

Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira



caliantra



ORGANIZADORES

Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Maria Carolina Villaça Gomes
Renato Fontes Guimarães
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes



CONSELHO EDITORIAL

Membros internos:

Prof. Dr. André Cabral Honor (HIS/UnB) - **Presidente**

Prof. Dr. Herivelto Pereira de Souza (FIL/UnB)

Prof^ª Dr^ª Maria Lucia Lopes da Silva (SER/UnB)

Prof. Dr. Rafael Sânzio Araújo dos Anjos (GEA/UnB)

Membros externos:

Prof^ª Dr^ª Ângela Santana do Amaral (UFPE)

Prof. Dr. Fernando Quiles García (Universidad Pablo de Olavide - Espanha)

Prof^ª Dr^ª Ilía Alvarado-Sizzo (UniversidadAutonoma de México)

Prof^ª Dr^ª Joana Maria Pedro (UFSC)

Prof^ª Dr^ª Marine Pereira (UFABC)

Prof^ª Dr^ª Paula Vidal Molina (Universidad de Chile)

Prof. Dr. Peter Dews (University of Essex - Reino Unido)

Prof. Dr. Ricardo Nogueira (UFAM)



A UnB quem faz
é a gente

Organizadores: Osmar Abílio de Carvalho Júnior

Maria Carolina Villança Gomes

Renato Fontes Guimarães

Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Título: Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira

Volume: 1

Local: Brasília

Editor: Selo Caliandra

Ano: 2022

Parecerista: João Cândido André da Silva Neto

Capa: Luiz H S Cella



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília
Heloiza Faustino dos Santos - CRB 1/1913

R454 Revisões de literatura da geomorfologia brasileira [recurso eletrônico] / organizadores Osmar Abílio de Carvalho Júnior ... [et al.]. – Brasília : Universidade de Brasília, 2022.
1057 p. : il.

Inclui bibliografia.

Modo de acesso: World Wide Web:
<<http://caliandra.ich.unb.br/>>.
ISBN 978-65-86503-85-2.

1. Geomorfologia - Brasil. I. Carvalho Júnior, Osmar Abílio de.

CDU 551.4

Lista de autores

Abner Monteiro Nunes Cordeiro
Adão Osdayan Cândido de Castro
Alberto Oliva
Alex de Carvalho
Ana Camila Silva
André Augusto Rodrigues Salgado
André Luiz Carvalho da Silva
André Paulo Ferreira da Costa
Antônio Carlos de Barros Corrêa
Antonio José Teixeira Guerra
Antônio Pereira Magalhães Junior
Antonio Rodrigues Ximenes Neto
Archimedes Perez Filho
Beatriz Abreu Machado
Breno Ribeiro Marent
Bruno Venancio da Silva
Carlos de Oliveira Bispo
Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira
César Augusto Chicarino Varajão
Claudia Rakel Pena Pereira
Cristiano da Silva Rocha
Cristina Helena Ribeiro Augustin
Daniel Françoso de Godoy
Daniel Peifer
Danielle Lopes de Sousa Lima
Danilo Vieira dos Santos
David Hélio Miranda de Medeiros
Delano Nogueira Amaral
Dirce Maria Antunes Suertegaray
Edison Fortes
Edivando Vitor do Couto
Eduardo Souza de Moraes
Edwilson Medeiros dos Santos
Éric Andrade Rezende
Fabiana Souza Ferreira
Fábio Perdigão Vasconcelos
Fabrizio de Luiz Rosito Listo
Fabrizio do Nascimento Garritano
Felipe Gomes Rubira
Flávio Rodrigues do Nascimento
Francisco Dourado
Francisco Edmar de Sousa Silva
Francisco Leandro de Almeida Santos
Frederico de Holanda Bastos
Gisele Barbosa dos Santos
Giselle Ferreira Borges
Guilherme Borges Fernandez
Hugo Alves Soares Loureiro
Idjarrury Gomes Firmino
Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia
Jáder Onofre de Moraes
Jémison Mattos dos Santos
João Paulo de Carvalho Araújo
José Fernando Rodrigues Bezerra
Juliana Sousa Pereira
Julio Cesar Paisani
Jurandyr L. Sanches Ross
Karine Bueno Vargas
Kleython de Araújo Monteiro
Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes
Leonardo dos Santos Pereira
Leonardo José Cordeiro Santos
Letícia Augusta Faria de Oliveira
Lidriana de Souza Pinheiro,
Lígia Padilha Novak
Luiz Fernando de Paula Barros
Manoel do Couto Fernandes
Marcel Hideyuki Fumiya,
Marcelo Martins de Moura Fé
Marcos César Pereira Santos
Maria Bonfim Casemiro
Mariana Silva Figueiredo
Marli Carina Siqueira Ribeiro
Martim de Almeida Braga Moulton
Michael Vinicius de Sordi
Mônica dos Santos Marçal
Neiva Barbalho de Moraes
Nelson Ferreira Fernandes
Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
Oswaldo Girão da Silva
Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra
Otávio Cristiano Montanher
Paulo Cesar Rocha
Paulo de Tarso Amorim Castro
Paulo Roberto Silva Pessoa
Pedro Val
Peter Christian Hackspacher
Rafaela Soares Niemann
Raphael Nunes de Souza Lima
Roberto Marques Neto

Roberto Verdum
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa
Rubson Pinheiro Maia
Sandra Baptista da Cunha
Sarah Lawall
Sérgio Cadena de Vasconcelos
Sérgio Murilo Santos de Araújo
Silvio Carlos Rodrigues
Silvio Roberto de Oliveira Filho
Simone Cardoso Ribeiro
Tania Cristina Gomes

Thais Baptista da Rocha
Thiago Gonçalves Pereira
Thiago Pereira Gonçalves
Thomaz Alvisi de Oliveira
Tulius Dias Nery
Úrsula de Azevedo Ruchkys
Vanda de Claudino-Sales
Vanessa Martins Lopes
Vinícius Borges Moreira
Vitor Hugo Rosa Biffi

PREFÁCIO

O presente livro consiste em um conjunto de revisões sobre os avanços teóricos e tecnológicos nos diversos temas da Geomorfologia. Concebido para estar em uma plataforma on-line com acesso gratuito, o livro destina-se aos cursos de graduação e pós-graduação que utilizam os conhecimentos geomorfológicos, incluindo Geografia, Geologia, Ecologia, Engenharia, Planejamento Territorial, entre outros. Para atender o escopo e o desafio imposto, a obra possui um total de 36 capítulos que congregam 111 pesquisadores das diversas regiões do Brasil, trazendo relatos relevantes de nossa paisagem e dos avanços alcançados pela Geomorfologia brasileira. Os capítulos do livro estão segmentados em contextos temáticos e geográficos de estudo, incluindo: dinâmica fluvial, ambientes costeiros, evolução de vertentes, micro relevo, ambientes cársticos, geomorfologia regional, geomorfologia estrutural; mapeamento geomorfológico, patrimônio natural, mitigação de riscos naturais; interações pedo-geomorfológicas, etnogeomorfologia, modelos numéricos, novas abordagens tecnológicas em geomorfologia. Além de abranger os conceitos e o estado da arte na análise dos processos e sistemas geomorfológicos, os capítulos realizam uma visão crítica dos diversos temas abordados.

Na última década, inúmeros avanços foram alcançados com o aumento da disponibilidade de dados de monitoramento da superfície terrestre, métodos computacionais e compartilhamento de experiências. A grande quantidade de dados e métodos resulta em novos desafios de análise e processamento na busca de respostas científicas dentro de uma apreciação crítica. A concepção desse livro integra revisões e discussões sobre essas novas abordagens teóricas, instrumentais e tecnológicas que passam a ter um fator primordial para estabelecer os novos rumos da ciência geomorfológica.

Dada a magnitude continental do nosso território, não é surpreendente que a paisagem brasileira seja evidenciada e detalhada em suas peculiaridades nos textos. Portanto, vários capítulos exploram e refletem a natureza distinta da paisagem e da biota brasileira, revelando os processos naturais e as perturbações antrópicas que alteram o meio ambiente e desencadeiam processos erosivos, movimento de massa, inundações, entre outros. Nesse contexto, as pesquisas aplicadas são extremamente oportunas devido à alta demanda para solução de problemas prementes e complexo de nossos ambientes e sociedade, necessitando continuamente de alternativas, novos conceitos, perspectivas tecnológicas e inovações metodológicas. Muitos capítulos abordam revisões sobre trabalhos aplicados na investigação geomorfológica e resolução de problemas, normalmente desencadeados por perturbações humanas com consequências variadas nos diferentes sistemas.

Os editores abnegaram a oportunidade de contribuir com capítulos para garantir a imparcialidade na seleção dos textos que compõe o livro. Por fim, os editores agradecem especialmente a União de Geomorfologia Brasileira e a todos os colaboradores que contribuíram com seus conhecimentos específicos para a elaboração dessa obra abrangente e de grande relevância para o conhecimento da Geomorfologia nacional.

Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Maria Carolina Villaça Gomes
Renato Fontes Guimarães
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

SUMARIO

1. CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS EM TORNO DA PESQUISA EM GEOMORFOLOGIA: DO PROJETO AO ARTIGO CIENTÍFICO

André Augusto Rodrigues Salgado
Alberto Oliva

----- 16

2. ARQUIVOS FLUVIAIS QUATERNÁRIOS NO INTERIOR CONTINENTAL: O CONTEXTO SERRANO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Antônio Pereira Magalhães Junior
Luiz Fernando de Paula Barros
Alex de Carvalho
Letícia Augusta Faria de Oliveira

----- 39

3. PROCESSOS DE REORGANIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM NO BRASIL

Breno Ribeiro Marent
Éric Andrade Rezende
Michael Vinícius de Sordi
André Augusto Rodrigues Salgado

----- 76

4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DE SISTEMAS FLUVIAIS: SUBSÍDIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE VALORES PATRIMONIAIS

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira
Paulo de Tarso Amorim Castro
Úrsula de Azevedo Ruchkys

----- 98

5. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES

Claudia Rakel Pena Pereira
Sandra Baptista da Cunha

----- 124

| | |
|---|-----|
| 6. AJUSTAMENTO FLUVIAL À AGROPECUÁRIA, URBANIZAÇÃO E RESERVATÓRIO E ANÁLISE CIENTOMÉTRICA DO IMPACTO DESSAS ATIVIDADES NOS RIOS BRASILEIROS | |
| Eduardo Souza de Morais Otávio Cristiano Montanher | |
| ----- | 143 |
| 7. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DO BRASIL ASSOCIADA AO ATUAL CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL | |
| Giselle Ferreira Borges Neiva Barbalho de Morais Ana Camila Silva Leonardo dos Santos Pereira Sarah Lawall | |
| ----- | 176 |
| 8. CONTROLE TECTONO-ESTRUTURAL DOS SISTEMAS DE DRENAGEM: REVISÃO LITERÁRIA E PROPOSTAS METODOLÓGICAS | |
| Idjarrury Gomes Firmino Karine Bueno Vargas Edison Fortes | |
| ----- | 212 |
| 9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DOS RIOS NO BRASIL | |
| Mônica dos Santos Marçal Adão Osdayan Cândido de Castro Raphael Nunes de Souza Lima | |
| ----- | 240 |
| 10. INUNDAÇÕES E CONCEITOS CORRELATOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE COMPARATIVA. | |
| Rodrigo Vitor Barbosa Sousa Paulo Cesar Rocha | |
| ----- | 265 |
| 11. SISTEMAS LACUSTRES INTERIORES: AVANÇOS E TÉCNICAS DE ESTUDO | |
| Gisele Barbosa dos Santos Paulo de Tarso Amorim Castro | |
| ----- | 278 |

12. EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DE PLANÍCIES COSTEIRAS:
DO QUATERNÁRIO AOS EVENTOS ATUAIS

Guilherme Borges Fernandez
Thais Baptista da Rocha
Silvio Roberto de Oliveira Filho
Sérgio Cadena de Vasconcelos
André Luiz Carvalho da Silva
Thiago Gonçalves Pereira
Martim de Almeida Braga Moulton

----- 308

13. MORFOLOGIA COSTEIRA EM LITORAIS URBANOS

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra
Fábio Perdigão Vasconcelos
Cristiano da Silva Rocha
Maria Bonfim Casemiro
Danilo Vieira dos Santos
Francisco Edmar de Sousa Silva
Delano Nogueira Amaral

----- 351

14. DELTAS DOMINADOS POR ONDAS: TRAJETÓRIA CONCEITUAL,
DINÂMICA E EVOLUÇÃO A PARTIR DE EXEMPLOS DO COMPLEXO
DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL

Thaís Baptista da Rocha
Sérgio Cadena de Vasconcelos
André Paulo Ferreira da Costa
Beatriz Abreu Machado
Mariana Silva Figueiredo
Lígia Padilha Novak
Thiago Pereira Gonçalves
Guilherme Borges Fernandez

----- 381

15. REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO
LITORAL BRASILEIRO E AS IMPLICAÇÕES
PERANTE A MORFOGÊNESE DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGI-
CAS EM AMBIENTES COSTEIROS

Felipe Gomes Rubira
Archimedes Perez Filho

----- 410

16. VALES INCISOS SUBMERSOS DA PLATAFORMA
CONTINENTAL SEMIÁRIDA DO BRASIL

Antonio Rodrigues Ximenes Neto
Lidriana de Souza Pinheiro
David Hélio Miranda de Medeiros
Paulo Roberto Silva Pessoa
Jáder Onofre de Moraes

----- 445

17. GEOMORFOLOGIA EÓLICA CONTINENTAL E OS
CAMPOS DE DUNAS HOLOCÊNICAS DO PAMPA NO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL

Tania Cristina Gomes
Roberto Verdum

----- 471

18. EROSÃO POR VOÇOROCAS: ESTADO DA ARTE

Juliana Sousa Pereira
Silvio Carlos Rodrigues

----- 499

19. MONITORAMENTO DA EROSÃO HÍDRICA NO BRASIL:
DOS MÉTODOS MANUAIS AOS DIGITAIS

Hugo Alves Soares Loureiro
Antonio José Teixeira Guerra
José Fernando Rodrigues Bezerra
Leonardo dos Santos Pereira
Fabrizio do Nascimento Garritano

----- 526

20. MOVIMENTOS DE MASSA: ESTADO DA ARTE,
ESCALAS DE ABORDAGEM, ENSAIOS DE CAMPO E LABORATÓRIO
E DIFERENTES MODELOS DE PREVISÃO

Fabrizio de Luiz Rosito Listo
Tulius Dias Nery
Carlos de Oliveira Bispo
Fabiana Souza Ferreira
Edwilson Medeiros dos Santos

----- 560

| | | |
|-----|---|-----|
| 21. | MORFOGÊNESE DE MICRORRELEVOS SIMILARES A MURUNDUS NA PAISAGEM | |
| | Vinícius Borges Moreira Archimedes Perez Filho | |
| | ----- | 593 |
| 22. | APLAINAMENTO NO NOROESTE DO PARANÁ: DE MODELOS POLICÍCLICO À MORFOTECTÔNICA QUATERNÁRIA | |
| | Marcel Hideyuki Fumiya Edivando Vitor do Couto Leonardo José Cordeiro Santos | |
| | ----- | 615 |
| 23. | GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO E GEOARQUEOLOGIA: ASPECTOS CONCEITUAIS, METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES NO SUL DO BRASIL | |
| | Vitor Hugo Rosa Biffi Marcos César Pereira Santos Julio Cesar Paisani Nelson Vicente Lovatto Gasparetto | |
| | ----- | 648 |
| 24. | TERMOCRONOLOGIA APLICADA À EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO NORDESTE SETENTRIONAL DO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO | |
| | Francisco Leandro de Almeida Santos Flávio Rodrigues do Nascimento Peter Christian Hackspacher (In Memoriam) Marli Carina Siqueira Ribeiro Bruno Venancio da Silva & Daniel França de Godoy | |
| | ----- | 677 |
| 25. | A TAXONOMIA DO RELEVO E A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA REGIONAL | |
| | Jurandyr L. Sanches Ross Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia | |
| | ----- | 701 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 26. | RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA | |
| | Frederico de Holanda Bastos Danielle Lopes de Sousa Lima Abner Monteiro Nunes Cordeiro Rubson Pinheiro Maia | |
| | ----- | 733 |
| 27. | REVISITANDO OS MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO | |
| | Daniel Peifer Cristina Helena Ribeiro Augustin | |
| | ----- | 759 |
| 28. | SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS E MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO | |
| | Karine Bueno Vargas Idjarrury Firmino Michael Vinicius de Sordi | |
| | ----- | 793 |
| 29. | A GEOMORFOLOGIA NOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM: ENFOQUE EVOLUTIVO E DINÂMICO NA INTERPRETAÇÃO DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS | |
| | Roberto Marques Neto Thomaz Alvisi de Oliveira | |
| | ----- | 813 |
| 30. | ESTADO DA ARTE DOS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA SÍNTESE (E VÁRIAS TESES) | |
| | Vanda de Claudino-Sales Antonio Carlos Barros Côrrea Kleython de Araújo Monteiro Rubson Pinheiro Maia | |
| | ----- | 845 |
| 31. | AS SUPERFÍCIES DE EROSÃO DO “BRASIL ORIENTAL” | |
| | César Augusto Chicarino Varajão | |
| | ----- | 875 |

| | | |
|-----|--|------|
| 32. | ETNOGEOMORFOLOGIA - RELAÇÕES ENTRE POPULAÇÕES TRADICIONAIS E A PAISAGEM FÍSICA | |
| | Simone Cardoso Ribeiro Vanessa Martins Lopes Osvaldo Girão da Silva Antônio Carlos de Barros Corrêa | |
| | ----- | 886 |
| 33. | DESAFIOS E PERSPECTIVAS DAS PESQUISAS SOBRE O PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO NO BRASIL | |
| | Vanda de Claudino-Sales Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes | |
| | ----- | 910 |
| 34. | USO DO LIDAR NA GEOMORFOLOGIA: APLICAÇÕES E DESAFIOS FUTUROS | |
| | João Paulo de Carvalho Araújo Rafaela Soares Niemann Francisco Dourado Manoel do Couto Fernandes Nelson Ferreira Fernandes | |
| | ----- | 927 |
| 35. | MODELOS NUMÉRICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO (LEMS) E SUA IMPORTÂNCIA PARA ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM | |
| | Nelson F. Fernandes Daniel Peifer Pedro Val | |
| | ----- | 953 |
| 36. | SOLO HISTÓRICO DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL | |
| | Jémison Mattos dos Santos Sérgio Murilo Santos de Araújo Dirce Maria Antunes Suertegaray | |
| | ----- | 1000 |

37. GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL:
REVISITANDO TEORIAS, MÉTODOS E ESTUDOS
DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO

Frederico de Holanda Bastos
Abner Monteiro Nunes Cordeiro
Marcelo Martins de Moura Fé

----- 1029

37. GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL: REVISITANDO TEORIAS, MÉTODOS E ESTUDOS DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO

Frederico de Holanda Bastos¹, Abner Monteiro Nunes Cordeiro¹ & Marcelo Martins de Moura Fé²

¹ Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará. Campus do Itaperi, Av. Dr. Silas Munguba, 1700, CEP: 60714-903, Fortaleza/CE, Brasil.; E-mail: fred.holanda@uece.br, abnermncordeiro@gmail.com

² Departamento de Geociências. Universidade Regional do Cariri (URCA), campus do Pimenta, Rua Cel. Antônio Luís, 1161. CEP: 63100-000, Crato/CE, Brasil. marcelo.mourafe@urca.br;

Resumo: A Geomorfologia Estrutural analisa o relevo a partir de sua relação com os aspectos litoestruturais, contribuindo com a interpretação das relações existentes entre as dinâmicas internas, formas de relevo e dinâmicas externas. Essa concepção de análise teve significativos avanços metodológicos e tecnológicos nas últimas décadas seguindo a tendência das geociências. Nessa perspectiva, ao longo das últimas décadas, as pesquisas geomorfológicas do Nordeste brasileiro passaram a adotar o arcabouço conceitual, teórico, metodológico e cartográfico dessa área da Geomorfologia na expectativa de avançar na interpretação do relevo regional. O presente capítulo tem o objetivo de apresentar uma revisão conceitual da Geomorfologia Estrutural, contextualizando o histórico da evolução dessa temática e apresentando estratégias teórico-metodológicas de aplicabilidade contemporâneas, além de exibir um panorama das pesquisas que vêm sendo desenvolvidas no âmbito do Nordeste do Brasil nessa perspectiva temática.

Palavras-Chave: Geomorfologia Estrutural, Morfoestrutura, Nordeste do Brasil.

Abstract: Structural Geomorphology analyzes relief from its relationship with lithostructural aspects, contributing to the interpretation of the relationships between internal dynamics, relief forms and external dynamics. This conception of analysis has presented significant methodological and technological advances in the last decades following the trend of geosciences. In this perspective, over the past decades, geomorphological research in Northeast Brazil started to adopt the conceptual, theoretical, methodological and cartographic framework of this area of geomorphological science in order to advance the interpretation of regional relief. This chapter aims to present a conceptual review of Structural Geomorphology, contextualizing the evolution of this theme and presenting theoretical and methodological strategies of current applicability, showing an extensive list of the researches that have been developed in the Northeast of Brazil in this thematic perspective.

Keywords: Structural Geomorphology, Morphostructure, Northeastern Brazil.

Tema: Geomorfologia Estrutural

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil possui uma área aproximada de 1.500.000km², representando cerca de 18% do território nacional. Sua complexidade estrutural e

climática/paleoclimática justifica uma expressiva gama de formas de relevo que constitui um enorme desafio em termos de interpretação geomorfológica.

Do ponto de vista geológico, o Nordeste brasileiro é basicamente dividido em 3 (três) províncias estruturais (Parnaíba, Borborema e São Francisco) que apresentam contextos estruturais e litológicos distintos (ALMEIDA et al., 1977) (Figura 1), repercutindo diretamente nas formas de relevo. As unidades litológicas regionais possuem idades Pré-Cambrianas (arqueanas e proterozoicas), no embasamento cristalino das províncias Borborema e São Francisco, e recobrimentos sedimentares Fanerozoicos, com unidades Paleozoicas, como no caso da Província Parnaíba, e unidades Mesozoicas e Cenozoicas, sobrepostas ao embasamento, distribuídas ao longo do território regional.

Do ponto de vista climático essa região possui um setor central semiárido, que representa cerca de metade de seu território, enquanto as áreas marginais de leste e oeste apresentam climas tropicais chuvosos (ALVAREZ et al., 2013), cuja dinâmica dos sistemas de circulação atmosférica faz com que essa seja uma das regiões mais complexas do mundo do ponto de vista climático (NIMER, 1979), com expressiva variação de processos morfodinâmicos em termos regionais (TRICART, 1959; MOREIRA, 1977).

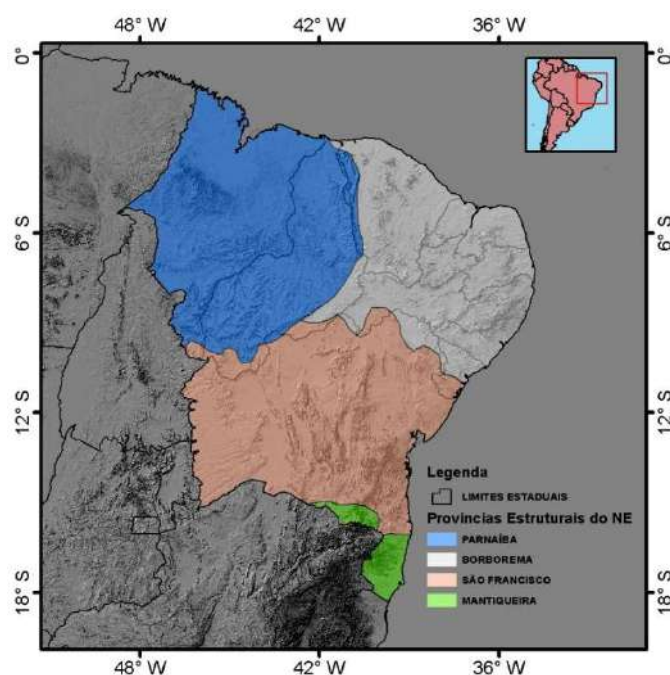


Figura 1 – Delimitação das províncias estruturais do Nordeste brasileiro. Fonte: Almeida et al. (1977).

A sistematização de estudos geomorfológicos sobre a região Nordeste teve início na década de 1950 e, desde então, passou por diferentes perspectivas metodológicas seguindo as tendências científicas de cada período específico, tendo tido nas últimas décadas expressivas contribuições de pesquisas desenvolvidas no âmbito da Geomorfologia Estrutural.

A Geomorfologia Estrutural constitui uma área da ciência geomorfológica que analisa o relevo a partir de sua relação com os aspectos litoestruturais, contribuindo com a interpretação das relações existentes entre as dinâmicas internas, formas de relevo e

dinâmicas externas (PEULVAST; VANNEY, 2001). Seguindo os avanços tecnológicos das geociências, esse ramo da Geomorfologia tem dado importantes contribuições na interpretação do modelado do NE brasileiro.

Face ao exposto, o presente trabalho visa, através de uma vasta revisão bibliográfica, analisar as contribuições das pesquisas da Geomorfologia Estrutural no contexto da região Nordeste. Para tanto, será apresentada uma breve contextualização histórica da pesquisa geomorfológica regional, seguida de uma abordagem específica da Geomorfologia Estrutural com uma breve apresentação conceitual e finalizando com uma inventariação, de forma sistemática, das pesquisas que vêm sendo desenvolvidas no contexto regional com foco na Geomorfologia Estrutural.

2. A PESQUISA GEOMORFOLÓGICA NO NORDESTE BRASILEIRO

As tentativas de interpretar o relevo nordestino apresentam diversos momentos marcantes, pautados por diferentes pontos de vista metodológico, desenvolvidos em contextos históricos específicos.

As primeiras interpretações sistematizadas metodologicamente foram inspiradas no modelo de pediplanação de King (1956), que pressupõem a existência de superfícies de aplainamento escalonadas, elaboradas a partir de epirogenias pós-cretáceas e flutuações climáticas alternadas de períodos secos e úmidos ao longo do Cenozoico, cuja evolução se deu por *backwearing*. Tais superfícies erosivas são propostas a partir de correlações altimétricas e geométricas, além de terem sua gênese associada aos depósitos correlativos do Grupo Barreiras e/ou mais antigos. Essas pesquisas identificaram entre 3 e 5 superfícies de aplainamento no contexto regional de acordo com a interpretação de cada autor (AB'SÁBER, 1969; DRESCH, 1957; DEMANGEOT, 1960; BIGARELLA; ANDRADE, 1964; MABESOONE; CASTRO, 1975).

Essas interpretações foram de fundamental importância na tentativa de reconstruir a evolução da paisagem geomorfológica do NE brasileiro como resultado da interação entre mudanças climáticas e processos tectônicos, em que fases pedogenéticas de clima úmido alternaram-se com fases morfogenéticas em clima seco, com chuvas violentas e esporádicas, onde vigoraram os processos de pediplanação (AB'SÁBER, 1969).

Esses modelos clássicos acerca da evolução geomorfológica do NE brasileiro e sua ênfase morfoclimática forneceram importantes subsídios à consolidação de uma geomorfologia de idade Cenozoica (PEULVAST; BÉTARD, 2011). Entretanto, esses trabalhos apresentam limitações no aspecto estrutural, sobretudo, no que concerne aos efeitos que a tectônica rifte, pós-rifte e a erosão diferencial, desenvolvida ao longo das zonas de cisalhamento, exercem sobre a evolução do relevo.

Cabe destacar que a presente abordagem não visa fazer uma análise crítica acerca das pesquisas apresentadas, até porque não se pode comparar o acervo de informações e tecnologias disponíveis no presente com o que se tinha na época. Além disso, as discussões acerca da tectônica são resultantes de avanços técnico-metodológicos

relativamente recentes e que na década de 1960, tais concepções ainda estavam começando a ser incorporadas nas pesquisas geomorfológicas.

Ao longo das décadas de 1960 e 1970 alguns trabalhos tiveram relevância regional em termos descritivos, taxonômicos e cartográficos no âmbito da Geomorfologia. Importantes contribuições foram elaboradas acerca da descrição das paisagens do domínio morfoclimático semiárido, apresentando uma análise morfoclimática com ênfase na morfodinâmica atual (AB'SÁBER, 1974; TRICART, 1959). Alguns artigos com recortes específicos para contextos estaduais também deram contribuições relevantes nessa perspectiva (AB'SÁBER, 1960; SOUZA, 1988; LINS, 1978; LIMA, 1987; TRICART; CARDOSO DA SILVA, 1968).

Cabe destacar nesse período os resultados do projeto RADAMBRASIL referentes às folhas ao milionésimo que recobrem a região Nordeste. Nesse caso, além de um relatório descritivo das formas de relevo, também pôde-se dispor de mapeamentos geomorfológicos para toda a região a partir de metodologia desenvolvidas por Barbosa et al. (1984). Nessa mesma perspectiva, destaca-se também a proposta de compartimentação geomorfológica de Moreira (1977), que apresenta uma interessante abordagem morfoestrutural regional.

A partir de 1980, um novo fluxo de pesquisa surge nas geociências, sobretudo, na geologia estrutural, motivada pelas pesquisas sobre a problemática de se determinar o crescimento e a deformação crustal, particularmente a relação entre a orogênese e a denudação ao longo do tempo geológico (SUMMERFIELD, 1991).

Com os avanços nas áreas de geotecnologias e também de métodos relacionados às pesquisas geológicas, como no caso da geocronologia, pôde-se dispor de meios capazes de viabilizar interpretações geomorfológicas relacionando diretamente às variações morfológicas com a estrutura geológica e sua história (análise morfoestrutural), com ênfase muito importante ao papel da tectônica (ou neotectônica), além da erosão diferencial na configuração dos compartimentos geomorfológicos (SAADI; TORQUATO, 1994; PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2003; PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2004a; CORREA et al., 2010; GURGEL et al., 2013; MAIA; BEZERRA, 2014a; PEULVAST; BÉTARD, 2015a). Nessa perspectiva, cabe também destacar as propriedades geomorfológicas das rochas e seus reflexos em diferentes escalas de análise.

A importância do entendimento do papel do controle estrutural e dos processos tectônicos na origem e evolução das paisagens em ambientes intraplaca tem sido ressaltada por diversos autores (COTTON, 1968; SUMMERFIELD, 1991). No entanto, apesar do crescente entendimento sobre essa dinâmica e de importantes contribuições no caso específico das paisagens do NE brasileiro (SAADI et al., 2005; GURGEL et al., 2013; MAIA; BEZERRA, 2014a, 2014b; PEULVAST; BÉTARD, 2015a), este quadro ainda necessita ser abordado em estudos de maior escala e que possam ser úteis na elaboração de sínteses regionais.

A ação construtora da tectônica está presente em todas as escalas de análise do relevo, visto que nenhuma porção da litosfera é dotada de absoluta estabilidade crustal (GURGEL et al., 2013). A nova tectônica global não permite mais conceber a existência de porções da litosfera dotada de absoluta estabilidade crustal (BRITO NEVES; FUCK; PIMENTEL, 2014).

Segundo Tricart (1974), os processos de dissecação, em qualquer clima, são influenciados pela natureza e disposição das rochas, e pela evolução tectônica geral da região. Assim, a erosão está subordinada ao relevo elaborado a partir das condições litológicas e estruturais do assoalho geológico (CORRÊA et al., 2010). Portanto, a compreensão da gênese e tipologia das feições geomorfológicas do NE brasileiro, que se desenvolvem em grandes escalas temporais e espaciais, passa pelo entendimento da geologia e do processo da tectônica de placa. Vale ressaltar que o desenvolvimento dos processos erosivos não depende somente do clima, mas, também, do controle estrutural e dos processos tectônicos que sempre influíram no relevo (CZAJKA, 1958).

A Orogênese Brasiliana, derivada da colagem tectônica brasiliana/panafricana (BRITO NEVES et al., 2000), a fragmentação do megacontinente Gondwana, resultando na separação América do Sul/África, no Cretáceo (MATOS, 2000); e as reativações tectônicas cenozoicas (BEZERRA et al. 2011), que condicionaram as alterações dos níveis de base, são os principais eventos de evolução tectônica regional.

Além das pesquisas citadas cabe também destacar os estudos associados à relação de rede de drenagem (análises morfométricas) e seu controle estrutural (Geomorfologia Fluvial), tanto em macro como em micro escala. Nessa perspectiva destacam-se diversos trabalhos relacionando os direcionamentos preferenciais das zonas de cisalhamento com a organização da rede de drenagem em escala regional (MAIA; BEZERRA, 2011), além de trabalhos relacionando anomalias de drenagem, terraceamentos e *knick points* com possíveis relações estruturais e/ou tectônicas (MONTEIRO; CORRÊA, 2020; TAVARES; CORRÊA, 2014; SILVA; MAIA, 2017).

O uso de métodos geocronológicos tem contribuído sobremaneira na interpretação evolutiva das paisagens nordestinas. Nessa perspectiva cabe destacar o uso do método de Luminescência Oticamente Estimulada (LOE) em colúvios da Província Borborema (BEZERRA et al., 2008; GURGEL et al., 2013; FONSÊCA et al., 2020) e na zona costeira (MAIA et al., 2011), o método termocronológico de traço de fissão em Apatita indicando soerguimentos crustais (NÓBREGA et al., 2005; MORAIS NETO et al., 2008; 2009; JALINEK et al., 2014) e métodos de datação em espeleotemas na Bahia (WANG et al., 2004).

Cabe destacar também as contribuições da geomorfologia costeira sobre os aspectos morfoestruturais e morfotectônicos da zona costeira (CLAUDINO SALES, 2005; PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2004b; CLAUDINO SALES; PEULVAST, 2006), sobre dinâmica costeira (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 1996; PINHEIRO; MORAIS; MAIA, 2016; CLAUDINO SALES; WANG; CARVALHO, 2018; MORAIS et al, 2018; SILVA; VITAL, 2019), evolução costeira (BOSKI et al., 2015; BARBOSA

et al., 2018) datações geocronológicas (MAIA et al., 2011), oscilação eustática (BEZERRA; BARRETO; SUGUIO, 2003; CALDAS; STATTEGGER; VITAL, 2006) e evolução deposicional da plataforma (TESTA; BOSENCE, 1999; PESSOA NETO, 2003; MORAIS et al., 2019).

Outra abordagem geomorfológica que também merece destaque em termos regionais é a morfopedologia que contribui significativamente com a interpretação paleoclimática regional, além das condições climáticas atuais e sua relação com a gênese dos diferentes tipos de alterações superficiais regionais em distintos compartimentos morfológicos (BÉTARD; PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2007; PEULVAST; BÉTARD, 2011; BÉTARD, 2012; CORDEIRO et al., 2018).

Para finalizar essa reconstrução histórica cabe destacar uma nova perspectiva teórica de evolução de relevos que tem recebido especial destaque na interpretação morfogenética regional, que é o caso da *Etchplanação* (BÜDEL, 1982). Essa teoria pode perfeitamente ser aplicada na interpretação do relevo do semiárido nordestino, tendo em vista as fortes evidências morfológicas de condições paleoclimáticas mais úmidas (BASTOS, 2018), com várias pesquisas com essa abordagem (CORRÊA, 2003; SANTOS; SALGADO, 2010; PEULVAST; BÉTARD, 2015a; MAIA et al., 2018; LIMA et al., 2019).

3. GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL

3.1. Geomorfologia e a análise morfoestrutural

O termo “morfoestrutura” foi introduzido por Gerasimov em 1946, quando utilizou como base conceitual para a análise morfoestrutural os pressupostos de Penck (1924). Gerasimov propôs, através de análises geomorfológicas, a divisão das formas de relevo em três categorias principais: geotextura, morfoestrutura e morfoescultura (GERASIMOV; MESCERJAKOV, 1968; MESCERJAKOV, 1968), os quais se equivalem aos conceitos de morfotectura (*morphotecture*), morfoestrutura (*morphostructure*) e morfoescultura (*morphosculpture*) citados por Mescerjakov (1968).

A análise morfoestrutural constitui um paradigma nas escolas da Rússia e Europa oriental, onde foi definida por Gerasimov (1946) como unidades de relevo geradas por uma combinação de atividades tectônicas e clima, obedecendo a um arranjo hierárquico abrangendo desde megaestruturas, como uma cadeia meso-oceânica, até microestruturas como um vale controlado por falha. Nesse contexto, sob a ação predominante dos fatores endógenos, são formados os elementos morfoestruturais e morfotectônicos, e sob a ação predominante de fatores exógenos são formados os elementos morfoesculturais (MESCERJAKOV, 1968).

Saadi (1991) conceitua “morfoestrutural” como o compartimento morfológico cujas principais características demonstram a existência de um nítido controle exercido pelo arcabouço litoestrutural. O controle é passivo, exercido por complexos litológicos envolvidos e delimitados por uma certa arquitetura tectônica. O termo “morfoestrutural”

é aplicado para determinar uma estrutura suposta, identificada através da análise e interpretação de formas de relevo e padrões de drenagem.

As morfoestruturas constituem uma tipologia hierárquica de formas que compreendem desde conjuntos regionais de primeira ordem de grandeza (megamorfoestruturas), até as menores ordens (micromorfoestruturas), tais como os grábens e cimeiras em cristas de expressão local (CORRÊA et al., 2010).

A classificação do relevo se baseia na ideia de que as formas de relevo da superfície terrestre são resultantes da interação entre as forças endógenas e exógenas (PENCK, 1953). Neste contexto, sob a ação predominante dos fatores endógenos são formados os elementos morfoestruturais e morfotectônicos, representados pelas litologias, pelo arranjo estrutural destas, e pelas pressões magmáticas, e sob a ação predominante de fatores exógenos são formadas as fisionomias primárias dos corpos litológicos, através do desgaste erosivo das formas estruturais, ou seja, os elementos morfoesculturais (MESCIERJAKOV, 1968).

De acordo com Corrêa et al. (2010), a estrutura se sobrepõe aos sistemas morfogenéticos, assim, os processos de dissecação estão influenciados pela natureza e disposição das rochas, como também pela evolução tectônica geral da região. Nesse sentido, o comportamento de uma estrutura em relação à erosão depende das propriedades físicas e químicas das rochas sob a ação de diferentes condições climáticas, logo, os fatores litológicos e estruturais comandam a erosão diferencial (GERRARD, 1988; PENTEADO, 1983).

Os primeiros trabalhos de Geomorfologia Estrutural no Brasil foram elaborados pelo geomorfólogo francês Francis Ruellan (1951), que interpretou a compartimentação do relevo brasileiro como sendo fortemente influenciada por dobramentos de fundo, alinhamentos estruturais e variações litológicas, através de uma organização tectônica herdada do Pré-Cambriano, que influenciou a configuração e evolução da rede hidrográfica do território brasileiro. Tricart (1974) afirma que são os componentes endógenos que criam rupturas na superfície terrestre e que permitem à gravidade exercer seu trabalho como agente geomórfico.

Tratando a respeito das implicações dos fatores geológico-estruturais e de seus reflexos geomorfológicos, Tricart (1977) atenta para dois aspectos fundamentais: a tectônica e a litologia. A tectônica envolve, simultaneamente, as deformações recentes, fontes de instabilidade morfodinâmica, e as disposições tectônicas adquiridas em tempo remoto, que determinam ordenamento do relevo.

A estrutura geológica é um fator de controle determinante na evolução das formas de relevo e pode se refletir nelas (THORNBURY, 1966), tornando-se um arcabouço que se sobrepõe hierarquicamente aos sistemas morfogenéticos. Dentre as propriedades geomorfológicas das rochas, o grau de coesão, plasticidade e permeabilidade influenciam diretamente no escoamento superficial, enquanto que o grau de maciez e o tamanho dos grãos influenciam na desagregação mecânica, e o grau de solubilidade e heterogeneidade influem na decomposição química (PENTEADO, 1983).

Para Büdel (1982), a crosta terrestre apresenta uma resistência diferencial em relação aos processos erosivos que nela atuam, ou seja, o comportamento da rocha no ambiente depende de sua resistência face à atuação dos agentes intempéricos químicos e físicos. Portanto, a configuração da superfície terrestre é o resultado de situações de “equilíbrio dinâmico” ou “desequilíbrios sustentados”, envolvendo relações cambiantes, no tempo e espaço, entre forças endógenas e exógenas (SAADI, 1998).

As formas de relevo, direta ou indiretamente, inter-relacionam-se com a geologia, conforme pode ser exemplificado em diversas regiões brasileiras, em que os ambientes geológicos condicionam as formas de relevo. Assim sendo, pode-se observar que a presença de chapadões se relaciona a sequências sedimentares horizontais, da mesma forma que a ocorrência de cristas e vales associa-se a sequências metassedimentares dobradas, ou então a ocorrência de formas mamelonares e pães-de-açúcar referencia-se a complexos ígneos (LIMA, 1995).

A análise morfoestrutural tem como base a interpretação dos elementos de drenagem e relevo, assim como suas relações espaciais, tendo em vista que as morfoestruturas surgem como anomalias no contexto regional (MOURA; JIMÉNEZ-RUEDA, 2014). Nesse sentido, a análise morfoestrutural está baseada no princípio de que o relevo e a drenagem tendem a desenvolver padrões específicos, que refletem em superfície estruturas geológicas profundas, cujos reflexos são passíveis de identificação através de produtos de sensoriamento remoto.

A abordagem morfotectônica, cuja origem deve ser atribuída a W. Penck, e o seu desenvolvimento à escola soviética, propõe-se completar os estudos geomorfológicos, através da investigação do papel das movimentações da crosta na configuração dos compartimentos morfoestruturais, provavelmente todos de caráter morfotectônico, e no direcionamento da morfogênese (SAADI, 1998). Para o autor, o modelado do relevo no qual a acomodação da rede de drenagem ocorre ao mesmo tempo das deformações crustais, estabelecendo, assim, um caráter ativo e simultâneo para as feições, deve ser entendido pelo termo morfotectônica. Já as feições passivas, resultantes de deformações pré-terras, nas quais a geometria dos cursos d'água podem se amoldar sobre as estruturas geradas, fazendo com que o padrão local da rede de drenagem reflita a disposição dos corpos rochosos, abrangem o termo morfoestrutural (ETCHEBEHERE et al., 2004). Assim, as formas estruturais são desenvolvidas pela erosão sob controle da estrutura geológica, enquanto as formas tectônicas resultam de movimentos crustais (COTTON, 1968).

Czajka (1958) forneceu as primeiras contribuições da perspectiva morfotectônica (tectonismo intraplaca) sobre o relevo NE brasileiro, com estudos pormenorizados dos controles estruturais exercidos sobre o relevo pela reativação cenozoica das zonas de cisalhamento pré-cambrianas. Estudos recentes têm comprovado que a atividade sísmica intraplaca constitui um importante mecanismo de interpretação morfotectônica (PEULVAST et al., 2006; BEZERRA et al., 2007).

4. ESTUDOS DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO

4.1. Estudos de Megageomorfologia

Os estudos de Geomorfologia Estrutural podem apresentar escalas diversas de análise demandando diferentes métodos de pesquisa. Tais estudos podem abordar, por exemplo, desde pequenos afloramentos em uma litologia específica até recortes espaciais da ordem de milhares de quilômetros quadrados de uma margem passiva. Dessa forma, a megageomorfologia busca pesquisar contextos espaciais extensos que permitem uma interpretação regional, analisando o relevo a partir de uma estreita relação com o contexto litoestrutural da província geológica em questão.

No contexto do Nordeste setentrional brasileiro, a partir de concepções baseadas na Geomorfologia Estrutural uma notável série de estudos foi produzida e apresentada para a comunidade acadêmica, revolucionando a compreensão acerca da morfogênese em escala regional. Peulvast e Claudino Sales (2004) apresentam uma análise abordagem morfoestrutural da porção setentrional da Província Borborema que revisitou questões geomorfológicas clássicas, como o significado de formas de relevo escalonadas e a idade e origem das superfícies de aplainamento. Os resultados apresentados foram fundamentais para uma nova forma de análise da reconstrução da evolução morfotectônica de longo termo da margem continental do setor setentrional do NE brasileiro.

Tais abordagens permitiram a elaboração de mapeamentos geomorfológicos com maior complexidade morfoestrutural (PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2003), além de viabilizar uma interpretação capaz de abranger recortes espaciais circunvizinhos no contexto nordestino (PEULVAST; BÉTARD, 2015a; PEULVAST; BÉTARD, 2015b).

Peulvast et al. (2008) abordam o papel e a importância da flexura marginal para a configuração do relevo em um contexto de evolução da paisagem de longo prazo, além de uma abordagem sobre movimentos neotectônicos na região, remetendo-os como resultado de uma deformação contínua ao longo de zonas de falha, com taxas de deformação menores do que as taxas de erosão, concluindo que, no Nordeste, os principais relevos estruturais se originaram, principalmente, no Cretáceo até os primeiros eventos do Terciário (PEULVAST et al., 2006).

Claudino Sales e Peulvast (2007) defendem que disposição morfoestrutural do relevo do setor setentrional da Província Borborema é diretamente herdada do Cretáceo, como um vasto anfiteatro aberto em direção ao mar, comportando um conjunto de formas estruturais trabalhadas pela ação externa ao longo do Cenozoico. Uma das grandes virtudes dessas interpretações reside no fato de que elas, mesmo tendo sido elaboradas em uma ampla escala de análise, permitem adaptações posteriores para estudos mais detalhados em recortes espaciais mais específicos.

No âmbito do Estado do Ceará o papel regional da neotectônica foi fundamental na interpretação da atual configuração das bacias hidrográficas, além do contexto

morfológico dos depósitos do Grupo Barreiras no território estadual (SAADI; TORQUATO, 1992).

Bezerra et al. (2008) também deram importante contribuição para a temática na região, realizando um estudo que combinou sensoriamento remoto, mapeamento geológico, análises litoestratigráficas e de fácies, além de datação por luminescência no vale do Cariatá, no Nordeste do Brasil. Morais Neto et al. (2009), através de análises por traços de fissão da apatita, indicam que a história, distribuição e deposição de materiais clásticos para as margens norte e nordeste do Brasil são derivadas do desenvolvimento regional da paisagem continental durante o Cenozoico Superior.

A interpretação dos escarpamentos da Província Borborema tem sido discutida em diferentes abordagens. Gurgel et al. (2013) abordam a evolução de escarpamentos a partir de influências tectônicas, tendo como recorte espacial o maciço do Pereiro, situado entre os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, com ênfase no controle estrutural e na idade de soerguimento. Já as interpretações de Peulvast, Claudino-Sales e Bétard (2008) indicam que tais escarpamentos constituem heranças de soerguimentos associados ao *rifting* cretáceo não apresentando controles tectônicos aparentes.

Corrêa et al. (2010) analisam os componentes endógenos sobre a morfogênese do planalto da Borborema, com destaque para a influência dos mesmos sobre a hierarquização regional dos compartimentos do relevo. Fônseca et al. (2020) interpretam a evolução geomorfológica e sedimentação quaternária do setor leste do piemonte da Borborema, entre os estados da Paraíba e Pernambuco, a partir de análises morfoestratigráficas e métodos de datação por LOE. Maia e Bezerra (2014a) fazem contribuições relevantes ao realizar uma análise sobre o condicionamento morfoestrutural do relevo no Nordeste setentrional, dando ênfase ao papel exercido pelas estruturas de deformação rúpteis e dúcteis do embasamento cristalino pré-cambriano.

Importantes interpretações também foram realizadas no contexto da Província São Francisco em termos de evolução de longo-termo do relevo (JAPSEN et al., 2012). Esse trabalho apresenta uma estreita relação acerca da evolução das superfícies de aplainamento regionais com eventos tectônicos de soerguimento desde o final do Cretáceo até o Cenozoico.

Claudino Sales (2016) apresenta uma contribuição bastante didática acerca da evolução geológico/geomorfológica do estado do Ceará, fazendo uma relação com ciclos de fissões e fusões de supercontinentes (dança dos continentes). Seguindo a mesma linha de análise destacam-se as produções de Claudino Sales e Lira (2011), e Santos, Nascimento e Claudino Sales (2020), realizados na região da Ibiapaba, no Ceará.

A partir desses importantes passos na direção do entendimento (mega)geomorfológico do NE brasileiro, sobretudo em seu segmento setentrional, estudos regionais que são fundamentais para o entendimento da evolução geomorfológica da margem passiva do Nordeste setentrional; permitiram, dentre outras contribuições, o atual e contínuo avanço nas análises da evolução geomorfológica de porções mais específicas da região.

4.2. Condicionamento morfoestrutural da rede de drenagem do Nordeste brasileiro

A importância que se tem atribuído aos estudos sobre a rede de drenagem se justifica porque um dos primeiros elementos a indicar anomalias de cunho estrutural, fornecendo subsídios à identificação de fatores de origem tectônica, são os cursos fluviais (SUMMERFIELD, 1991), posto que altera seu curso e adapta suas formas, além de apresentar padrões de acordo com as estruturas do modelado do relevo (SCHUMM; DUMONT; HOLBROOK, 2002).

Devido à alta sensibilidade às alterações crustais, mesmo que estas sejam pequenas em escala e magnitude (SCHUMM, 1993), a rede de drenagem se modifica apresentando padrões e formas de acordo com as estruturas do relevo (COUTO et al., 2011). Neste sentido, a rede de drenagem pode fornecer indícios de características estruturais inativas expostas na superfície, e, possivelmente, de características estruturais em subsuperfície (HOWARD, 1967), constituindo-se em uma importante ferramenta na análise morfoestrutural (HAYAKAWA; ROSSETTI, 2012). Dentre esses indícios pode-se citar: rios orientados transversalmente aos planos de deformação; desvios em torno de zonas de soerguimento ou em direção a zonas de subsidência; avulsões ou migrações laterais que ocorrem em canais orientados paralelamente à estrutura de deformação (HOLBROOK; SCHUMM, 1999).

A partir da análise do comportamento da rede de drenagem, seus padrões, formas e morfometria, é possível o entendimento do contexto geológico, geomorfológico e dos processos estruturais atuantes em determinadas áreas (COUTO et al., 2011). Logo, a drenagem se caracteriza como um elemento importante na análise morfoestrutural (HAYAKAWA; ROSSETTI, 2012). Segundo as autoras, a disponibilidade de novos produtos de sensoriamento remoto, com destaque para os Modelos Digitais de Elevação (MDE's), tem proporcionado uma caracterização mais refinada da drenagem.

Entretanto, apesar do significado prático dos efeitos tectônicos nos ambientes fluviais, apenas um pequeno número de pesquisas considerava tais efeitos até a década de 1980 (SCHUMM; DUMONT; HOLBROOK, 2002). Para Maia e Bezerra (2014b), as variações da morfologia dos canais fluviais eram interpretadas, por exemplo, como decorrentes das variações na descarga sólida e do tipo de carga transportada, dificultando assim a detecção dos efeitos da atividade tectônica.

De acordo com Bishop (1995), o canal fluvial tende a seguir o caminho mais fácil e que acompanhe a declividade regional. Portanto, a identificação de trechos no canal com fluxo que discorde da declividade, sugere a imposição de um desvio que pode estar associado a uma litologia distinta ou a estruturas que podem, por sua vez, correlacionar-se a eventos tectônicos (SILVA et al., 2006). Esses trechos discordantes são reconhecidos na literatura como anomalias presentes no padrão de drenagem (TWIDALE, 2004).

Howard (1967) define anomalias de drenagem como discordâncias locais da drenagem regional e/ou dos padrões de canais, sugerindo desvios topográficos ou

estruturais, tendo como importante processo geomórfico a mudança brusca da direção da drenagem (BISHOP, 1995).

Face ao exposto pode-se afirmar que a análise da rede de drenagem é de fundamental importância para o desenvolvimento de estudos morfoestruturais e esta análise inclui considerações sobre os padrões de drenagem (*drainage patterns*), padrões de fluxo individuais (*individual stream patterns*) e anomalias de drenagem (*drainage anomalies*) (HOWARD, 1967).

Na Província Borborema, grandes lineamentos tectônicos de direção NE-SW e E-W, herdados da estruturação Neoproterozoica (Orogênese Brasileira), são amplamente reconhecidos. Essas zonas de deformação, reativadas de forma rúptil no Cretáceo e Cenozoico, originaram *trends* de falhamentos também de direção NE-SW e E-W (CASTRO et al., 2012; MAIA; BEZERRA, 2014b), que controlam o traçado, predominante, meândrico suave dos rios, onde os direcionamentos do escoamento superficial expressam-se como lineamentos topográficos negativos de direção preponderante NE-SW, conferindo a estes um nítido controle estrutural.

No que diz respeito aos estudos que versam sobre o condicionamento litoestrutural, morfoestrutural e morfotectônico em bacias hidrográficas do Nordeste setentrional brasileiro (CORRÊA et al., 2010; ANDRADE FILHO; ROSSETTI, 2012; MAIA; BEZERRA, 2014a), constatou-se que as principais bacias hidrográficas estão diretamente condicionadas por falhamentos e zonas de deformação dúcteis, controlando assim a dinâmica atual de dissecação e agradação, o regime e direção dos rios e os seus padrões de drenagem, sendo, exemplos dessas drenagens: o rio Acaraú/CE, que possui parte de seu vale encaixado sobre o Lineamento Transbrasiliano; o rio Jaguaribe/CE, no médio e baixo curso sobre a zona de cisalhamento Jaguaribe e uma depressão entre as zonas de cisalhamento Senador Pompeu e Portalegre e os vales dos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu/RN, ambos encaixados no sistema de falhas da fase *rifte* da bacia sedimentar Potiguar (SILVA; MAIA, 2017).

Furrier, Nóbrega, Souza (2014) analisando, através de cartas topográficas, na escala de 1:25.000, o médio e baixo curso do rio Mamanguape-PB identificaram discrepâncias altimétricas, entre os tabuleiros localizados nas porções norte e sul, com morfologia estritamente atrelada a tectônica cenozoica, padrões assimétricos de drenagem, orientações anômalas e fortes inflexões na direção de canais. Para os autores, essas características atestam um controle morfotectônico da borda oriental do Estado da Paraíba, onde o controle estrutural e tectônico teve influência fundamental na configuração do relevo e rede de drenagem, haja vista que apenas o fator climático impossibilitaria o padrão morfológico encontrado. Furrier (2020) a partir da análise qualitativa da rede de drenagem da Folha Araçaji, borda oriental da Paraíba, aplicou índices morfométricos que corroboram com a influência tectônica.

Ainda nessa perspectiva de associar neotectônica a deformação de depósitos fluviais merece destaque o trabalho de Lima et al. (2014) acerca das reativações miocênicas e quaternárias de falhas situadas na foz do rio São Francisco (Bacia

Sedimentar Sergipe/Alagoas) e suas relações com ciclos deposicionais e, respectivamente, com a morfologia local.

Por fim, destacamos as interpretações morfológicas do setor oriental do Planalto da Borborema a partir da aplicação do índice RDE (Índice de Hack) permitindo analisar as anomalias ao longo dos perfis longitudinais dos rios (*knickpoints*) correlacionando-as com possíveis influências de erosão diferencial e/ou tectônicas regionais (MONTEIRO; CORRÊA, 2020), além de interpretações regionais relacionando a drenagem com soerguimentos no contexto da Província Borborema (RODRÍGUEZ-TRIBALDOS et al., 2017).

4.3. Estudos geomorfológicos em recortes litoestruturais específicos

A distribuição espacial das litologias do NE brasileiro ao longo de suas províncias estruturais se apresenta de forma bastante variável, contribuindo da diversidade morfológica regional. Dessa forma, estudos voltados para analisar os relevos a partir de recortes litológicos específicos são muito importantes para que se possa conhecer o comportamento morfológico dessas litologias em um complexo contexto climático de baixas latitudes. Apesar da maior parte das pesquisas geomorfológicas regionais não utilizarem delimitações litológicas como critérios basilar, encontram-se importante trabalhos nessa perspectiva.

Em termos de relevos desenvolvidos em rochas carbonáticas merecem destaque as pesquisas acerca de morfologias cársticas de bacias sedimentares fanerozoicas e em metacalcários pré-cambrianos. Algumas pesquisas relacionando condicionantes estruturais no desenvolvimento dos carstes foram elaboradas na bacia Potiguar (MAIA et al., 2012; CARNEIRO et al., 2015; GOMES et al., 2019; RABELO et al., 2020;), na Bahia (PEREIRA; GONÇALVES; REIS, 2017; JUNIOR, 1998) e em metacalcários da Província Borborema com recortes espaciais específicos (CAVALCANTE, 2016; MOURA, 2017). Cabe aqui destacar os importantes registros paleoclimáticos identificados a partir de análise geocronológica de espeleotemas da Bahia (WANG et al., 2004) que permitiram um maior detalhamento na interpretação das mudanças climáticas ao longo dos últimos 210.000 anos.

A exumação de rochas graníticas nas províncias Borborema e São Francisco justifica um mosaico de morfologias específicas que merecem destaque internacional em termos de diversidade e representatividade (MIGÓN; MAIA, 2020). Na Província Borborena diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas ao longo da última década trazendo novas discussões taxonômicas, morfogenéticas e morfoestruturais das paisagens graníticas (MAIA et al., 2015; MAIA; NASCIMENTO, 2018; MAIA et al., 2018; LIMA et al., 2019; RODRIGUES; MAIA, 2019; RODRIGUES; MAIA; GOMES, 2019), porém, destaca-se a presença de estudos bem mais antigos sobre a temática (BRANNER, 1962). Com relação aos trabalhos sobre relevos desenvolvidos em afloramentos graníticos e de rochas ortoderivadas na Província São Francisco merecem destaque as descrições sobre o campo de *inselbergs* de Itatim (LIMA; CORRÊA-GOMES, 2015).

Em termos de estrutura sedimentar no contexto regional merece destaque a bacia do Parnaíba que abrange quase que na totalidade os estados do Piauí e Maranhão. Acerca da produção geomorfológica dessa província estrutural merecem destaque os trabalhos sobre o planalto da Ibiapaba (CLAUDINO SALES et al., 2020; MOURA-FÉ, 2017; 2018), sobre a serra da Capivara (OLIVEIRA; SANTOS; LEMOS, 2020; MUTZENBERG et al., 2015; FURRIER; BARBOSA, 2012) e sobre os setores tabuliformes (chapadas) do Maranhão (MARTINS; SALGADO; BARRETO, 2017).

Uma tipologia de relevo muito incomum em termos regionais é aquela derivada de impactos de meteoritos. Nessa perspectiva merece destaque o artigo publicado sobre as estruturas circulares de São Miguel do Tapuio (PI), cuja morfologia foi relacionada ao impacto de meteorito (MARTINS et al., 2016).

O setor setentrional do NE brasileiro passou por um importante evento vulcânico cenozoico relacionado aos processos de separação da América do Sul e África (MIZUSAKI; THOMAZ FILHO, 2004), apresentando um lineamento relacionado com o Arquipélago de Fernando de Noronha e que deixaram evidências morfológicas no continente. Sobre esses relevos vulcânicos continentais merecem destaque as contribuições de Costa e Claudino Sales (2020).

Tendo como recorte espacial de análise os maciços cristalinos da Província Borborema merecem destaque os trabalhos desenvolvidos no maciço de Baturité/CE (BÉTARD; PEULVAST, 2007); serra de Uruburetama/CE (LIMA et al., 2019), serra do Quincuncá/CE (CORDEIRO; BASTOS; MAIA, 2017); maciços costeiros localizados na Região Metropolitana de Fortaleza/CE (BARBOSA; MAIA, 2018), maciços de Portalegre e Martins/RN (MAIA; BÉTARD; BEZERRA, 2016) e na serra de João do Vale/RN-PB (OLIVEIRA; MEDEIROS; BATISTA, 2020).

4.4. SIG e Geomorfologia Estrutural

A análise geomorfológica, de maneira geral, e de forma mais específica, em termos estruturais, apresenta um crescente uso das geotecnologias, diferentes ferramentas de geoprocessamento e o emprego cada vez mais elaborado de Sistemas de Informações Geográficas – SIGs, os quais são de apoio fundamental para a elaboração dos mapeamentos geomorfológicos (ARGENTO, 2003).

Assim, os SIGs se inserem cada vez mais nos percursos metodológicos de diversos trabalhos, sucedendo levantamentos bibliográficos (os quais subsidiam hipóteses e metodologias) e cartográficos (com revisão e adoção de dados), através da utilização do sensoriamento remoto (BARBOSA; MAIA, 2018).

Em termos de dados, tem-se a adaptação de cartas geológicas, topográficas, geomorfológicas, morfoestruturais, pedológicas; associada com o uso de imagens de radar, sobretudo da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resoluções espaciais que eram de 90m (BARBOSA; FURRIER, 2012), mas que alcançaram rapidamente uma resolução de 30m em trabalhos geomorfológicos (BARBOSA; MAIA,

2018; LIMA et al., 2019); o que tem viabilizado aplicações diversas (OLIVEIRA; CHAVES, 2010; BARBOSA; BARBOSA, 2016; SOUZA; FURRIER, 2019).

Os produtos de Sensoriamento Remoto também se apresentam com cada vez mais opções de uso, tais como as imagens do SPOT5, Sensor TM – Landsat 5, Landsat 8, imagens orbitais do SENTINEL-2A, sensor MSI; precedidas temporalmente pelo uso das imagens de radar do projeto Radambrasil, digitalizadas e com as informações utilizadas em diversos trabalhos, além da cartas topográficas da SUDENE, na escala de 1:100.000.

Essas informações espaciais diversas são de fundamental importância para o desenvolvimento da abordagem estrutural da geomorfologia produzida no (ou sobre o) Nordeste brasileiro. Vale ressaltar, nesse contexto, os arquivos vetoriais e matriciais gerados e disponibilizados por órgãos de diversas instâncias, tais como: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Órgãos/Agências estaduais de pesquisa, *United States Geological Survey* (USGS), dentre outros.

Dispondo de informações espaciais georreferenciadas, diversos pesquisadores têm tratado e elaborado seus materiais cartográficos em ambiente SIG por meio de *softwares* diversos, tais como o Spring 5.1.7 (BARBOSA; NÓBREGA; FURRIER, 2013); Quantum GIS 2.18.4/Las Palmas (LIMA et al., 2019), QGIS 2.18.1, Global Mapper 18, Spring 5.4.3 e ArcGis 10.4.1 (BARBOSA; MAIA, 2018).

Também se verifica o uso do Google Earth Pro, versão 7.1.5.1557, associado com o ArcGis, mais especificamente o ArcMap, versão 10.3 (BEZERRA; ARAÚJO; SARAIVA JUNIOR, 2016), ArcGIS 10.4, Quantum GIS (QGIS) 3.0, GIMP 2.8 e Spring 5.5.2 (RODRIGUES; MAIA, 2019), em meio a uma gama crescente de programas *open source*, democratizando o acesso e permitindo a melhoria da qualidade cartográfica.

Metodologicamente, os dados costumam ser recortados, sobrepostos (*overlays*), vetorizados e adaptados para específicas áreas de estudo, por exemplo, com a geração de arquivos vetoriais, curvas de nível, com equidistâncias variadas, as quais possibilitam a geração de modelos digitais de elevação (MDEs) e seus respectivos produtos tais como a geração de cartas de declividade/clinográficas e cartas hipsométricas (BARBOSA; FURRIER, 2012).

Uma relevante alternativa metodológica foi aplicada na interpretação das formas cársticas na Bacia Potiguar a partir de modelos digitais de elevação gerados pelo LiDAR, além da utilização de veículos aéreos não tripulados (vants) (SILVA et al., 2017). O uso de vants, assim como seus diversos produtos gerados, constituem ferramentas que estão na vanguarda da geomorfologia mundial.

Costa et al. (2020) apresentam uma classificação de mapeamento geomorfológico com um enfoque multiprocessual e multiescalar para o Nordeste setentrional brasileiro, através de uma taxonomia organizada em classes de macro, meso e microescala, com unidades associadas com seus respectivos processos geradores, com ênfase na estrutura, no processo e nas formas.

Por sua vez, Souza (2015) elaborou um trabalho de análise da precisão altimétrica de dados SRTM, Topodata e ASTER GDEM, em uma área entre os Estados de Pernambuco e Paraíba, avaliando a adequação desses dados às diferentes escalas, os quais, cada vez mais, apresentam notória importância para estudos da geomorfologia estrutural.

O uso de geotecnologias em estudos morfométricos, notadamente realizados em bacias hidrográficas, podem ser bastante úteis em abordagens morfoestruturais. Souza, Vale e Nascimento (2013), em um estudo realizado no sul da Bahia, lançaram mão da automatização para a demarcação de unidades morfométricas na bacia hidrográfica do rio Peruíbe, por meio de dados do SRTM em ambiente SIG, identificando potencial de contribuição tanto para estudos de evolução da paisagem quanto para os estudos que oferecem subsídios para propostas de planejamento para o uso e a ocupação do solo. Nessa perspectiva também vale destaque para os estudos geomórficos, com abordagem dos *knickpoints* e uso do Índice RED (índice Hack) (MONTEIRO; CORRÊA, 2020; OLIVEIRA; MEDEIROS; BATISTA, 2020). A vetorização de perfis longitudinais topográficos, com a classificação por MAXVER-Máxima Verossimilhança das Feições Simétricas, no ArcGIS 10, também é outra técnica interessante apresentada por Marques et al. (2017).

4.5. Geocronologia e Geomorfologia Estrutural

Os métodos geocronológicos estão na vanguarda das pesquisas das geociências em termos globais. Tais métodos permitem datar eventos naturais de diversas naturezas (endógenas ou exógenas), contribuindo com maior precisão na interpretação da evolução paleoambiental. No âmbito da Geomorfologia Estrutural, existem métodos capazes de analisar soerguimento crustal e seus possíveis reflexos geomorfológicos.

Dentre os métodos mais diretamente relacionados à Geomorfologia Estrutural destaca-se a termocronologia que analisa as taxas de resfriamento da crosta a partir de soerguimentos, já tendo importantes contribuições a partir da interpretação de traços de fissão em apatita no contexto da Província Borborema (NÓBREGA et al., 2005; MORAIS NETO et al., 2008; MORAIS NETO et al., 2009) e São Francisco (JALINEK et al., 2014).

Os isótopos cosmogênicos ajudam a analisar as taxas de erosão da crosta, cuja aceleração também pode ser relacionada com soerguimentos crustais. No âmbito do Nordeste brasileiro esse método ainda não apresenta expressivos resultados publicados, com exceção de apresentações gerais sobre a importância do método com dados preliminares (MORAIS NETO; VASCONCELOS; STONE, 2010) e trabalhos com resultados já divulgados (MARTINS; SALGADO; BARRETO, 2017), contudo, pode-se destacar que esse método é de fundamental importância na interpretação da evolução quaternária nas superfícies de aplainamento regionais.

Além dos métodos citados, pode-se destacar também o uso do LOE (Luminescência Opticamente Estimulada) associado à datação de colúvios estimulados por reativações tectônicas (BEZERRA et al., 2008; GURGEL et al., 2013; FONSÊCA et al., 2020).

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou fazer um levantamento acerca das principais produções na área de Geomorfologia Estrutural no âmbito do Nordeste brasileiro, tendo como base os principais meios de divulgação científica nacionais e internacionais. No entanto, os autores têm plena consciência da possibilidade de que relevantes produções de conhecimento geomorfológico possam ter ficado de fora desse levantamento, tendo em vista o expressivo universo de produções em âmbito regional.

A pesquisa geomorfológica no Nordeste brasileiro tem uma rica história evolutiva amparada em diferentes perspectivas metodológicas e que tem dados incomensuráveis contribuições na interpretação do relevo regional. Mesmo assim, ainda existem inúmeros problemas geomorfológicos a serem respondidos no contexto do Nordeste brasileiro e muitas dessas respostas deverão ser respondidas através de uma perspectiva climática no âmbito da geomorfologia, além do acesso aos avanços tecnológicos nos métodos das geociências, dentre eles, a geocronologia.

Referências Bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. Contribuição à Geomorfologia do estado do Maranhão. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, Universidade Católica de Campinas, v. 3, n. 5, p 34-45, 1960.
- AB'SÁBER, A. N. O Domínio Morfoclimático Semi-Árido das Caatingas Brasileiras. **Geomorfologia**, n. 43, IG – USP, São Paulo, 1974.
- AB'SÁBER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. IGEOG-USP. **Boletim Geomorfologia**, n. 19, p. 1-38, 1969.
- ALMEIDA, F. F. M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B. B., FUCK, R. **Províncias estruturais brasileiras**. In: VIII Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande: SBG. p. 363. 1977.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteor Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE FILHO, C. O; ROSSETTI, D. F. Caracterização Morfoestrutural da Porção central emersa da Bacia Paraíba (PB). **Geociências**, v.31, p. 13-39, 2012.
- ARGENTO, M. S. F. **Mapeamento Geomorfológico**. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- BARBOSA, A. B. S.; MAIA, R. P. Geomorfologia dos Maciços Costeiros da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 3, p. 617-633, 2018.

- BARBOSA, G. V.; SILVA, T. C.; FILHO, T. N.; DEL'ARCO, D. M.; COSTA, R. C. R. Evolução Metodológica para Mapeamento Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL. In: Ministério de Minas e Energia. Boletim Técnico – **Projeto RADAMBRASIL** – Série Geomorfologia, n.1, Salvador, 1984.
- BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Sistemas de diaclases e influência tectônica da borda sudeste da bacia sedimentar do Parnaíba: Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 23, p. 250-266, 2012.
- BARBOSA, M. E. F.; NÓBREGA, W. R.; FURRIER, M. Geomorfologia e morfoestrutura da carta Jacumã, estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 26, p. 233-251, 2013.
- BARBOSA, T. S.; BARBOSA, M. E. F. Aspectos geomorfológicos e mapeamento das unidades de relevo do município de João Pessoa, PB. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 1, p. 143-155, 2016.
- BARBOSA, M. E. F.; BOSKI, T.; BEZERRA, F. H. R.; LIMA-FILHO, F. P.; GOMES, M. P.; PEREIRA, L. C.; MAIA, R. P. Late Quaternary infilling of the Assu River embayment and related sea level changes in NE Brazil. **Marine Geology**, v. 405, p. 23-37, 2018.
- BASTOS, F. H. Evidências morfológicas de condições paleoclimáticas úmidas no semiárido brasileiro. **Revista de Geografia**, Recife, v. 35, n. 4 (especial XII SINAGEO), 2018.
- BÉTARD, F. Spatial variations of soil weathering processes in a tropical mountain environment: the Baturité massif and its piedmont (Ceará, NE Brazil). **Catena**, v. 93, p. 18-28, 2012.
- BÉTARD, F.; PEULVAST, J.-P.; CLAUDINO SALES, V. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semiárido do Nordeste brasileiro: o caso do Maciço de Baturité-CE. **Mercator**, v. 6, n. 12, p. 107-126, 2007.
- BEZERRA, F. H. R.; AMARO, V. E.; VITA-FINZI, C.; SAADI, A. Pliocene-Quaternary 'fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. **Jornal of South American Earth Sciences**, Oxford, v.14, p. 61-65, 2011.
- BEZERRA, F. H. R.; BRITO NEVES, B. B.; CORRÊA, A. C. B.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene tectonic-geomorphological development within a passive margin The Cariatá trough, northeastern Brazil. **Geomorphology**, v. 97, p. 555-582, 2008.
- BEZERRA, F. H. R.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. **Marine Geology**, v. 196, p. 73-89, 2003.
- BEZERRA, F. H. R.; TAKEYA, M. K.; SOUSA, M. O.; NASCIMENTO, A. F. Coseismic reactivation of the Samambaia fault. **Tectonophysics**, v. 430, p. 27-39, 2007.
- BEZERRA, G. R. F.; ARAÚJO, J. B. P.; SARAIVA JUNIOR, J. C. Geomorfologia da Serra do Feiticeiro em Lajes/RN. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 22-32, 2016.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Instituto de Ciências da Terra**, arquivos, n. 2, p. 1-14, Recife, 1964.

- BISHOP, P. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. **Progress in Physical Geography**, v. 19, n. 4, p. 449-473, 1995.
- BOSKI, T; BEZERRA, F. H. R; PEREIRA, L. F; SOUZA, A. M; MAIA, R. P; LIMA-FILHO, F. P. Sea-level rise since 8.2 ka recorded in the sediments of the Potengi–Jundiá Estuary, NE Brasil. **Marine Geology**, v. 365, p. 1–13, 2015.
- BRANNER, J. C. Caneluras e caldeirões nos granitos nos trópicos. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 171, p. 621-634, 1962.
- BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M. The Brasiliano collage in South America: a review. **Brazilian Journal of Geology**, n. 33, v. 03, p. 493-518, 2014.
- BRITO NEVES, B. B.; SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R. Tectonic history of the Borborema Province, Northeastern Brazil. In: CORDANI, G. U.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Eds.). Tectonic evolution of South America. 31. **International Geological Congress**. Rio de Janeiro, 2000. p. 151-182.
- BÜDEL, J. **Climatic geomorphologie**. Tradução de L. Fischer e D. Busche. New Jersey: Princenton University Press, 1982.
- CALDAS, L. H. R; STATTEGGER, K; VITAL, H. Holocene sea-level history: Evidence from coastal sediments of the northern Rio Grande do Norte coast, NE Brazil. **Marine Geology**, n. 228, p. 39–53, 2006.
- CARNEIRO, M. A., BEZERRA, F. H. R., SILVA, C. C. N., MAIA, R. P.; CAZARIN, C. L. Controle estrutural do sistema cárstico epigenético na Formação Jandaíra - Bacia Potiguar. **Geociências**, v. 34, p. 199, 2015.
- CASTRO, D. L.; BEZERRA, F. H. R.; SOUSA, M. O. L.; FUCK, R. A. Influence of Neoproterozoic tectonic fabric on the origin of the Potiguar Basin, northeastern Brazil and its links with West Africa based on gravity and magnetic data. **Journal of Geodynamics**, n. 54, p. 29-42, 2012.
- CAVALCANTE, D. R. **Considerações Geomorfológicas sobre o Carste do Município de Tejuçuoca, Ceará, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Licenciatura em Geografia. Fortaleza, 2016.
- CLAUDINO SALES, V. C. **Megageomorfologia do estado do Ceará: história da paisagem geomorfológicas**. Novas edições acadêmicas, 2016. 59p.
- CLAUDINO SALES, V. C. Os Litorais Cearenses. In: SILVA, J. B. et al. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2005.
- CLAUDINO SALES, V. Evolução Morfoestrutural do relevo da margem Continental do estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 20, p. 1-21, 2007.
- CLAUDINO SALES, V.; PEULVAST, J-P. Geomorfologia da Zona Costeira do estado do Ceará, Nordeste do Brasil. In: SILVA, J. B. et al. (Org.). **Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.
- CLAUDINO SALES, V; LIMA, E. C.; DINIZ, S. F.; CUNHA, S. F. S. Megageomorfologia do Planalto da Ibiapaba, estado do Ceará: uma introdução. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p.186-209, 2020.

- CLAUDINO SALES, V.; WANG, P.; CARVALHO, A. M. Interactions between Various Headlands, Beaches, and Dunes along the Coast of Ceará State, Northeast Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 34, n. 2, p. 413-428, 2018.
- CLAUDINO-SALES, V.; LIRA, M. C. Megageomorfologia do Noroeste do estado do Ceará, Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 38, p. 200-209, 2011.
- CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H.; MAIA, R. P. Caracterização geoambiental e compartimentação geomorfológica da serra do Quincuncá e entorno, Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 34, p. 106-121, 2017.
- CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H.; MAIA, R. P. Formações Concrecionárias e aspectos genéticos e evolutivos do maciço do Quincuncá, Província Borborema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, p. 359-372, 2018.
- CORRÊA, A. C. B. História geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, NE do Brasil: A perspectiva da Etchplanação. **Revista de Geografia**, Recife, v. 19, n. 01, p. 61-73, 2003.
- CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, n. 31, v. 1/2, p. 35-52, 2010.
- COSTA, A. T.; CLAUDINO-SALES, V. “Os vulcões cearenses”: gênese e evolução dos relevos vulcânicos da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. **Revista de Geografia**, v. 37, n. 1, p. 01-36, 2020.
- COSTA, L. R. F.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; CLAUDINO SALES, V. C. Geomorfologia do Nordeste Setentrional Brasileiro: uma proposta de Classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 1, p.185-208, 2020.
- COTTON, C. A. Tectonic landscapes. In: FAIRBRIDGE, R. W. (Ed.). **The encyclopedia of geomorphology**. Encyclopedia of Earth Sciences. Pennsylvania, Dowden, Hulchinson and Koss Inc, 1968. p. 1109-1116, 1968.
- COUTO, E. V.; MANIERI, D. D.; MANOSSO, F. C.; FORTES, E. Correlação morfoestrutural da rede de drenagem e lineamentos da borda planáltica, Faxinal, Paraná. **Geociências**, UNESP, v. 30, n. 3, p. 315-326, 2011.
- CZAJKA, W. Estudos geomorfológicos no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 20, n. 2, p.135-180, 1958.
- DEMANGEOT, J. Essai sur le relief du Nord-Est brésilien. **Ann. Géogr.**, v. 69, n. 372, p. 157-176, 1960.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Regional Assessment of Long-term Trends of Coastal Erosion in Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 3, p. 355-371, 1996.
- DRESCH, J. Les problèmes géomorphologiques du Nord-Est Brésilien. **Bulletin de l'Association de Géographes Français**, v. 34, n. 263-264, p. 48-59, 1957.
- ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do Índice Relação Declividade-Extensão - RDE na bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Revista do Instituto de Geociências**, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.
- FONSÊCA, D. N.; CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; LIRA, D. R.; BARROS, A. C. M.; MÜTZEMBERG, D. S. Coupling of tectonic factors and precipitation

- variability as a driver of Late Quaternary aggradation in Northeast Brazil. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 103, p. 102729-102741, 2020.
- FURRIER, M. Geomorphology, morphometry and evidence of tectonics in the Araçaji Chart, Eastern Edge of Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 04, p. 1570-1586, 2020.
- FURRIER, M.; BARBOSA, M. E. F. Sistemas de diaclases e influência tectônica da borda sudeste da bacia sedimentar do Parnaíba: Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 23, p. 250-266, 2012.
- FURRIER, M.; NÓBREGA, W.; SOUZA, A. Análise morfométrica e morfotectônica do gráben do rio Mamanguape e adjacências, borda oriental do estado da Paraíba, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 28, p. 25-38, 2014.
- GERASIMOV, I. P. **Opyt geologièeskogo strojenija**. SSSR. Problemy Fizièkoj, v. 12, p. 33-46. 1946.
- GERASIMOV, I. P.; MESCERJAKOV, J. P. Morphostrucure. In: FAIRBRIDGE, R. W. (Ed.). **The encyclopedia of geomorphology**. Encyclopedia of Earth Sciences. Pennsylvania, Dowden, Hulchinson and Koss Inc, 1968. p. 731-732.
- GERRARD, A. J. **Rock and Landforms**. Unwin Hyman, London. 1988. 319p.
- GOMES, I. P., VERÍSSIMO, C. U. V., BEZERRA, F. H. R., SANTOS, J. L., CÂMARA, J. R. F. Fraturas, carste e cavernas nos calcários Jandaíra em Felipe Guerra, Rio Grande do Norte. **Revista do Instituto de Geociências, USP**, v. 19, n. 1, p. 4-67, 2019.
- GURGEL, S. P. P.; BEZERRA, F. H. R.; CORRÊA, A. C. B.; MARQUES, F. O.; MAIA, R. P. Cenozoic uplift and erosion of structural landforms in NE Brazil. **Geomorphology**, v. 186, p. 68-84, 2013.
- HAYAKAWA, E. H.; ROSSETTI, D. F. Caracterização da rede de drenagem da bacia do médio e baixo curso rio Madeira. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 4, p. 401-418, 2012.
- HOLBROOK, J.; SCHUMM, S. A. Geomorphic and sedimentary response of rivers to tectonic deformation: a brief review and critique of a tool for recognizing, subtle apeirogenic deformation in modern and ancient settings. **Tectonophysics**, v. 305, p. 287-306, 1999.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **Bulletin Amarerican Association of Petroleum Geologist**, v. 51, n. 11, p. 2246-2259. 1967.
- JAPSEN, P.; BONOW, J. M.; GREEN, P. F.; COBBOLD, P. R.; CHIOSSI, D.; LILLETVEIT, R.; MAGNAVITA, L. P.; PEDREIRA, A. Episodic burial and exhumation in NE Brazil after opening of the South Atlantic. **Geological Society of America Bulletin**, 2012.
- JELINEK, A. R.; CHEMALE JR., F.; BEEK, P. A.; GUADAGNIN, F.; CUPERTINO, J. A.; VIANA, A. Denudation history and landscape evolution of the northern East-Brazilian continental margin from apatite fission-track thermochronology. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 54, p. 158-181, 2014.
- JUNIOR, F. W. C. **Aspectos geomorfológicos e geoespeleologia do carste da região de Iraquara, centro-norte da Chapada Diamantina, Estado da Bahia**. 133f.

Dissertação (Mestrado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

KING, L. C. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geociências**, v.18, n. 2, p. 147-265, 1956.

LIMA, C. C. U.; BEZERRA, F. H. R.; NOGUEIRA, F. C. C.; MAIA, R. P.; SOUSA, M. O. L. Quaternary fault control on the coastal sedimentation and morphology of the São Francisco coastal plain, Brazil. **Tectonophysics**, v. 628, p. 1-14, 2014.

LIMA, D. L. S.; BASTOS, F. H.; CORDEIRO, A. M. N.; MAIA, R. P. Geomorfologia granítica do Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 373-395, 2019.

LIMA, G. M. P.; CORRÊA-GOMES, L. C. Itatim geomorphological site: Largest concentration of inselbergs in Brazil. In VIEIRA B.C.; SALGADO A. A. R., SANTOS L. J. C. (Org.) **Landscapes and landforms of Brazil**. Springer, Dordrecht: p 371-380. 2015.

LIMA, I. M. M. F. Relevo do Piauí: uma proposta de classificação. In: **CARTA CEPRO**. Teresina. v.12, n.2, p.55-84, 1987.

LIMA, M. I. C. **Introdução à interpretação radargeológica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 124p.

LINS, R. C. **Bacia do Parnaíba**: aspectos fisiográficos. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife, 1978. 173p.

MABESOONE, J. M.; CASTRO, C. **Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro**. Bol. Núcleo Nordeste da SGB, Recife, 3, pp. 5-35, 1975.

MAIA, L. P.; GASTÃO, F. G. C.; TATUMI, S. H.; LACERDA, L. D. A Utilização do Método de Luminescência Opticamente Estimulada para a Datação de Sedimentos de Dunas Costeiras do Nordeste Setentrional do Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 2, p. 103-115, 2011.

MAIA, R. P. Condicionamento estrutural do relevo do nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014a.

MAIA, R. P. **Tópicos de geomorfologia estrutural**: Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2014b. 124p.

MAIA, R. P.; BASTOS, F. H.; NASCIMENTO, M. A. L.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N. **Paisagens Graníticas do Nordeste Brasileiro**. Edições UFC. 104 pp. Fortaleza, 2018.

MAIA, R. P.; BÉTARD, F.; BEZERRA, F. H. R. Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins – NE do Brasil: inversão do relevo em análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 2, p. 273-285, 2016.

MAIA, R. P.; BEZERRA, H. R. Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 37-46, 2011.

MAIA, R. P.; BEZERRA, H. R.; MASCIMENTO, M. A. L.; CASTRO, H. S.; MEDEIROS, A. J. A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 239-253, 2015.

- MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, p. 373-389, 2018.
- MAIA, R. P.; SOUSA, M. O. L.; BEZERRA, F. H. R.; NETO, P. X.; LIMA, E. N. M.; SILVA, C. C. N.; SANTOS, R. D. A importância do controle tectônico para a formação da paisagem cárstica na bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.4, p.451-463, 2012.
- MARQUES, A. L.; SILVA, J. B.; MOURA, D. C.; SILVA, D. G. Caracterização morfoestrutural e morfoescultural do Cariri paraibano. **ACTA Geográfica**, v. 11, n. 27, p. 231-242, 2017.
- MARTINS, F. P.; SALGADO, A. A. R.; BARRETO, H. N. Morfogênese da Chapada das Mesas (Maranhão - Tocantins): Paisagem Cárstica e Poligenética. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n. 3, p.623-635, 2017.
- MARTINS, J. A.; CASTELO BRANCO, R. M. G.; CASTRO, N. A.; PEULVAST, J. P.; JUNIOR, S. B. L. Morphological analysis of the São Miguel do Tapuio circular structure, Piauí – Brazil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, n.4, p.763-781, 2016.
- MATOS, R. M. D. Tectonic evolution of the equatorial South Atlantic. In: MOHRIAK, W.; TALWANI, M. (Eds.). **Atlantic rift and continental margin**. American Geophysical Union. Publisher Am. Geophys. Union, Washington D. C., p. 331-354, 2000.
- MESCERJAKOV, J. P. Les concepts de morphostructure et de morphosculpture, un nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. **Annales de Géographie**, v. 77, n. 423, p. 539-552, 1968.
- MIGÓN, P.; MAIA, R. P. Pedra da Boca, Pai Mateus, and Quixadá-Three Possible Key Geoheritage Sites in Northeast Brazil. **Geoheritage**, v.12, n. 51, 20p, 2020.
- MIZUSAKI, A. M. P., THOMAZ FILHO, A. O magmatismo pós-paleozóico no Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Eds.). **Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 471-486.
- MONTEIRO, K. A.; CORRÊA, A. C. B. Application of morphometric techniques for the delimitation of Borborema Highlands, northeast of Brazil, eastern escarpment from drainage knick-points. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 103, 2020.
- MORAIS NETO, J. M.; GREEN, P. F.; KARNER, G. D.; ALKMIM, F. F. Age of the Serra do Martins Formation, Borborema Plateau, northeastern Brazil: constraints from apatite and zircon fission track analysis. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 16, p. 23-52. 2008.
- MORAIS NETO, J. M.; HEGARTY, K. A.; KARNER, G. D.; ALKMIM, F. F. Timing and mechanisms for the generation and modification of the anomalous topography of the Borborema Province, northeastern Brazil. **Marine and Petroleum Geology**, v. 26, p. 1070–1086, 2009.
- MORAIS NETO, J. M.; VASCONCELOS, P. M.; STONE, J. **Tuning the landscape evolution in the Borborema Province, northeastern Brazil, by reconciling low-temperature thermochronology and ¹⁰Be isotope analysis**. VII SSAGI - South American Symposium on Isotope Geology. Brasília, 2010.

- MORAIS, J. O., XIMENES NETO, A. R., PESSOA, P. R. S., PINHEIRO, L. S. Morphological and sedimentary patterns of a semi-arid shelf, Northeast Brazil. **Geo-Marine Letters**, 2019. p. 1-8.
- MORAIS, J.O; PINHEIRO, L. S.; PESSOA, P. R. S.; FREIRE, G. S. S.; CARVALHO, A. M.; GUERRA, R. G. P.; BARROS, E. L.; MOURA, F. M. Ceará. In: MUEHE, D. **Panorama da Erosão Costeira do Brasil**. Brasília: MMA, p. 261-288, 2018.
- MOREIRA, A. A. N. Relevo. In: IBGE. **Geografia do Brasil: região Nordeste**. Rio de Janeiro, SERGRAF, v. 5, p. 1-45, 1977.
- MOURA, C. A.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Aplicação da análise morfoestrutural na caracterização da aptidão do meio físico a múltiplos usos em Caraguatatuba – SP. **Revista de Geografia**, v. 31, n. 1, p. 25-38, 2014.
- MOURA, P. E. F. **Evolução geomorfológica do relevo cárstico do município de Martins-Rio Grande do Norte**. 163f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- MOURA-FÉ, M. M. Análise das unidades geomorfológicas da Ibiapaba setentrional (noroeste do estado do Ceará, Brasil). **Caminhos de Geografia**, v.18, n.63, p. 240-266, 2017a.
- MOURA-FÉ, M. M. Morfoestruturas da Ibiapaba Setentrional (Noroeste do Estado do Ceará, Brasil). **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 65, p. 159-179, 2018.
- MUTZENBERG, D.; CORREA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; CISNEIROS, D. Serra Da Capivara National Park: Ruinform Landscapes on The Parnaiba Cuesta. In: In VIEIRA B.C.; SALGADO A. A. R., SANTOS L. J. C. (Org.) **Landscapes and landforms of Brazil**. Springer, Dordrecht: p. 253-263. 2015.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 421p, 1979.
- NÓBREGA, M. A.; SÁ, J. M.; BEZERRA, F. H. R.; HADLER NETO, J. C.; IUNES, P. J.; GUEDES, S.; TELLO SAENZ, C. A.; HACKSPACHER, P. C.; LIMA FILHO, F. P. The use of apatite fission track thermochronology to constrain fault movement and sedimentary basin evolution in northeastern Brazil. **Radiation Measurements**, v. 39, p. 627-633, 2005.
- NÓBREGA, M. A.; SÁ, J. M.; BEZERRA, F. H. R.; HADLER NETO, J. C.; IUNES, P. J.; GUEDES, S.; TELLO SAENZ, C. A.; HACKSPACHER, P. C.; LIMA FILHO, F. P. The use of apatite fission track thermochronology to constrain fault movement and sedimentary basin evolution in northeastern Brazil. **Radiation Measurements**, v. 39, p. 627-633, 2005.
- OLIVEIRA, G. P.; MEDEIROS, D. B. S.; BATISTA, C. T. Mapeamento e análise morfoestrutural do maciço de João do Vale (RN-PB). **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 1, p. 18-27, 2020.
- OLIVEIRA, J. H. M.; CHAVES, J. M. Mapeamento e caracterização geomorfológica: ecorregião Raso da Catarina e entorno NE da Bahia. **Mercator**, v. 9, n. 20, p. 217-238, 2010.
- OLIVEIRA; M. A. T.; SANTOS, J. C.; LEMOS, R. 80,000 years of geophysical stratigraphic record at the Serra da Capivara National Park, in northeastern Brazil: Uncovering hidden deposits and landforms at a canyon's floor. **Journal of South American Earth Sciences**, (no prelo), 2020.

PENCK, W. **Die morphologische Analyse**. Ein Kapietel der Physikalischen Geologie. Engelhorn's Nachf., Stuttgart, 1924. 283p. Tradução da obra em língua inglesa por Czech, Hella; Boswell, Kátharine Cumming. Morphological analysis of landforms. MacMillan and Co., London, 1953. 429p.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 186p.

PEREIRA, R. G. F. A., GONÇALVES, T. S., REIS, M. O carste e as cavernas de Paripiranga (BA). **Espeleo-Tema**, v. 28, n.1, p. 35-47, 2017.

PESSOA NETO, O. C. Estratigrafia de sequências da plataforma mista neogênica na Bacia Potiguar, Margem Equatorial Brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 3, p. 263-278, 2003.

PEULVAST J-P., BÉTARD F. **Landforms and Landscape Evolution of the Equatorial Margin of Northeast Brazil: An Overview**. Springer, Earth System Sciences Series, 2015b. 186p.

PEULVAST, J. P. ; CLAUDINO SALES, V. La bande côtière de l'Etat du Ceará, Nord-est du Brésil: présentation geomorphologique. **Mercator**, v. 5, p. 95-118, 2004b.

PEULVAST, J-P. ; CLAUDINO SALES, V.; BÉTARD, F.; GUNNELL, Y. Low post-Cenomanian denudation depths across the Brazilian Northeast: implications for long-term landscape evolution at a transform continental margin. **Global and Planetary Change**, v. 62, p. 39-60, 2008.

PEULVAST, J-P.; BÉTARD, F. A history of basin inversion, scarp retreat and shallow denudation: the Araripe basin as a keystone for understanding long-term landscape evolution in NE Brazil. **Geomorphology**, v. 233, p. 20-40, 2015a.

PEULVAST, J-P.; BÉTARD, F. Evolução morfoestrutural e morfopedológica do Maciço de Baturité e de seu Piemonte: do Cretáceo ao presente. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editor, p. 35-59, 2011.

PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V. **Mapa morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e da Paraíba**. In: Brasil. Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará. Mapa na escala 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2003.

PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V. Stepped Surfaces and Paleolandforms in the Northern Brazilian "Nordeste": constraints on models of morphotectonic evolution. **Geomorphology**, n. 62, p. 89-122, 2004a.

PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V.; BÉTARD, F. Morphologie des escarpements et des piémonts sur la marge passive équatoriale du "Nordeste" brésilien: évolution du Néogène à l'Actuel et ses facteurs. **Bulletin de l'Association de Géographes Français – Géographies**, v. 85, n. 2, p. 226-236. 2008.

PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V.; BEZERRA, F. H. R.; BÉTARD, F. Landforms and neotectonics in the equatorial passive margin of Brazil. **Geodinamica Acta**, v. 19, n. 1, p. 51-71, 2006.

PEULVAST, J-P.; VANNEY, J. R. **Géomorphologie Structurale**, v. 1: relief et structure. Paris/Orléans: Gordon and Breach et BRGM, 2001. 505p.

- PINHEIRO, L. S. ; MORAIS, J. O. ; MAIA, L. P. The Beaches of Ceará. In: SHORT, A. D. ; KLEIN, A. H. F. **Brazilian Beach Systems**. Springer, 2016.
- RABELO, J.; MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; SILVA, C. C. N. Karstification and fluidflow in carbonate units controlled by propagation and linkage of mesoscale fractures, Jandaíra Formation, Brazil. **Geomorphology**, v. 357, p. 1-17, 2020.
- RODRIGUES, W. S.; MAIA, R. P. Condicionamento morfoestrutural dos relevos no entorno do distrito de Taparuaba, sertão central do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 1, p.35-52, 2019.
- RODRIGUES, W. S.; MAIA, R. P.; GOMES, D. D. M. Condicionamento morfoestrutural do inselberg pedra da Andorinha, sertão norte do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 4, p. 861-876, 2019.
- RODRÍGUEZ-TRIBALDOS, V.; WHITE, N. J.; ROBERTS, G. G.; HOGGARD, M. J. Spatial and temporal uplift history of South America from calibrated drainage analysis. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, v. 18, ed. 6, p. 2321-2353, 2017.
- RUELLAN, F. Problemas do relevo e da estrutura do Brasil. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, ano X, n. 102, p. 620-624, 1951.
- SAADI, A. Modelos morfogênicos e tectônica global: reflexões conciliatórias. **Geonomos**, n.6, v. 2, p. 55-63, 1998.
- SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R.; COSTA, R. D.; IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C. R. G. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 211-234.
- SAADI, A.; TORQUATO, J.R. **Contribuição à neotectônica do Estado do Ceará**. Revista de Geologia, Fortaleza - CE. 5, pp. 5-38, 1992.
- SANTOS, F. L. A., NASCIMENTO, F., R.; CLAUDINO SALES, V. Ciclo dos supercontinentes e reflexos morfoestruturais no Noroeste do Ceará/Brasil. **Ateliê Geográfico**, v. 14, n. 2, p. 67-90, 2020.
- SANTOS, J. M.; SALGADO, A. A, R. Gênese da superfície erosiva em ambiente semiárido - Milagres/BA: Considerações preliminares. **Revista de Geografia**, v. especial, VIII SINAGEO, n. 1, p. 236-247, 2010.
- SCHUMM, S. A. River response to baselevel change: Implications for sequence stratigraphy. **Journal of Geology**, v. 101, p. 279-294, 1993.
- SCHUMM, S. A.; DUMONT, J. F.; HOLBROOK, J. M. **Active tectonics and alluvial rivers**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 292p.
- SILVA, F. E; VITAL, H. Quantifying the high coastal dynamics of tropical mesotidal barrier island-spit systems: case study in Northeast Brazil. **Geo-Marine Letters**, 2019.
- SILVA, M. B.; MAIA, R. P. Caracterização morfoestrutural do alto curso da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, Ceará-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 3, p. 637-655, 2017.
- SILVA, O. L.; BEZERRA, F. H. R.; MAIA, R. P.; CAZARIN, C. L. Karst landforms revealed at various scales using LiDAR and UAV in semi-arid Brazil: Consideration on karstification processes and methodological constraints. **Geomorphology**, v. 295, p. 1-20, 2017.

- SILVA, T. M.; MONTEIRO, H. S.; CRUZ, M. A.; MOURA, J. R. S. Anomalias de drenagem e evolução da paisagem no médio vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP). **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, v. 29, n. 2, p. 210-224, 2006.
- SOUZA A. S.; FURRIER, M. Técnicas de Mapeamento Geomorfológico Aplicadas em Escala de Detalhe **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 1, p. 89-103, 2019.
- SOUZA, J. O. P. Análise da precisão altimétrica dos modelos digitais de elevação para área semiárida do Nordeste brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 30, p. 56-64, 2015.
- SOUZA, M. J. N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Ceará. **Revista de Geologia**, UFC, v. 1, 1988.
- SOUZA, S. O.; VALE, C. C.; NASCIMENTO, F. H. Bacia do rio Peruípe (BA): ensaio de classificação morfométrica por meio de dados SRTM. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 47, p. 208–222, 2013.
- SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology: an introduction to the study of landforms**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 537p.
- TAVARES, B. A. C.; CORREA, A. C. B. Aplicação do índice de Hack no rio Ipojuca para identificação de setores anômalos de drenagem e rupturas de relevo. **Geociências** (São Paulo. Online), v. 33, p. 535-547, 2014.
- TESTA, V; BOSENCE, D. W. J. Physical and biological controls on the formation of carbonate and siliciclastic bedforms on the North-East Brazilian shelf. **Sedimentology**, v. 46, p. 279–301, 1999.
- THORNBURY, W. D. **Princípios de geomorfología**. Buenos Aires: Editorial Kapelusz, 1966. p. 17-35.
- TRICART, J. Divisão morfoclimática do Brasil Atlântico Central. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo. n. 31. p. 3-4. 1959.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREM, 1977. 91p.
- TRICART, J. **Structural geomorphology**. London: New York Longman, 1974. 305p.
- TRICART, J.; CARDOSO DA SILVA, T. **Estudos de geomorfologia da Bahia e Sergipe. Fundação para o Desenvolvimento da Bahia, Salvador**. 1968. 167p.
- TWIDALE, C. R. River patterns and their meaning. **Earth-Science Reviews**, v. 67, p. 159-218, 2004.
- WANG, X.; AULER, A. S.; EDWARDS, R. L.; CHENG, H.; CRISTALLI, P. S.; SMART, P. L.; RICHARDS, D. A.; SHEN, C. C. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. **Nature**, v. 432, p. 740-743, 2004.