

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2024

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

VOL II



EDITORA
ARTEMIS
2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Alireza Mohebi Ashtiani
Imagem da Capa	Abstract Style Landscapes /123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juárez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*



Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades II / Organizador Alireza Mohebi Ashtiani. – Curitiba, PR: Artemis, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-39-0

DOI 10.37572/EdArt_271124390

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Ashtiani, Alireza Mohebi.

CDD 509

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

INTRODUÇÃO

A coletânea *Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades II* reúne contribuições significativas nas áreas de geociências, engenharia e física, com um foco particular na análise e solução de problemas complexos em diferentes contextos e regiões do mundo. Os artigos apresentados neste volume abordam desde questões geológicas e ambientais até modelos matemáticos avançados aplicados a problemas práticos, evidenciando a diversidade e a riqueza dos desafios contemporâneos enfrentados por pesquisadores nas Ciências Exatas e da Terra.

O primeiro artigo, *Feições Erosivas em Vargem Alta (Espírito Santo, Brasil)*, trata das dinâmicas de erosão no município de Vargem Alta, com um olhar atento aos processos naturais e suas consequências para o meio ambiente local. Em seguida, *Análise de Estabilidade de Talude no Município de Vargem Alta (ES)* oferece uma análise detalhada sobre a estabilidade de taludes e suas implicações para a segurança das áreas urbanas e rurais afetadas.

No artigo *Contribuição para o Zoneamento de Risco de Inundações Urbanas no Município de Lichinga, Província de Niassa, Moçambique*, o foco se desloca para a aplicação de metodologias para o zoneamento de risco de inundações, um tema de grande importância para o planejamento urbano e a segurança das populações em regiões vulneráveis.

No trabalho *Paleocanais na Plataforma Continental Interna do Rio Grande: Evidências de Variações Eustáticas Durante o Quaternário*, os autores investigam as evidências geológicas de mudanças eustáticas, proporcionando uma compreensão mais profunda dos eventos climáticos e ambientais que marcaram a história do planeta.

No campo da geografia e da agricultura, *Consolidação de Terras Agrícolas (Estudo de Caso Russo)* apresenta um estudo de caso sobre a reorganização da agricultura em uma região da Rússia, discutindo a viabilidade de práticas de consolidação de terras para otimizar o uso da terra e aumentar a produção agrícola.

Seguindo para a física aplicada, o artigo *1D Space-Time Solution of the Species Diffusion Equation with Double Entry Boundary in Spherical Foods* explora soluções matemáticas para a equação de difusão de espécies, com aplicação no setor alimentício, focando na modelagem de processos dentro de esferas alimentícias.

Em seguida, *Modelo Matemático de Difracción en Región de Fresnel Convergente y Divergente de una Lente Esférica* apresenta um modelo matemático inovador para a difração da luz em lentes esféricas, contribuindo para o campo da óptica e suas aplicações.

Por fim, *Caracterización de los Efectos de una Fulguración Solar* discute os impactos de eventos solares extremos, com foco nas implicações para a física espacial e para a proteção de tecnologias modernas sensíveis, como satélites e sistemas de comunicação.

Como é possível observar, este volume é uma contribuição valiosa para o avanço das Ciências Exatas e da Terra, apresentando uma ampla gama de pesquisas que têm o potencial de influenciar práticas em diversas áreas, desde a mitigação de riscos ambientais até o desenvolvimento de novas tecnologias e abordagens inovadoras em várias disciplinas. A variedade de temas e abordagens evidenciam a complexidade dos desafios que os pesquisadores enfrentam atualmente e reforçam a importância da colaboração interdisciplinar para o progresso científico.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Alireza Mohebi Ashtiani

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FEIÇÕES EROSIVAS EM VARGEM ALTA (ESPÍRITO SANTO, BRASIL)

Éder Carlos Moreira

Leonardo Coelho Fabrino Filho

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243901

CAPÍTULO 2..... 15

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE TALUDE NO MUNICÍPIO DE VARGEM ALTA (ES)

Éder Carlos Moreira

Eric José Cerqueira Gonçalves

Thiago Curty Vimercati

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243902

CAPÍTULO 3..... 27

CONTRIBUIÇÃO PARA O ZONEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÕES URBANAS NO MUNICÍPIO DE LICHINGA, PROVÍNCIA DE NIASSA, MOÇAMBIQUE

Americo José Fombe

Gustavo Sobrinho Dgedge

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243903

CAPÍTULO 4..... 47

PALEOCANAIS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE: EVIDÊNCIAS DE VARIAÇÕES EUSTÁTICAS DURANTE O QUATERNÁRIO

Laurício Corrêa Terra

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243904

CAPÍTULO 5..... 56

AGRICULTURAL LAND CONSOLIDATION (RUSSIAN CASE STUDY)

Alexander Sagaydak

Anna Sagaydak

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243905

CAPÍTULO 6..... 64

1D SPACE-TIME SOLUTION OF THE SPECIES DIFFUSION EQUATION WITH DOUBLE ENTRY BOUNDARY IN SPHERICAL FOODS

Juan Ignacio González Pacheco

Mariela Beatriz Maldonado

Ariel Fernando Márquez Agüero

Paula Anabella Giorlando Videla

Leonel Nicolás Lisanti

Carla Rocío Zaragoza

Oscar Daniel Galvez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243906

CAPÍTULO 7 85

MODELO MATEMÁTICO DE DIFRACCIÓN EN REGIÓN DE FRESNEL CONVERGENTE Y DIVERGENTE DE UNALENTE ESFÉRICA

Esteban Andrés Zárate

Quintiliano Angulo Córdova

Marian Cristina Ricárdez Torres

Omar Morales Alejos

Israel Benjamín Sánchez Jiménez

José Adán Hernández Nolasco

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243907

CAPÍTULO 8..... 100

CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS DE UNA FULGURACIÓN SOLAR

Guillermo Daniel Rodriguez

Ricardo Ezequiel Garcia

Leonardo José Navarría

Nicolas Quaglino

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243908

SOBRE O ORGANIZADOR.....112

ÍNDICE REMISSIVO 113

CAPÍTULO 4

PALEOCANAIS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE: EVIDÊNCIAS DE VARIAÇÕES EUSTÁTICAS DURANTE O QUATERNÁRIO

Data de submissão: 26/10/2024

Data de aceite: 11/11/2024

Laurício Corrêa Terra

Universidade de Aveiro, Portugal

<http://lattes.cnpq.br/2396235489222171>

RESUMO: Este estudo investiga a ocorrência de paleocanais na plataforma continental interna do Rio Grande, uma região chave para a compreensão das variações eustáticas durante o Quaternário. Dados sísmicos de alta resolução (3,5 kHz) revelaram a presença de antigos canais fluviais que cortam depósitos transgressivos, indicando a importância das oscilações do nível do mar na configuração e sedimentação da plataforma. Esses paleocanais são evidências diretas de fases regressivas e transgressivas, nas quais os rios esculpiram o relevo durante os períodos de regressão marinha, posteriormente preenchidos por sedimentos finos durante as transgressões. O estudo conclui que as variações eustáticas controlaram a morfologia e a dinâmica sedimentar da região, criando um registro sedimentar valioso para a reconstrução paleogeográfica do Quaternário. Estes achados fornecem novos insights sobre os processos sedimentares e paleoclimáticos que influenciaram a evolução da plataforma continental interna de Rio Grande.

PALAVRAS-CHAVE: Paleocanais. Variações Eustáticas. Quaternário. Sísmica de Alta Resolução.

PALEOCHANNELS ON THE INNER CONTINENTAL SHELF OF RIO GRANDE: EVIDENCE OF EUSTATIC VARIATIONS DURING THE QUATERNARY

ABSTRACT: This study investigates the occurrence of paleochannels on the inner continental shelf of Rio Grande, a key area for understanding eustatic variations during the Quaternary. High-resolution seismic data (3.5 kHz) revealed the presence of ancient fluvial channels that cut through transgressive deposits, highlighting the significance of sea-level oscillations in the shaping and sedimentation of the shelf. These paleochannels are direct evidence of regressive and transgressive phases, where rivers carved the relief during marine regressions, later filled with fine sediments during transgressions. The study concludes that eustatic variations controlled the morphology and sedimentary dynamics of the region, creating a valuable sedimentary record for Quaternary paleogeographic reconstruction. These findings offer new insights into the sedimentary and paleoclimatic processes that influenced the evolution of the inner continental shelf of Rio Grande.

KEYWORDS: Paleochannels. Eustatic Variations. Quaternary. High Resolution Seismic.

1 INTRODUÇÃO

O estudo dos paleocanais em plataformas continentais tem se mostrado crucial para a compreensão da evolução geológica das margens continentais e das variações eustáticas que ocorreram ao longo do Quaternário. Esses antigos sistemas de drenagem, agora preservados nos sedimentos, são registros valiosos das oscilações do nível do mar, evidenciando períodos de exposição e submersão das plataformas (Corrêa, 1996). A plataforma continental interna do Rio Grande, no sul do Brasil, é uma área de especial interesse devido ao seu contínuo registro sedimentar, que documenta as dinâmicas costeiras influenciadas por flutuações eustáticas, tornando-se um laboratório natural para o estudo desses fenômenos.

Durante o Quaternário, as oscilações do nível do mar tiveram um impacto profundo na morfologia costeira, gerando ciclos de regressão e transgressão marinha que influenciaram diretamente a deposição de sedimentos em ambientes fluviais e marinhos. Essas oscilações, registradas na forma de paleocanais que dissecam a plataforma continental interna, preservam a estrutura de antigos sistemas de drenagem que operavam durante fases de nível do mar mais baixo (Weschenfelder et al., 2006). Além de serem importantes depósitos sedimentares, esses canais fornecem uma visão detalhada dos processos hidrodinâmicos e sedimentares ocorridos em resposta a mudanças ambientais globais.

Os paleocanais são frequentemente associados a eventos de regressão, nos quais os rios esculpiram profundas feições na plataforma exposta, que posteriormente foram preenchidas por sedimentos transgressivos à medida que o nível do mar subia (Zembruski, 1979). Esses processos são particularmente relevantes no sul do Brasil, onde as oscilações eustáticas moldaram significativamente a dinâmica costeira e fluvial (Toldo et al., 2000). Estudos recentes que empregam dados de sísmica de reflexão de alta resolução identificaram sistemas de paleodrenagem que atravessam a planície costeira média e norte do estado do Rio Grande do Sul, contribuindo para o entendimento das interações entre a morfodinâmica da costa e as variações eustáticas (Weschenfelder et al., 2005, 2008, 2014).

A utilização de perfis sísmicos de alta resolução, como os de 3,5 kHz, possibilitou a identificação pioneira de sistemas de drenagem enterrados, além de acumulações de gás raso, principalmente na forma de bolsões e gás disseminado, em áreas como a Lagoa dos Patos (Weschenfelder et al., 2006). A sedimentação nas plataformas continentais internas registra não apenas a morfodinâmica de linhas de costa antigas, mas também a relação entre as mudanças eustáticas e a evolução das paisagens

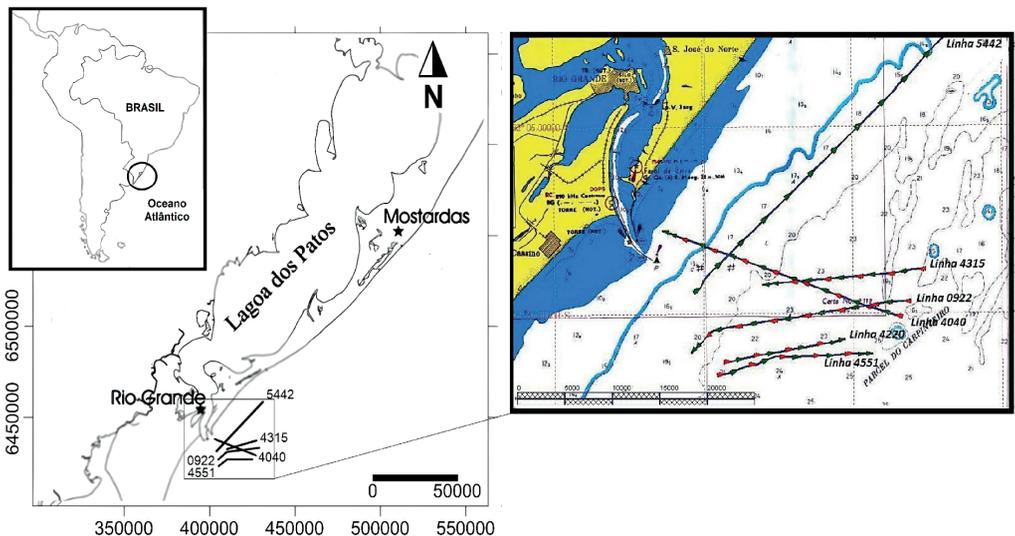
submersas, como evidenciado em estudos globais que exploram a dinâmica litorânea e as antigas feições topográficas (Roy et al., 1994; Peterson et al., 2016; Lee et al., 2017 apud Cooper et al., 2018).

Neste estudo, ao analisar registros sísmicos detalhados da plataforma continental interna do Rio Grande, buscamos compreender como as antigas redes fluviais esculpiram a geologia regional e como as variações eustáticas influenciaram a sedimentação e a geomorfologia dessa área. Os resultados obtidos oferecem uma perspectiva sobre os mecanismos sedimentares e as interações entre processos fluviais e marinhos ao longo de um período marcado por intensas mudanças ambientais.

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na plataforma continental interna do Rio Grande abrangendo um total de seis perfis sísmicos (Figura 1). Esta região possui uma extensão considerável, com uma plataforma que atinge até 125 km de largura e é caracterizada por uma topografia suave e gradiente de baixa declividade, com a presença de *sand waves*, além de canais associados com ambientes fluviais antigos. É considerada bastante extensa comparada a outras regiões do país. Apresenta um relevo suave, sem grandes variações topográficas e com declividade média entre 1,3 e 1,4 m/km. Em geral, os contornos batimétricos acompanham a morfologia da costa, não apresentando formas topográficas acrescionais ou erosionais de grande amplitude regional (Zembruscki, 1979).

Figura 1 – Mapa de localização dos perfis sísmicos coletados na plataforma interna o Rio Grande durante cruzeiros oceanográficos a bordo do Navio Oceanográfico Atlântico Sul, operado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG).



Receptora de pequenas contribuições de sedimentos terrígenos, apresenta-se recoberta por sedimentos depositados em ambiente pretérito, estando em desequilíbrio com as condições atuais, sendo, portanto *reliquias*, além daqueles que estão sendo retrabalhados pela dinâmica atual.

Segundo Calliari (1984), a plataforma apresenta-se mais ampla a partir Mostardas em direção ao Chuí (setor meridional) onde se caracteriza por inúmeros vales pertencentes à paleodrenagens fluviais e por inúmeros bancos arenosos. Já o setor setentrional caracteriza-se pela homogeneidade morfológica.

3 METODOLOGIA

A aquisição dos dados sísmicos foi realizada durante cruzeiros oceanográficos a bordo do Navio Oceanográfico *Atlântico Sul*, operado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Foram obtidos perfis sísmicos de alta resolução utilizando o Chirp Sub-Bottom Profiler, operando a 3,5 kHz, com o objetivo de mapear a subsuperfície sedimentar e identificar a presença de paleocanais. O sistema utilizado foi o Bathy 2010P™, da SyQwest, Inc., que permitiu a captura detalhada de anomalias acústicas associadas aos canais fluviais pretéritos.

Os dados sísmicos foram processados utilizando o software SonarWiz, onde foram aplicados filtros de ganho e atenuação para reduzir os ruídos gerados pela embarcação e pela coluna d'água. Este processamento permitiu uma maior definição dos refletores sedimentares e das estruturas internas dos paleocanais. A velocidade de propagação do som nos sedimentos foi ajustada para 1.650 m/s, conforme recomendado por Macedo et al. (2009), para otimizar a resolução vertical dos perfis e garantir a precisão nas estimativas de profundidade.

A interpretação dos dados sísmicos foi focada na identificação de estruturas paleofluviais, observando-se as características geomorfológicas dos paleocanais, suas larguras e profundidades, e a disposição dos sedimentos que os preenchem. O mapeamento foi realizado em várias seções da plataforma continental interna, com destaque para os perfis que apresentavam evidências claras de redes de drenagem pretéritas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

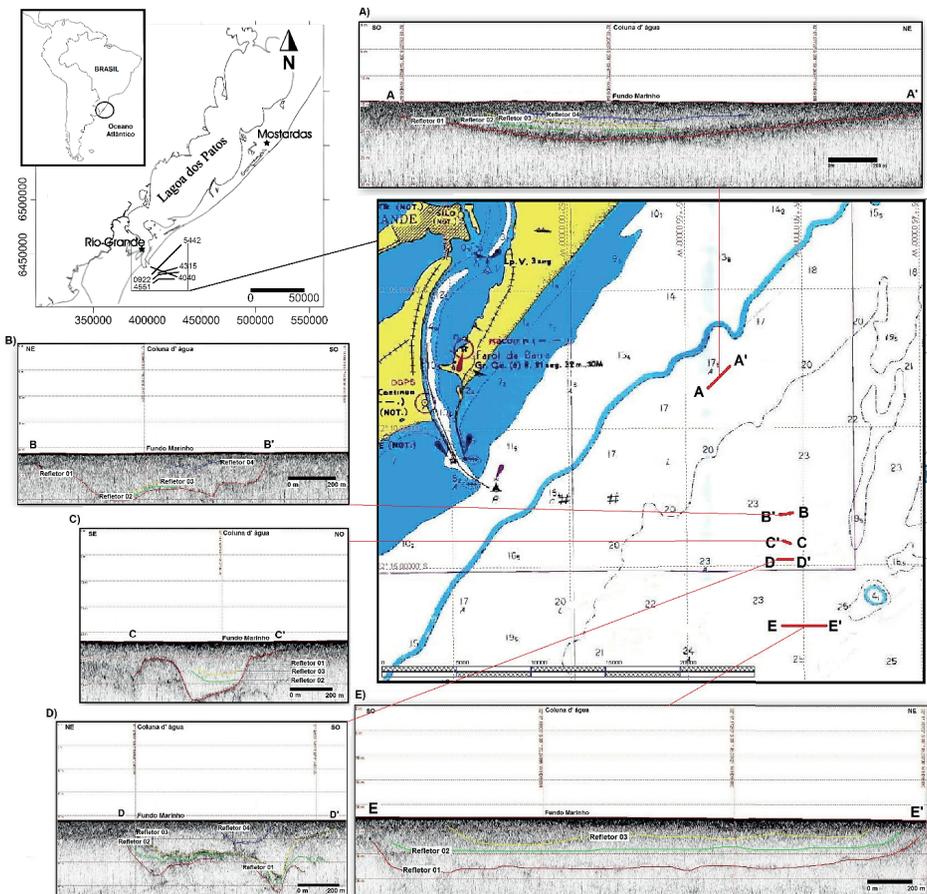
Os perfis sísmicos de alta resolução adquiridos ao longo da plataforma continental interna de Rio Grande revelam uma complexa rede de paleocanais soterrados, formados durante o Quaternário. Esses canais, escavados em períodos de regressão marinha, resultam de variações no nível do mar, que, ao cair significativamente, permitiram o desenvolvimento

de redes de drenagem. Posteriormente, durante os períodos de transgressão, com a elevação do nível do mar, esses canais foram preenchidos por sedimentos marinhos.

Os dados sísmicos demonstram uma clara sequência de eventos de erosão fluvial, seguidos por processos de deposição sedimentar. As estruturas erosivas são bem delineadas nos perfis e indicam a presença de processos ativos de escavação e posterior preenchimento com sedimentos marinhos e fluviais. Para a interpretação dos refletores acústicos, foram considerados atributos sísmicos como amplitude, continuidade lateral, frequência do sinal, morfologia, geometria e disposição das camadas sedimentares. Esses atributos foram fundamentais para identificar e mapear os limites de topo e base das camadas sedimentares, conforme Cooke et al. (2005).

4.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PALEOCANAIS

Figura 2 – Mapa de localização e perfis sísmicos com paleocanais coletados na plataforma interna o Rio Grande durante cruzeiros oceanográficos a bordo do Navio Oceanográfico Atlântico Sul, operado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG).



Paleocanal A – A’: Localizado entre as coordenadas $32^{\circ} 08,5249'S / 51^{\circ} 54,0771'W$ e $32^{\circ} 07,7496'S / 51^{\circ} 53,1027'W$, este paleocanal tem uma largura de 2.097,9 metros. O Refletor 01 está a uma profundidade de 7,4 metros. A morfologia assimétrica do canal sugere diferentes condições de erosão nas margens, com margens íngremes indicando processos erosivos mais intensos. Três refletores internos visíveis a 5,88 metros, 4,85 metros e 1,80 metros indicam múltiplos eventos deposicionais fluviais, provavelmente do Pleistoceno. A continuidade lateral dos refletores evidencia um processo de sedimentação relativamente estável, embora com variações temporais (Figura 2).

Paleocanal B – B’: Entre as coordenadas $32^{\circ} 13,0813'S / 51^{\circ} 50,4130'W$ e $32^{\circ} 13,1179'S / 51^{\circ} 51,0408'W$, este paleocanal tem 982 metros de largura. O Refletor 01, a 8,03 metros de profundidade, apresenta boa continuidade lateral, com três refletores internos (7,32 metros, 6,65 metros e 2,4 metros) sugerindo múltiplas fases deposicionais. A geometria simétrica das margens indica uma erosão mais uniforme, e a continuidade lateral dos refletores sugere uma deposição estável ao longo do tempo (Figura 2).

Paleocanal C – C’: Localizado entre $32^{\circ} 14,1639'S / 51^{\circ} 50,6122'W$ e $32^{\circ} 14,0934'S / 51^{\circ} 50,8616'W$, o paleocanal tem 412,70 metros de largura. O Refletor 01, a 11 metros de profundidade, indica uma erosão significativa, sugerindo um paleocanal de alta capacidade de transporte de sedimentos. Dois refletores internos foram identificados a 6,52 metros e 5,51 metros de profundidade, e apresentam boa continuidade lateral, sugerindo um regime deposicional estável.

Paleocanal D – D’: Com 1.038 metros de largura, este paleocanal está localizado entre $32^{\circ} 14,7837'S / 51^{\circ} 50,4976'W$ e $32^{\circ} 14,8622'S / 51^{\circ} 51,1585'W$. O Refletor 01 se encontra a 14,18 metros de profundidade, com três refletores internos a 12,72 metros, 10,70 metros e 4,38 metros, indicando múltiplas fases de preenchimento. A orientação paralela à linha de costa sugere uma drenagem influenciada por processos costeiros (Figura 2).

Paleocanal E – E’: O maior dos paleocanais analisados, com 2.647 metros de largura, está entre $32^{\circ} 17,2072'S / 51^{\circ} 50,7799'W$ e $32^{\circ} 17,1583'S / 51^{\circ} 49,0943'W$. O Refletor 01 se encontra a 9,60 metros de profundidade, com dois refletores internos visíveis a 6,01 metros e 4,84 metros. A geometria ampla e pouco profunda indica um sistema de baixa energia, possivelmente relacionado a um ambiente costeiro de baixa maré ou a um sistema lagunar (Figura 2).

Os resultados sísmicos indicam variações geomorfológicas significativas entre os paleocanais, refletindo diferentes histórias de erosão e deposição sedimentar. A identificação de refletores internos sugere múltiplas fases deposicionais, influenciadas por variações eustáticas e flutuações climáticas durante o Quaternário. As camadas de

sedimentos mais arenosos, intercaladas por camadas mais finas, indicam mudanças nos regimes deposicionais ao longo do tempo.

Esses resultados corroboram estudos anteriores, sugerindo que a plataforma continental de Rio Grande esteve exposta durante períodos de regressão, e os paleocanais mapeados fazem parte de uma antiga rede de drenagem, como a dos rios Camaquã e Jacuí (Weschenfelder et al., 2014). A fase transgressiva que seguiu a última glaciação foi crucial para o soterramento e preenchimento desses paleocanais com sedimentos marinhos.

A presença de múltiplas gerações de paleocanais revela que a plataforma continental interna de Rio Grande foi submetida a repetidos ciclos de exposição e submersão. Comparações com estudos internacionais mostram que esse fenômeno é comum em plataformas costeiras, com paleocanais afogados e preservados por sedimentos transgressivos (Nordfjord et al., 2005). Além disso, a presença de gás associado a esses sistemas de drenagem, conforme descrito em estudos anteriores, sugere a possibilidade de relevância econômica desses depósitos, especialmente no que diz respeito à exploração de hidrocarbonetos.

O estudo dos paleocanais na plataforma continental interna de Rio Grande contribui para o entendimento dos processos geomorfológicos e sedimentares que moldaram a região, fornecendo insights sobre as variações eustáticas e deposicionais durante o Quaternário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Quaternário foi marcado por flutuações significativas no nível do mar, que resultaram em fases alternadas de exposição e submersão da plataforma continental rasa no Rio Grande do Sul, afetando diretamente a configuração subsuperficial e a deposição de sedimentos. Durante os períodos de regressão, particularmente durante a última Regressão Pleistocênica, formou-se uma extensa planície costeira caracterizada pela presença de complexas redes de drenagem fluvial. Com a subsequente Transgressão Holocênica, essas redes fluviais foram gradualmente retrabalhadas e afogadas, o que resultou na modificação da morfologia costeira e na preservação de canais fluviais soterrados, que moldaram o atual cenário da plataforma.

A análise de dados sísmicos de alta frequência (3,5 kHz) permitiu a identificação de diversos elementos arquiteturais do substrato da plataforma continental interna, evidenciando descontinuidades sísmicas marcantes que delimitam os contornos de paleocanais pleistocênicos e holocênicos. Esses canais estão associados a processos de sedimentação controlados por variações eustáticas, e as feições identificadas sugerem o

retrabalhamento contínuo desses depósitos ao longo do Holoceno. Além disso, a presença de possíveis acumulações de gás nos sedimentos indica que há matéria orgânica em degradação, o que pode estar relacionado a ambientes paleolagunares ou estuarinos.

Na área de estudo, foi observada uma distribuição densa de paleocanais concentrados na região norte, particularmente na área do Estreito. No sul, a malha de perfis sísmicos apresentou-se mais espaçada, com menor quantidade de registros de paleocanais, sugerindo uma diferenciação nos padrões de drenagem ao longo da plataforma. As posições de alguns desses registros indicam a possibilidade de que representem o antigo leito do rio Camaquã, hipótese que, embora plausível, requer investigações adicionais. Estudos comparativos envolvendo análises de minerais pesados na região seriam necessários para confirmar essa correlação.

A presença de cortinas de gás em perfis ao sul da área de estudo reforça a hipótese de deposição em ambientes paleolagunares, sugerindo condições propícias para a acumulação de matéria orgânica e subsequente geração de gás. Isso pode representar um potencial geológico relevante para futuras investigações sobre o comportamento dos depósitos de gás em sedimentos transgressivos.

Este trabalho corrobora as investigações anteriores na área, confirmando a presença de uma extensa rede de paleodrenagens que atravessa a plataforma continental interna. Os resultados sugerem que a atual configuração da plataforma rasa do Rio Grande do Sul reflete a herança de um ambiente emerso no passado, esculpido por uma complexa rede fluvial e lagunar. Esses achados contribuem para o entendimento da evolução paleogeográfica da região e reforçam a importância dos paleocanais como registros chave das variações eustáticas do Quaternário.

6 AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão ao Professor Gilberto Griep (in memoriam) e ao Professor Dr. Lauro Calliari (in memoriam) pela valiosa orientação científica e pela generosa disponibilização de dados, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. Suas contribuições e seu legado acadêmico permanecerão como inspiração inestimável neste trabalho e em minha trajetória.

REFERÊNCIAS

CALLIARI, L. J. **A plataforma continental do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1984.

COOKE, R.; COLLINS, M.; WILLIAMS, C. **Sedimentary structures and environmental indicators in fluvial systems**. *Geomorphology*, v. 62, n. 2, p. 45-62, 2005.

CORRÊA, I. C. S. **Les variations eustatiques au Quaternaire et la géomorphologie de la plateforme continentale sud-brésilienne.** *Geologia Costeira e Sedimentar*, v. 15, n. 3, p. 97-112, 1996.

LEE, J. S.; COOPER, A. G.; SMITH, B. L. **Sedimentary responses to Late Quaternary sea-level changes on continental shelves: a synthesis.** In: COOPER, A. G.; SMITH, B. L. (Eds.). *Marine Geology*. Elsevier, 2018. Cap. 5, p. 243-268.

MACEDO, J. et al. **Geophysical profiling in sedimentary environments.** *Journal of Marine Geology*, v. 50, n. 1, p. 21-32, 2009.

NORDFJORD, S.; GREGORY, J.; PARKER, S. **Submerged paleochannels as evidence of sea-level fluctuations.** *Continental Shelf Research*, v. 25, n. 7, p. 956-972, 2005.

PETERSON, J.; SANDERSON, P.; MARKS, D. **Fluvial geomorphology and sedimentary dynamics.** *Fluvial Systems*, v. 12, p. 76-88, 2016.

ROY, P. et al. **Evolution of coastal systems in response to eustatic changes.** *Coastal Geology*, v. 13, n. 4, p. 181-204, 1994.

TOLDO, E. E. et al. **Coastal dynamics and sedimentology of the Brazilian shelf.** *Marine and Coastal Geology*, v. 8, p. 112-130, 2000.

WESCHENFELDER, J.; SCHMIDT, V.; TOLDO, E. E. **High-resolution seismic stratigraphy of southern Brazilian continental shelf.** *Brazilian Journal of Geology*, v. 35, n. 3, p. 405-416, 2005.

WESCHENFELDER, J.; SCHMIDT, V.; TOLDO, E. E. **Paleodrainage and sedimentary processes on the inner shelf of Rio Grande do Sul.** *Marine Geology*, v. 7, n. 2, p. 75-88, 2006.

WESCHENFELDER, J.; SCHMIDT, V.; TOLDO, E. E. **Quaternary eustatic influences on sedimentation patterns.** *Quaternary Science Journal*, v. 42, p. 34-47, 2008.

WESCHENFELDER, J.; SCHMIDT, V.; TOLDO, E. E. **Submerged paleochannels and sedimentary evolution of southern Brazil.** *Journal of Quaternary Research*, v. 60, p. 12-25, 2014.

ZEMBRUSCKI, S. G. **As características geomorfológicas da plataforma continental brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alireza Mohebi Ashtiani possui graduação em bacharelado em Matemática, Matemática Aplicada, pela Amirkabir University of Technology (Polytechnic of Tehran), Teerã/Irã (2003), mestrado em Matemática Aplicada pelo Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS), Zanjan/Irã (2005) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) na área de Automação (2012). Foi bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC/UNICAMP) e bolsista de Pós-doutorado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA/UNICAMP). Desde 2013 é docente vinculado ao Departamento Acadêmico de Matemática do Campus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e atualmente, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UTFPR, Campus Cornélio Procopio.

Alireza Mohebi Ashtiani

<http://lattes.cnpq.br/5025709771742662>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultural land consolidation 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63

B

Boundary conditions 64, 65, 69, 70, 72, 74, 80, 81

C

Climatología 100, 102, 109, 110

Convolución 85, 86, 89, 92, 94, 98

D

Danos 15, 16, 27

Deslizamentos 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24

Difracción 85, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99

E

Effective diffusivity 65, 66, 67, 69, 79, 82

Espacial 33, 39, 87, 88, 100, 102, 109, 110

F

Feições erosivas 1, 2, 7, 9, 10, 12, 13

Fresnel convergente y divergente 85, 86, 87, 91, 93, 94, 96

Fulguración 100, 102, 104, 106, 109

G

Geotecnia 13, 15, 26

H

Hollow spherical foods 65, 81

I

Inundação urbana 27, 38, 39

Ionosonda 100, 104

L

Land market 56, 57, 60, 61, 62

M

Magnetómetro 100

Mass diffusion 65

Mathematical model 64, 65, 66, 81, 86

Metodologia 7, 17, 27, 31, 36, 37, 50, 65

Movimentos de massa 1, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 23, 24

P

Paleocanais 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54

Q

Quaternário 47, 48, 50, 52, 53, 54

R

Rent regulation 56

Republic of Kalmykia 56, 61, 63

Riometro 100, 107, 108, 109, 110

Risco 5, 7, 20, 26, 27, 28, 30, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45

Riscos geológicos 15

Russia 56, 57, 58, 59, 62, 63

S

Simulación computacional 85, 86, 95, 96

Sísmica de alta resolução 47

Sol 100

U

Uso e ocupação do solo 1, 10, 11, 36

V

Variações Eustáticas 47, 48, 49, 52, 53, 54