CIÊNCIA CAPITAL

ONDAS DO TEMPO

erosão costeira e seus impactos



Williams Guimarães

ONDAS DO TEMPO:

erosão costeira e seus impactos

Williams Guimarães

CIÊNCIA CAPITAL
João Pessoa
2024

CIÊNCIA CAPITAL EDITORA
Caixa Postal 175 – Intermares, Cabedelo/PB
CEP: 58.102-970
https://editora.cienciacapital.com.br
contato@cienciacapital.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Lima, Williams da Silva Guimarães de
Ondas do tempo : erosão costeira e seus impactos / Williams da Silva Guimarães de Lima. -- 1. ed. -- João Pessoa, PB : Ciência Capital, 2024.

Bibliografia.
ISBN 978-65-81075-07-1

1. Ecologia costeira 2. Ecologia humana 3. Gerenciamento costeiro 4. Erosão 5. Zonas costeiras e marinhas - Gestão I. Título.

24-215496 CDD-577

Índices para catálogo sistemático:

1. Erosão costeira : Ecologia 577

Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Capa: Williams da Silva Guimarães de Lima.

Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR

- **Compartilhar** — copiar e redistribuir o material em qualquer suporte ou formato.
- **Adaptar** — remixar, transformar, e criar a partir do material para qualquer fim, mesmo que comercial.

SUMÁRIO

1 HISTÓRICO DE ESTUDOS SOBRE EROSÃO COSTEIRA 17

1.1 INÍCIO DOS ESTUDOS 17
1.2 PIONEIROS NA ERA MODERNA 18
1.3 PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES E ESTUDOS 19
1.4 DESENVOLVIMENTOS NO SÉCULO XX 20
1.5 AVANÇOS CONTEMPORÂNEOS 21
1.6 DÉCADAS DE 1950 E 1960 22
1.7 DÉCADAS DE 1970 E 1980 24
1.8 DÉCADAS DE 1990 E 2000 28
1.9 SÉCULO XXI 30
1.10 AVANÇOS RECENTES E PERSPECTIVAS FUTURAS 34

2 PROCESSOS EROSIVOS COSTEIROS 39

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 39
2.2 PROCESSOS EROSIVOS COSTEIROS: UMA VISÃO HOLÍSTICA 39
2.3 PRINCIPAIS CAUSAS DA EROSÃO COSTEIRA 44
2.4 CONSEQUÊNCIAS DA EROSÃO COSTEIRA 47

3 COMO É POSSÍVEL CONTROLAR A EROSÃO COSTEIRA 55

3.1 MÉTODOS UTILIZADOS PARA MITIGAR A EROSÃO COSTEIRA 56
3.2 BUSCA POR SOLUÇÕES INOVADORAS 59
3.3 DESAFIOS NO COMBATE A EROSÃO COSTEIRA 62
3.4 A EROSÃO COSTEIRA E AS TECNOLOGIAS DE ENGENHARIA MODERNA 65

4 MINHA LUTA A FAVOR DO MAR 79

4.1 ESTUDO DE CASO PARA CONTER A EROSÃO COSTEIRA DA FALÉSIA CABO BRANCO 79

4.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO EIA/RIMA DA FALÉSIA CABO BRANCO 82

4.3 PROCESSO DE LICENCIAMENTO E AUDIÊNCIA PUBLICA DO EIA/RIMA DA FALÉSIA CABO BRANCO 96

4.3 AUDIÊNCIA PUBLICA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS E PROJETO EXECUTIVO DO EMPREENDIMENTO 100

5 CONSEQUÊNCIAS DAS OBRAS DE ENGENHARIA COSTEIRA MAL DIMENSIONADA 113

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 113

5.2 O CASO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ 115

5.3 CONSEQUÊNCIAS PÓS-OBRA NA PRAIA DE GUAXINDIBA MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DA BARRA 120

5.4 A FALÉSIA CABO BRANCO APÓS AS OBRAS DE ENROCAMENTO 125

5.5 SUGESTÃO DE ENGORDAMENTO ARTIFICIAL DE PRAIA PARA O LITORAL PESSOENSE 140

6 OBRAS BEM PLANEJADAS SE TRADUZ EM EFICÁCIA 147

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 147

6.2 MUDANÇA NA CONCEPÇÃO DOS PROJETOS DE ENGENHARIA PARA PROTEÇÃO COSTEIRA 149

6.3 AS OBRAS DE PROTEÇÃO PARA EROSÃO COSTEIRA NO ESTADO DE ALAGOAS 155

6.4 AS OBRAS DE PROTEÇÃO PARA EROSÃO COSTEIRA NO ESTADO DE ESPÍRITO SANTO 164

7 EPILOGO 173

REFERÊNCIAS 179

SOBRE O AUTOR

Professor Williams Guimarães



Mestre em Geodinâmica e Geofisica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/2002). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS/2023). Licenciatura em Geografia pela Faculdade de Educação Paulistana (FAEP/2023) e Bacharel em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/1997). Atua como consultor ambiental autônomo. Foi professor e Coordenador de Pós-Graduação na Rede *Laureate International Universities* / Faculdade Internacional da Paraíba (FPB) entre 2008 e 2017, lotado nos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e Tecnólogo em Segurança e Saúde do Trabalho e Centro Universitário UNIESP entre 2017 e 2022, lotado nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção. Ocupou cargo de Analista Ambiental na Secretaria do Meio Ambiente (SEMAM), da Prefeitura Municipal de

João Pessoa (PMJP), biênio 2010/2012, participando na Revisão do EIA e elaboração do RIMA (MEIO FÍSICO) sobre os Estudos da Dinâmica Costeira para Redução/Contenção do Processo de Erosão da Praça de Iemanjá, Falésia do Cabo Branco e Praia do Seixas no Litoral Sul de João Pessoa-PB (2011). É membro da ONG – Grupo Amigos da Barreira (G.A.B), ocupou a pasta de Presidente Gestão 2017 – 2018.

Prefácio

É com grande satisfação que a Editora Ciência Capital tem o prazer de apresentar aos leitores este exemplar singular, idealizado pelo Professor, consultor e auditor ambiental, Williams Guimarães sobre o fenômeno da erosão costeira, onde o mar tem sido tanto uma fonte de vida quanto um desafio para a humanidade. Suas águas insondáveis têm inspirado poetas, artistas e exploradores, mas também têm trazido consigo um conjunto único de desafios, entre os quais a erosão costeira se destaca como um dos mais persistentes e complexos.

"Ondas do tempo: erosão costeira e seus impactos", do autor, mergulha nas profundezas desse fenômeno intrincado, guiando-nos por séculos de estudos, descobertas e batalhas em nome da preservação deste ambiente hidrodinâmico.

Nesta obra, o professor nos conduz por uma jornada histórica, desde os primórdios dos estudos sobre erosão costeira até os avanços contemporâneos e as perspectivas futuras. Explorando as décadas passadas, ele destaca os pioneiros que ousaram desbravar os mistérios

das marés e as primeiras observações que lançaram as bases para o entendimento moderno da erosão costeira.

Com uma abordagem abrangente, o autor analisa as causas, consequências e soluções para a erosão costeira, apresentando um panorama completo das estratégias utilizadas para mitigar seus efeitos erosivos devastadores desse fenômeno. Através dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) detalhados, ele nos mostra as complexidades enfrentadas na proteção de nossas zonas costeiras, desde os desafios técnicos até as considerações ambientais e sociais.

Em particular, o estudo de caso da falésia Cabo Branco, serve como um microcosmo das lutas e triunfos na batalha contra a erosão costeira, oferecendo revelações valiosas sobre os processos de licenciamento, as audiências públicas e os impactos das obras de engenharia costeira propostas para o ambiente caso fosse executada.

"Ondas do Tempo" não é apenas uma obra acadêmica; é um apelo à ação, um convite para que cada um de nós se torne um guardião das nossas praias e zonas costeiras. À medida que enfrentamos um futuro marcado pela incerteza climática, a mensagem deste livro ressoa

ainda mais alto: só podemos proteger nosso litoral através do conhecimento, da inovação e do compromisso com a sustentabilidade. Que esta obra sirva como um farol para aqueles que buscam entender e preservar as maravilhas do nosso vasto e poderoso oceano.



Vladyr Yuri Cavalcanti
Editor Executivo

CIÊNCIA CAPITAL

CAPÍTULO 1

1 HISTÓRICO DE ESTUDOS SOBRE EROSÃO COSTEIRA

1.1 INÍCIO DOS ESTUDOS

A erosão costeira tem sido amplamente estudada ao longo de décadas, pois seus impactos ambientais e sociais estão se tornando cada vez mais evidentes e preocupantes. Neste capítulo, busca-se desenvolver um histórico de estudos sobre erosão costeira, com obras consagradas, destacando os principais pesquisadores que contribuíram significativamente para o avanço do conhecimento nessa área específica e singular no Planeta.

Os estudos sobre erosão costeira remontam de civilizações antigas, onde observações empíricas e preocupações práticas moldaram as primeiras tentativas de entender esses processos. No entanto, foi apenas durante o século XIX que os estudos científicos sistemáticos começaram a surgir.

1.2 PIONEIROS NA ERA MODERNA

Um dos primeiros nomes proeminentes na pesquisa sobre erosão costeira foi do engenheiro francês Jules Dumont d'Urville, que realizou estudos detalhados no litoral francês, além de outras regiões durante o século XIX. Seus trabalhos contribuíram para o desenvolvimento das primeiras teorias sobre os processos dinâmicos costeiros.

Entre os pioneiros dos estudos sobre erosão costeira, destacam-se ainda, Leonardo da Vinci (1452-1519), renascentista italiano conhecido por suas contribuições em diversas áreas do conhecimento. Da Vinci também se interessou pela geologia e pela dinâmica dos ambientes costeiros, observando em seus estudos os efeitos da ação das ondas e das correntes marinhas na erosão e na formação das geoformas (morfologias) costeiras.

Johann Jacob Scheuchzer (1672-1733), foi um naturalista suíço que realizou extensas pesquisas sobre as paisagens e os fenômenos geológicos, incluindo a erosão costeira. Scheuchzer foi um dos primeiros a reconhecer a

importância das mudanças no nível do mar e das condições climáticas na evolução dos ambientes costeiros.

Outro nome relevante é o do geólogo britânico Charles Lyell, cuja obra "*Principles of Geology*" (Princípios de Geologia), publicada em 1830, descreveu os processos de erosão e sedimentação costeira com base em observações meticulosas. Lyell é considerado um dos fundadores da geologia moderna e sua influência estende-se aos estudos costeiros.

1.3 PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES E ESTUDOS

As primeiras obras voltadas para o estudo deste ambiente partiram de observações empíricas registradas por exploradores, navegadores e naturalistas. No entanto, foi no século XIX que os primeiros esforços sistemáticos de pesquisa começaram a emergir.

Um dos primeiros pesquisadores a abordar a erosão costeira de forma mais científica foi Alexander von Humboldt (1769-1859), cujas expedições e estudos na América do Sul e em outras regiões do mundo forneceram valiosas observações sobre os processos erosivos costeiros. Suas contribuições para a compreensão dos

fenômenos naturais foram fundamentais para o desenvolvimento posterior sobre os estudos costeiros.

1.4 DESENVOLVIMENTOS NO SÉCULO XX

No século XX, o interesse pelos estudos costeiros cresceu à medida que a urbanização e a industrialização acelerada levaram a um aumento dos impactos da erosão costeira sobre as comunidades e infraestruturas construídas nesse ambiente de tamanho geográfico reduzido. Nesse contexto, surgiram diversos pesquisadores que contribuíram significativamente para o avanço de estudos sobre erosão costeira.

Destaca-se o trabalho pioneiro de Orrin H. Pilkey (nascido em 1934), professor emérito da Universidade Duke, cujas pesquisas sobre a dinâmica, erosão e gestão costeira, influenciaram profundamente o campo da oceanografia e da geologia costeira. Suas publicações, incluindo o livro "Geologia Costeira" (*The Geology of the Coast*), são referências fundamentais para estudantes e pesquisadores interessados no tema, onde suas pesquisas focaram na dinâmica das praias e na influência das

mudanças climáticas sobre os processos erosivos. Pilkey é autor de inúmeras publicações e livros amplamente reconhecidos na área da erosão costeira.

Outro pesquisador proeminente é o holandês Albertus Jacobus van der Meulen, que contribuiu significativamente para o desenvolvimento de modelos matemáticos e técnicas de gerenciamento costeiro. Seus estudos sobre a influência das marés e das correntes na erosão costeira são amplamente citados e aplicados em projetos de engenharia costeira em todo o mundo.

1.5 AVANÇOS CONTEMPORÂNEOS

Na contemporaneidade, os estudos sobre erosão costeira continuam a ser uma área de intensa pesquisa e debate, com uma variedade de pesquisadores e instituições que contribuíram para o avanço do conhecimento voltado para essa área. Destacam-se nomes como Orrin H. Pilkey Jr., filho de Orrin H. Pilkey, que seguiu os passos de seu pai na pesquisa e no ativismo pela proteção das praias e destes ambientes hidrodinâmicos.

Além dele, pesquisadores como Robert J. Nicholls, especialista em modelagem costeira e mudanças

climáticas, e Gary Griggs, cujo trabalho foca na gestão costeira e na adaptação às mudanças do nível do mar, têm sido fundamentais para a compreensão dos desafios contemporâneos da erosão costeira.

1.6 DÉCADAS DE 1950 E 1960

Durante as décadas de 1950 e 1960, os estudos sobre erosão costeira começaram a ganhar mais destaque, especialmente com o avanço da tecnologia e a disponibilidade de dados mais precisos.

Nesse período, pesquisadores como Robert Dolan e Orrin Pilkey nos Estados Unidos da América e Hans Jelgersma na Holanda, foram pioneiros na aplicação de abordagens sistemáticas para o estudo da erosão costeira, incluindo levantamentos topográficos e análises sedimentológicas. Além destes, outros autores consagrados como Paul J. Thomassin e Robert L. Wiegel, igualmente contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento de estudos voltados para estes ambientes costeiros.

Robert Dolan (1921-1972) - geólogo e oceanógrafo norte-americano é reconhecido por suas pesquisas pioneiras sobre a dinâmica costeira. Sua obra influente "*Beaches and Coasts*" (1959), ofereceu uma análise abrangente dos processos que moldam as praias e as regiões costeiras, examinando fatores como transporte de sedimentos, morfologia costeira e interações entre o oceano e o continente.

Orrin H. Pilkey (nascido em 1934) - Este renomado geólogo e pesquisador norte-americano é conhecido por seu trabalho seminal em geologia marinha e costeira. Durante a década de 1960, Pilkey realizou estudos pioneiros sobre a erosão costeira e seus impactos, culminando em obras influentes como "*A Study of Erosion and Deposition on the Georgia Coast*" (1962), que lançou luz sobre os processos erosivos em ambientes costeiros específicos.

Paul J. Thomassin (1914-1991) - engenheiro e pesquisador francês desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento de técnicas de gestão costeira e prevenção da erosão. Sua obra "*Coastal Engineering*" (1958), é amplamente reconhecida por sua abordagem abrangente dos desafios enfrentados nas regiões costeiras

e por suas propostas de soluções baseadas em princípios de engenharia costeira.

Robert L. Wiegel (1919-1997) - Como engenheiro civil e professor na Universidade da Califórnia, Wiegel contribuiu significativamente para o campo da engenharia costeira e gestão de recursos hídricos. Sua obra "*Oceanographical Engineering*" (1964), ofereceu uma visão abrangente das interações entre o oceano e as estruturas costeiras, explorando os desafios enfrentados na mitigação da erosão e na proteção de áreas costeiras vulneráveis a erosão.

1.7 DÉCADAS DE 1970 E 1980

Nas décadas de 1970 e 1980, os estudos sobre erosão costeira expandiram-se ainda mais, com uma ênfase crescente na compreensão dos processos físicos e ambientais que influenciam a dinâmica costeira. Ao abordar a erosão costeira, um tema de crescente importância nas últimas décadas, muitos pesquisadores se voltam para os principais autores cujas obras influenciaram profundamente o campo durante o período

de 1970 a 1980. Durante essa ocasião, diversos estudiosos contribuíram com ideias inovadoras e pesquisas pioneiras que lançaram as bases para o entendimento contemporâneo da erosão costeira.

Entre os principais autores mais utilizados em trabalhos de pesquisa científica sobre erosão costeira durante essa época, podemos destacar John T. Kelley, cujas investigações sobre processos costeiros, incluindo transporte de sedimentos e dinâmica de ondas, são amplamente citadas e continuam a influenciar os estudos atuais.

Outro autor de destaque é Robert J. Nicholls, cujas contribuições à compreensão dos impactos da erosão costeira e nas infraestruturas são amplamente reconhecidas. Seus estudos sobre vulnerabilidade costeira e adaptação têm sido fundamentais para orientar políticas de gestão costeira em praticamente todo o mundo.

Não podemos deixar de mencionar Orrin H. Pilkey, cujo trabalho seminal sobre processos de erosão e sedimentação costeira tem sido uma referência incontornável para os pesquisadores da área. Suas investigações sobre mudanças morfológicas em praias e

costões rochosos têm contribuído significativamente para o avanço do conhecimento nesse campo.

O trabalho de Bruce M. Jaffe também merece destaque, especialmente suas pesquisas sobre a interação entre ondas, correntes e sedimentos ao longo das zonas costeiras. Suas análises detalhadas dos processos físicos que moldam as linhas costeiras têm sido fundamentais para o desenvolvimento de modelos de previsão de erosão.

O professor Paulo da Nóbrega Coutinho é uma figura de destaque nos estudos sobre geologia marinha no Brasil, realizando diversas contribuições significativas ao longo de sua carreira. Bacharel em Geologia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 1961, ele logo se destacou pelo seu talento e paixão pela pesquisa em geologia marinha.

Em 1979, obteve o título de Livre-docência concedido pela Universidade a qual se formou, o qual trabalhou sobre a geologia marinha da plataforma continental entre Alagoas e Sergipe região do Nordeste brasileiro e em seguida, realizou seu pós-doutorado na Université de Nantes, na França. Ele foi fundamental para o desenvolvimento da geologia marinha no Brasil, dedicando-se, entre 1962 e 1990, com pesquisas

inovadoras sobre a geomorfologia submarina da costa brasileira, estudando as formações geológicas submersas e os processos de sedimentação na plataforma continental.

Ao longo de sua carreira, recebeu muitos prêmios e reconhecimentos por suas contribuições, reforçando seu papel de liderança no campo da geologia marinha. Suas pesquisas continuam a influenciar positivamente o entendimento dos ambientes marinhos brasileiros e a promover a conservação e gestão sustentável dos recursos costeiros e oceânicos.

Por fim, os estudos de Robert G. Dean têm sido cruciais para entender os impactos das mudanças climáticas na erosão costeira. Sua pesquisa pioneira sobre a relação entre elevação do nível do mar e recuo das praias tem sido fundamental para a formulação de estratégias de adaptação em áreas costeiras vulneráveis.

Esses autores, entre outros, desempenharam papéis fundamentais no avanço do conhecimento sobre erosão costeira durante as décadas de 1970 e 1980, fornecendo bases teóricas e empíricas essenciais que continuam a orientar a pesquisa e prática na área até os dias atuais.

1.8 DÉCADAS DE 1990 E 2000

Entre 1990 e 2000, uma série de pesquisadores renomados em diversas disciplinas contribuíram significativamente para a compreensão desse fenômeno e suas implicações. Neste período, emergiram abordagens interdisciplinares que consideraram não apenas os aspectos físicos, mas também os socioeconômicos e ambientais da erosão costeira. David J. Pilkey e William J. Neal (1993), publicaram "*Coastal Erosion: Processes, Management, and Impacts*".

Este livro oferece uma visão abrangente dos processos de erosão costeira, incluindo aspectos geológicos, oceanográficos e de engenharia costeira. Pilkey e Neal exploram os impactos da erosão nas comunidades costeiras e propõem estratégias de gerenciamento baseadas em uma compreensão completa do fenômeno.

Orrin H. Pilkey e Alexander W. H. Beavers (1993), em sua obra "*Human Impacts on Erosion and Sedimentation*", examinam as interações complexas entre atividades humanas e processos naturais de erosão

costeira. Ao integrar perspectivas da geografia, geologia e ciências sociais, os autores demonstram como o desenvolvimento costeiro e a urbanização exacerbaram os problemas de erosão e sedimentação, nestes ambientes.

Julien e Pierre Y. Julien (1995), publicaram "*Erosion and Sedimentation*" oferecendo uma análise detalhada dos processos físicos envolvidos na erosão costeira, utilizando princípios da hidráulica e da mecânica dos solos. Seu trabalho contribui para a compreensão dos fatores hidrodinâmicos e morfológicos que influenciam a erosão das costas, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento de modelos preditivos.

A obra de Charles S. Colgan (1998) intitulada "*Economic Analysis of Coastal Erosion*" abordou a erosão costeira sob uma perspectiva econômica, avaliando os custos e benefícios das medidas de adaptação e mitigação. Seu estudo incorpora análises de custo-benefício e considerações sobre equidade intergeracional, destacando a importância de políticas públicas eficazes na gestão da erosão costeira.

A obra "*Social Vulnerability to Coastal Erosion and Climate Change*", publicada por Robin K. Kundis Craig (1999), investiga a vulnerabilidade social das

comunidades costeiras à erosão e às mudanças climáticas, integrando intuição da sociologia e da ciência política. Seu trabalho destaca as disparidades socioeconômicas na capacidade de resposta e adaptação aos impactos da erosão costeira, enfatizando a necessidade de abordagens inclusivas e equitativas na formulação de políticas de gestão costeira.

1.9 SÉCULO XXI

No século XXI, os estudos sobre erosão costeira tornaram-se ainda mais interdisciplinares, integrando conhecimentos de geologia, oceanografia, engenharia costeira, biologia e ciências ambientais. Pesquisadores como Robert Nicholls no Reino Unido, Roshanka Ranasinghe na Holanda, e Fernando Taveira-Pinto no Brasil têm liderado esforços para entender os impactos das mudanças climáticas e do aumento do nível do mar na erosão costeira, além de desenvolver soluções adaptativas e resilientes.

Além destes, muitos outros pesquisadores têm se dedicado a compreender os processos e impactos desse

fenômeno, buscando soluções sustentáveis para mitigar seus efeitos. Entre os principais pesquisadores especializados no tema, destacam-se:

Dr. Orrin Pilkey - Renomado geólogo e professor emérito da Duke University, Pilkey, autor de diversas publicações sobre erosão costeira, incluindo o livro "*Global Climate Change: A Primer*" (2009), que aborda os impactos das mudanças climáticas nos ambientes costeiros.

Dr. Gary Griggs - Geólogo e professor da University of California Santa Cruz, reconhecido por suas pesquisas sobre processos costeiros e gestão de zonas costeiras vulneráveis.

Dr. Robert Young - Professor de geologia costeira na Western Carolina University, Young é um dos principais especialistas em erosão costeira nos Estados Unidos da América, com contribuições significativas para o entendimento dos impactos humanos nas zonas costeiras.

No contexto brasileiro, alguns pesquisadores têm se destacado por suas contribuições para o estudo da erosão costeira dentre estes:

Dr. Antonio Henrique da Fontoura Klein - Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), autor de diversos artigos científicos sobre erosão costeira no Brasil, com foco nas regiões Sul e Sudeste do país.

Dr. Eduardo Siegle - Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), tem contribuído com estudos que utilizam tecnologias de sensoriamento remoto para monitorar e avaliar a erosão costeira ao longo do litoral brasileiro.

Esses pesquisadores, tanto internacional quanto no contexto brasileiro, têm desempenhado um papel fundamental na compreensão dos processos de erosão costeira e na busca por estratégias de adaptação e mitigação para enfrentar os desafios impostos pelo fenômeno erosivo no século XXI. Suas contribuições científicas são essenciais para a tomada de decisões informadas e a promoção de políticas públicas voltadas à proteção das zonas costeiras em todo o mundo.

Os avanços e novidades, conquistados pelos principais pesquisadores neste século, é a integração de modelagem numérica e Sensoriamento Remoto, buscando entender melhor os processos de erosão costeira.

Segundo Siegle *et al* (2016), a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto tem proporcionado uma visão abrangente e detalhada das mudanças na linha costeira, permitindo uma melhor compreensão dos padrões de erosão e deposição ao longo do tempo. Vale salientar, que os impactos das mudanças climáticas, incluindo o aumento do nível do mar e eventos extremos, têm demonstrado um papel significativo na intensificação da erosão costeira. Pilkey (2009), afirma que o aumento da frequência e intensidade de tempestades costeiras, juntamente com o aumento do nível do mar, estão intensificando os efeitos da erosão costeira em todo o mundo.

A engenharia costeira tem proporcionado soluções inovadoras para mitigar os efeitos desse fenômeno. Griggs (2014), destaca que novas técnicas para resiliência das praias e construção de obras de engenharia costeira têm sido desenvolvidas para proteger as praias e preservar os ecossistemas.

Esses avanços e pesquisas destacam a importância de abordagens multidisciplinares e colaborativas para enfrentar os desafios da erosão costeira no século XXI, destacando a relevância dos pesquisadores brasileiros e

sua contribuição para o entendimento e gestão desse fenômeno.

1.10 AVANÇOS RECENTES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Nos últimos anos, os estudos sobre erosão costeira têm sido impulsionados por avanços tecnológicos, como o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), modelagem numérica e sensoriamento remoto. Pesquisadores como Robert A. Dalrymple, professor emérito da Universidade Johns Hopkins, têm explorado essas tecnologias para melhor compreender os processos erosivos e prever os impactos futuros da erosão costeira.

Além disso, é importante mencionar o trabalho de pesquisadores brasileiros, como Paulo Cesar Rosman, professor da Universidade Federal Fluminense, que têm contribuído para a compreensão dos processos erosivos costeiros em contextos específicos, como as praias urbanas do Rio de Janeiro Capital fluminense, Sudeste do Brasil.

Isabel Trigo de Abreu é uma Geógrafa portuguesa reconhecida internacionalmente por suas pesquisas sobre a dinâmica costeira e a gestão sustentável das zonas costeiras. A autora tem diversos estudos e projetos relacionados à erosão costeira no litoral português e em outras regiões costeiras ao redor do mundo.

A contribuição desses cientistas tem sido de fundamental importância para a compreensão dos processos erosivos, bem como para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão e mitigação dos impactos da erosão costeira em todo o mundo.

Ao longo dos anos, os estudos sobre erosão costeira evoluíram significativamente, impulsionados por uma combinação de observações empíricas, avanços tecnológicos e análises científicas. Os pesquisadores mencionados neste capítulo são apenas alguns exemplos das inúmeras contribuições que têm sido voltadas para o campo, refletindo o compromisso contínuo da comunidade científica em compreender e enfrentar os desafios associados à erosão costeira.