

Controle estrutural da drenagem na bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará, Brasil

Daniel dos Reis Cavalcante
Frederico de Holanda Bastos
Abner Monteiro Nunes Cordeiro

Universidade Estadual do Ceará
Programa de Pós-Graduação em
Geografia - PROPGEO

Revista GeoUECE
ISSN: 2317-028X

<https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/index>

FICHA BIBLIOGRÁFICA

CAVALCANTE, D. R.; BASTOS, F. H.; CORDEIRO, A. M. N. Controle estrutural da drenagem na bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará, Brasil. *GeoUECE* (online), v. 09, n. 17, p. 152-168, 2020.



Controle estrutural da drenagem na bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará, Brasil

Daniel dos Reis CAVALCANTE

Universidade Estadual do Ceará
daniel_reisc1@hotmail.com

Frederico de Holanda BASTOS

Universidade Estadual do Ceará/
fred.holanda@uece.br

Abner Monteiro Nunes CORDEIRO

Universidade Estadual do Ceará
abnermncordeiro@gmail.com

Resumo: O presente estudo analisa o controle estrutural da drenagem na bacia hidrográfica do rio Coreaú (Ceará), situada no setor setentrional da Província Borborema. A pesquisa dividiu-se em levantamento bibliográfico, técnicas de geoprocessamento e pesquisas de campo. De maneira geral, nessa bacia predomina o padrão de drenagem dendrítico, com algumas ocorrências de padrão paralelo, treliça e radial, de onde se constata um nítido controle litoestrutural nessa diversidade morfométrica. Através da análise dos diagramas de rosetas foi possível identificar direções NE-SW/E-W como principais sentidos para as estruturas geológicas de caráter rúptil e lineamentos estruturais, em concordância com os padrões deformacionais regionais. Para os diagramas de rosetas elaborados por ordem de drenagem, percebeu-se que as direções NE-SW/E-W são bastante representativas, no entanto, houve significativa ocorrência da direção NW-SE se justificando pelos lineamentos estruturais positivos de direção predominante NE-SW (cristas quartzíticas), responsáveis por drenagens perpendiculares aos seus eixos. Sendo assim, os lineamentos estruturais e as estruturas rúpteis apresentam concordância com os trends regionais de direção NE-SW/E-W, influenciando direta e indiretamente na organização da rede de drenagem da bacia do rio Coreaú.

Palavras-chave: Geomorfologia estrutural. Condicionamento da drenagem. Sub-domínio Médio Coreaú.

152

1. Introdução

Na Província Borborema, situada no Nordeste brasileiro, extensas zonas de cisalhamento transcorrentes de direção NE-SW e E-W herdadas da Orogênese Brasileira no Neoproterozoico (BRITO NEVES, 1999; BRITO NEVES; SANTOS; VAN SCHMUS, 2000), controlam o traçado, predominante, meândrico suave dos cursos fluviais, onde as direções preferenciais do escoamento superficial expressam-se como lineamentos topográficos negativos, retilíneos e/ou suavemente



curvilíneos, de direção NE-SW e E-W, conferindo a estes um nítido controle estrutural (MAIA; BEZERRA, 2014a).

Os cursos fluviais, assim como o relevo no NE setentrional brasileiro, estão condicionados a diferentes fatores, com destaque para os aspectos relacionados à litologia e às estruturas de deformação rúpteis e dúcteis do embasamento cristalino pré-cambriano (SOUZA; ARRUDA, 2014; MAIA; BEZERRA, 2014b), sendo os cursos d'água, comandados pela gravidade, os primeiros elementos do quadro natural a responderem rapidamente, a qualquer deformação crustal (SUMMERFIELD, 1991; GONTIJO, 1999; ETCHEBEHERE; SAAD; FULFARO, 2007), inclusive aquelas de pequena escala e magnitude, no âmbito das bacias intraplaca (SCHUMM, 1993; GUEDES et al., 2006; MORAIS et al., 2010), evidenciando um condicionamento litoestrutural (HOWARD, 1967; PENTEADO, 1983), que se reflete nos padrões de drenagem e formas dos canais (COUTO et al., 2011).

Dessa maneira, a partir da análise do comportamento da rede de drenagem, com destaque para seus padrões, formas e morfometria, é possível interpretar suas relações com o contexto geológico, geomorfológico e dos processos estruturais atuantes em determinadas áreas (COUTO et al., 2011). Portanto, a drenagem se caracteriza como um elemento importante na análise morfoestrutural (HAYAKAWA; ROSSETTI, 2012). Essa 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).

Entretanto, apesar do significado prático do controle litoestrutural (*e.g.*, variações litológicas, falhas e zonas de deformação dúcteis) nos ambientes fluviais, controlando sua dinâmica atual de dissecação e agradação, o regime e a direção dos rios e os padrões de drenagem (SUMMERFIELD, 1991; VERVLOET, 2015; SILVA; MAIA, 2017), apenas um pequeno número de pesquisas considerava tais efeitos até a década de 1980 (SCHUMM; DUMONT; HOLBROOK, 2002). 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 (MAIA; BEZERRA, 2014b).

A bacia hidrográfica do rio Coreaú, situada no Estado do Ceará, encontra-se predominantemente inserida no sub-domínio Médio Coreaú (DMC) na porção NW da Província Borborema, e a W do Lineamento Transbrasiliiano, bem como em parte da Província Parnaíba (BRITO NEVES et al., 2000). Essa bacia hidrográfica apresenta grande complexidade estrutural, com sequências de *grabens* e *horsts*, além de uma variada gama de litótipos com distintas idades e origens numa mesma unidade tectônica (TORQUATO; NOGUEIRA NETO, 1996). O comportamento da rede de drenagem dessa bacia apresenta indícios de forte controle litoestrutural, refletindo o padrão



regional de direção preponderante NE-SW dos sistemas de falhas e fraturas. No entanto, os lineamentos de drenagem também apresentam, em menor proporção, direção NW-SE, destoando da tendência preferencial dos lineamentos de drenagem.

Face ao exposto, este trabalho tem por objetivo analisar a influência do substrato geológico e das zonas de deformação dúcteis e rúpteis, no condicionamento da direção dos rios e padrões de drenagem atual da bacia hidrográfica do rio Coreaú, a partir de dados de sensoriamento remoto e de diagramas em roseta da direção preferencial dos azimutes da rede de drenagem e dos lineamentos estruturais positivos, bem como das principais estruturas rúpteis extraídas da bacia do rio Coreaú.

1.1 Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Coreaú (Figura 01), localizada no setor NW do Estado do Ceará, apresenta uma área de 4.431 km², perímetro de 524 km e sua rede de drenagem está disposta em 4.010 cursos d'água, onde o comprimento total dos canais (Lu) mede um total de 5.947 km, sendo o comprimento médio dos canais (Lm) de 1,48 km. Essa rede fluvial abrange integralmente os municípios de Moraújo, Coreaú, Frecheirinha e Alcântaras, e parte de outros 13 municípios com destaque para Camocim, Granja, Sobral, Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará.

154

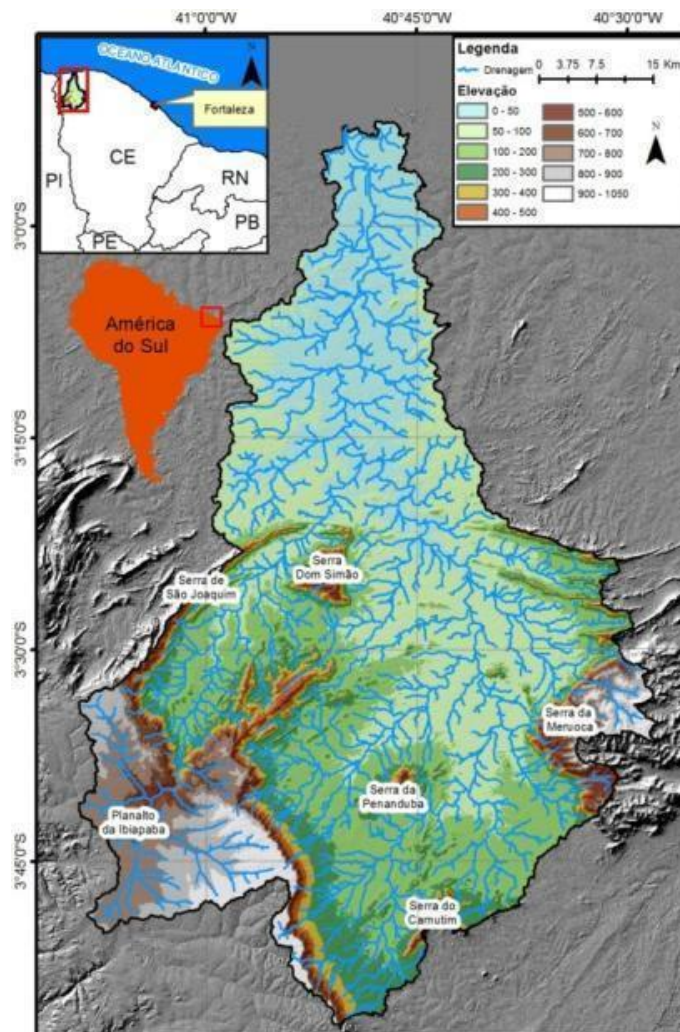
A bacia do rio Coreaú possui regime intermitente e é marcada por intensa diferenciação topográfica ao longo de seu perfil longitudinal, condicionada pela expressiva variação litoestratigráfica e pelo arranjo estrutural (*e.g.*, dobras e falhas) dessas rochas (TORQUATO, 1995; CPRM, 2003).

Do ponto de vista geológico a bacia hidrográfica do rio Coreaú está localizada, em sua maior parte, no DMC, constituído por rochas cristalinas e cristalofílicas pré-cambrianas, que corresponde a um cinturão dobrado (*orogenic belt*) (TORQUATO; NOGUEIRA NETO, 1996). Esse sub-domínio constitui o setor NW da Província Borborema (BRITO NEVES, 1999; BRITO NEVES; SANTOS; VAN SCHMUS, 2000). A mais importante das litologias corresponde à Formação São Joaquim (NPmsj), sendo formada por quartzitos e rochas calcissilicáticas do Criogeniano (CPRM, 2003).

O setor SW da área de estudo abrange uma pequena parcela da Província Parnaíba, datada do Paleozoico, relacionada com os conglomerados e arenitos do Grupo Serra Grande (Ssg) do Siluriano (CPRM, 2003).



Figura 1. Localização e hipsometria da bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará, Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018), a partir de imagens do satéliteALOS PALSAR.

O setor norte da referida bacia hidrográfica apresenta, em sua maioria, depósitos areno-argilosos a conglomeráticos do Grupo Barreiras datados do Paleógeno-Neógeno, bem como ortoconglomerados grossos com indícios de laterização relacionados a Formação Camocim (CPRM, 2003). Além desses há também depósitos arenosos e argilosos relacionados com as planícies flúvio-marinhas e costeiras datadas do Cenozóico.

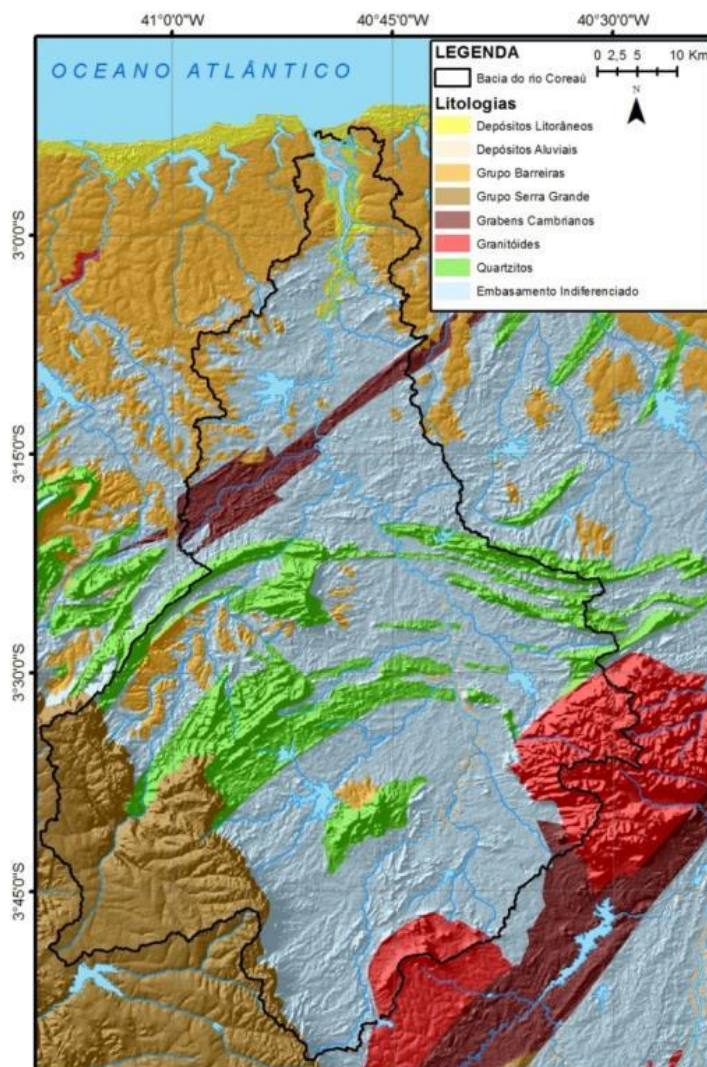
A diversidade litológica (Figura 2) apresentada e submetida aos processos erosivos e agradacionais sob condições climáticas semiáridas, condicionou uma significativa variação morfológica, com setores mais elevados, associados ao *glint* da Ibiapaba, configurado como um escarpamento contínuo (com altitudes médias de 800m) sustentado pelo Grupo Serra Grande discordantemente disposto sobre o embasamento do DMC (CLAUDINO SALES; LIRA, 2011); maciço granitóide da Meruoca; cristas residuais quartzíticas; superfícies de erosão sertanejas (metamórficas) pontilhadas de *inselbergse inselguebergs*, além dos setores de agradação pré-litorâneos e litorâneos, representados pelos depósitos do Neógeno-Pleistoceno associados ao Grupo



Barreiras (Formação Barreiras indiviso e Formação Camocim), e pelas planícies fluviais e flúvio-marinhas holocênicas (CPRM, 2003) (Figura 03).

O rio Coreaú, com 152 km de comprimento e orientado para norte, tem como principais afluentes, os rios Juazeiro, Itacolomi e Itaquatiara. Além disso, a caracterização da rede hidrográfica atual da bacia do Coreaú revelou a presença de processos de epigenia através do mecanismo de superimposição; padrões de drenagem, predominantemente, dendrítico e paralelo, além dos padrões treliça e radial centrífugo, que configuram o controle litoestrutural da rede de drenagem; lineamentos estruturais de relevo e planos de deformação de caráter dúctil-rúptil e rúptil de direção preferencial NE-SW.

Figura 2. Litologia da bacia do rio Coreaú e entorno.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de CPRM (2003); imagens ALOS PALSAR.



Figura 03. (A) Vista parcial da depressão erosiva rebaixada, a partir da vertente ocidental do maciço da Meruoca; (B) Alto curso da bacia do Coreaú visto do glint da Ibiapaba; (C) Falésia no estuário do rio Coreaú, constituídas na base por ortoconglomerados grossos da Formação Camocim.



Fonte: Acervo particular dos autores (2018).

2. Procedimentos Metodológicos

157

A elaboração de uma pesquisa científica compreende uma série ordenada de etapas metodológicas, que envolvem coleta, geração e integração dos dados, respeitando, assim, uma sequência lógica. Nesse contexto, a metodologia empregada nesta pesquisa foi dividida em quatro etapas: levantamento bibliográfico e cartográfico; técnicas de geoprocessamento; trabalho de reconhecimento de campo, em áreas pré-selecionadas; e tabulação e análise dos dados.

A primeira etapa consistiu numa detalhada revisão bibliográfica acerca das características da bacia hidrográfica do rio Coreaú e do DMC, utilizando-se como base os trabalhos de Torquato (1995); Torquato e Nogueira Neto (1996); Claudino Sales e Lira (2011); Brito Neves (1999); Brito Neves, Santos e Van Schmus (2000), dentre outros.

Num segundo momento, foram feitos levantamentos de trabalhos voltados para estudos relacionados à Geomorfologia Fluvial e controle estrutural da drenagem. Nessa perspectiva, foram consultadas diversas publicações, destacando os trabalhos de Howard (1967); Christofolletti (1980); Penteadó (1983); Thomas (1994); Charlton (2008); Elorza (2008); Saadi e Torquato (1992); Lima (2006); Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007); Morais et al. (2010); Couto et al. (2011); Haykawa e Rosseti (2012); Maia e Bezerra (2014); Vargas et al. (2015); Vervolet (2015); Bricalli (2016) e Silva e Maia (2017).



Associado à análise bibliográfica, foram levantados produtos geocartográficos, no intuito de identificar mapas existentes da área, além de dados digitais, que foram essenciais na confecção de mapas temáticos e vetorização de lineamentos estruturais.

Para a realização das técnicas de geoprocessamento foi necessária a compilação de dados matriciais e vetoriais. No processamento digital de arquivos matriciais foram utilizadas imagens do satélite ALOS, mais especificamente do sensor PALSAR, com resolução espacial de 12,5 x 12,5, adquiridas gratuitamente.

Para a confecção dos diagramas de rosetas, que têm por finalidade mostrar a estatística direcional dos lineamentos retilíneos ou pouco curvilíneos (QUEIROZ; SALAMUNI; NASCIMENTO, 2014), foi utilizada a ferramenta *AzimuthFinder*.

A extração dos lineamentos, a partir do relevo sombreado, se deu de forma manual. Esta metodologia para Vargas et al. (2015), apresenta-se como de boa relação custo-benefício, pois é uma ferramenta de baixo custo e alta eficácia para identificar o comportamento morfoestrutural do relevo, conseqüentemente de sua rede de drenagem.

Após a vetorização dos lineamentos estruturais e da rede de drenagem foi utilizada a ferramenta *AzimuthFinder* para converter arquivos vetoriais em arquivos de texto (.txt), para manipulação no software *OpenStereo*, versão 0.1.2f, de produção de diagramas em rosetas (FREE SOFTWARE FOUNDATION, 1999), com fornecimento gratuito pelo endereço <http://www.igc.usp.br/openstereo>.

Na terceira etapa foram realizados alguns trabalhos de campo em diferentes períodos do ano na área de estudo, com objetivo de analisar *in loco* o comportamento dos canais e determinados atributos morfoestruturais que se fizeram necessários.

Na quarta e última etapa, foram organizados, interpretados e integrados os dados e as informações obtidas nas etapas anteriores, realizando-se uma discussão sobre o controle estrutural da drenagem na bacia do rio Coreaú.

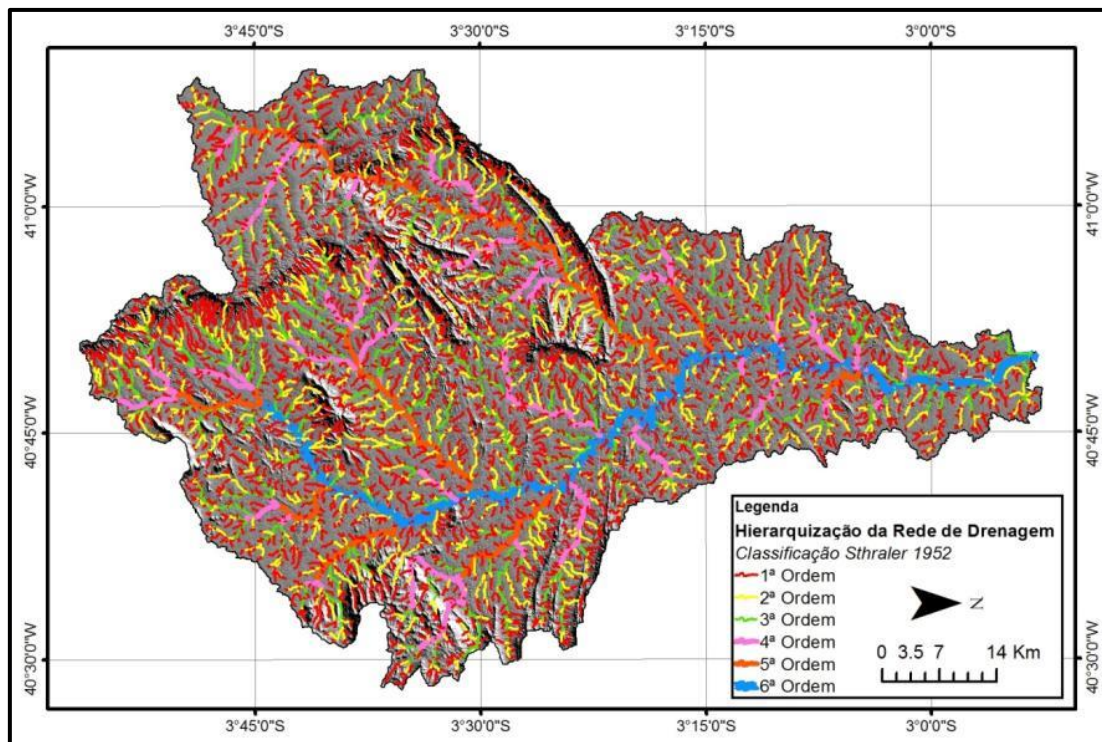
3. Resultados e Discussões

3.1 Hierarquização e padrões da rede de drenagem da bacia do Coreaú

Através da hierarquização da rede de drenagem da bacia do rio Coreaú (Figura 04), pôde-se afirmar que esta é uma bacia com canais de 6ª ordem, onde o Coreaú é o principal rio, tendo suas principais nascentes localizadas no planalto da Ibiapaba e na serra do Carnutum. O rio Coreaú possui oito afluentes de 5ª ordem que juntos somam 195 km de comprimento, sendo os mais expressivos os rios Itaquatiara, Itacolomi, Juazeiro e Sairi.



Figura 04. Hierarquização da rede de drenagem do rio Coreaú.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018), a partir de imagens do satélite ALOS PALSAR.

A análise da rede de drenagem da bacia do rio Coreaú revela densidade de drenagem (Dd), em geral, baixa, com valor de 1,34 km/km², diminuindo significativamente em sua extremidade norte e sudoeste, respectivamente, na área do Grupo Barreiras (tabuleiros pré-litorâneos), constituída por sedimentos mal selecionados, variando de argila a níveis cascalhosos, e nos arenitos do Grupo Serra Grande (*glint* da Ibiapaba) (CPRM, 2003). Os maiores valores de densidade concentram-se no centro-sul da bacia, em função da predominância e do comportamento das rochas do embasamento pré-cambriano, que dificultam a infiltração da água, favorecendo o escoamento superficial.

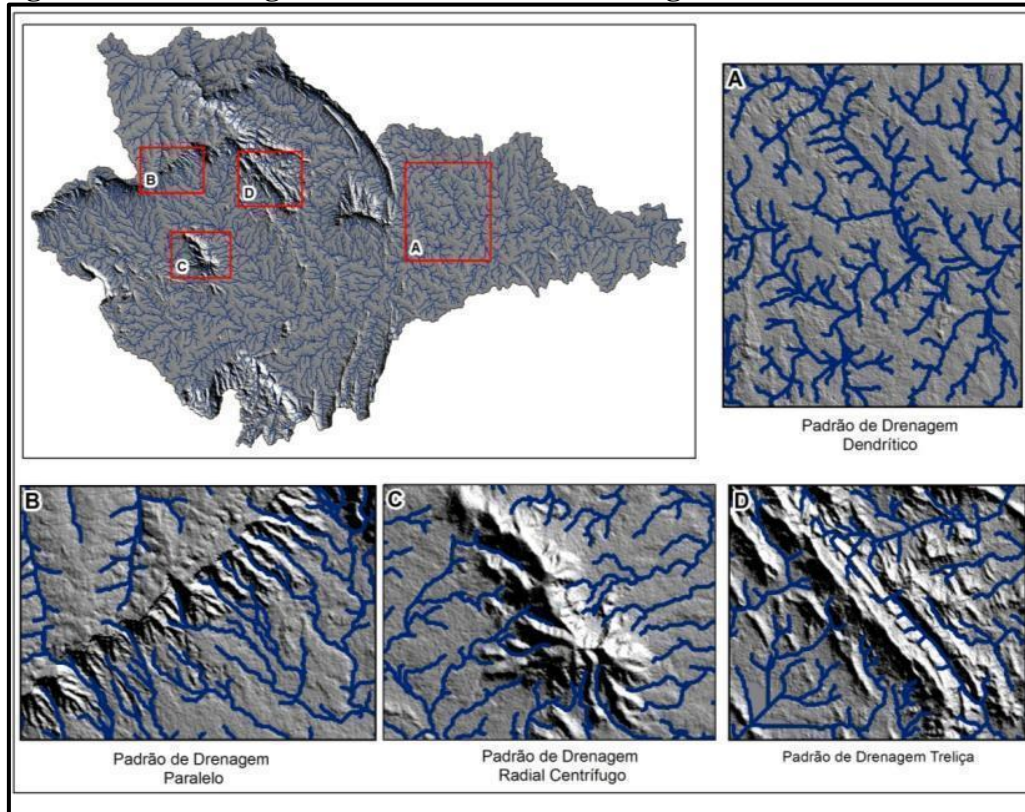
Dados quantitativos dos canais fluviais da bacia do rio Coreaú manifestam os resultados obtidos para a densidade de drenagem, onde os canais de 1^a (3.138 canais) e 2^a (673 canais) ordem representam 95,03% dos cursos d'água da bacia em análise, no entanto, são canais que não apresentam grande extensão, assumindo em média 0,964 a 1,921 km por canal. No entanto, à medida que aumenta a ordem dos canais, a quantidade de canais diminui e aumenta a extensão linear dos mesmos. Assim, os canais de 3^a, 4^a e 5^a ordem apresentam, respectivamente, 4,981 km, 9,125 km e 24,375 km de comprimento médio, constituindo os afluentes mais significativos do rio Coreaú.

Os padrões de drenagem predominantes na bacia do rio Coreaú são o dendrítico (64,5%) e paralelo (23,1%) e, em menor proporção, os padrões treliça (7,3%) e radial centrífugo (5,1%) (Figura 05). O padrão dendrítico ocorre por toda a área da bacia e está relacionado, sobretudo, ao embasamento cristalino pré-cambriano, mais especificamente à superfície de erosão sertaneja e ao



másculo granítico da Meruoca. Esse padrão de drenagem é desenvolvido em rochas heterogêneas e pouco uniformes (e.g. granitos) e pouco deformadas, apresentando arranjo irregular em todas as direções, sem nenhuma orientação evidente dos canais e com ângulos de junção variados entre o canal principal e os tributários (HOWARD, 1967; CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 05. Padrões geométricos da rede de drenagem da bacia do rio Coreaú.



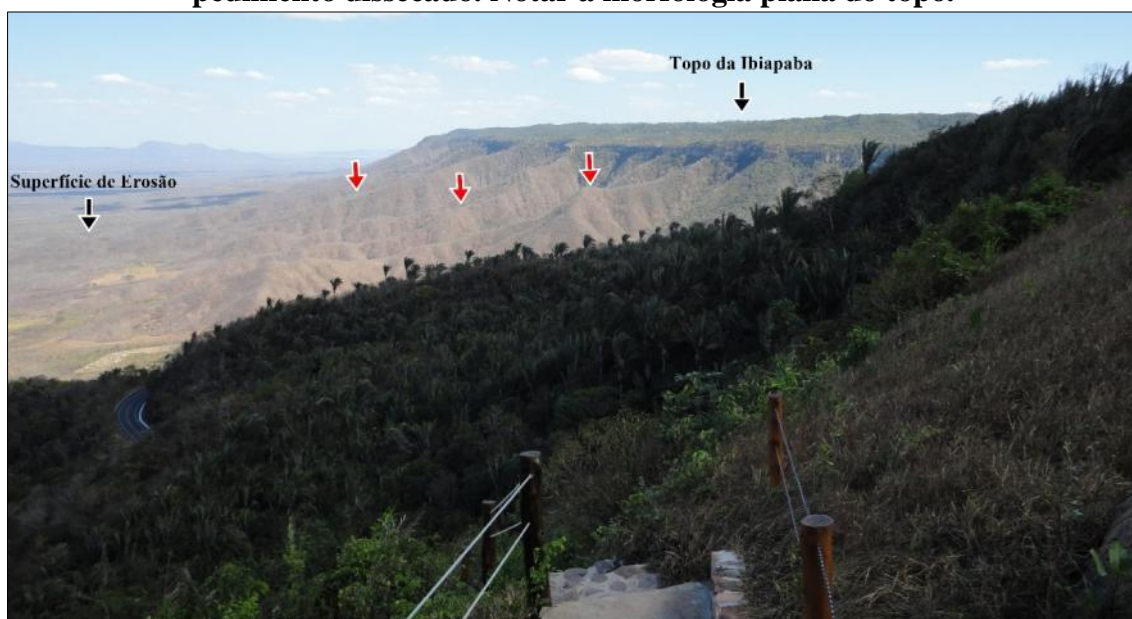
Fonte: Elaborado pelos autores (2018), a partir de imagens do satélite ALOS PALSAR.

O padrão de drenagem paralelo é observado de forma mais nítida, sobretudo, nas escarpas do *glint* da Ibiapaba, sendo responsáveis pela dissecação dos pedimentos (Figura 06) e pela erosão remontante da borda leste da Bacia do Parnaíba (*front* da Ibiapaba). Esse padrão de drenagem sofre controle estrutural, influenciado principalmente, pela escarpa do *glint*, sustentada por cornija constituída por arenitos do Grupo Serra Grande-Ssg (CPRM, 2003).

O padrão radial centrífugo foi registrado na área de ocorrência de relevos positivos com formato dômico, como, por exemplo, na serra da Penanduba, que se configura como um relevo residual, com 621 m de altitude, elaborado sobre quartzitos conglomeráticos da Formação Trapiá (Nput) (CPRM, 2003).



Figura 06. Vista parcial do front do *glint* da Ibiapaba, onde as setas em vermelho indicam o pedimento dissecado. Notar a morfologia plana do topo.



Fonte: Acervo particular dos autores (2018).

Já o padrão treliça prevalece no setor ligado às cristas quartzíticas da Formação São Joaquim (NPmsj). Nessa área os rios drenam em diferentes sentidos por entre as cristas, sendo comuns drenagens perpendiculares às direções das cristas. Nesses casos ocorrem superimposições de drenagem e presença de boqueirões, como verificado na serra de São Joaquim, localizada no setor ocidental da bacia do rio Coreaú.

161

3.2 Controle estrutural da rede de drenagem da bacia do Coreaú

No Nordeste setentrional brasileiro, os lineamentos estruturais de relevo e as estruturas deformacionais rúpteis e dúcteis apresentam direção predominante NE-SW e E-W, representando, em grande parte, os reflexos em superfície das deformações causadas pela Orogênese Brasileira, bem como dos processos tectônicos de reativação dos sistemas de falhas que ocorreram no Cretáceo e Cenozóico (MABESSONE, 2002; MAIA; BEZERRA, 2014b; PEULVAST; BÉTARD, 2015; CORDEIRO, 2017).

O sentido preferencial NE-SW e E-W dessas estruturas (*e.g.*, alinhamentos de cristas, superfícies estruturais e zonas de cisalhamento), também, foi identificado na área de abrangência da bacia do rio Coreaú. Os diagramas em rosetas gerados mostram uma notável expressividade dos padrões deformacionais regionais, que acabam condicionando o traçado meândrico dos cursos fluviais que compõem a rede de drenagem da bacia do rio Coreaú.



A maior parte das estruturas rúpteis (falhas e fraturas), conforme mostra o diagrama em rosetas (Figura 07), indicam o sentido NE-SW e, de forma secundária, a direção E-W. Para os lineamentos estruturais positivos, o padrão se repetiu, sendo que as cristas residuais, em sua maioria, representam de forma mais clara o sentido NE-SW. A zona de cisalhamento Sobral-Pedro II e as falhas Café-Ipueiras, Arapá, entre outras estruturas rúpteis apresentam o mesmo sentido regional NE-SW.

Os diagramas em rosetas separados por ordem de drenagem mostram uma expressiva representatividade da direção NE-SW. No entanto, os rios de 1ª ordem apresentam heterogeneidade de sentidos, mas com direções mais definidas no sentido NE-SW, seguido da direção NW-SE. Esta última, por sua vez, foi inesperada, tendo em vista que os diagramas em rosetas dos lineamentos estruturais de relevo e de estruturas rúpteis não apresentaram direção NW-SE.

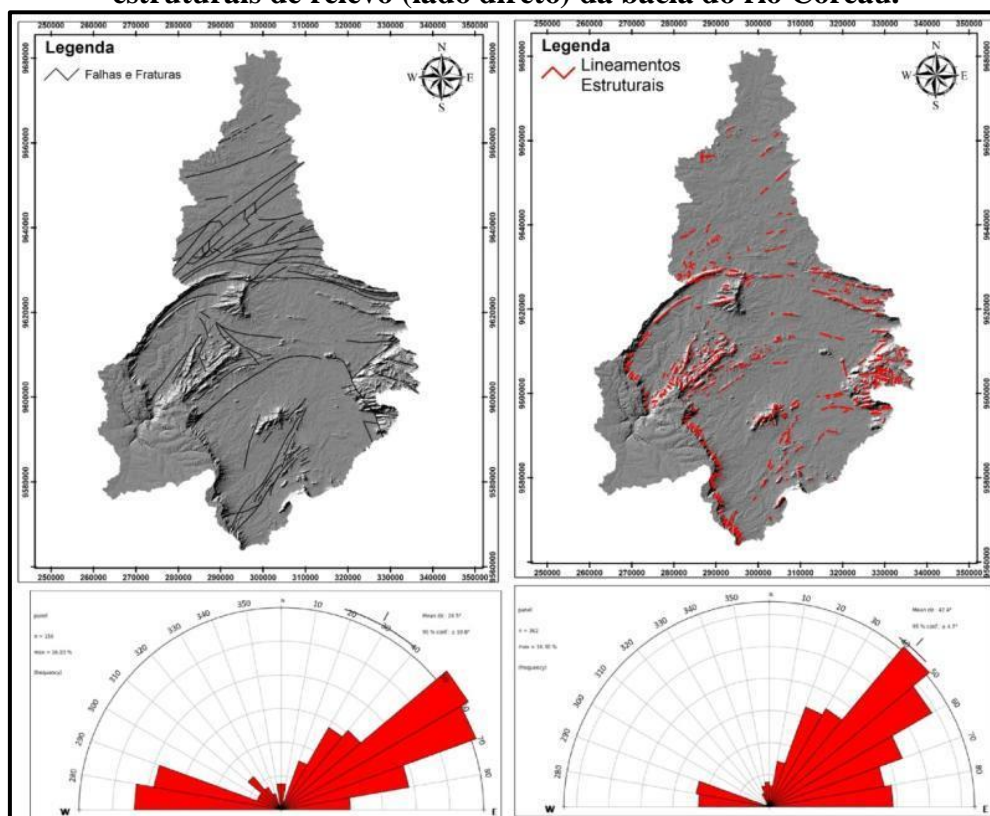
Os canais de 2ª e 3ª ordem apresentam direções mais definidas, destacando um predomínio de canais fluviais com direção E-W, em relação aos rios de 1ª ordem. Os rios de 4ª ordem apresentam direções variadas, sendo que mais uma vez as direções NE-SW e NW-SE se destacam. Já para os rios de 5ª ordem, o sentido NW-SE não se torna tão expressivo, no entanto, outras direções ganham notoriedade, tais como NNE-SSW e NE-SW.

O canal de 6ª ordem, representado pelo rio Coreaú, assume, ao longo dos seus 152 km de comprimento, diferentes direções, assumindo a direção N-S, de forma preponderante, sobre os sedimentos do Grupo Barreiras. O rio Coreaú apresenta índice de sinuosidade (I_s) igual a 1,29, indicando que o canal do rio Coreaú não tem forma retilínea, mas também, não pode ser considerado como sinuoso, ou seja, o canal apresenta forma transitória. Conforme Freitas (1952) o índice de sinuosidade $< 1,0$ pode ser considerado um canal retilíneo e um canal com índice de sinuosidade $> 2,0$ pode ser considerado um canal sinuoso.

As formas como os diagramas em rosetas se apresentam (Figura 08), mostram uma pequena discordância no que tange ao controle estrutural da rede de drenagem da bacia do rio Coreaú. Os lineamentos estruturais de relevo e as estruturas dúcteis e rúpteis seguem o *trend* regional NE-SW e E-W, entretanto, nos diagramas em roseta elaborados por ordens de drenagem, vários rios apresentaram disposições para a direção NW-SE, divergindo do padrão regional dos lineamentos positivos e negativos.

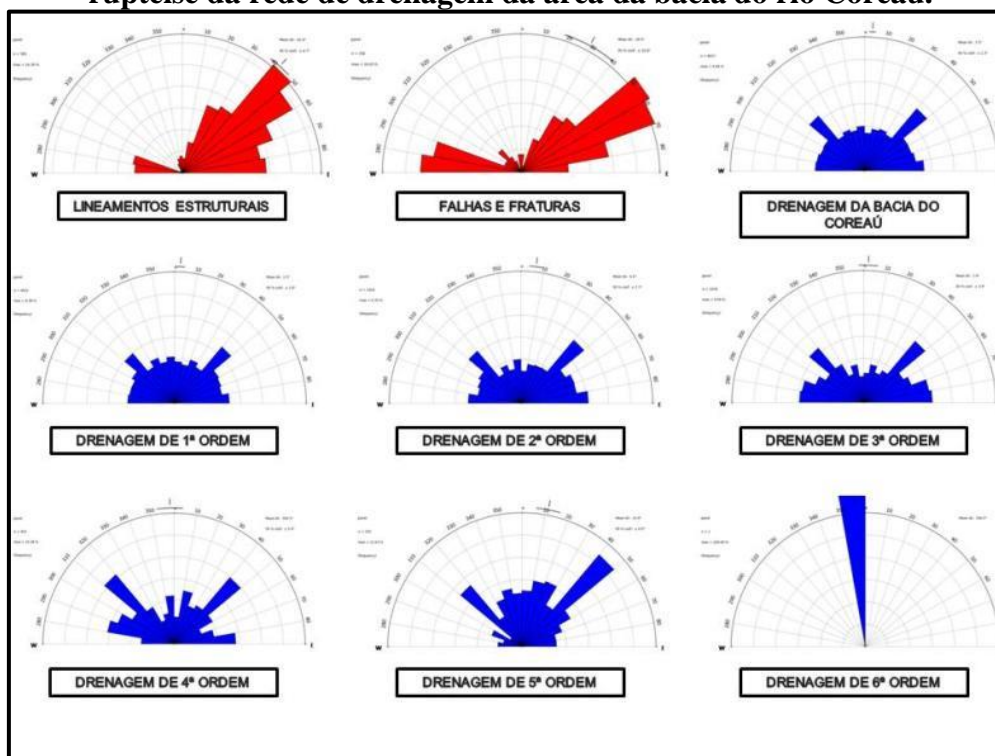


Figura 07. Diagramas em rosetas das estruturas rúpteis (lado esquerdo) e dos lineamentos estruturais de relevo (lado direito) da bacia do rio Coreaú.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018), a partir de imagens do satélite ALOS PALSAR, e de dados geológicos da CPRM (2003).

Figura 08. Diagramas em rosetas dos lineamentos estruturais de relevo, das estruturas rúpteis da rede de drenagem da área da bacia do rio Coreaú.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018), a partir do software OpenStereo.



Para justificar o direcionamento NW-SE dos cursos fluviais da bacia hidrográfica em questão, tem-se que levar em consideração os *trends* de lineamentos estruturais positivos de direção NE-SW da área, tendo em vista que estes se apresentam como interflúvios na forma de cristas residuais, maciços cristalinos, *inselbergs* e *inselguebergs*. Esses relevos residuais, com exceção dos *inselbergs*, apresentam cursos fluviais, sobretudo de 1ª e 2ª ordens, perpendiculares ao sentido dos lineamentos estruturais.

Dessa forma, os lineamentos estruturais de relevo, bem como as estruturas geológicas de caráter dúctil-rúptil e rúptil da área de estudo, compactuam com o *trend* regional observado por Maia e Bezerra (2014b). Divergindo do padrão regional, a direção do rio Coreaú, além do formato geral de sua bacia de drenagem, apresenta direcionamento N-S.

Entretanto, através da análise dos diagramas em rosetas da bacia hidrográfica do rio Coreaú, foi possível identificar que a direção NE-SW dos cursos fluviais prevalece nos canais de 3ª, 4ª e 5ª ordens, confirmando a concordância com o *trend* regional, bem como com outros grandes rios do Nordeste setentrional brasileiro, como, por exemplo, o rio Jaguaribe que apresenta um predomínio de canais dispostos na NE-SW, no alto, médio e baixo curso (MAIA, 2005; GOMES NETO, 2007; SILVA; MAIA, 2017).

164

4. Conclusão

Por meio da análise de dados litoestruturais e de sensoriamento remoto (imagens do satélite ALOS PALSAR), bem como dos diagramas em rosetas foi possível caracterizar a rede de drenagem da bacia do rio Coreaú. Os resultados revelaram que a disposição dos cursos fluviais dessa bacia hidrográfica são influenciados pela estrutura geológica (*e.g.*, litologia e planos de deformação dúctil-rúptil) e por lineamentos positivos de relevos (*e.g.* cristas residuais), fato comprovado por inúmeras feições, como, por exemplo: superimposição de drenagem; direcionamento dos lineamentos de relevo; padrão de drenagem paralelo (23,1%), treliça (7,3%) e radial centrífugo (5,1%).

O padrão de drenagem paralelo predomina no front do *glint* da Ibiapaba, obedecendo seu caimento topográfico e, nas encostas das cristas residuais e entre o alinhamento das mesmas, que apresentam direção NE-SW. No entanto, a maior parte da bacia do Coreaú é caracterizada pelo padrão dendrítico (64,5%), que ocorre, predominantemente, sobre a depressão erosiva sertaneja, explicada pela topografia pouco acidentada, homogeneidade do substrato rochoso e pelas condições climáticas semiáridas.

A partir da extração dos lineamentos estruturais de relevo, a partir de imagens ALOS PALSAR, orientados de acordo com os planos de deformação dúcteis e rúpteis, observou-se que em



grande parte da bacia do Coreaú a rede de drenagem, principalmente, os cursos fluviais de 3ª, 4ª e 5ª ordem, apresentam, em parte, uma compatibilidade com a direção dos lineamentos estruturais e das estruturas geológicas regionais dispostas predominantemente na direção NE-SW.

No entanto, padrões de drenagem de sentido NW-SE foram verificados nos diagramas em roseta, apresentando assim uma incompatibilidade com os *trends* de lineamentos positivos e negativos de disposição NE-SW, que predominam na porção setentrional da Província Borborema. A direção NW-SE dos cursos fluviais da bacia do Coreaú predomina no front do *glint* da Ibiapaba e nas encostas das cristas residuais constituídas por rochas quartzíticas, justificando a existência de cursos fluviais perpendiculares aos lineamentos positivos de direções NE-SW. Dessa forma os lineamentos estruturais de direção NE-SW condicionam a formação de drenagens NW-SE.

5. Referências Bibliográficas

ALVES, F. B.; ROSSETTI, D. F. Influência Neotectônica no estabelecimento dos vales dos rios Paraíba e Mamanguape, norte da bacia do Paraíba (PB). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 517-532. 2016.

BERTOLINI, W. Z.; CHEREM, L. F. S. Relação entre o relevo e a drenagem na análise da condição de equilíbrio no alto rio Piranga (MG). **Geografias**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 102-118. 2016.

BRICALLI, L. L. Procedimentos metodológicos e técnicas em Geomorfologia Tectônica. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 75-110. 2016.

BRITO NEVES, B. B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 3, p. 379-392, 1999.

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.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. New York: Routledge, 2008. 280p.
CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Blucher, 1980. 188p.

CLAUDINO SALES, V.; LIRA, M. V. Megageomorfologia do noroeste do Estado do Ceará, Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 38, p. 200-209. 2011.

CORDEIRO, A. M. N. **Morfoestrutura e morfopedologia da serra do Quincuncá e entorno, Ceará, Brasil**. 251f. Tese (Doutorado em Geografia)- Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

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**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 315-326. 2011.



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará**. Mapa na escala de 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil/Ministério das Minas e Energia, 2003.

ELORZA, M. G. **Geomorfología**. Madrid: Pearson Educación, 2008.920p.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J. Análise de bacias aplicada à prospecção de água subterrânea no Planalto Ocidental Paulista, SP. **Geociência**, UNESP, v. 26, n. 03, p. 229-247, 2007.

FREE SOFTWARE FOUNDATION. **Licenças de Software Livre**. 1999. Disponível em: <<http://www.gnu.org/licenses/licenses.pt-br.html>>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

FREITAS, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**, n.11, p.53-57, 1952.

GOMES NETO, A. O. **Neotectônica do baixo vale do rio Jaguaribe – Ceará**. 2007. 181f. Tese (Doutorado em Geologia Regional)- Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

GONTIJO, A. H. F. **Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba**: região da Serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. 259f. Tese (Doutorado em Geologia)-Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus Rio Claro, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1999.

GUEDES, I. C.; SANTONI, G. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; STEVAUX, J. C.; MORALES, N.; SAAD, A. R. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do rio Santo Anastácio (SP) para a detecção de possíveis deformações neotectônicas. *RevistaUnG - Geociências*, v. 5, n. 1, p. 75-102, 2006.

166

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **Bulletin American Association of Petroleum Geologist**, v. 51, n. 11, p. 2246-2259. 1967.

LIMA, M. I. C. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belém: UFPA, 2006.194p.

MABESSONE, J. M. História geológica da Província Borborema (NE Brasil). **Revista de Geologia**, v. 15, p. 119-129. 2002.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. **Tópicos de geomorfologia estrutural**: Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2014a. 124p.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141. 2014b.

_____. Tectônica pós-Miocênica e controle estrutural de drenagem no rio Apodi-Mossoró, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 31, n. 2. p. 57-68. 2013.

_____. Neotectônica, Geomorfologia e Sistemas Fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 37-46. 2011.



MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H.; CLAUDINO-SALES, V. Vales fluviais do NE: Considerações geomorfológicas. **OKARA: Geografia em debate**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 177-189. 2008.

MERTES, L. A. K.; MAGADZIRE, T. Large rivers from space. p. 535-552. In: GUPTA, A. (Eds.). **Large Rivers: Geomorphology and management**. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2007.689p.

MORAIS, E. S.; CREMON, E. H.; SANTOS, M. S.; SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. Orientação da drenagem como resposta a controles geomorfológicos: análise do córrego Dourado, Paraná-Brasil. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 127-135. 2010.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.186p.

PEULVAST, J. P.; BÉTARD, F. **Landforms and Landscape Evolution of the Equatorial Margin of Northeast Brazil**. New York: Springer Earth System Sciences Series, 2015.186p.

QUEIROZ, G. L.; SALAMUNI, E.; NASCIMENTO, E. R. AzimuthFinder: ferramenta para a extração de dados e apoio na análise estrutural. **Geologia USP, Série Científica**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 69-80. 2014.

SAADI, A.; TORQUATO, J. R. Contribuição à neotectônica do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 5, p. 5-38. 1992.

SCHUMM, S. A.; DUMONT, J. F.; HOLBROOK, J. M. **Active tectonics and alluvial rivers**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 292p.

SILVA, M. B.; MAIA, R. P. Caracterização morfoestrutural do alto curso da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, Ceará-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 637-655. 2017.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology: an introduction to the study of landforms**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 537p.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. England: John Wiley & Sons Ltd, 1994.460p.

TORQUATO, J. R. A Geologia do noroeste do Ceará (Uma revisão histórica). **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 8, p. 5-183. 1995.

TORQUATO, J. R.; NOGUEIRA NETO, J. A. Historiografia da região de dobramentos do médio Coreaú. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 303-314. 1996.

VARGAS, K. B.; SORDI, M. V.; COUTO, E. V.; FORTES, E. Extração de lineamentos para identificação de controles estruturais no município de Mauá da Serra – PR. **Revista Equador**, Teresina, v. 4, n. 3, p. 322-328. 2015.

VERVLOET, R. J. H. M. **Elementos de geomorfologia estrutural: estudo aplicado a região serrana do Espírito Santo**. Vitória: Editora Livre, 2015.196p.



STRUCTURAL CONTROL OF DRAINAGE IN THE COREAÚ RIVER'S HYDROGRAPHIC BASIN, CEARÁ, BRAZIL

Abstract: The present study analyzes the structural control of drainage in the hydrographic basin of the Coreaú river (Ceará), located in the northern sector of Borborema Province. The research was divided into bibliographical research, geoprocessing techniques and fieldwork. In general, in this basin the dendritic drainage pattern prevails, with some occurrences of parallel, trellis and radial pattern, from which a clear lithostructural control in this morphometric diversity. Through the analysis of the rosette diagrams it was possible to identify NE-SW / E-W directions as the main directions for the geological structures of the rump character and structural lineaments, which is in agreement with the regional deformation patterns. For the rosette diagrams elaborated in order of drainage, it was observed that the NE-SW/E-W directions are quite representative, however, there was a significant occurrence of the NW-SE direction, being justified by the positive structural orientations of the predominant direction NE-SW (quartzite crests), responsible for drainage perpendicular to its axes. Thus, the structural lineaments and the shear zones are in agreement with the regional direction trends (NE-SW/E-W), influencing directly and indirectly in the organization of the drainage system of the Coreaú river basin.

Keywords: Structural geomorphology. Drainage conditioning. Structural Sub-domain Médio Coreaú.

CONTROL ESTRUCTURAL DEL DRENAJE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO COREAÚ, CEARÁ, BRASIL

Resumen: El presente estudio analiza el control estructural del drenaje en la cuenca hidrográfica del río Coreaú (Ceará), ubicado en el sector norte de la provincia de Borborema. La investigación se dividió en levantamiento bibliográfico, técnicas de geoprocésamiento e investigación de campo. En general, el patrón de drenaje dendrítico predomina en esta cuenca, con algunas ocurrencias de patrón paralelo, reticular y radial, a partir del cual se encuentra un claro control litoestructural en esta diversidad morfométrica. Mediante las análisis de los diagramas de roseta, fue posible identificar las direcciones NE-SW/E-W como las direcciones principales para las estructuras geológicas de carácter frágil y lineamientos estructurales, de acuerdo con los patrones de deformación regionales. Para los diagramas de roseta elaborados en orden de drenaje, se observó que las direcciones NE-SW/E-W son bastante representativas, sin embargo, hubo una ocurrencia significativa de la dirección NW-SE, justificada por las líneas estructurales positivas de la dirección NE-SW predominante (crestas de cuarcita), responsables de los drenajes perpendiculares a sus ejes. Por lo tanto, las líneas estructurales y las estructuras frágil están de acuerdo con las tendencias regionales de la dirección NE-SW/E-W, influyendo directa e indirectamente en la organización de la drenaje de la cuenca del río Coreaú.

Palabras clave: Geomorfología estructural; Control de drenaje; Subdominio Medio Coreaú.

168

DANIEL DOS REIS CAVALCANTE

Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará.
E-mail: daniel_reisc1@hotmail.com

FREDERICO DE HOLANDA BASTOS

Professor Adjunto/Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Ceará.
E-mail: fred.holanda@uece.br

ABNER MONTEIRO NUNES CORDEIRO

Pós-doutorando/Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Ceará.
E-mail: abnermncordeiro@gmail.com
