

AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARÉS – PB, PARA VERIFICAÇÃO DE INFLUÊNCIA NEOTECTÔNICA

Tamires Silva BARBOSA ¹
Max FURRIER ²

¹ Aluna de Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba - UFPB. E-mail: mires.ufpb@gmail.com

² Geógrafo. Prof. Adjunto do Depto. de Geociências – UFPB. E-mail: max.furrier@hotmail.com

RESUMO. O presente trabalho objetiva a análise morfológica e morfométrica da bacia hidrográfica do rio Marés. Tal bacia encontra-se localizada inteiramente na carta topográfica Santa Rita, escala 1:25.000. Foram levantados dados quantitativos acerca da morfometria do local para que assim fosse efetuada uma análise morfotectônica. Esse procedimento foi possível graças à utilização de *softwares* apropriados, onde se pôde realizar a confecção de cartas temáticas que foram os principais instrumentos utilizados durante a pesquisa. A partir desses levantamentos cartográficos e interpretações de imagens orbitais, foram percebidas possíveis relações entre as feições geomorfológicas atuais, os padrões da rede de drenagem e a tectônica cenozóica regional nos Tabuleiros Litorâneos. Na tentativa de obter dados mais concretos e precisos da atuação neotectônica na área, foram aplicados diversos cálculos morfométricos indicadores de atividades tectônicas. Os resultados obtidos com cálculos efetuados apontam para evidências de atuação neotectônica na configuração do relevo local.

Palavras chave: Morfometria; Neotectônica; Tabuleiros Litorâneos; Rio Marés.

ABSTRACT. *Morphological and morphometric evaluation of the Marés river watershed, Paraíba, Brazil - PB, to verification of neotectonic influence. This work aims to analyze morphological and morphometric the basin of Marés River. This basin is located entirely in Saint Rita topographic chart, scale 1:25,000. Were collected quantitative data about the morphology of the site, and then a morphotectonic analysis was made. This procedure was possible due the use of appropriate software, where was possible to fabricate the thematic charts, which were the main instruments used during the search. From these cartographic surveys and interpretation of orbital images were perceived possible relationships between geomorphological features current, standards of drainage network and cenozoic regional tectonics in the Coastal Tablelands. In an attempt to obtain more concrete and precise data about neotectonic activity in the area, several morphometric calculations, indicators of tectonic activities, were applied. The results obtained in calculations performed point to evidence of neotectonic activity in the configuration of local relief.*

Keywords: Morphometry, Neotectonic, Coastal Tablelands, River Marés.

INTRODUÇÃO

A caracterização morfológica e morfométrica de uma área permitem conhecer os potenciais naturais existentes nela, facilitando a identificação de áreas de risco de ocupação, ambientes frágeis, impactos ambientais, interferência antrópica e a dinâmica da evolução natural da paisagem.

No âmbito da análise morfométrica proposta para o trabalho, buscou-se a detecção de áreas afetadas por atividades tectônicas recentes. Para apoiar tal análise foram elaborados produtos cartográficos com apoio de técnicas de geoprocessamento, como cartas temáticas de altimetria e declividade, a partir das curvas de nível e pontos cotados digitalizados.

Foram analisadas nas cartas topográfica e temáticas produzidas as possíveis relações entre as feições geomorfológicas atuais, os padrões da rede de drenagem e a tectônica cenozóica regional nos Tabuleiros Litorâneos, tendo em

vista que os estudos neotectônicos tem ganhado destaque nos últimos anos por vários autores (p.e., BARBOSA et. al, 2011; ETCHEBEHERE et. al, 2006; FURRIER et. al, 2006; POLZIN, 2008; SOUZA et. al, 2010), com a aplicação de índices fluvio-morfométricos.

Para a análise neotectônica foi selecionada uma bacia hidrográfica que se encontra em sua totalidade dentro da carta topográfica Santa Rita, confeccionada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1974), a bacia do rio Marés. Convencionou-se utilizar a bacia hidrográfica, pois segundo Christofolletti (1980), os cursos de água constituem processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre.

Os principais parâmetros fluvio-morfométricos utilizados neste trabalho foi o índice RDE (Relação Declividade-Extensão), proposto inicialmente por Hack em 1973, conhecido como índice *SL* (*Relação Slope vs. Lenght*), que segundo Etchebehere et. al (2006) é um indicador

sensível de mudanças na declividade do canal fluvial, que podem estar associadas a desembocaduras de tributários, a diferentes resistências à erosão hidráulica do substrato rochoso e/ou à atividade tectônica. E o índice RFAV (Relação Fundo Altura de Vale), também descrito por alguns autores como índice VF, que é sensível à morfologia de vales, visto que distingue vales que possuem superfície ampla no fundo ou em "U", de vales estreitos ou em "V" (ANDRADES FILHO, 2010).

Além destes parâmetros, foram efetivados ainda outros cálculos fluvio-morfométricos, tais como o cálculo da área da bacia; perímetro; ordenamento dos canais (pelo sistema de Strahler); número de canais; densidade hidrográfica e de drenagem; amplitude altimétrica e rugosidade topográfica.

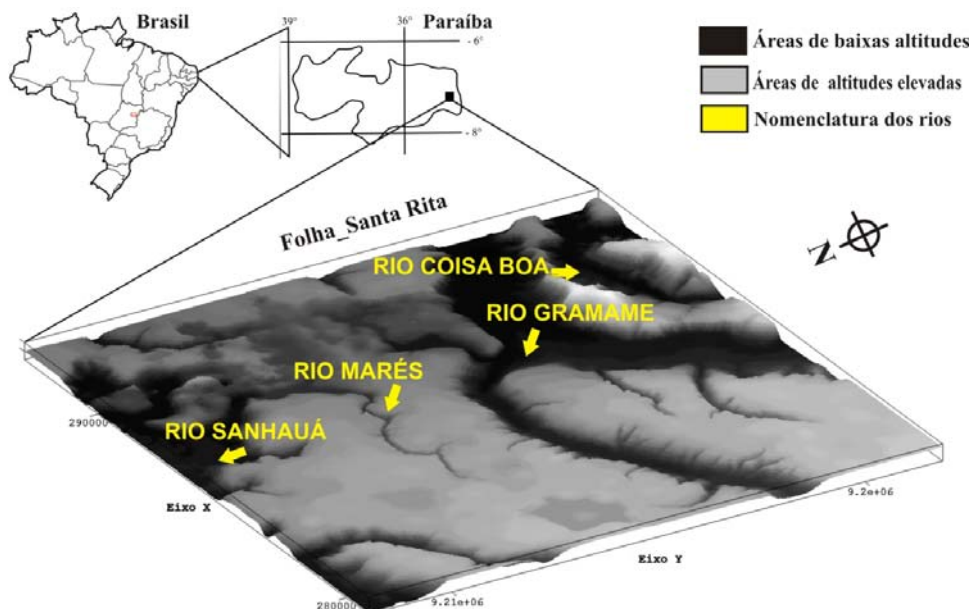
Do mesmo modo, foram observadas as características do padrão de drenagem da bacia,

que Andrades Filho (2010) cita como uma das formas de maior potencial em análises qualitativas de redes de drenagem, que se refere à forma do traçado estabelecido pelo conjunto de canais. Este traçado permite inferir sobre o condicionamento topográfico, litológico e estrutural da área onde se assentam os canais.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Marés, selecionada para aplicação dos cálculos fluvio-morfométricos, se encontra em sua totalidade dentro da área da carta topográfica Santa Rita na escala de 1:25.000 (SB.25-Y-C-III-1-SO) (Figura 1), que por sua vez compõe parte das microrregiões de João Pessoa e Litoral sul - Mesorregião da Zona da Mata Paraibana.

Figura 1. Visualização 3D da área da Carta Topográfica Santa Rita 1:25.000.



Essa área é delimitada, ao norte pelo paralelo 7° 07' 30"S e, ao sul pelo paralelo 7° 15' 00"S, sendo seu limite oeste o meridiano 35° 00' 00"W, e o limite leste o meridiano 34° 52' 30"W. A carta topográfica engloba partes dos municípios de Santa Rita, João Pessoa, Conde, Bayeux e Alhandra, e possui cerca de 190 Km².

O clima atuante é o tropical úmido, e as médias das temperaturas anuais situam-se em torno de 25°C, tendo índices pluviométricos que oscilam entre 1500 e 1700 mm (MELO, 2003). Compõem a rede hidrográfica da carta os rios Marés, Boa Água, Gramame, Sanhauá, entre outros. Sendo a bacia do rio Marés uma das mais entalhadas da área da carta e das que possuem as mais altas declividades.

Contexto geológico-geomorfológico da área

A área de estudo está inserida em sua maior parte sobre os sedimentos areno-argilosos mal consolidados da Formação Barreiras (FURRIER et al., 2006), essa Formação é uma unidade litoestratigráfica de idade miocênica, que constitui-se em um conjunto de rochas sedimentares mal consolidadas que se encontram localizadas em faixa que vai desde o estado do Amapá até o norte do Rio de Janeiro, dispõe-se em camadas discordantes sobre embasamento cristalino e bacias sedimentares marginais (ARAI, 2006).

Existem várias teorias para explicar a origem da Formação Barreiras: para Alheiros et al. (1988), ela origina-se a partir da deposição de rios

em sistema entrelaçado; para Arai (2006) a origem desta formação possui influência marinha; Gopinath et al. (1993) diz que os sedimentos da Formação Barreiras provêm basicamente dos produtos resultantes da ação do intemperismo sobre o embasamento cristalino, localizado mais para o interior do continente que, no estado da Paraíba, seriam as rochas cristalinas do Planalto da Borborema.

A principal unidade geomorfológica da área são os Baixos Planaltos Costeiros, esculpidos sobre a Formação Barreiras. O relevo tabular é caracterizado por uma sequência de camadas sedimentares horizontais ou sub-horizontais que embora elaborados pelos mecanismos morfoclimáticos, reflete diretamente a participação da estrutura.

Os tabuleiros apresentam-se como uma ampla superfície plana ou suavemente ondulada, com altitudes que variam entre 10 e 200 metros e com morfologia afetada pelos cursos fluviais que o cortam. A compartimentação geomorfológica da área de estudo está intimamente relacionada com esforços tectônicos regionais distencionais, gerados pelo afastamento da Plataforma Sul-Americana em relação ao continente africano. A estrutura delinea os traços gerais da área e os processos morfoclimáticos modelam o relevo. (FURRIER, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo proposto, foi necessário realizar uma revisão bibliográfica referente à área de estudo, bem como consultar materiais cartográficos e imagens de satélite do Google e SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) que apoiassem a interpretação da área.

Posteriormente, foi cumprida a etapa de digitalização da carta topográfica Santa Rita 1:25.000. Segundo Fitz (2008), esta etapa compõe um processo em que um produto como um mapa ou imagem é introduzido no computador através de um *scanner*, que fotocopia digitalmente o material por um procedimento de rasterização. Para transformar a imagem raster em vetorial foi necessária a vetorização da carta topográfica digitalizada.

Foi empregada aqui, a metodologia da vetorização manual, que é aquela em que o operador tem total controle sobre o traçado estabelecido com o mouse. Esta etapa constituiu-se uma das mais árduas, exigindo maior espaço de tempo e atenção, para que os resultados fossem os mais precisos possíveis. Após a vetorização, os produtos gerados foram exportados para o SPRING 5.1.7 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), para a elaboração das cartas temáticas de declividade e altimetria (Figura 2A, B).

A definição das classes de declividades usadas neste trabalho foi baseada em Herz e De Biasi (1989), que amarraram essas classes a limites usados internacionalmente, bem como a trabalhos desenvolvidos por institutos de pesquisa nacionais e a leis vigentes no Brasil.

O procedimento adotado após a confecção das mesmas foi a análise qualitativa e quantitativa de seus respectivos conteúdos. Em relação ao estudo neotectônico, utilizou-se os cálculos morfométricos descritos em Christofletti (1980) efetuados também por Silva, A. M. et al. (2003), sobre a bacia selecionada - a bacia do rio Marés. Pode-se constatar nas Figuras 2a e 2b, que o rio Marés tem entalhado significativamente os tabuleiros e é uma das bacias que possuem as mais altas declividades.

Assim, os principais parâmetros utilizados foram o cálculo da área da bacia; perímetro; ordenamento dos canais (pelo sistema de Strahler); número de canais; densidade hidrográfica e de drenagem; amplitude altimétrica e rugosidade topográfica. Além destes parâmetros, lançou-se mão dos índices RDE (Relação Declividade – Extensão) e do RFAV (Relação Fundo Altura de Vale).

Para a aplicação do índice RDE na bacia do rio Marés, elegeu-se o rio de maior extensão e hierarquia fluvial, e aplicou-se o cálculo de $RDE_{(total)}$, logo após ele foi dividido em três seguimentos de tamanhos semelhantes e calculou-se o $RDE_{(trecho)}$ em cada um dos seguimentos. A fórmula utilizada para o cálculo de ambos foi respectivamente:

$$RDE_{(total)}: (\Delta H / L \ln L)$$

$$RDE_{(trecho)}: (\Delta H / \Delta L) \times L$$

onde ΔH (no RDE total) é a diferença altimétrica entre a cota localizada a cabeceira do rio e a cota localizada na foz do mesmo, $L \ln L$ é o logaritmo natural da extensão total do curso de água, ΔH (no RDE trecho) é a diferença altimétrica entre dois pontos selecionados no curso de água, ΔL é o comprimento do trecho analisado e L corresponde à extensão total do canal da nascente até o ponto final do trecho para onde o índice RDE está sendo calculado (MARTINEZ, 2005). Os valores das cotas da nascente, foz e trechos do rio foram obtidos a partir do modelo digital de elevação do terreno.

A técnica do RFAV, propalada também como VF, é balizada exclusivamente para áreas fluviais e consiste na medição da altura dos divisores de água do vale (BARBOSA; FURRIER, 2011). Conforme Andrades Filho (2010), este índice é definido pela seguinte equação:

$$Vf = 2 Vfw / [(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]$$

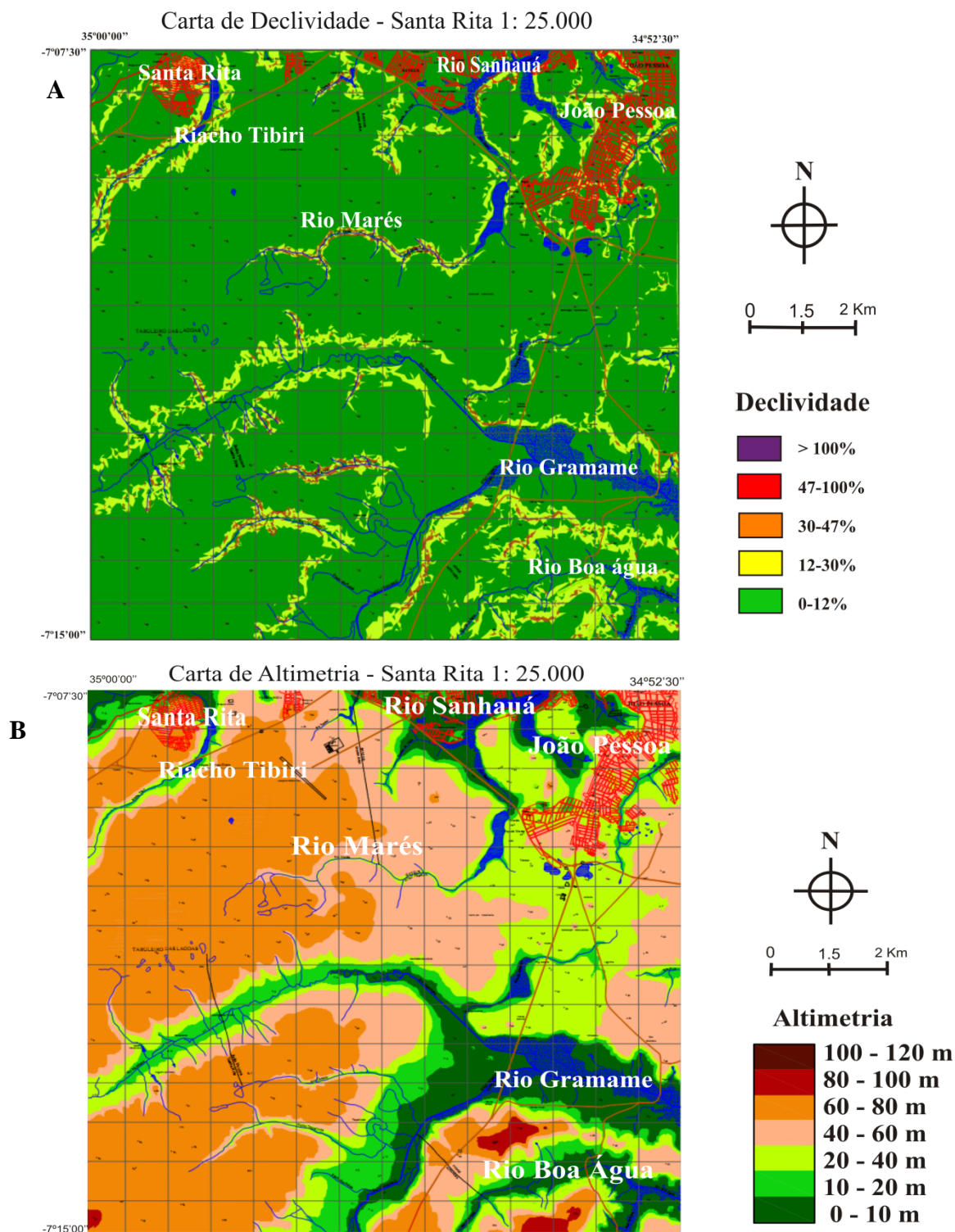
onde o elemento Vf representa a razão entre a largura do fundo e a elevação do vale; Vfw diz respeito ao valor da largura do fundo de vale; Eld

é a elevação da linha de interflúvio na porção esquerda do vale; Erd corresponde à elevação na linha de interflúvio da porção direita do vale; e Esc é o valor da média de elevação do fundo do vale (BULL; McFADDEN, 1977, citado por ANDRADES FILHO, 2011).

Para a aplicação deste índice foram selecionados três pontos do rio principal da bacia

do rio Marés, onde foram efetuados três cortes transversais ao vale, escolhidos estrategicamente no alto, médio e baixo curso do rio, em seguida os valores foram encontrados através das operações métricas do software SPRING 5.1.7 e do modelo de elevação do terreno. Posteriormente, esses valores foram lançados na fórmula e calculou-se então o índice RFAV ou VF.

Figura 2. Cartas de (A) declividade e (B) altimetria referentes à folha topográfica Santa Rita.



RESULTADOS

A área da carta topográfica onde o rio Marés está localizado possui em escala real cerca de 190 km², nela encontram-se partes dos municípios de Santa Rita, Bayeux, João Pessoa, Conde e Alhandra, e caracteriza-se de modo geral por ser uma área relativamente baixa, com altitudes que chegam até 101m na porção que corresponde à parte da cidade do Conde.

Os rios que cortam a área são o rio Gramame, Mumbaba, Boa Água, da Salsa, Cuiá, Marés, Sanhauá, Tambaí e Camaço, além de outros corpos d'água que compõem a área da carta topográfica, como os riachos e açudes sem denominação. A orientação que os cursos d'água seguem em sua maioria tem sentido NE-SO, porém, alguns cursos se dispõem em outros sentidos, como certos afluentes do rio Gramame e um trecho do rio Mumbaba, entre outros.

Análise Qualitativa da Bacia

A descrição qualitativa das propriedades de drenagem está calcada, principalmente, nos graus de integração e de continuidade, bem como na densidade, tropia, controle, sinuosidade, angularidade, ângulo de junção, e assimetria (HORTON, 1945; HOWARD, 1967 segundo ANDRADES FILHO, 2010), como se pode verificar na figura 3.

Conforme observações feitas na área representada, a bacia do rio Marés apresenta grau de integração baixo, pela não padronização da forma e direção dos canais, já o grau de continuidade é considerado alto, tendo em vista que não há descontinuidades ao longo dos cursos d'água da bacia. Sua densidade hidrográfica também é baixa, tendo tropia multidirecional desorientada. O grau de controle está na interface

forte-fraco, podendo ser considerado um grau mediano. Sua sinuosidade é mista, contendo partes curvas e outras retilíneas. A bacia porta angularidade média e forte assimetria, não havendo proporção em quantidade ou no tamanho dos canais.

Caracterização Morfométrica da Bacia

Os cálculos morfométricos foram aplicados na área de estudo para a verificação de possíveis indícios de atividades tectônicas recentes, para tanto, tomou-se como guia os cálculos descritos em Christofletti (1980), utilizados também por Silva, A. M. et al. (2003). Tais foram: hierarquia fluvial, cálculo da área da bacia, número de canais, índice de rugosidade topográfica, densidade de drenagem, amplitude altimétrica e densidade hidrográfica.

Na análise da hierarquia fluvial da bacia do rio Marés, utilizou-se o sistema proposto por Strahler em 1952, ele entende que os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de primeira e segunda ordem, e assim sucessivamente (CHRISTOFLETTI, 1980).

Analisando tais propriedades na bacia do rio Marés, pode-se inferir a ela algumas dessas descrições. O fator que direciona o resultado da análise é puramente subjetivo, tendo como base as definições dadas no trabalho de Andrades Filho (2010) anteriormente citado. A figura 4 mostra as delimitações da bacia e as características morfológicas dos canais que a compõe.

Figura 3. Principais propriedades de drenagem (SOARES; FIORI, 1976, segundo ANDRADES FILHO, 2010)



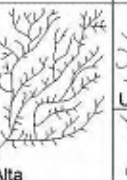
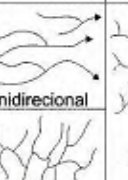




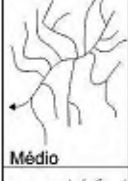

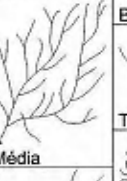
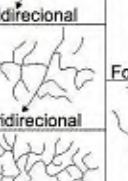

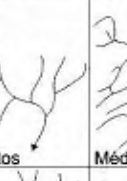
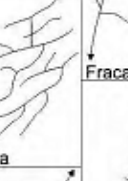
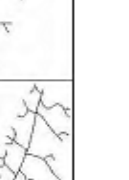


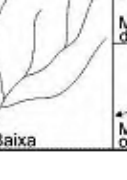

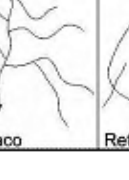
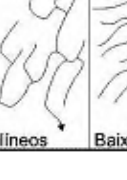

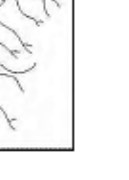
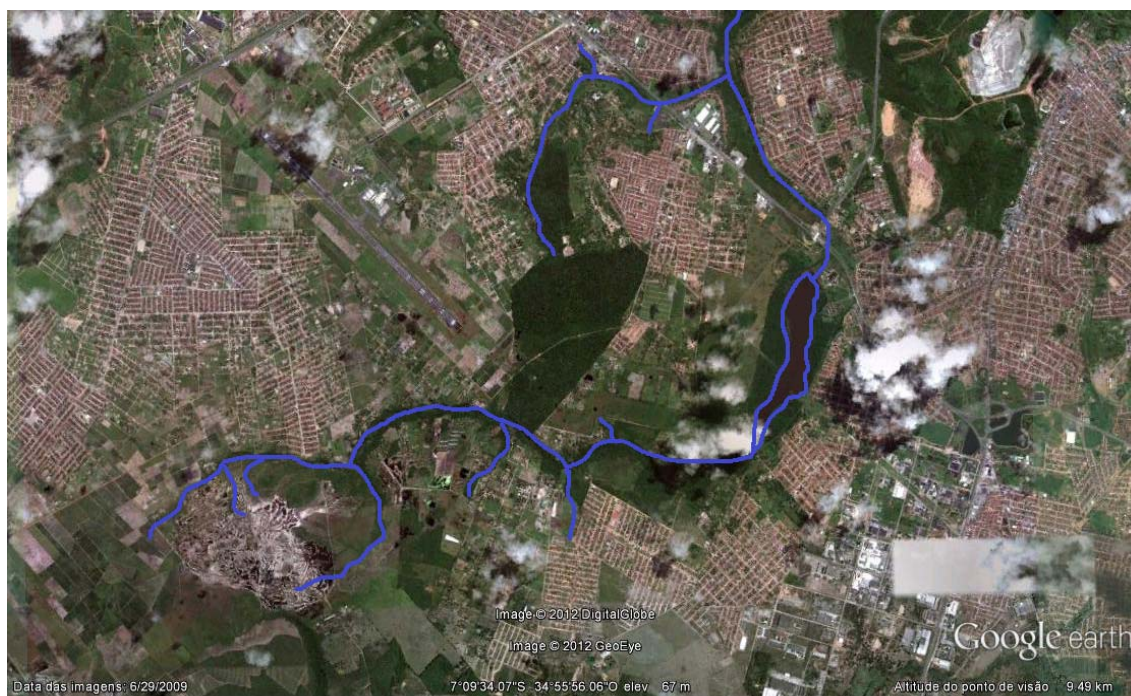
Grau de Integração	Grau de Continuidade	Densidade	Tropia	Grau de Controle	Sinuosidade	Angularidade	Assimetria
 Alto	 Alto	 Alta	 Unidirecional	 Forte	 Curvos	 Alta	 Fracas
 Médio	 Médio	 Média	 Bidirecional	 Forte	 Mistos	 Média	 Fracas
 Baixo	 Baixo	 Baixa	 Multidirecional desorientada	 Fracas	 Retilíneos	 Baixa	 Forte

Figura 4. Morfologia dos canais da bacia do rio Marés.



Fonte: Google Earth (2012)

Sendo assim, a bacia hidrográfica do rio Marés trata-se de uma bacia de 3ª ordem, compondo uma área de 28,010 km², contendo 19 canais. Nos quais 15 são de 1ª ordem, 3 são de 2ª ordem e 1 é de 3ª ordem, sendo este último o rio principal. Para determinar o índice de rugosidade da bacia, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$R_t = H * Dd$$

onde R_t corresponde à rugosidade topográfica, H à amplitude altimétrica dada em metros, e Dd à densidade de drenagem da bacia dada em km (km²)⁻¹. A rugosidade topográfica combina informações pertinentes à amplitude topográfica e à densidade de drenagem (SILVA, A. M. et. al, 2003).

No caso da bacia do rio Marés, o valor do índice de rugosidade (Ir) foi estimado em 59,26. Christofletti (1980) cita que os valores extremamente altos do Ir ocorrem quando a densidade de drenagem e amplitude altimétrica se mantêm altas, ou seja, em regiões onde as vertentes são íngremes e longas. A área de estudo não chega a ter grandes cotas de altitude por ser parte dos baixos planaltos costeiros, que chegam a ter apenas 150 m de altitude, mas o entalhe do rio principal é bastante conspícuo.

A amplitude altimétrica (diferença entre a maior e a menor cota) da bacia do rio Marés é de 71 m, porém, o rio Marés tem entalhado a área de forma significativa, e modelado vertentes íngremes em boa parte de sua extensão. A densidade hidrográfica (Dh) e de drenagem (Dd) da bacia foram calculadas levando em consideração o número de cursos d'água, o

comprimento total dos canais e a área da bacia, tendo como resultados os seguintes valores: $Dh = 0,67(\text{km} (\text{km}^2)^{-1})$ e $Dd = 0,83(\text{km} (\text{km}^2)^{-1})$, mostrando assim se tratar de uma bacia de baixas densidades, ou seja, é uma bacia com número de canais e tamanho dos mesmos relativamente reduzidos.

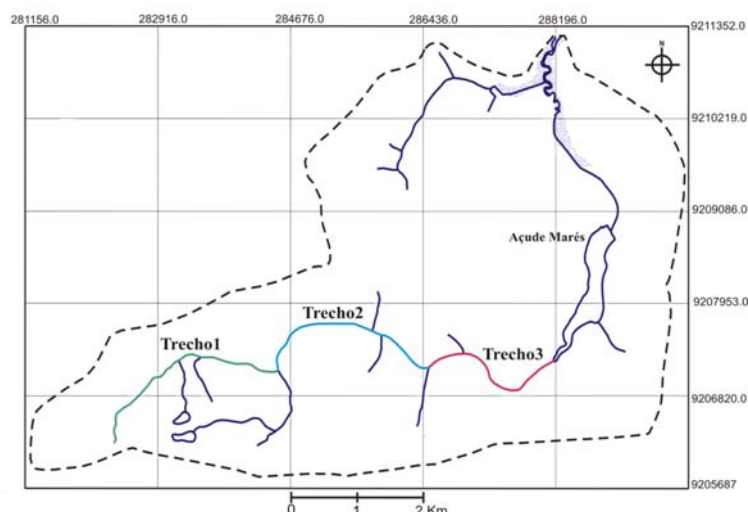
Índice RDE

O índice RDE (relação Declividade/Extensão) foi aplicado para o rio principal da bacia, desconsiderando a área referente ao açude Marés, devido à interferência humana no mesmo. Foram definidos três segmentos de drenagem do rio principal para aplicar o RDE (trecho), estes segmentos atingem a extensão total de 7,40 km (Figura 5).

A obtenção do índice RDE por trechos apontou que todos os seguimentos previamente selecionados apresentam indícios de anomalias de drenagem, estando eles posicionados no alto, médio ou baixo curso do rio. Para avaliar os valores RDE adotou-se como base o trabalho de Andrades Filho (2010), onde ele ressalta que os segmentos considerados anômalos são os que obtêm RDE real (RDE trecho/ RDE total) maior ou igual a 2.

Também foi consultado o trabalho de Sebeer e Gornitz (1983), onde eles apontam que para o índice RDE maior que 2, existem duas categorias: as anomalias de 2ª ordem, referente aos índices compreendidos entre os limiares 2 a 10 e as anomalias de 1ª ordem referente aos valores iguais ou superiores a 10.

Figura 5. Localização da área da bacia do rio Marés com destaque para os trechos escolhidos para o cálculo do RDE trecho.



Os resultados dos cálculos de RDE_(total) e RDE_(trecho) do curso do rio Marés apontam que o mesmo se encontra dentro do padrão anômalo, ou seja, maior que 2, e por se tratar de uma bacia que está situada predominantemente sobre uma mesma litologia - sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras, presume-se que os altos

valores de RDE estejam ligados à atividades de tectônica recente.

A Tabela 1 mostra um resumo das variáveis morfométricas encontradas no curso total e nos seguimentos do rio Marés, bem como os resultados de RDE trecho, total e real, este último corresponde à efetivação da divisão entre os valores do RDE trecho e RDE total.

Tabela 1. Variáveis morfométricas do rio Marés.

Trechos	Cota Superior (m)	Cota Inferior (m)	Diferença Altimétrica (m)	Extensão do Trecho (m)	Extensão Total (m)	RDE trecho	RDE total	RDE Real
Rio Principal	67m	20m	47m	-	7404m	-	2,068	2,068
Trecho 1	67m	40m	27m	2858m	2858m	27	2,068	13
Trecho 2	40m	30m	10m	2531m	5390m	21	2,068	10
Trecho 3	30m	20m	10m	2013m	7403m	36	2,068	17

O rio principal para o qual foi calculado RDE_(total) apresentou um valor de 2,068, estando então dentro da classificação de anomalias de 2ª ordem entre os limiares 2 à 10. Dos três seguimentos analisados, todos obtiveram resultados de RDE real altíssimos, que foram respectivamente os valores 13, 10 e 17, que de acordo com a classificação de Seeber e Gornitz (1983), representam anomalias de 1ª ordem com valores iguais ou superiores a 10.

Índice RFAV

Considerando o que El Hamdouni et. al. (2008) expressam, vales abertos em forma de "U" possuem valores de RFAV elevados, enquanto que os mais fechados, em forma de "V" possuem valores relativamente baixos, indicando nesse último caso, maiores taxas de soerguimento e incisão.

Por uma análise feita no Leste da cordilheira Bética (Sudeste da Espanha), Silva, P.G. et al.

(2003) recomenda que os valores de RFAV menores que 1 sejam considerados indicadores de tectônica ativa, enquanto os valores maiores que 1 indicam estabilidade tectônica e predomínio da erosão lateral.

O índice RFAV ou VF foi aplicado em três perfis da bacia do rio Marés, cortando paralelamente o rio principal em seu alto, médio e baixo curso. Estes perfis foram delimitados por dois divisores de água em lados antagônicos da bacia, tendo como valores de referência curvas de nível e pontos cotados (Figura 6).

Sendo assim, os resultados alcançados no cálculo do RFAV na bacia do rio Marés, indicam forte influência de tectônica recente, como mostram os valores na Tabela 2. Tais valores corroboram fortemente para a ideia de influência neotectônica na bacia estudada, que apesar de estar situada em uma área de baixas altitudes tem entalhado seu vale de forma significativa.

Figura 6. Bacia hidrográfica do rio Marés, com os perfis selecionados para o cálculo do índice RFAV.

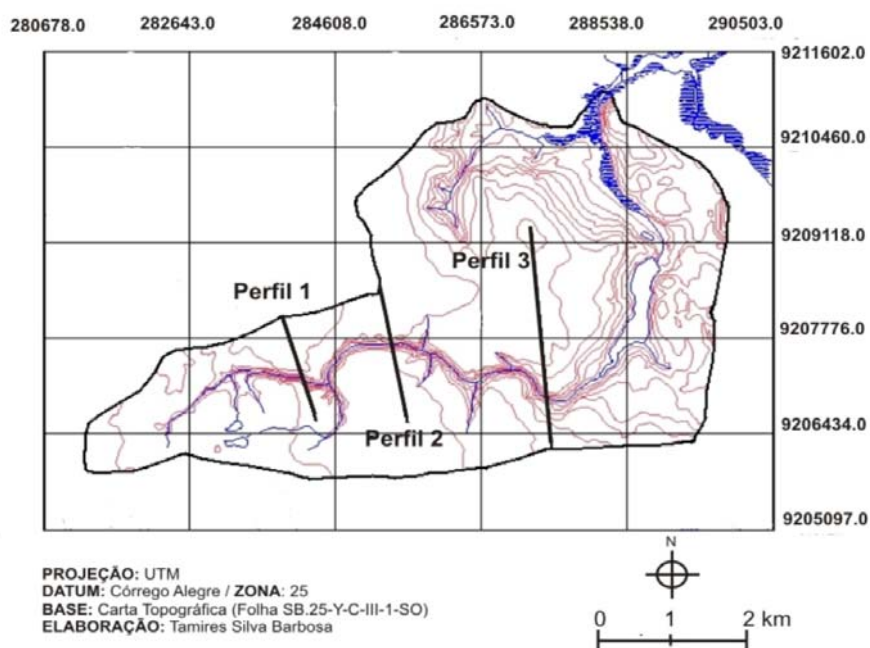


Tabela 2. Valores para o cálculo do RFAV e resultados obtidos

Perfis	Vwf	Eld	Erd	Esc	RFAV
Perfil 1	23,95m	68m	64m	40m	0,92
Perfil 2	21,47m	64m	62m	34m	0,74
Perfil 3	54,05m	54m	61m	20m	1,45

CONCLUSÕES

A presente análise efetuada sobre a bacia do rio Marés, foi de suma importância, pois o estudo prévio das fragilidades e potencialidades do relevo permite um melhor planejamento ambiental e territorial, além de possibilitar melhor aproveitamento dos recursos naturais de que dispõe a área em questão. A importância dessa área se dá pelos aspectos geológicos, geomorfológicos e ambientais de grande relevância, pois se trata em grande parte, de uma área em franco processo de expansão urbana, especulação imobiliária, e expansão da cultura da cana-de-açúcar.

Em relação aos resultados obtidos, entre eles estão o melhor conhecimento da morfologia e morfometria da área, bem como os produtos cartográficos elaborados, tratando-se das cartas de altimetria e declividade da área da carta de Santa Rita (1:25.000). Através dos cálculos morfométricos realizados (RDE e RFAV), foi possível constatar a possível presença de atividades tectônicas recentes atuantes sobre a área de estudo. Estes índices, pouco utilizados no Brasil, mostraram ser de grande valia em estudos neotectônicos, e devem ser levados em consideração em pesquisas semelhantes em

outras áreas da costa paraibana, ou em qualquer outro lugar do Brasil.

Todos os dados obtidos com os levantamentos bibliográficos e cartográficos foram integrados, e assim foi possível a visualização completa e em grande escala de detalhe (1:25.000). A carta topográfica foi a base para realização dos mapeamentos de hipsometria e declividade, e da elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT), tão importantes para a descrição morfológica e dos aspectos geomorfológicos atrelados a tectônica recente.

Esse estudo vem corroborar outros já existentes nas proximidades da área que por meio de cálculos morfométricos atestam que a configuração regional da rede de drenagem está fortemente atrelada ao fator tectônico mesmo estando à retaguarda de uma margem continental do tipo passiva.

REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, F. A. J.; OLIVEIRA FILHO, J. S. Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988. Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. v. 2, p. 753-760.

- ANDRADES FILHO, C. O. **Análise Morfoestrutural da porção central da Bacia Paraíba (PB) a partir de dados MDE-SRTM e ALOS-PALSAR FBD**. 2010. 150f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- ARAI, M. A grande elevação Eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
- BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Análise de bacia hidrográfica como subsídio para detecção de Neotectônica: estudo da bacia hidrográfica do rio Gurujá, Litoral Sul do estado da Paraíba. **Cadernos de Geociências**, v. 8, n. 1, p. 10-18, 2011.
- BARBOSA, M. E. F.; VITAL, S. R. de O.; LIMA, J. C. F. de; FREITAS, G. M. A. de; SANTOS, M. da S.; FURRIER, M. Aplicação do índice Relação Declividade-Extensão na bacia hidrográfica do rio Gurujá para detecção de deformações neotectônicas sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, litoral sul do estado da Paraíba, Brasil. **Geología Colombiana**, v. 36, n. 1, edición especial, 2011.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- EL HAMDOUNI, R.; IRIGARAY, C.; FERNÁNDEZ, T.; CHACÓN, J.; KELLER, E. A. Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain). **Geomorphology**, v. 96, n. 1-2, p. 150-173, 2008.
- ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; SANTONI, G. C.; CASADO, F. C.; FULFARO, V. J. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmentos de drenagem. **Revista de Geociências USP**, v. 25, p. 271-289, 2006.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.
- FURRIER, M. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha João Pessoa - 1:100.000**. 2007. 213f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- FURRIER, M.; ARAUJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba. **Geologia USP**, Série Científica, v. 6, p. 61/2-70, 2006.
- GOPINATH, T. R.; COSTA, C. R. S.; JÚNIOR, M. A. S. Minerais pesados e processos deposicionais dos sedimentos da Formação Barreiras, Paraíba. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15., 1993. Natal. **Atas...** Natal: SBG/Núcleo Nordeste, 1993. v. 1, p. 47-48.
- HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **U.S. Geol. Survey, Jour. Research**, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.
- HERZ, R.; DE BIASI, M. **Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro**. Brasília: Ministério da Marinha/Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, 1989.
- MARTINEZ, M. **Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal**. 2005. 96 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado) – Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Maringá - Paraná, 2005.
- MELO, A. S. T. de. **Paraíba: desenvolvimento econômico e a questão ambiental**. João Pessoa: Editora Grafset, 2003.
- POLZIN, M. A. Análise da aplicação do método de Hack no estudo geomorfológico em afluentes do curso superior da Bacia hidrográfica do Itapocu – SC - Brasil. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p 59 - 66, 2008.
- SEEBER, L.; GORNITZ, V. River Profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. **Tectonophysics**, Amsterdam, v. 92, p. 335 – 367, 1983.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMa, 2003. 140p.
- SILVA, P. G., GOY, J.L., ZAZO, C., BARDAJIM, T. Fault generated mountain fronts in Southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and earthquake activity. **Geomorphology**, v. 250, p. 203-226, 2003.
- SOUZA, D. H. de.; HACKSPACHER, P.C.; TIRITAN, C. D.; RIBEIRO, L.F. B.; CAMPANI, M. M. Aplicação de análise morfométrica – relação declividade vs. extensão e perfil longitudinal das drenagens – na Bacia do Ribeirão das Antas para detecção de deformações neotectônicas no planalto de Poços de Caldas. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 1. Esp., 2010.
- SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Folha Santa Rita SB. 25-Y-C-III-1-SO**. Recife: SUDENE, 1974. (1 Carta Topográfica, escala 1: 25.000).