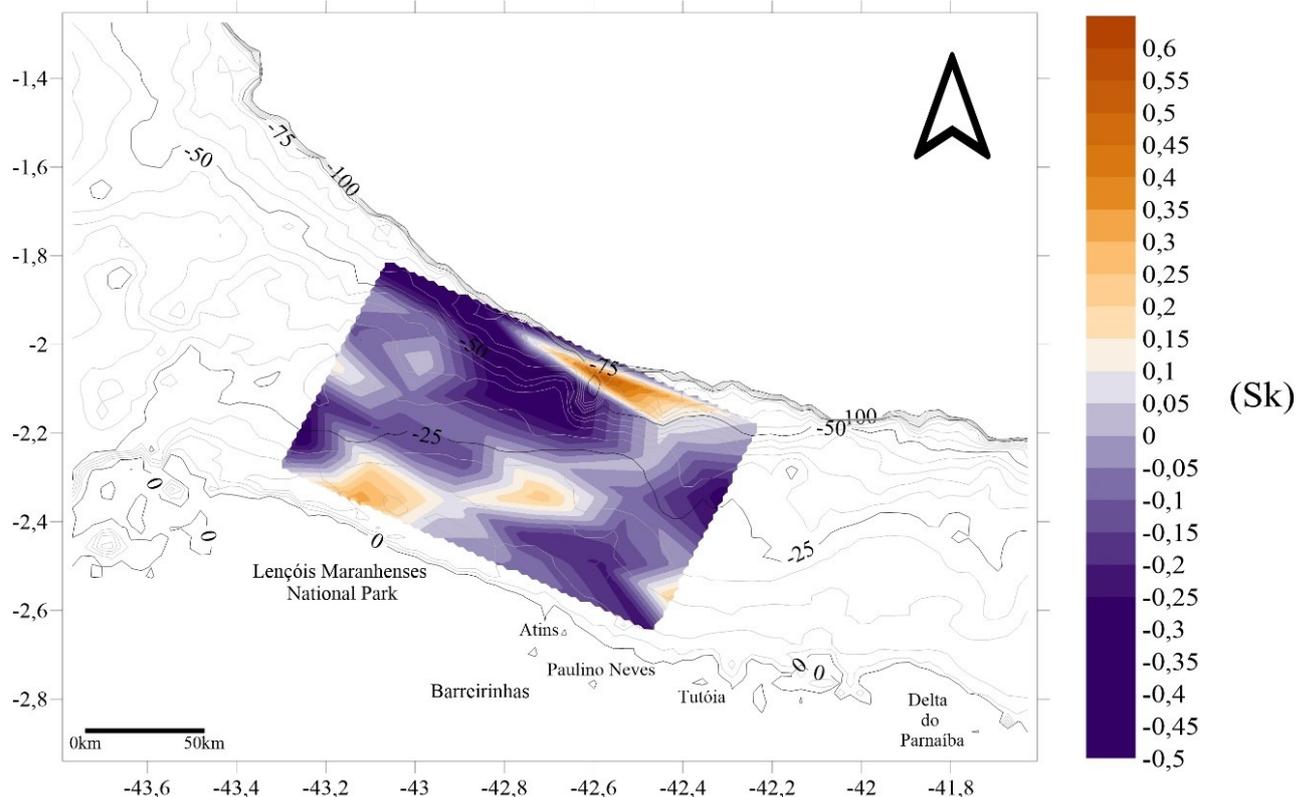


Figura 4 - Representação espacial da distribuição granulométrica do parâmetro de assimetria (Sk) na Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas delimitados por isóbatas de 25 m, 50 m e 100 m. (Fonte: Do Autor)

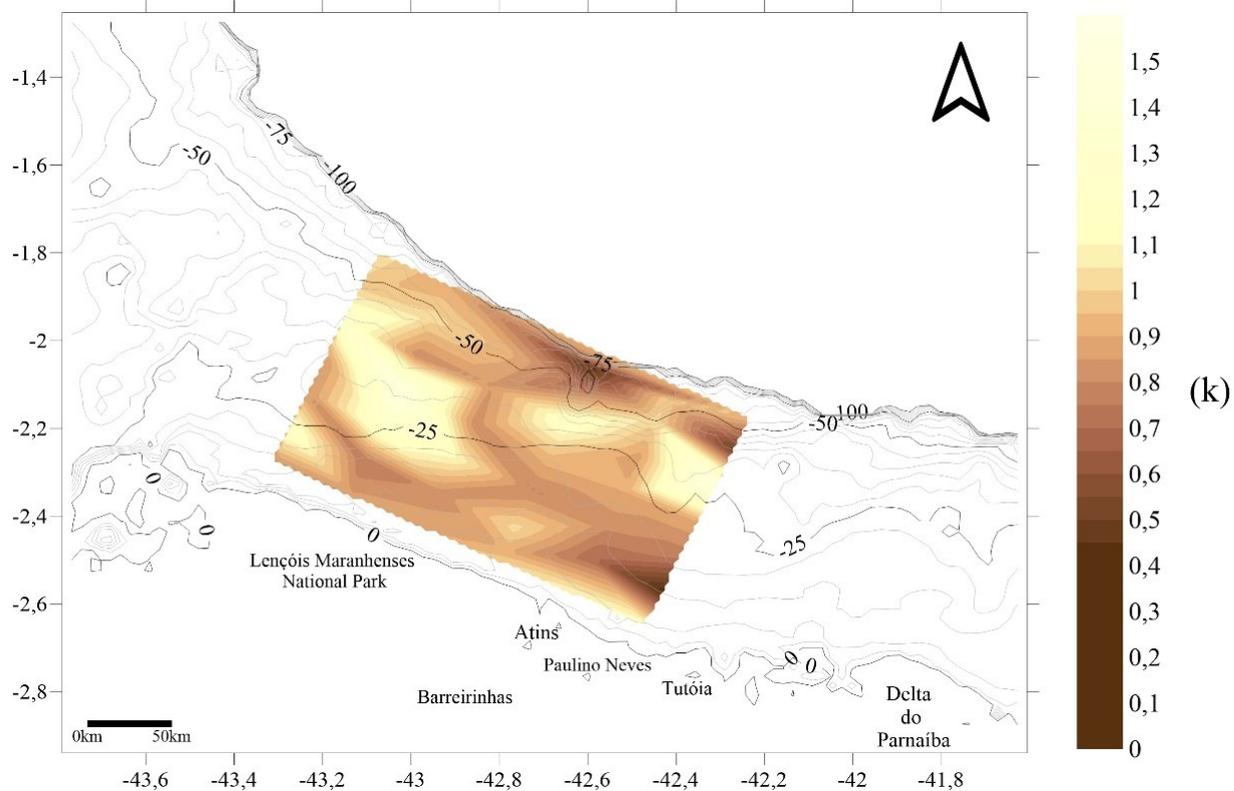


Figura 5 - Representação espacial da distribuição granulométrica do parâmetro de Curtose (K) dos sedimentos na Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas delimitados por isóbatas de 25 m, 50 m e 100 m. (Fonte: Do Autor)

3.2 *Fácies deposicionais da plataforma média (isóbatas de 25-50m)*

Entre as profundidades de 25 a 50 m, a média granulométrica (figura 2) variou de areia fina a média (1,1 a 3,0 ϕ), porém com maior dispersão na variação dos grãos em relação a plataforma interna e integrando certa quantidade de silte. A batimetria deste compartimento é expressa por um estreitamento destas cotas (25-50 m) junto dos perfis 4 e 5 (Figura 1) em frente a Atins.

Entre as isóbatas de 25 a 50 m há uma tendência de as areias finas ocuparem a borda da plataforma média, junto há maiores profundidades. Na profundidade de 36 m, existe uma amostra a PL10 que é classificada como silte fino com média em 6,3 phi (figura 2) sendo de concentração de 100% silte. As amostras de entorno deste ponto PL9, PL11 e PL19 confirmam que há influência deste silte nas outras amostras com concentrações de até 3,7% de silte em sua composição. A amostra PL35 indicou 7,5% de silte ocorrendo na borda leste do grid amostral (figura 1) em continuidade a amostra PL34, na plataforma média.

A seleção sedimentar (σI) (figura 3) na plataforma média comportou amostras entre muito bem selecionado e pobremente selecionado (0,2 - 1,4 σ). Neste compartimento a maior parte das amostras foram moderadamente selecionadas. A borda leste do grid apresenta a pior seleção, o que se alterna em direção do centro do grid permanecendo bem mais selecionado, e novamente alterna-se, piorando a seleção na amostra PL19 que é uma areia grossa cascalhosa. Após isso, já na borda oeste, no núcleo de deposição de lama da amostra PL10 e PL11 o parâmetro seleção exibe a amostra melhor selecionada do grid (muito bem selecionado - 0,2).

A assimetria (S_k) (figura 4) das amostras recuperadas da plataforma média exibem certa continuidade, de amostras simétricas e levemente assimétricas (negativas). As amostras são em sua maior parte aproximadamente simétricas e negativas. Neste segmento da plataforma existe um comportamento idêntico a seleção sedimentar, ou seja, onde piora a seleção as assimetrias tornam-se negativas e onde melhora a seleção as curvas são aproximadamente simétricas. A amostra PL10 representa um destes pontos aproximadamente simétricos. A curtose na plataforma média exibe em sua maior parte curvas de distribuição de frequências leptocúrticas. Dentre todos os compartimentos da plataforma, este é o que melhor exibe o padrão leptocúrtico.

A distribuição espacial de matéria orgânica (M.O) (figura 6) obedece aos mesmos padrões de granulometria, ou seja, quanto maior o teor de lama (silte e argila) maior a concentração de M.O. O ponto PL10 na plataforma média representa a concentração máxima de matéria orgânica dentro do grid amostral, apresentando um gradiente decrescente em conexão com pontos adjacentes. A amostra PL14 indica a presença de material orgânico nos limites costeiros do grid, enquanto os pontos PL35 e PL31, indicam uma contribuição pelos limites orientais do grid na figura 6.

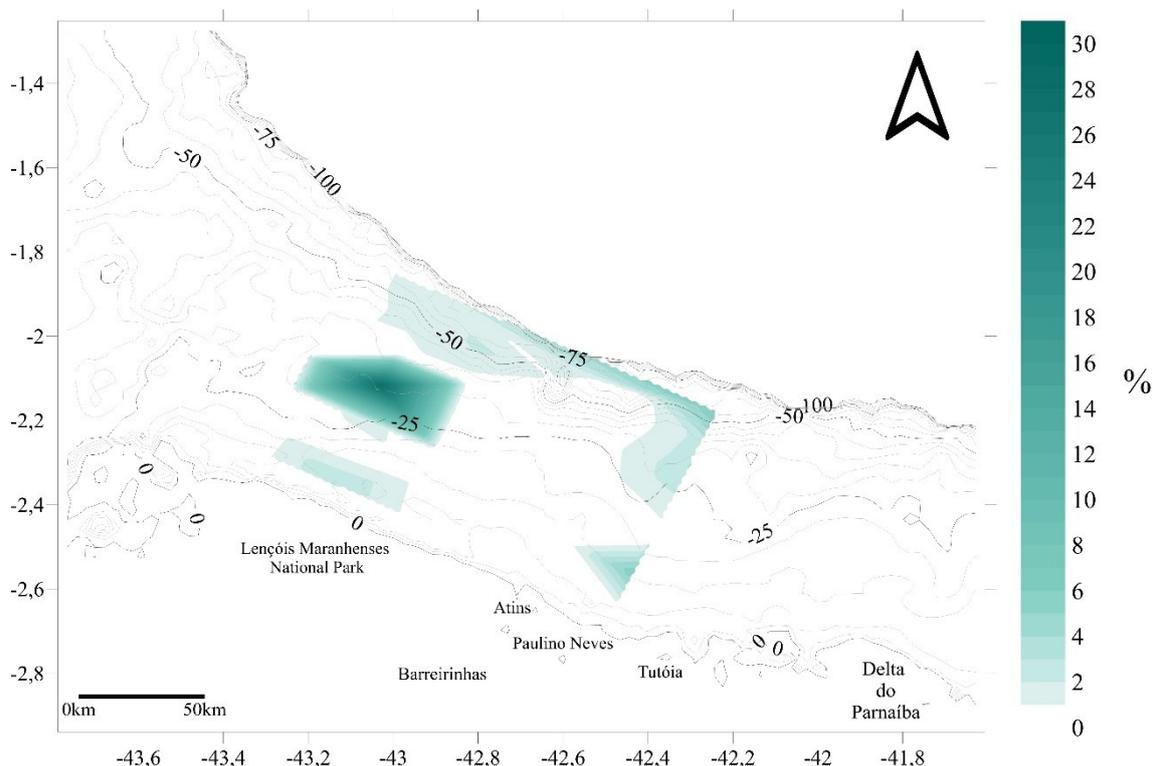


Figura 6 - Representação espacial da distribuição de matéria orgânica volátil, nos sedimentos na Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas delimitados por isóbatas de 25m, 50m e 100m. (Fonte: Do Autor)

3.3 *Fácies deposicionais da plataforma externa (isóbatas acima de 50 m)*

A batimetria da plataforma externa para fins de hierarquização será descrita em concomitância com a quebra da plataforma. A média granulométrica desta cota batimétrica variou de silte a cascalho, ou seja, são sedimentos pobremente selecionados, por exemplo a amostra PL35 com 23,39 % de cascalho e 7,5% de silte. Apenas duas amostras encontram-se na quebra da plataforma, são elas a amostra PL22 definida como areia grossa e com 38% de cascalho e PL36 que indicou 4,7% de cascalho e 0,18% de silte em sua composição, ocorrendo na borda leste do grid amostral em frente a Paulino Neves.

No perfil 4, tendo início nas isóbatas da plataforma externa, existe um cânion submarino a 50 metros de profundidade prolongando-se até a quebra da plataforma. Este cânion foi amostrado em três posições: uma na base do PL24 no fim da plataforma média e início da externa e outras duas amostras (PL22 e PL23) na continuidade do vale podendo ser observado na Figura 1.

De acordo com as frequências acumuladas houve um aumento na dispersão dos sedimentos desde a plataforma interna até a externa e uma piora na seleção, isto é, os tamanhos são mais variados à medida que aumenta a profundidade. Esta baixa seleção ocorre devido a sedimentação de silte, argila que deposita lama e deposição biogênica que adiciona carbonato como por exemplo foraminíferos e biodetritos de tamanho cascalho (algas calcárias, e conchas de moluscos) (figura 8).

As amostras com maior teor de cascalho e de silte encontram-se próximas da quebra da plataforma indicando que nestas localidades a hidrodinâmica é menor favorecendo o desenvolvimento de comunidades bentônicas (algas calcárias e moluscos bivalves e gastrópodes). No entanto sua distribuição não é homogênea.

Os resultados do teor de carbonatos (CaCO_3) apresentados na figura 7 apontam que existe um aumento na concentração no sentido do oceano em todos os perfis. As maiores concentrações (38%) de CaCO_3 estão localizadas na plataforma média e principalmente externa entre as sóbatas de 40 m e 80 m, nos pontos PL7, PL8, PL21, PL22, e PL36 e PL 37. Estas amostras carbonáticas são em sua maior parte, cascalho biodetrítico composto de algas calcárias e moluscos (Figura 8). O carbonato biodetrítico na fração cascalho é mais representativo nas isóbatas de 60m e 80m, nas amostras PL21 e PL22 com uma porcentagem alcançando 38 %.

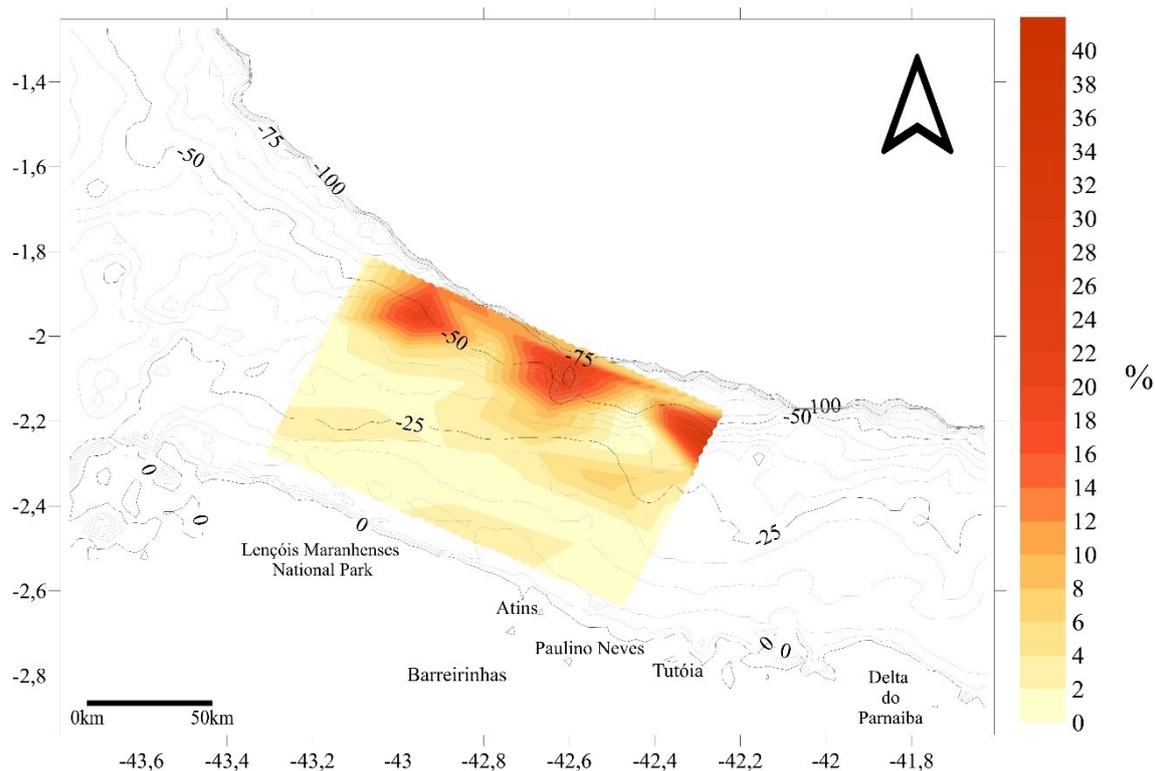


Figura 7- Representação espacial de carbonato de cálcio (CaCO_3) nos sedimentos da Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas delimitados por isóbatas de 25m, 50m e 100m. (Fonte: Do Autor)

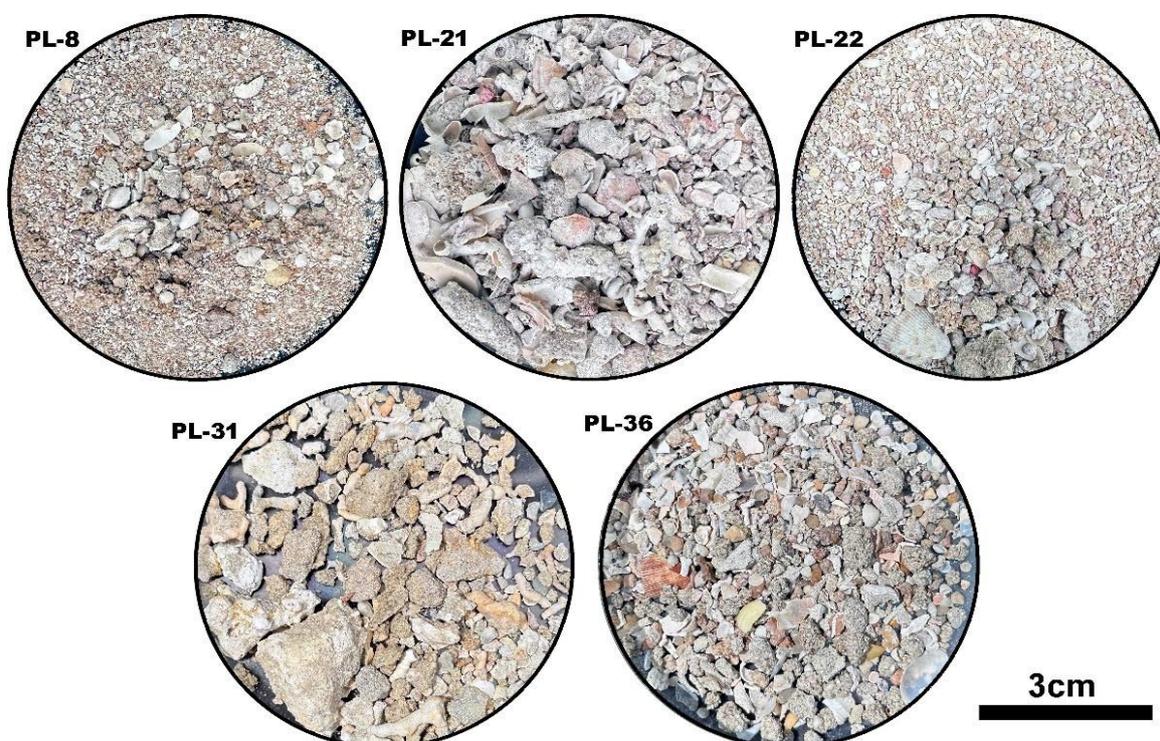


Figura 8 - Aspecto visual de tamanho e morfologia das amostras com cascalho biodetrítico das amostras PL8, PL21, PL22, PL36 da plataforma externa acima de 50m, e do PL31 na plataforma interna a 20m de profundidade.

3.4 Análise morfológica dos sedimentos

Existe um gradiente de polidez ao longo da plataforma continental, com valores mais elevados nas regiões mais próximas da costa (baixa profundidade) e uma redução progressiva em direção ao oceano (profundidade elevada) com zonas bem delimitadas de alto, médio e baixo grau de polidez representados na figura 9.

Um alto grau de polidez de 50-70% é encontrado nas áreas mais rasas da plataforma, especialmente próxima à isóbata de até 25 m. Nessas regiões, os grãos apresentam alta uniformidade na superfície, com predominância de sedimentos bem polidos, principalmente nos pontos PL14 e PL15 com 70%. Regiões com grau de polidez intermediário (25-50%) estão distribuídas em uma faixa de transição entre as áreas mais rasas e as mais profundas. Essa transição ocorre gradativamente entre aproximadamente 15 e 40 m de profundidade, indicando uma variação progressiva na polidez dos grãos.

Regiões com baixo grau de polidez (0-15%) estão situadas em áreas mais profundas da plataforma continental, especialmente a partir da isóbata de 50 m. Os valores mais baixos são registrados nos pontos PL7, PL8 PL11, PL21 PL22 e PL36 com 30%, 20% 10% 0% 10% e 30% respectivamente nas regiões mais afastadas da costa, onde os sedimentos apresentam menor grau de alteração superficial. Nessas áreas, os grãos apresentam superfícies mais irregulares e angulosas, com menor evidência de desgaste.

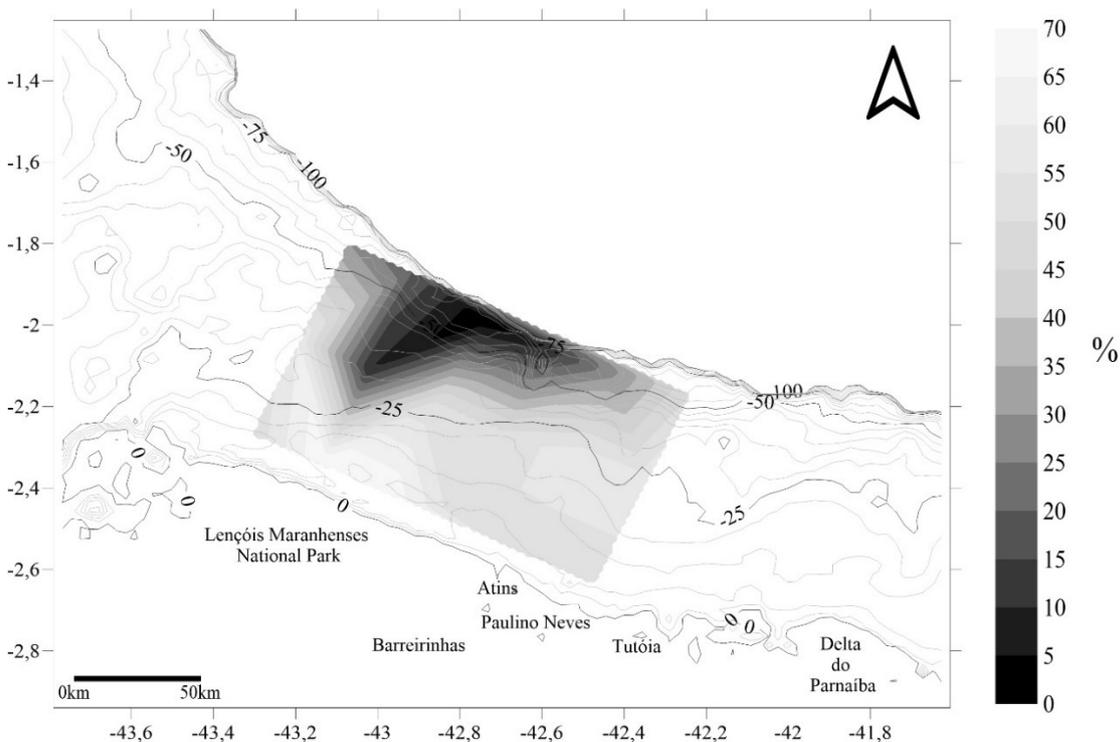


Figura 9 - Representação espacial da distribuição do grau de polidez nos sedimentos da Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas delimitados por isóbatas de 25m, 50m e 100m. (Fonte: Do Autor)

Com base na tabela 1, observa-se que os grãos apresentam um espectro variado de arredondamento e esfericidade, refletindo os diferentes mecanismos de transporte e deposição atuantes nesse ambiente. Essas características são mais comuns na plataforma interna.

Em relação ao arredondamento, observou-se que a maioria das amostras apresenta predominância de grãos bem-arredondados, com destaque para as amostras PL1, PL4 e PL6, que apresentaram valores iguais ou superiores a 70%. Por outro lado, amostras como PL29 e PL33 demonstraram maior proporção de grãos subarredondados (40%). Com relação à esfericidade, as amostras PL6, PL36 e PL37 destacaram-se por apresentarem altos percentuais de grãos com esfericidade muito boa, atingindo 50% ou mais, em contraste, as amostras PL15, PL28 e PL29 apresentaram elevada proporção de grãos com esfericidade média a pobre. De modo geral, a distribuição dos atributos morfológicos evidencia a presença de grãos com diferentes graus de maturidade textural ao longo da plataforma continental.

Tabela 1. Caracterização morfooscópica da moda granulométrica de diferentes amostras. Os parâmetros analisados incluem o arredondamento (subarredondado, arredondado e bem-arredondado) e a esfericidade (muito boa, boa, média e pobre). Os valores são expressos em porcentagem para cada amostra, representando a distribuição dos grãos em cada categoria.

Amostras	Arredondamento			Esfericidade			
	Subarr.	Arr.	Bem-arr.	M. boa	Boa	Média	Pobre
PL1	15%	15%	70%	50%	50%	0%	0%
PL14	10%	60%	30%	0%	30%	70%	0%
PL15	5%	75%	20%	0%	20%	40%	40%
PL28	5%	75%	20%	0%	30%	70%	0%
PL29	40%	50%	10%	10%	10%	40%	40%
PL30	10%	40%	60%	0%	0%	50%	50%
PL4	5%	25%	70%	50%	50%	0%	0%
PL11	40%	60%	10%	0%	30%	70%	0%
PL18	25%	25%	50%	0%	50%	40%	10%
PL25	25%	25%	50%	0%	50%	50%	0%
PL40	30%	50%	20%	0%	50%	50%	0%
PL33	40%	50%	10%	0%	50%	30%	20%
PL6	10%	10%	80%	50%	50%	0%	0%
PL8	80%	15%	5%	10%	10%	40%	40%
PL21	10%	40%	50%	0%	40%	40%	20%
PL22	25%	25%	50%	25%	25%	25%	25%
PL37	10%	10%	80%	70%	10%	10%	10%
PL36	10%	10%	80%	70%	10%	10%	10%

3.5 Análise de tendências de transporte sedimentos através da variação de parâmetros granulométricos (MSTA)

As tendências de transporte de sedimentos que se baseiam na variação granulométrica da média, seleção e assimetria dos sedimentos, indicam a orientação do vetor de acordo com o tamanho médio dos grãos, que tendem a ficar mais finos e melhor selecionados na direção de vetores *finer better* (FB+ e FB-), principalmente na plataforma interna. Os pontos de amostragem do perfil 2 e perfil 4, nos pontos PL9, PL10, PL11, PL12 (perfil 2) que contém silte fino à areia média, e nos pontos PL23, PL24 e PL25 (perfil 4) (figura 1, 2, 3 e 4) com areia fina e areia média, tendem a ter uma melhor seleção, ou seja, um grau de uniformidade dos grãos e a assimetria mais positiva, isto é, mais finos, apontando em direção de áreas de baixa energia como na plataforma externa, representados por seus vetores correspondentes (figura 10).

Os vetores que representam a tendência de *finer better* (FB+ e FB) estão justamente apontando em direção a áreas de maior deposição de areia fina e média como na plataforma interna, porém na plataforma externa ou próximo a quebra, onde há mistura com sedimentos mais grossos *coarser better* (CB+ e CB-) e mal selecionados, os vetores tendem a ter uma direção oposta, visto que estão misturados com sedimentos finos e grossos. A combinação de vetores *finer better* (FB+ e FB) e *coarser better* (CB+ e CB-) nas áreas de plataforma externa, no final dos perfis 3 e 4, confirma os resultados de uma má seleção e assimetria positiva da figura 3 e figura 4 descritos anteriormente.

As tendências de transporte dos vetores *coarser better* (CB+ e CB-) apontam em direção a sedimentos com granulometria mais grossa, isto é, remoção de partículas mais finas e assimetria negativa, por representarem um ambiente de alta energia, principalmente na plataforma interna e plataforma média. Os pontos com maior índice de areia grossa são os pontos PL21 e PL22 na plataforma externa, vale destacar que há mistura com partículas finas também, por se encontrarem na borda da quebra da plataforma, sugerindo um ambiente de baixa energia, mostrados na figura 10. Percebe-se também que há poucos casos de tendências para areia grossa em relação aos vetores de areias finas, que é mais incidente principalmente na borda da plataforma externa onde a energia é aparentemente menor, causando a deposição de material fino.

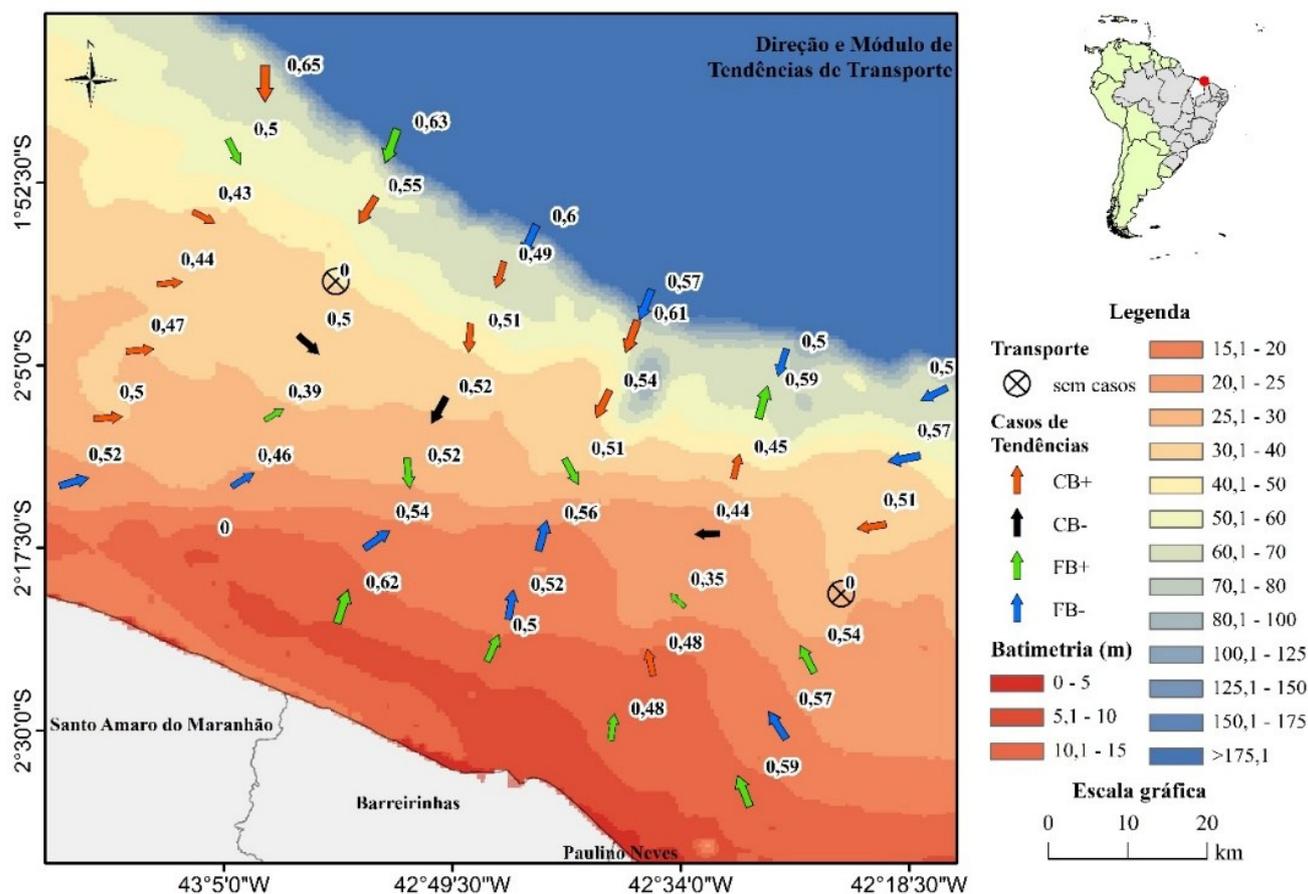


Figura 10 - Representação espacial de vetores que indicam a tendência de transporte sedimentar a partir da análise comparativa dos valores de média, seleção e assimetria dos sedimentos, as cores das setas representam diferentes tipos de tendência: (CB+ CB-): Indica transporte em direção a sedimentos mais grossos e melhor selecionados. (FB+ FB-): Indica transporte em direção a sedimentos mais finos e melhor selecionados.

4. Discussão

Na plataforma continental da Bacia de Barreirinhas há o predomínio de areias finas a médias, com inclusões de cascalho. Porém os demais parâmetros granulométricos apresentam ampla variabilidade demonstrando o controle de variáveis oceanográficas como a hidrodinâmica e sedimentação carbonática (*e. g.* PONÇANO, 1986; CAMPOS, 2017), em conexão com o comportamento geomorfológico e morfodinâmico deste ambiente.

A ocorrência de areias finas a médias, com inclusões de cascalho corrobora pesquisas anteriores sobre a caracterização sedimentar da plataforma continental descrito por Gualberto & EL-Robrini (2005); Aguiar (2014); Fonseca (2022) e Santos (2023). A quase ausência material fino (silte e argila) na plataforma interna e média sugere um ambiente de alta energia, condizente com uma plataforma continental rasa.

Na plataforma interna há dominância de areias médias confirmando ser este setor, o mais energético desta plataforma. Existe uma boa seleção próximo a praia e antepraia e uma piora na transição para plataforma média onde novamente em direção a plataforma externa, a seleção tem uma melhora.

No grid amostral a plataforma interna exhibe um raseamento entre os perfis 2 a 5 até isóbatas de 25 m, sendo isto, um indicativo de um banco arenoso que projeta os parâmetros granulométricos das porções mais rasas em direção ao fundo. A seleção, tamanho de grão e assimetria das amostras sedimentares acompanham esta feição. A isóbata de 40-45m corresponde a profundidade de fechamento (*sensu* HALLERMEIER, 1980) para este setor da plataforma continental Maranhão (PEROTTO *et al.*, 2024). Nestas profundidades as amostras são melhores selecionadas e de certa forma agrupadas sob uma menor variabilidade granulométrica. Isto resulta de uma maior hidrodinâmica (ondas principalmente) atuando nestas profundidades favorecendo a seleção dos grãos.

Neste compartimento ainda (plataforma interna), ocorre a amostra PL31 com 35% de sua composição na fração cascalho, com arenitos de praia (*beachrocks*). Estes *beachrocks* são similares aos encontrados rolados nas praias desta região (figura 8), indicando a influência da herança geológica na plataforma interna, bem como os mecanismos de erosão atuantes nesta plataforma. Estes dados sugerem que a área fonte destes arenitos de praia sejam a antepraia ou mesmo a plataforma.

Na plataforma média há um gradiente na granulometria onde, as areias mais finas e com silte ocupam profundidades maiores, indicando encontrarem-se além da profundidade de fechamento (40-45 m). A presença da herança geológica é notável na plataforma média, sendo expressa na amostra PL10 classificada como silte fino, bem selecionado, onde muito provavelmente esta amostra representa ambientes lagunares estuarinos ou mesmo um vale (canal de ligação), afogados durante a última TMP (e.g., DOMINGUEZ & WANLESS, 1992; POSAMENTIER *et al.*, 1992). A amostra PL10 está em completo desacordo com todas as demais amostras coletadas, indicando um ambiente de baixa energia não condizente com a dinâmica atual desta plataforma. Outra linha de evidência é que as amostras de entorno da PL10, ou seja, amostra PL9 e PL11 apresentam de 2 a 3% de silte em sua composição, dando indícios de que a erosão sobre este substrato esteja dispersando os sedimentos mais finos no entorno deste afloramento composto por silte.

Ainda na plataforma média, a amostra PL24 encontra-se na cabeceira de um canyon submarino indicando que areias médias de 1,7 phi prevalecem sobre as areias finas nesta feição geomorfológica, indicando que mesmo nestas profundidades a hidrodinâmica é elevada, não descartando a possibilidade de fluxos de massa nestas posições (HARRIS & WIBERG, 2002). Neste caso, estes fluxos estariam expondo sedimentos anteriores a TMP na borda do canyon. Esta feição é também um indicativo da presença da herança geológica (antigos rios em condições de NRM baixo) controlando a sedimentação atual desta plataforma, não descartando sua formação associada a processos tectônicos, ou mesmo colapso de sedimentos instáveis (fluxos de massa) (FOYLE & OERTEL 1997).

O parâmetro de seleção (figura 3), deixa evidente que existem rotas longitudinais de trânsito de sedimentos das águas mais rasas da plataforma interna para a plataforma média, provavelmente relacionado ao suprimento sedimentar oriundo do Rio Parnaíba. A polidez dos grãos neste compartimento (plataforma interna e média) (figura 9), indica que grãos polidos (ou seja, em fluxo aquoso) representam a principal fonte do suprimento sedimentar desta região, mesmo estando esta região anexada ao campo de dunas dos Lençóis Maranhenses. Outra linha de pensamento seria que esta elevada polidez dos grãos, confirmaria a alta energia a qual esta plataforma está submetida onde mesmo com fontes sedimentares eólicas aportando sedimentos, os mesmos, seriam rapidamente polidos pela alta hidrodinâmica local.

A polidez dos sedimentos é um indicativo da história de transporte e do ambiente deposicional destas partículas. Em geral, sedimentos mais polidos passaram por processos mais intensos de abrasão pelo retrabalhamento mecânico em ambiente subaquoso (OKOE, 2020). Percebe-se que o grau de polidez da plataforma continental exibe um padrão onde é possível observar regiões com sedimentos mais polidos devido ao impacto repetido entre os grãos, que desgasta suas superfícies (figura 9), estas regiões são mais rasas e mais energéticas, com presença de areia quartzosa mais arredondada e esférica (tabela 1), expostas à ação hidrodinâmica, aumentando o grau de polidez. Por outro lado, a área de grãos com baixos índices de polidez, está relacionada a maiores profundidades na borda da plataforma, onde a energia das ondas não alcança o fundo, os sedimentos tendem a ser menos polidos e mais angulares, pois há menor interação entre os grãos (tabela 1).

Grãos bem-arredondados e com esfericidade muito boa indicam um transporte prolongado, possivelmente relacionado a correntes de fundo ou ação de ondas que promovem o retrabalho intenso dos sedimentos. Por outro lado, a presença de grãos subarredondados e com esfericidade média a pobre sugere uma menor maturidade sedimentar, podendo estar associados a depósitos de menor retrabalhamento, como áreas de acumulação próximas de sedimentação mais profundas, como na plataforma externa, onde a influência das ondas é reduzida.

A distribuição dos grãos na plataforma continental pode indicar variações na energia do ambiente deposicional. Sedimentos mais finos e angulosos tendem a ser encontrados em setores mais distantes da costa, onde a deposição ocorre sob menor influência de processos de alta energia. Já os sedimentos mais arredondados e bem-esferificados são característicos de zonas de maior agitação, onde a energia das correntes promove a contínua abrasão dos grãos.

De maneira ampla, na maior parte do grid amostral prevalecem as assimetrias negativas indicando que esta região se encontra submetida principalmente a processos erosivos, estabelecendo caudas afinadas no sentido dos finos. De certa, forma essas assimetrias têm relação com uma piora de seleção sedimentar, indicando que há remoção de grãos mais finos por uma hidrodinâmica pronunciada. Segundo Muehe, (2001), os sedimentos apresentam o comportamento de assimetrias negativas em função dos fluxos energéticos principalmente de onda, selecionando melhor os grãos de acordo com a hidrodinâmica local, isto é, remoção de sedimentos mais finos como silte e argila.

Os percentuais de matéria orgânica volátil identificados na plataforma continental indicam uma relação direta com a granulometria, onde sedimentos mais finos contém mais matéria orgânica, apresentando assimetrias positivas e boa seleção. No entanto, este parâmetro confirma a existência de fontes pontuais no grid amostral, principalmente na plataforma interna. Estas concentrações podem estar indicando a proveniência sedimentar oriunda de fontes continentais como o Rio Parnaíba e Preguiças. Esta relação com o suprimento sedimentar advindo do Rio Parnaíba, foi reportada por Baptista & Horn Filho (2014), na região do litoral piauiense, onde os autores atribuem esta herança morfossedimentar controlada pelas variações recentes do nível relativo do mar.

Na plataforma externa a classificação das amostras segue no sentido da diminuição do tamanho dos grãos, pontuando amostras de areias finas com piora no parâmetro seleção. Nos perfis 2 e 3 há piora na seleção acompanhando a ausência de polimento dos grãos, indicando que nestas isóbatas (plataforma externa) há um menor

hidrodinamismo. De fato, estas cotas encontram-se abaixo da profundidade de fechamento calculada para esta plataforma como sendo de 40-45 m. Os grãos foscos identificados neste compartimento da plataforma podem ainda, estar indicando a herança morfossedimentar num contexto de queda do nível do mar, indicando que processos eólicos podem ter dominado os ambientes expostos e continentais que se instalaram nesta plataforma sob estas condições. De fato, este sistema de dunas costeiras durante o período chuvoso desenvolve *washouts* (DA SILVA, et al., 2003) que podem erodir a face praial e dunas frontais transferindo sedimentos para o oceano, no entanto a ausência de sedimentos foscos na plataforma interna sugerem que este transporte é essencialmente costeiro, ou seja, controlado pelas correntes longitudinais (deriva litorânea).

Os sedimentos que recobrem a plataforma externa são caracterizados por uma sequência de três *hotspots* de substrato carbonático (figura 7), indicando ambientes de deposição biogênica (e.g. NASCIMENTO *et al.*, 2010, MAIA *et al.*, 2024) como foraminíferos, briozoários, conchas de bivalves e gastrópodes, biodetritos não identificados e algas calcárias variando de tamanho areia média a cascalho. O *hotspot* na porção central do grid amostral é claramente conectado ao canyon presente nesta posição, podendo indicar que as demais concentrações estão relacionadas também a remanescentes de antigos canyons mascarados pela sedimentação atual. De fato, somente na proximidade do *hotspot* central exhibe assimetrias positivas indicando que pelo menos nesta posição há predomínio de deposição sobre erosão (figura 4).

O transporte sedimentar na plataforma continental (figura 10), descritos no modelo por McLaren *et al.* (2007); Poizot *et al.* (2008, 2010 e 2023) indica áreas com tendências vetoriais de acordo com o comportamento dinâmico de cada amostra, por exemplo, vetores em direção a plataforma externa que são áreas mais profundas e tendem a acumular sedimentos mais finos (FB+ e FB-), misturados com partículas mais grossas, e menos selecionadas, sugerindo um ambiente de deposição de baixa energia, enquanto áreas rasas, como na plataforma interna apresentam maior exposição a processos erosivos e transporte de sedimentos mais grossos, como areia média (CB+). Além disso a presença de feições como bancos de areia, canais submarinos, cânions, como o encontrado no perfil 4 na plataforma externa (Figura 1), podem atuar como barreiras ou corredores para o transporte sedimentar, redirecionando fluxos e alterando as tendências de sedimentação e transporte (e.g. MCLAREN *et al.*, 2007).

A maior parte do transporte de partículas na plataforma continental ocorre na parte da coluna de água mais próxima do fundo marinho, causando tensões de cisalhamento suficientes para erodir e transportar material particulado (NITTROUER & WRIGHT 1994), principalmente na plataforma interna onde os grãos são muito bem selecionados em relação a plataforma externa. Entretanto esta análise de tendências apresenta diversas incertezas devido a complexidade do ambiente deposicional em questão, por exemplo, este método pressupõe que os grãos menores são mais facilmente transportados do que os grãos maiores, no entanto existem fatores que podem impedir este processo, bem como o bloqueio, em que a presença de grãos maiores pode impedir a passagem de grãos menores, aumentando a coesão dos grãos mais finos, ou a incapacidade do processo de erosão. Isso pode ser explicado com a presença de grãos mais polidos na plataforma interna (MCLAREN *et al.*, 2007).

As alterações no modelo sugeridas pelos autores para melhorar os resultados e diminuir as incertezas, levam em consideração que as variáveis não devem ser restritas apenas aos parâmetros estatísticos granulométricos, mas podem ser substituídas por qualquer tipo de informação como por exemplo, características geoquímicas ou contexto geomorfológico do ambiente. Também deve ser possível usar mais de três variáveis, além da média seleção e assimetria. Portanto estas considerações demonstram que o processo de transporte é uma função complicada relacionada com a distribuição dos sedimentos. Por estas razões, um trajeto de transporte perfeito determinado pelo modelo não é observado claramente na plataforma continental da bacia de Barreirinhas.

A combinação desses fatores citados resulta na complexidade dos padrões observados neste estudo. A interação entre hidrodinâmica, batimetria, fontes sedimentares e granulometria cria um sistema dinâmico, que atuam de maneira interdependente (POIZOT *et al.*, 2023). Neste estudo foram levados em consideração no modelo apenas a granulometria clássica, (média, seleção e assimetria), uma vez que não foram realizadas nenhum tipo de análise, em relação à processos oceanográficos, como regimes de marés, velocidade das correntes de fundo, características físicas e químicas das massas d'água, entre outros, para explicar com detalhes o comportamento da tendência de transporte sedimentar.

5. Conclusões

Os resultados do presente estudo indicam uma faciologia de fundo controlada tanto pela batimetria como pela herança geológica.

A análise sedimentar da PCBB indicou que na plataforma interna, existem bancos de areia bem selecionados, com assimetria negativa e presença de arenitos de praia (*beachrocks*), destacando que existem mecanismos ativos de erosão atuantes nesta plataforma; na plataforma média, estes aspectos erosivos são expuseram um depósito essencialmente siltoso em desacordo com a hidrodinâmica atual. O afloramento no assoalho desta plataforma é um indicativo de ambientes deposicionais de retrobarreira instalados na região e transgredidos pela Última Transgressão Marinha Pós-Glacial. Na plataforma média as amostras são melhores selecionadas e de certa forma agrupadas sob uma menor variabilidade granulométrica em decorrência de uma elevada hidrodinâmica, sendo esta característica, condizente com o início da área de atuação da profundidade de fechamento nesta plataforma. Por sua vez, a plataforma externa apresentou um gradiente batimétrico mais acentuado e irregular, com presença de cânions e recoberto por sedimentos de origem biogênica tanto grossos (cascalho) como mais finos (areia).

A presença de diversas feições submersas, como canais, vales, bancos de areia e cânions, indica uma intensa dinâmica hidrossedimentar tanto atual como pretérita na PCBB.

A elevada polidez dos grãos observada na plataforma interna e média sugere que a principal fonte de suprimento sedimentar para essa região é composta por grãos transportados por fluxos aquosos. Isso indica predomínio de processos fluviais ou marinhos na origem dos sedimentos, mesmo considerando a proximidade com o campo de dunas eólicas dos Lençóis Maranhenses. Alternativamente, essa alta polidez pode refletir a intensa energia hidrodinâmica da plataforma, capaz de rapidamente abrasar e polir os grãos recém-aportados, mesmo quando oriundos de fontes eólicas.

A análise das tendências de transporte, realizada por meio do modelo *Grain-Size Trend Analysis* (GSTA) ou *Multi Sediment Trend Analysis* (MSTA), evidenciou um componente principal de transporte sedimentar da plataforma interna e externa, convergindo para a plataforma média em decorrência de uma melhora na seleção granulométrica.

Os resultados obtidos demonstram que a PCBB é composta por um mosaico de feições sedimentares diversas, as quais devem ser levadas em consideração em futuros estudos de monitoramento ambiental marinho. Esses resultados podem também subsidiar,

de forma prática, a definição e localização de áreas de preservação ambiental, bem como orientar a exploração de recursos minerais marinhos e energéticos ao longo da margem continental Norte/Nordeste do Brasil. Por fim, este estudo contribui significativamente para o avanço do conhecimento científico sobre essa região da margem continental brasileira, cuja caracterização detalhada é essencial para uma gestão eficaz e sustentável dos recursos minerais e energéticos presentes no fundo marinho.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo forneceu uma caracterização faciológica abrangente da cobertura sedimentar da Plataforma Continental da Bacia de Barreirinhas, destacando o papel fundamental da batimetria, herança geológica e dinâmica hidrossedimentar na organização espacial das fácies sedimentares. A identificação de depósitos relictos, bancos arenosos, hotspots carbonáticos e feições como cânions e vales incisos revela a complexidade geomorfológica e sedimentar da região, cuja compreensão é essencial para subsidiar estratégias de manejo ambiental e exploração de recursos naturais.

Como perspectivas para trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento da investigação sobre os processos oceanográficos atuantes na área, incorporando medições diretas de correntes de fundo, regimes de marés e propriedades físico-químicas das massas d'água, com o objetivo de refinar os modelos de transporte sedimentar. Além disso, análises geoquímicas, mineralógicas e micropaleontológicas dos sedimentos podem contribuir significativamente para a identificação de fontes sedimentares e reconstruções paleoambientais mais robustas.

Outro ponto relevante seria a integração de dados sísmicos de alta resolução e levantamentos batimétricos multifeixe, que permitiriam uma caracterização mais detalhada da estrutura interna dos depósitos sedimentares e das feições geomorfológicas. Tais informações são cruciais para avaliar a estabilidade de fundo marinho e o potencial para processos gravitacionais, como fluxos de massa, especialmente em áreas com presença de cânions.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros também incorporem modelagens numéricas acopladas à sedimentação costeira e oceânica, possibilitando simulações de cenários de variação do nível do mar e seus impactos sobre os padrões de sedimentação, o que é particularmente relevante diante das mudanças climáticas globais.

Contribuições dos Autores: Para artigos com vários autores, um pequeno parágrafo especificando suas contribuições individuais deve ser fornecido. As seguintes menções devem ser usadas "Concepção, X.X. e Y.Y.; metodologia, X.X.; software, X.X.; validação, X.X., Y.Y. e Z.Z.; análise formal, X.X.; pesquisa, X.X.; recursos, X.X.; preparação de dados, X.X.; escrita do artigo, X.X.; revisão, X.X.; supervisão, X.X.; aquisição de financiamento, Y.Y. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito". A autoria deve ser limitada àqueles que tenham contribuído substancialmente para o trabalho relatado. **Preencher somente após aceito para publicação.**

Disponibilidade de dados: A Revista Brasileira de Geomorfologia recomenda que todos os artigos que contenham dados relevantes – como mapeamento geomorfológico em formato de dado geográfico, pontos geográficos amostrais, tabelas, códigos de programação, entre outros – disponibilizem esses conjuntos de dados ou amostras utilizadas de forma acessível e reprodutível. Sempre que possível, os autores devem submeter seus dados a repositórios confiáveis e vinculá-los ao manuscrito por meio de um DOI (Digital Object Identifier). O armazenamento dos dados pode ser feito em plataformas de acesso aberto, como: Zenodo (<https://zenodo.org/>) e Harvard Dataverse (<https://dataverse.harvard.edu>). Consulte as diretrizes do repositório escolhido para garantir a conformidade com as políticas de compartilhamento e preservação de dados.

Financiamento: Favor acrescentar: "Esta pesquisa não recebeu nenhum financiamento externo" ou "Esta pesquisa foi financiada pelo NOME DO FUNDADOR, número de bolsa XXX". Verifique cuidadosamente se os detalhes fornecidos são precisos e use a grafia padrão dos nomes das agências financiadoras em <https://search.crossref.org/funding>, quaisquer erros podem afetar seu financiamento futuro. **Preencher somente após aceito para publicação.**

Agradecimentos: Nesta seção você pode reconhecer qualquer apoio dado que não esteja coberto pela parte de contribuições dos autores ou financiamento. Isto pode incluir apoio administrativo e técnico, ou doações (por exemplo, materiais utilizados para experimentos). **Preencher somente após aceito para publicação.**

Conflito de Interesse: Declarar conflitos de interesse ou declarar "Os autores declaram não haver conflito de interesse". Os autores devem identificar e declarar quaisquer circunstâncias ou interesses pessoais que possam ser percebidos como

influenciando de forma inadequada a representação ou interpretação dos resultados de pesquisa relatados. Qualquer envolvimento dos financiadores na concepção do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na redação do manuscrito, ou na decisão de publicar os resultados deve ser declarado nesta seção. Se não houver envolvimento dos financiadores, favor declarar "Os financiadores não tiveram interferência no desenvolvimento do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na redação do manuscrito, ou na decisão de publicar os resultados".

Referências

AGUIAR, José Edvar. **Contribuição ao estudo da mineralogia de sedimentos na plataforma continental dos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão através da microscopia analítica SEM/EDS**. 2014. p. 173,

AMARAL, Fernanda Duarte; LIMA, João; COSTA, Sérgio; ALVES, Roberto. Corais e hidróides calcificados do Parque Estadual Marinho Manuel Luiz (Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil). **Biota Neotropica**, v. 7, p. 73-81, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000300008>.

BAGNOLD, Ralph A. An Approach to the Sediment Transport Problem from General Physics. Washington, D.C.: **United States Geological Survey**, 1966. (Professional Paper 422-I).

BANHA, Thomás N. S.; ROCHA, Luciana G.; GOMES, Mariana F. The Great Amazon Reef System: A fact. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, p. 1088956, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1088956>.

BAPTISTA, E. M. Carvalho; HORN FILHO, N. Relação dos recifes de arenito com a geomorfologia costeira do litoral piauiense. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 15, p. 140-145, 2014.

BARCELLOS, Roberto Lima; SANTOS, Maria Lúcia; MARTINS, Alan T. Sedimentary organic matter characterization on a tropical continental shelf in Northeastern Brazil. **International Journal of Geosciences**, v. 11, n. 6, p. 393-419, 2020. DOI: 10.4236/ijg.2020.116021.

BRASIL. Marinha do Brasil. Centro de Hidrografia da Marinha. **Tábuas de Maré** - 2025. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav/servicos/tabuas-de-mare>. Acesso em: 12 maio 2025.

CARTER, Richard William Gale; WOODROFFE, Colin David. Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1994. 517 p

CARVER, R. E. **Procedures in sedimentary petrology**. New York: Wiley-Interscience, 1971. 653 p.

CORRÊA, I. C. S. Les variations du niveau marin durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul – Brésil. *Quaternaria Nova*, v. 1, p. 35–60, 1991.

DA COSTA, Ana Lucia Biondo; MOURA, João P. Reconstituição Paleogeográfica do Quaternário no Estuário do Rio Santo Antônio, Ilha do Maranhão-Brasil. *Geociências*, v. 38, n. 1, p. 117-130, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5016/geociencias.v38i1.13058>.

DA SILVA, Rian Pereira; CALLIARI, Lauro Júlio; DE MORAIS TOZZI, Heitor Augusto. The influence of washouts on the erosive susceptibility of the Rio Grande do Sul coast between Cassino and Chuí beaches, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, p. 332-338, 2003.

DA SILVA, Alex Evaristo. **Evolução Sedimentar Recente ao Longo de uma Plataforma Continental com Estilo Contrastante de Sedimentação**. (Dissertação de Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. 150 p.

DA SILVA, Polyana Sá Menezes. **Dinâmica Costeira do Litoral de Tutóia (MA), a partir da Análise Multitemporal de Imagens de Satélite e do Uso de Geoprocessamento**. Tese (Doutorado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. 250 p.

DE CAMARGO, Mauricio Garcia. SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 36, n. 2, p. 371-378, 2006.

DOMINGUEZ, J. M. L.; WANLESS, H. R. **Facies architecture of a falling sea-level strandplain, Doce River coast, Brazil. Shelf sand and sandstone bodies: geometry, facies and sequence stratigraphy**, p. 257-281, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444303933.ch7>.

EMERY, K. O. **Relict sediments on continental shelves of world**. AAPG Bulletin, v. 52, n. 3, p. 445-464, 1968. DOI: <https://doi.org/10.1306/5D25C2E7-16C1s-11D7-8645000102C1865D>.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

FONSECA, Chayane Vitória Felix. **Caracterização Tectono-Deposicional do Alto de Tutóia na Porção Submersa da Bacia de Barreirinhas-Margem Equatorial do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. 66 p.

FOYLE, Anthony M.; OERTEL, George F. Transgressive systems tract development and incised-valley fills within a Quaternary estuary-shelf system: Virginia inner shelf, USA. **Marine Geology**, v. 137, n. 3-4, p. 227-249, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(96\)00092-8](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(96)00092-8).

FREIRE, G. S. S.; COSTA, L. A.; ALMEIDA, M. R. Províncias sedimentares da Plataforma Continental do nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBG, 2002. 90 p.

GAO, S.; COLLINS, M. A critique of the McLaren Method for defining sediment transport paths: discussion. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 61, n. 1, p. 143-146, 1991.

GAO, S.; COLLINS, M. Net sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of “transport vectors”. **Sedimentary Geology**, v. 80, p. 47-60, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(92\)90055-V](https://doi.org/10.1016/0037-0738(92)90055-V).

GOES, Enatielly Rosane; JUNIOR, A. V. F. Caracterização morfossedimentar da plataforma continental Brasileira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 5, p. 1595-1613, 2017.

GUALBERTO, Lílian Poliana Sousa; EL-ROBRINI, Maâmar. Faciologia da cobertura sedimentar superficial da plataforma continental do Maranhão. **Estudos Geológicos**, v. 15, p. 234-243, 2005.

HALL, John K. GEBCO Centennial Special Issue – Charting the secret world of the ocean floor: the GEBCO project 1903–2003. **Marine Geophysical Researches**, v. 27, p. 1-5, 2006.

HARRIS, Courtney K.; WIBERG, Patricia L. Across-shelf sediment transport: Interactions between suspended sediment and bed sediment. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 107, n. C1, p. 8-1-8-12, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1029/2000JC000634>.

HALLERMEIER, Robert J. A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. **Coastal Engineering**, v. 4, p. 253-277, 1980. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-3839\(80\)90022-8](https://doi.org/10.1016/0378-3839(80)90022-8).

KOWSMANN, Renato Oscar; COSTA, Márcio Paulo de Ataíde. **Bancos Arenosos Holocênicos da Plataforma Continental Brasileira**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1979. 150 p.

LE ROUX, J. P. An alternative approach to the identification of net sediment transport paths based on grain-size trends. **Sedimentary Geology**, v. 94, p. 97-107, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(94\)90149-X](https://doi.org/10.1016/0037-0738(94)90149-X).

MAIA, Guilherme Augusto Mendonça; ALMEIDA, João Victor dos Santos; SILVA, Felipe Ricardo da. Carbonate granulates from the continental shelf of the State of Paraíba, NE Brazil. **Geo-Marine Letters**, v. 44, n. 2, p. 9, 2024.

MCLAREN, Patrick. An interpretation of trends in grain size measures. **Journal of Sedimentary Research**, v. 51, n. 2, p. 611-624, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1306/212F7CF2-2B24-11D7-8648000102C1865D>.

MCLAREN, Patrick; BOWLES, Donald. The effects of sediment transport on grain-size distributions. **Journal of Sedimentary Research**, v. 55, n. 4, p. 457-470, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1306/212F86FC-2B24-11D7-8648000102C1865D>.

MCLAREN, P.; HILL, S. H.; BOWLES, D. Deriving transport pathways in a sediment trend analysis (STA). **Sedimentary Geology**, v. 202, n. 3, p. 489-498, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.03.011>.

MUEHE, Dieter. **Geomorfologia costeira**. In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 253-308.

MELO, Maria Cristina da Silva Sales de. **Estudo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica sedimentar na plataforma continental interna e média de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. 209 p.

MUEHE, Dieter; GARCEZ, Danielle Sequeira. A plataforma continental brasileira e sua relação com a zona costeira e a pesca. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 4, n. 8, p. 69-88, 2005.

NASCIMENTO, Fernanda Souza do; FREIRE, George Satander Sá; MIOLA, Brígida. Geochemistry of marine sediments of the Brazilian Northeastern continental shelf. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 01-11, 2010.

NITTROUER, Charles A.; WRIGHT, L. Donelson. Transport of particles across continental shelves. **Reviews of Geophysics**, v. 32, n. 1, p. 85-113, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1029/93RG02603>.

O'SHEA, Michael; MURPHY, Jimmy. The validation of a new GSTA case in a dynamic coastal environment using morphodynamic modelling and bathymetric monitoring. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 4, n. 1, p. 27, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse4010027>.

OKOE, Paul Michel Nii Anang. **Modelo Faciológico das Coquinas do Albardão na Plataforma Interna do RS**. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2020. 127 p.

PEROTTO, Heitor; PARISE, Cláudia K.; MENDONÇA, Luis Felipe F. de; CARVALHO, João Luiz Baptista de; LIMA, Leonardo G. de; PEREIRA, Pedro S.; PEZZI, Luciano P. Cenarização de eventos extremos de ondas na plataforma continental do Maranhão: presente e futuro. In: **CONGRESSO DE CIÊNCIAS DO MAR NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA**, 1, São Luís. Livro de Resumos. São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2024. p. 54.

PONÇANO, W. L. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 2, p. 157-170, 1986.

POIZOT, Emmanuel; MÉAR, Yann; BISCARA, Laurie. Sediment Trend Analysis through the variation of granulometric parameters: A review of theories and applications. **Earth-Science Reviews**, v. 86, n. 1-4, p. 15-41, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.07.004>.

POIZOT, Emmanuel; MÉAR, Yann. Using a GIS to enhance grain size trend analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 25, n. 4, p. 513-525, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.10.002>.

PONTES, P. H. P.; EL-ROBRINI, Maamar; KAMPEL, M. Ocorrência Sazonal de Massas d'Água na Plataforma Continental do Maranhão. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA – CBO'2008 / CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE OCEANOGRAFIA – CIAO**, 3., 1., Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Instituto de Ciências do Mar, 2008. p. 1–4.

POSAMENTIER, Henry W.; ALLER, Robert C.; CHAMLEY, Henri. Forced regressions in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples, and exploration significance. **AAPG bulletin**, v. 76, n. 11, p. 1687-1709, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1306/BDF8AA6-1718-11D7-8645000102C1865D>.

RAMIRES, Nathan Abner Diniz; COSTA, Thiago Silva; BORGES, Everton Ribeiro. **Bacia do Barreirinhas – Dificuldades de Delimitação Frente à Indústria do Petróleo**. 2015. 45 p.

SANTOS, Denise Maria; SILVEIRA, Iracema Miranda da; AMARO, Venerando Eustáquio. Carta sedimentológica da plataforma continental brasileira: área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, p. 233-241, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000300003>.

SANTOS, Sarah Alves dos. **Geomorfologia da Plataforma Continental Brasileira Adjacente ao Delta do Rio Parnaíba (PI-MA)**. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. 128 p.

SUGUÍO, Kenitiro; LIMA, Francisco Ferreira de; NOGUEIRA, Marcondes de Souza. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.

VITAL, Helenice; SILVEIRA, Iracema Miranda da; AMARO, Venerando Eustáquio. Carta sedimentológica da plataforma continental brasileira: área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, p. 233-241, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000300003>.

WETZEL, R. G. **Limnology**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1975. 743 p.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons

Atribuição 4.0 Internacional



(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

APÊNDICES

Modelo de Quadro-Sumário das Normas da Revista

Artigo 1: Caracterização faciológica da cobertura sedimentar da plataforma continental da Bacia de Barreirinhas	
Revista	Revista Brasileira de Geomorfologia
e-ISSN	2236-5664
DOI	https://doi.org/10.20502/rbg.v26i2
Fator de impacto	
Meio de divulgação	Formato digital
Periodicidade	Quadrimestral
Site	https://rbgeomorfologia.org.br
Diretrizes para autores	https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/about/submissions
Qualis CAPES	A1
Indexadores	Latindex DOAJ (Directory of Open Access Journals) Google Scholar CrossRef

E-mail com a submissão na Revista



[RBG] Agradecimento pela submissão

Caixa de entrada x



Leonardo José Cordeiro Santos via Revista Brasileira de Geomorfologia <pen-b... 19:18 (há 7 minutos) para mim ▾



Gutemberg Freire,

Agradecemos a submissão do trabalho "Faciological characterization of the sedimentary cover of the Barreirinhas Basin continental shelf" para a Revista Brasileira de Geomorfologia.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/authorDashboard/submission/2709>

Login: 98_gutem_berg-98

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Editores da Revista Brasileira de Geomorfologia