

## GEOMORFOLOGIA E MAPEAMENTO TEMÁTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APDO-MOSSORÓ, NORDESTE DO BRASIL

Rúbson P. Maia  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
rubsonpinheiro@yahoo.com.br

Francisco H. R. Bezerra  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
bezerrafh@geologia.ufrn.br

### EIXO TEMÁTICO: GEOMORFOLOGIA E COTIDIANO

#### Resumo:

O presente trabalho propõe analisar a geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, Nordeste do Brasil, bem como seus principais aspectos morfotectônicos. No âmbito desta bacia, a neotectônica é responsável pela reativação de antigas estruturas tectônicas e pela geração de novas falhas, as quais condicionam processos geomorfológicos lineares e areolares. Tais processos são evidenciados principalmente no controle estrutural da drenagem, dissecação, terraceamento, agradação, coluvionamento e de deformações em depósitos sedimentares quaternários. Na planície do baixo curso do rio Apodi-Mossoró, a análise da deformação neotectônica e suas repercussões na rede de drenagem possibilitou a identificação de falhas, estruturas de deformação em sedimentos incoesos e anomalias de drenagem correlacionáveis com os principais sistemas de falhas regionais. Tais falhas, de direção NE-SW e NW-SE, exercem controle sobre a drenagem e produzem anomalias na forma de cotovelos de drenagem e segmentos lineares entre trechos sinuosos, bem como o controle na deposição de sedimentos quaternários.

**Palavras Chave:** geomorfologia, neotectônica, sistema de drenagem.

#### Abstract:

This research proposes an analysis regarding the geomorphology of the Apodi-Mossoró river basin – state of Rio Grande do Norte and its main morphotectonic aspects. In this basin's scope, neotectonics is responsible for the reactivation of old tectonic structures and generation of new faults, which control linear and areolar geomorphological processes. Such processes are mainly marked in the drainage structural control, erosion and terracing, aggradation and colluvial deposition and in sedimentary deposits' deformations. In the lowlands, within the Apodi-Mossoró river's lower course, a neotectonic deformation analysis and its repercussions in the drainage network made it possible to identify faults, deformation structures in incohesive sediment and drainage anomalies, which correlate with the main regional fault systems. These anomalies in the NE-SW and NW-SE directions denote the drainage structural control expressed in the form of drainage elbows and linear segments between sinuous stretches, as well as the control of Quaternary sediment deposition.

**Key-words:** geomorphology, neotectonics, drainage system.

#### Justificativa e Problemática:

Na fachada atlântica nordestina, entre as áreas elevadas e as depressivas, os rios formam vales encaixados com direção preferencial E-W e NE-SW (Maia e Bezerra, 2008), apresentando em geral cursos retilíneos intercalados por setores sinuosos. Essas características dos rios denotam uma adaptação às estruturas geológicas pré-existentes, como falhas e zonas de cisalhamento (Bezerra et al.,

2001), e geomorfológicas como vales incisos e alinhamentos de cristas residuais em áreas de lineamentos estruturais (Maia e Bezerra, 2008). As estruturas pré-existentes são principalmente falhas e zonas de cisalhamento dúcteis de direção NE-SW e E-W, responsáveis pela formação de grandes domínios morfoestruturais no Nordeste Brasileiro (Peulvast e Claudino Sales, 2003; Bezerra et al, 2008).

Dessa forma, os rios da região Nordeste apresentam padrões de drenagem resultantes das características do embasamento e suas estruturas morfotectônicas. Como elementos geomorfológicos, constituem os principais agentes denudacionais cenozóicos das áreas emersas (Maia e Bezerra, 2008).

### **Objetivos:**

Diante da ausência de trabalhos de geomorfologia frente às recentes concepções acerca do tectonismo cenozóico, o presente artigo aborda os principais aspectos geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN e suas estruturas tectônicas. Para tanto relaciona a compartimentação morfoestrutural com as características da drenagem e mostra que a geometria do canal atual é produto de grandes zonas de falhas na área da bacia hidrográfica.

### **Material e Método:**

O trabalho de mapeamento e tratamento digital utilizou a folha SB-24-X-D-I (1:100.000) (Bezerra et al., 2011), fotografias aéreas e imagens TM Landsat 5 tratadas com filtros direcionais. Também foram utilizadas imagens SRTM para a extração da drenagem e elaboração dos blocos diagrama. Os blocos diagrama foram elaborados com o auxílio de *softwares* de modelagem 3D e de desenho. A extração dos lineamentos foi realizada em ambiente digital utilizando-se de fotografias aéreas e objetivou a identificação dos lineamentos da rede de drenagem e do relevo. A identificação de unidades morfoestruturais utilizou-se do 2º táxon da cartografia geomorfológica correspondente aos compartimentos gerados pela ação climática ao longo do tempo geológico (Cassetti, 2005), com intervenção dos processos tectogenéticos. A elaboração de diagramas de rosetas representando as direções da drenagem e dos lineamentos de relevo permitiu a correlação entre a morfologia do canal e sua relação com o contexto morfotectônico.

### **Resultados e Discussões:**

A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró compreende todo segmento oeste do estado do Rio Grande do Norte, drenando uma área de 14.270 km<sup>2</sup> (Figura 01). O canal é erosivo nos primeiros 100 km, trecho em que diseca a Depressão Sertaneja. As nascentes situam-se na porção SW deste estado, mais exatamente na porção NE da Serra de Pereiro entre 350 e 500 m.

Em seu baixo e médio curso, entretanto, desenvolve características de um rio de planície, situado sobre os sedimentos mesozóicos da sequência pós-rifte da bacia sedimentar Potiguar (Figura 01). Nesse trecho, forma um vale alinhado de direção NE-SW. Sua largura inicia-se com cerca de 250 m e termina na foz com aproximadamente 8 km em um eixo longitudinal de 70 km, apresentando desnível da ordem de 0,06°.

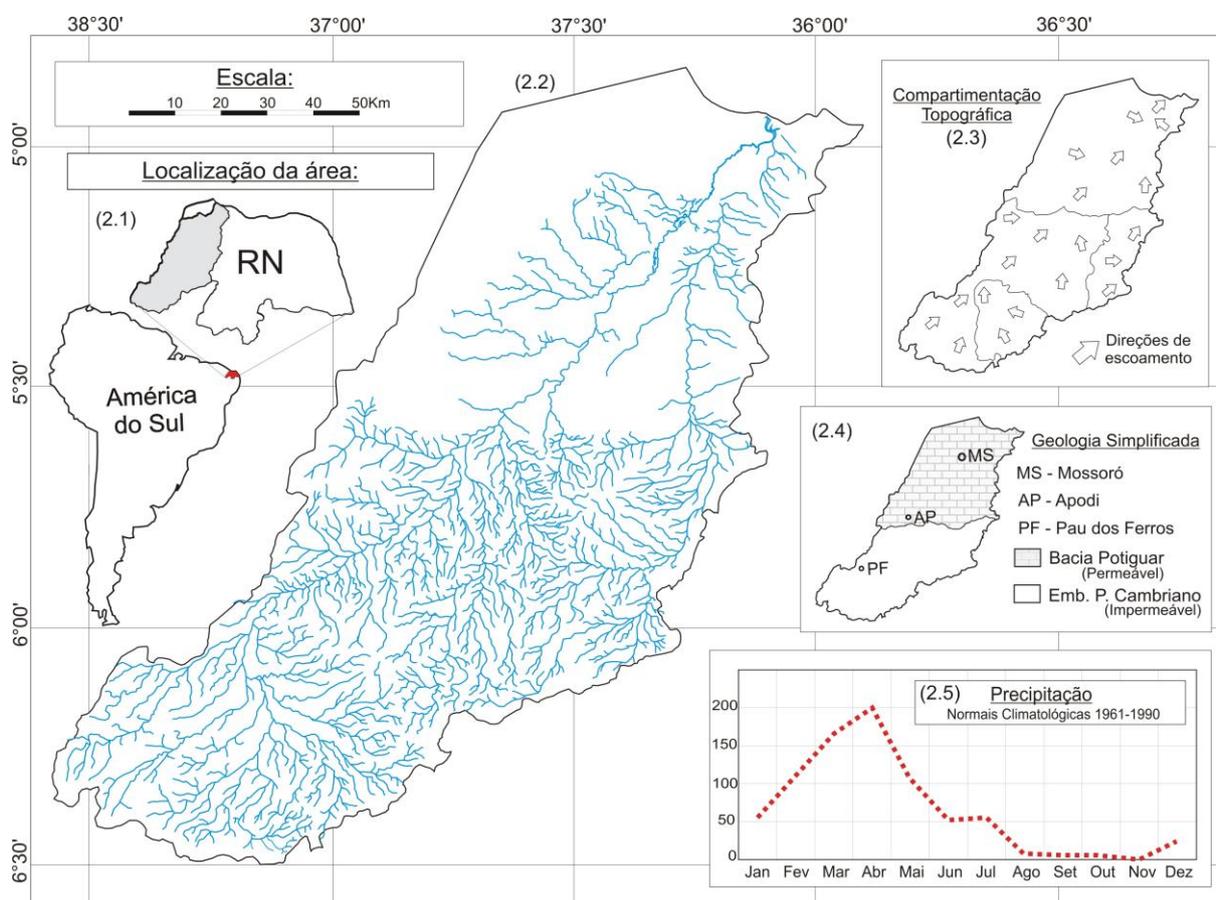


Figura 01- Localização da área de estudo (Mapa de Hidrografia e compartimentação topográfica)

Em seu alto curso, observa-se que a elevada densidade de drenagem resulta de sua relação com o embasamento pré-cambriano. Nesse caso, os padrões dendrítico e sub-dendrítico resultam da impermeabilidade das rochas cristalinas e o padrão paralelo resulta da conformação da drenagem às estruturas tectônicas, principalmente relevos orientados segundo as direções das principais zonas de cisalhamento. O trend NE-SW controla feições erosionais dos maciços formando vales incisos ao longo desta direção.

No baixo curso do rio Apodi-Mossoró, a diminuição da densidade dos canais se dá em função da maior permeabilidade do substrato (Figura 01, item 2.2 e 2.4) constituído por arenitos da Formação Açú e calcários da Formação Jandaíra (Sequência pós-rifte da bacia sedimentar Potiguar). Nessa área, o vale do rio Apodi-Mossoró está embutido em uma depressão de aproximadamente 100 m de profundidade e diseca o centro da bacia sedimentar Potiguar.

Do ponto de vista geomorfológico, a bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró foi dividida nos seguintes domínios morfoestruturais, Depressão Sertaneja, Maciços Residuais, Planícies em Depósitos Mesozóicos e Cenozóicos e um Domo Anticlinal (Figura 02). Em seu alto curso ocorre a Depressão Sertaneja ocupando cerca de 63% do total da bacia hidrográfica. Esta depressão se estende até a base dos limites escarpados dos Depósitos Mesozóicos e situa-se entre os blocos soerguidos, sendo modelada no interior dos quais a rede de drenagem dos principais rios se instala. Sua morfologia atesta os pronunciados efeitos da erosão a que foi submetida, onde as repetidas remoções do manto de intemperismo, sobretudo no cenozóico, originaram a extensa superfície aplainada, partindo da base dos maciços residuais e individualizando-os.

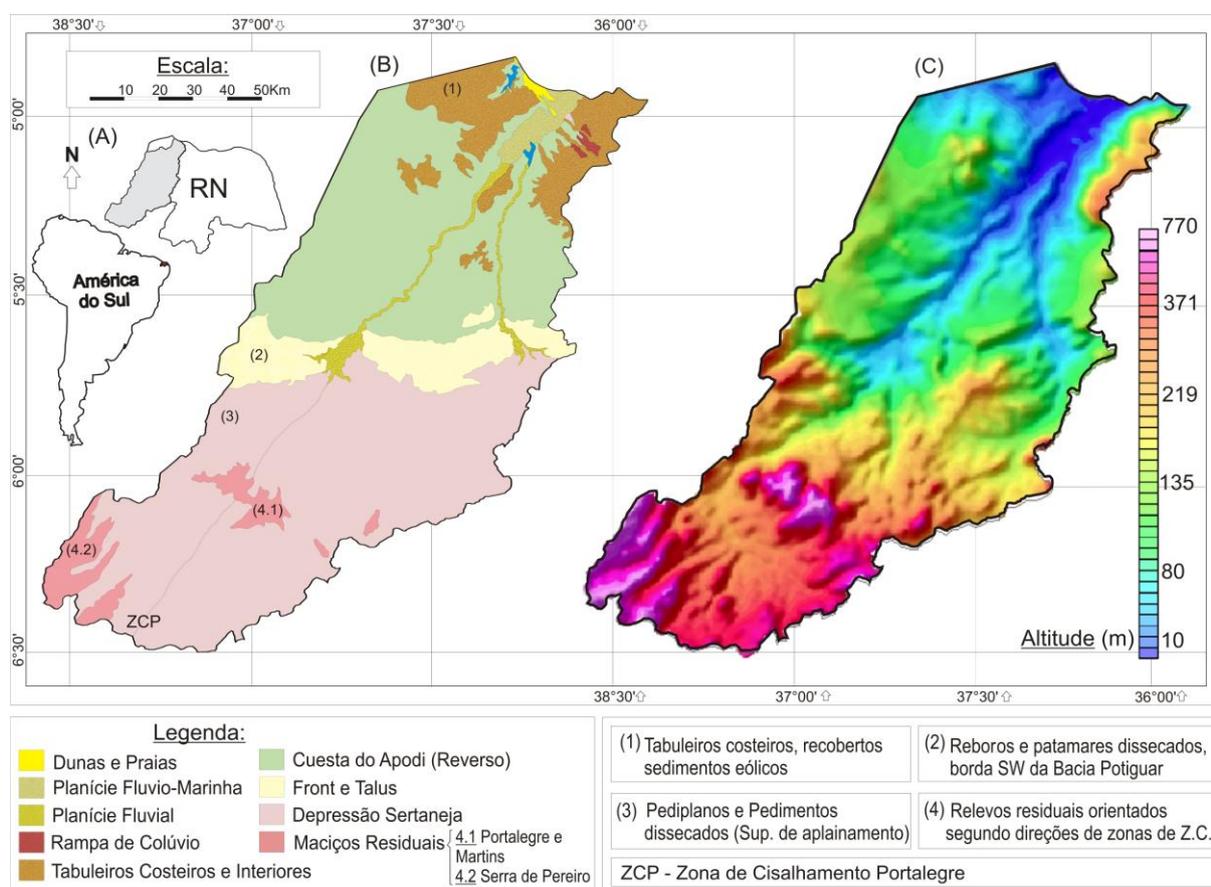


Figura 02 – Mapa de Geomorfologia e Modelo Digital de Elevação da área de estudo.

Sobre a topografia aplainada da Depressão Sertaneja, emergem elevações como as Serras de Portalegre e Martins (Figura 03). Trata-se de platôs da ordem de 700m de altitude levemente inclinados em relação ao sul. Esses platôs são constituídos pelo embasamento elevado e são capeados por sedimentos conglomeráticos da Formação Serra dos Martins (Menezes, 1999), de idade Oligocênica superior (Morais Neto et al., 2002).

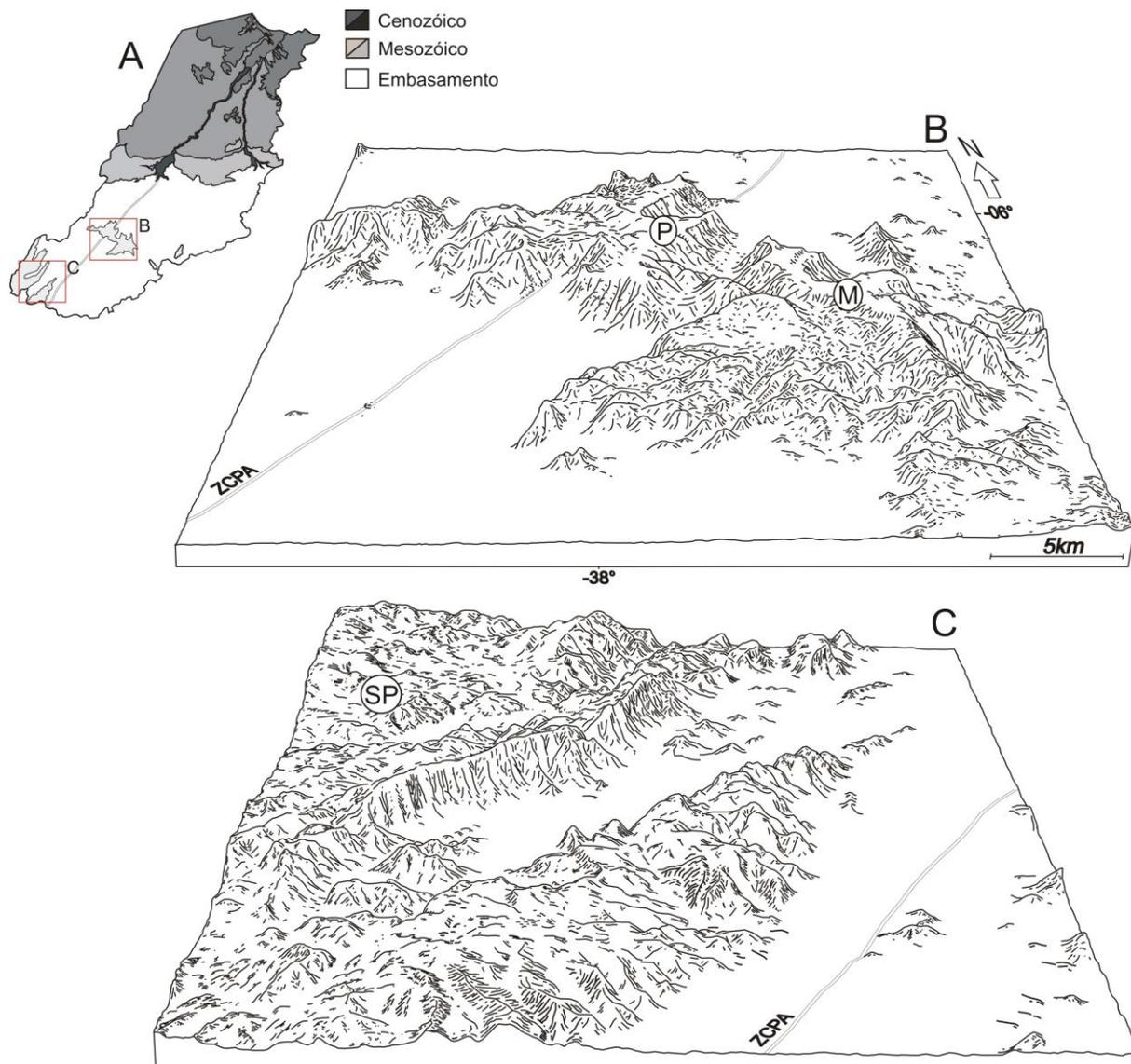


Figura 03 – Blocos Diagramas Geomorfológicos das cabeceiras de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró.

No baixo curso, a bacia sedimentar Potiguar dispõe-se na forma de uma cuesta com front voltado para S-SW. Trata-se do Domínio das Planícies elaboradas nos Depósitos Mesozóicos (Sequência pós-rifte da bacia sedimentar Potiguar: Formação Jandaíra e Açú) e Cenozóicos (Formação Barreiras e depósitos eólicos e aluvionares).

O escarpamento SW da Formação Jandaíra (Sequência pós-rifte), correspondente ao front SW da cuesta da bacia sedimentar Potiguar. Este escarpamento resulta do soerguimento e posterior erosão das bordas W e S desta bacia. Nesse setor, a interrupção do fluxo fluvial em função do soerguimento da bacia sedimentar, resultou no alargamento do sistema fluvial nos limites entre o embasamento cristalino (Alto curso do rio Apodi-Mossoró) e a bacia sedimentar Potiguar (Baixo curso do rio Apodi-Mossoró) (Figura 04).

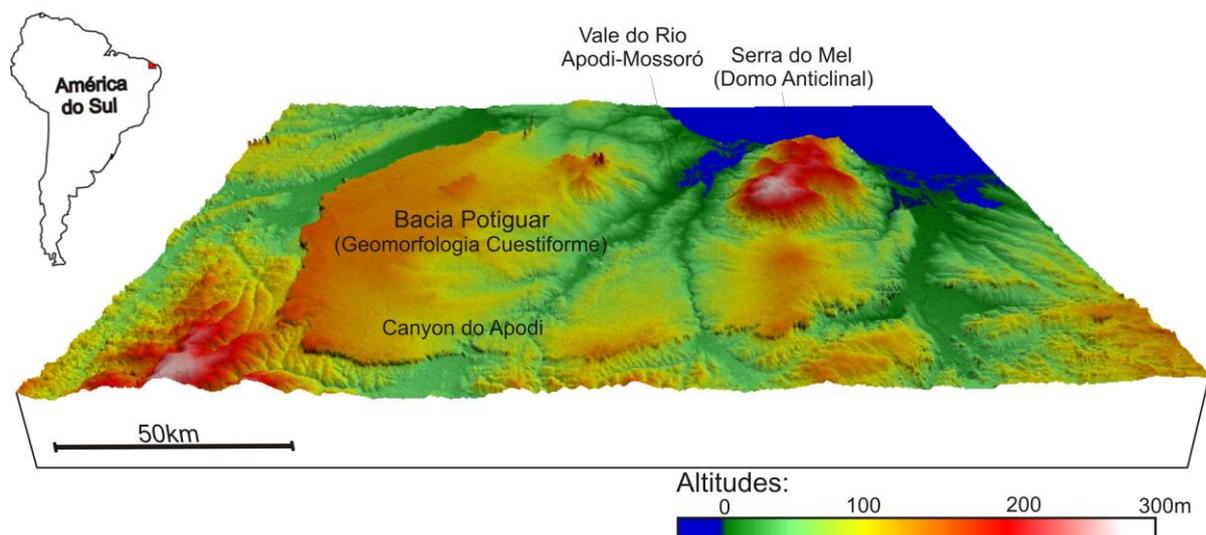


Figura 04 – Bloco Diagrama Geomorfológico do Baixo Curso do Rio Apodi-Mossoró.

No baixo curso do Rio Apodi-Mossoró, falhas NE-SW (Sistema de Falhas de Carnaubais) e NW-SE (Sistema de falhas Afonso Bezerra) (Figura 05) afetam, por vezes unidades neógenas incluindo a Formação Barreiras e condicionam uma drenagem tipo paralela orientada no sentido NE-SW, para canais principais (3º e 4º ordem) e NW-SE para tributários (1º e 2º ordem). Diversos cotovelos de drenagem interrompem o paralelismo NE-SW do canal principal, formando pequenos segmentos NW-SE e constituem importantes evidências de reativação quaternária. Estas falhas documentam um campo de esforços relacionados a uma compressão E-W e extensão N-S compatível com um regime transcorrente dextral.

Na região estudada, diversos pontos com ocorrência de falhas afetando as coberturas cenozóicas apresentam importante correlação com os padrões de lineamentos e anomalias de drenagem. As anomalias detectadas, caracterizam-se por apresentarem mudanças abruptas na direção do curso fluvial principal, onde as mais frequentes são: NE-SW para SE-NW.

Os cotovelos de drenagem indicados na Figura 05 alteram a direção preferencial do canal principal (NE-SW) e estão relacionados com lineamentos reconhecidos a partir de pequenos vales incisivos alinhados segundo a direção NW-SE. Contudo, nem todos os cotovelos apresentaram relação com lineamentos reconhecidos em fotografias aéreas ou em imagens Landsat TM 7, tratadas com filtros direcionais. Estes lineamentos, impressos na topografia, estão relacionados ao sistema de falhas

regionais. Os lineamentos NW são mais expressivos (Sistema de falhas Afonso Bezerra e Poço Verde-Caraúbas) e estão marcados no relevo na forma de vales incisos quando ocorrem sobre os arenitos e conglomerados da Formação Barreiras e cristas quando ocorrem sobre os carbonatos da Formação Jandaíra (Figura 05).

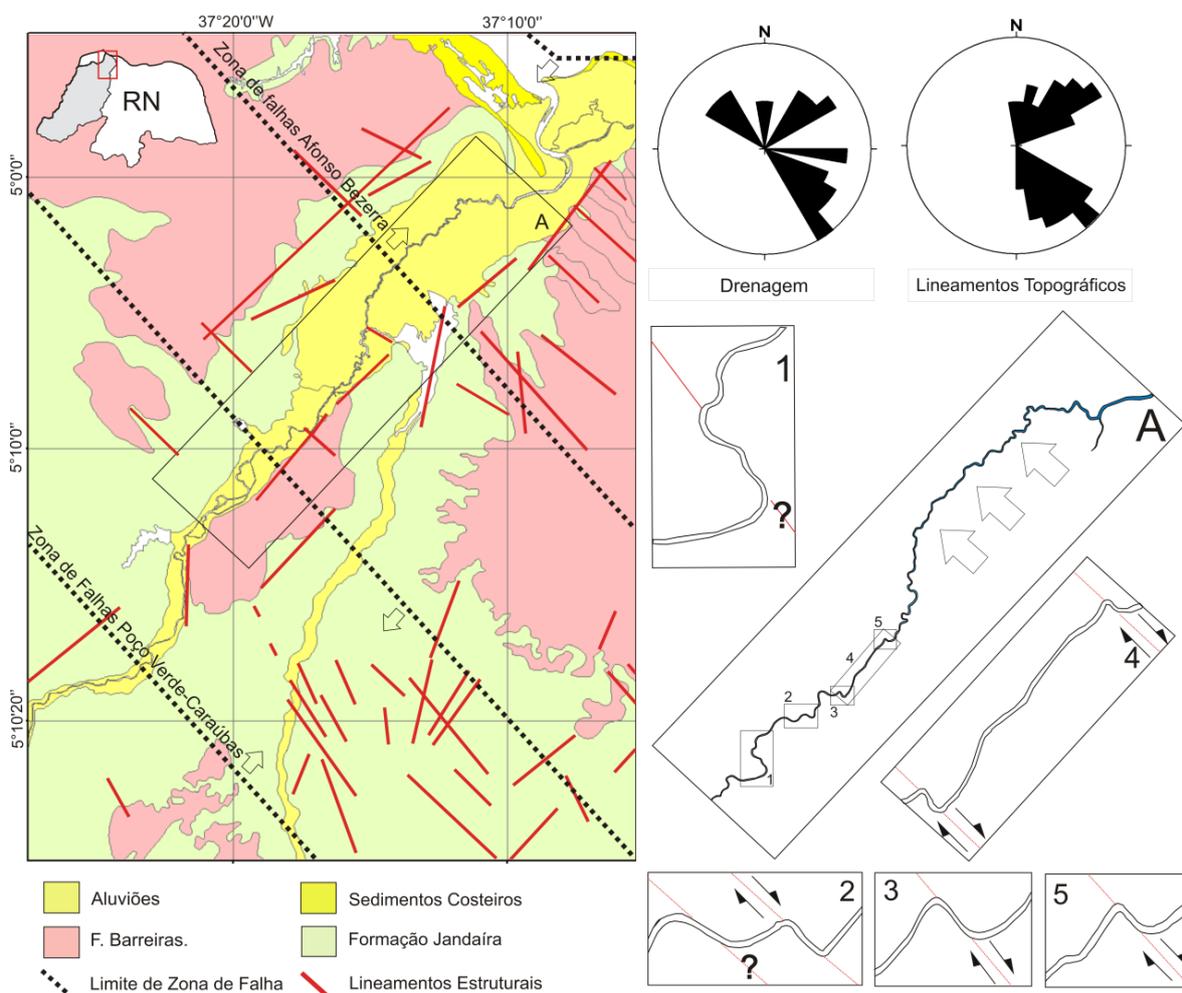


Figura 05 - Relações entre Drenagem e Lineamento Estruturais.

Em escala regional, o Rio Apodi-Mossoró segue a direção NE-SW condicionado do ponto de vista estrutural as zonas de cisalhamento dúcteis pré-cambrianas do embasamento pré-cambriano e rúpteis nas áreas sedimentares. Os padrões paralelo e subparalelo da rede de drenagem são produzidos pelos lineamentos da tectônica compressiva de direção E-W e sua evolução está por estes lineamentos influenciada.

### Conclusões:

Os processos de erosão linear e formação de um vale inciso (Canyon do rio Apodi-Mossoró) resultam da alteração do nível de base a partir do soerguimento da bacia sedimentar que por sua vez modifica o perfil de equilíbrio levando a dissecação.

Na bacia sedimentar Potiguar, a formação do vale e a deposição dos depósitos quaternários dispostos preferencialmente na direção NE-SW sugerem a participação do fator tectônico como controlador dos processos de erosão linear e deposição sedimentar.

Na área de pesquisa compreendida por este trabalho, a compartimentação em Domínios Morfoestruturais da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró possibilitou a compressão dos processos associados ao tectonismo cenozóico na área do embasamento pré-cambriano e na planície cenozóica. Na área do embasamento pré-cambriano, domínio da Depressão Sertaneja e dos Maciços Residuais, os padrões de lineamentos estão associados às estruturas tectônicas dúcteis e rúpteis de direção NE-SW, derivadas do ciclo brasileiro e da reativação cretácea respectivamente.

Dessa forma, estruturas tectônicas de direção NE, associadas à erosão diferencial do substrato produziram alinhamento de cristas residuais e entre estas, vales incisos de direção NE-SW do trend Cariri-Potiguar. Esta direção controla feições da morfologia assumindo também importante papel na deposição de sedimentos quaternários e na formação das planícies nos baixos cursos das bacias hidrográficas que formam vales fluviais com direção NE-SW.

No domínio das planícies elaboradas em terrenos mesozóicos e cenozóicos, as características da drenagem são influenciadas pelas estruturas rúpteis resultantes do tectonismo cenozóico.

Nesse aspecto, o contexto geotectônico assume relevância no que concerne ao controle estrutural da drenagem onde leitos fluviais alinham-se conforme a direção das principais falhas. Sua localização pode estar relacionada ao condicionamento do vale no centro da bacia pelos seguintes fatores: Controle estrutural de drenagem, soerguimento da borda W e inversão de relevo do lado E. Importante ressaltar que em toda área são encontrados restos de uma cobertura neógena (Formação Barreiras) em fase atual de dissecação, demonstrando que no mínimo parte do soerguimento produziu-se até o início do Neógeno. Esta conformação sugere, para alguns setores, a participação de um evidente condicionamento lito-estrutural.

O reconhecimento de parâmetros geomorfológicos como os resultados obtidos por meio do sensoriamento remoto, revelaram uma série de feições morfotectônicas a partir de identificação de canais retilíneos conectados com ângulos retos onde as direções NE-SW e subordinadamente NW-SE são concordantes com as direções tectônicas regionais.

A formação do vale resulta da dissecação dos depósitos mesozóicos da bacia sedimentar Potiguar em sua porção central a partir do Paleógeno. Nesse período esta bacia sedimentar foi

submetida a esforços compressivos que resultaram no seu soerguimento (Cremonini e Karner, 1995) e consequentemente na alteração de seu nível de base induzindo a erosão e dissecação. Durante o Cenozóico ocorreram eventos como a reativação de importantes sistemas de falhas (Carnaubais e Afonso Bezerra), dobramentos com grande comprimento de onda e eixos orientados preferencialmente na direção NE - SW, resultantes de esforços compressivos NW -SE que afetaram a bacia sedimentar Potiguar no Paleógeno (Cremonini e Karner, 1995).

### Referências Bibliográficas:

BEZERRA, F. H. R.; SRIVASTAVA, N.; SOUZA, M. O. L.; MOURA-LIMA, E.N.; MAIA, R. P.; DUARTE, R. S. (2011) **Mapeamento Geológico Regional: Folha SB-24-X-D-I (1:100.000) CPRM**, Natal, RN.

BEZERRA, F. H. R.; FONSECA, V. P.; VITAFINZI, C.; LIMA FILHO, F. P.; SAADI, A. (2005) **Liquefaction-induced structures in Quaternary alluvial gravels and gravels sediments, NE Brazil**. In: Obermeier, S.F. (ed.), *Paleoliquefaction and Appraisal of Seismic Hazards*. Engineering Geology. v 76: 191-208.

BEZERRA, F. H. R.; NEVES, B. B. B.; CORREA, A. C. B.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. (2008) **Late Pleistocene tectonic-geomorphological development within a passive margin - the Cariatá trough, northeastern Brazil**. *Geomorphology*. v. 01: 555-582.

BEZERRA, F. H. R.; TAKEYA, M.K.; SOUSA, M. O.; NASCIMENTO, A. F. (2007) **Coseismic reactivation of the Samambaia fault**. *Tectonophysics*. v 430: 27-39.

BEZERRA, F. H. R. ; FONSECA, V. P. ; VITAFINZI, C. ; LIMA FILHO, F. P. ; SAADI, A. (2005). **Liquefaction-induced structures in Quaternary alluvial gravels and gravels sediments, NE Brazil**. In: Obermeier, S.F. (ed.), *Paleoliquefaction and Appraisal of Seismic Hazards*. Engineering Geology. v 76: 191-208

BEZERRA, F. H. R.; AMARO, V. E.; VITA-FINZI, C.; SAADI, A. (2001) **Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil**. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 14, p. 61–75.

BEZERRA, F. H. R.; VITA-FINZI, C. (2000) **How active is a passive margin? Paleoseismicity in Northeastern Brasil**. *Geology*. v. 28: 591-594.

CASSETI, V. (2005) **Geomorfologia**, Cartografia Geomorfológica, Disponível em: [www.funape.org.br/geomorfologia](http://www.funape.org.br/geomorfologia). Acesso em 16-11-2010.

CREMONINI, O. A., KARNER, G. D. (1995) **Soerguimento termal e erosão na Bacia Potiguar submersa e seu relacionamento com a evolução da margem equatorial brasileira**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16, 1995, Recife. Boletim... Recife: SBG/NE, vol. 14, p. 181-184.

FORTES, E.; STEVAUX, J. C.; VOLKMER, S. (2005) **Neotectonics and channel evolution of the Lower Ivinhema River: A right-bank tributary of the upper Paraná River, Brazil**. *Geomorphology (Amsterdam)*, Amsterdam, v. 70, p. 325-338.

MAIA, R. P. (2005) **Planície Fluvial do Rio Jaguaribe: Evolução Geomorfológica, Ocupação e Análise Ambiental**. Dissertação de Mestrado Geografia Física UFC Fortaleza – CE.

MAIA, R.P.; BEZERRA, F.H.R. **Neotectônica, geomorfologia e ambientes fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino**. (2008). Artigo selecionado para publicação no Volume especial da Revista Brasileira de Geomorfologia (Sinageo, 2008) aguardando publicação. Publicado nos annais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia – Sinageo, Belo Horizonte, MG,

MELLO, C. L.; METELO, C. M. S.; SUGUIO, K.; KOHLER, H. C. (1999) **Quaternary sedimentation, neotectonics and the evolution of the doce river middle valley lake system (southern brazil)**. Revista do Instituto Geológico, v. 20, n. 1/2, p. 29-36,

MENDES, L. D. ; FERNANDES, N. F; GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F. (2007). **Morfotectônica da bacia hidrográfica do rio Bonito, Petrópolis, RJ**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 8, p. 63-77.

MENEZES, M.R.F. (1999) **Estudos sedimentológicos e contexto estrutural da Formação Serra dos Martins**. Dissertação de Mestrado PPGG-UFRN.

MONT'ALVERNE A. A. F. et al. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte**, escala 1:500.000. 1998. DNPM/UFRN/PETROBRAS.

MORAIS NETO, J.M.; MENEZES, M.R.F.; STZAMARI, P.; York, D. (2002) **Datação por Ar/Ar dp Plug Basáltico “Serrote Preto” e seu significado para a cronologia da Formação Serra dos Martins**. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Geologia, João Pessoa, PB, 499-500.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. (2003) **Stepped surfaces and Paleolandforms in the Northern Brazilian <<Nordeste>>: Constraints on models of morfotectonic evolution**. Geomorphology. v. 3: 89-122

SUMMERFIELD, M. (1991) **Global Geomorphology** Endinburgh, England.