



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Influência Neotectônica Identificada Através de Dados Morfométricos e de Produtos Cartográficos na Bacia Hidrográfica do Rio Guruji (PB), Brasil

Maria Emanuella Firmino Barbosa<sup>1</sup>, Dr. Max Furrier<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFPB). LEGAM - Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais. Graduação em Tecnologia em Geoprocessamento (IFPB). E-mail: mariaemanuellaf@gmail.com

<sup>2</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFPB). LEGAM - Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais. E-mail: max.furrier@hotmail.com

Artigo recebido em 17/10/2010 e aceito em 28/04/2011

### RESUMO

O presente estudo tem como objetivo apontar evidências de neotectônica na bacia hidrográfica do rio Guruji através de análise morfométrica e produtos cartográficos. A área investigada está localizada no litoral sul do Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil; e a bacia hidrográfica em análise possui drenagem assimétrica com afluentes muito mais avantajados em sua porção sul. A metodologia empregada para detecção de influências neotectônicas consiste na análise e interpretação de dados numéricos obtidos nas cartas topográficas e no Modelo Numérico do Terreno (MNT) e de seus produtos derivados (carta clinográfica e modelo em 3D). O cálculo morfométrico aplicado para a análise neotectônica foi Razão Fundo/Altura de Vale (RFAV) e o Índice Relação Declividade-Extensão (RDE); e para averiguação da declividade de todas as vertentes que compõem a bacia hidrográfica foi confeccionada a carta clinográfica, que possibilitou uma visão mais abrangente e precisa de recuos de cabeceira, entalhamentos fluviais e desníveis de origem neotectônica.

Palavras - chave: Neotectônica; Morfometria; Drenagem assimétrica; Rio Guruji.

## Influence Neotectonics Identified by Means of Morphometric Data and Cartographic Products in the Guruji River Watershed (PB), Brazil

### ABSTRACT

This study aims to point out evidence of neotectonics in Guruji's river watershed through morphometric analysis and cartographic products. The study area is located on the south coast of Paraíba State, Northeast Brazil; and the watershed in question has asymmetric drainage with tributaries more advantageous in the south portion. The methodology used for detection of neotectonic influences consist in the analysis and interpretation of numerical data obtained in the topographic maps and Digital Elevation Model (DEM) and its derivatives (Slope map and 3D terrain model). The calculation used for the morphometric analysis neotectonic was Valley Floor-Valley Height (Vf) and the Hack Method – Slope Vs. Length (SL); and to investigate the slope of all mountain slope that make up the watershed was made the Slope map, which allowed a more comprehensive and accurate regressive erosion of drainage, incising fluvial and unevenness of tectonic origin.

Keywords: Neotectonics; Morphometric; Drainage asymmetric; Guruji River

### 1. Introdução

O principal objetivo deste estudo é balizar a atuação de movimentos neotectônicos e sua relação com o padrão de

drenagem, direção dos cursos de água e feições morfológicas desenvolvidas. No presente trabalho convencionou-se utilizar como objeto de estudo a bacia hidrográfica do

\* E-mail para correspondência: mariaemanuellaf@gmail.com (Barbosa, M. E. F.).

rio Guruji, que se encontra localizada no litoral sul do Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Essa bacia foi escolhida para ser estudada pelo fato de possuir evidências morfológicas irrefutáveis da ocorrência de movimentos neotectônicos, como por exemplo, padrão de drenagem assimétrico, afluentes da margem direita mais expressivos que os afluentes da margem esquerda, forte inflexão do rio Guruji no seu baixo curso, cuja direção muda bruscamente de W-L para S-N.

O trabalho visa fazer a caracterização neotectônica da bacia hidrográfica do rio Guruji por meio de cálculos morfométricos destinados, exclusivamente, para detecção de tectônica recente e confecção de produtos cartográficos que irão auxiliar nessa avaliação, tais como: carta de declividade e modelo em 3D do terreno.

O estudo dos padrões de drenagem é de suma importância para se evidenciar esse tipo de evento, sendo a hidrografia considerada um dos elementos mais susceptíveis às modificações tectônicas crustais, respondendo de imediato a processos deformativos, mesmo àqueles de pequenas escalas e magnitudes (Volkov *et al.*, 1967; Ouchi, 1985; Phillips e Schumm, 1987; Schumm, 1993; Wescott, 1993, *apud*. Saadi *et al.*, 2004). Tais características tornam a hidrografia e, conseqüentemente, as bacias hidrográficas elementos apropriados às análises de cunho neotectônico, que busquem determinar áreas sujeitas a movimentações, permitindo,

inclusive, o avanço em termos quantitativos acerca destas deformações.

A rede de drenagem por ser altamente sensível a transmissão dos *inputs* desencadeadores de mudanças ambientais (Thomas; Allison, 1993), torna-se o seguimento da paisagem mais vulnerável a qualquer tipo de deformação, evidenciando esses processos em sua rede de drenagem, por isso que é tão importante a análise de anomalias em condições de assimetria, retilinidade, presença de cotovelos, inflexões, alinhamento de confluências e até mesmo condições de captura de drenagem, tanto na área da bacia quanto no entorno.

Os estudos relacionados com as drenagens fluviais sempre possuíram função relevante na geomorfologia, e a análise da rede hidrográfica pode levar à compreensão e elucidação de numerosas questões relacionadas à tectônica e à configuração geomorfológica da área, pois os cursos de água são responsáveis por processos morfogenéticos dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre.

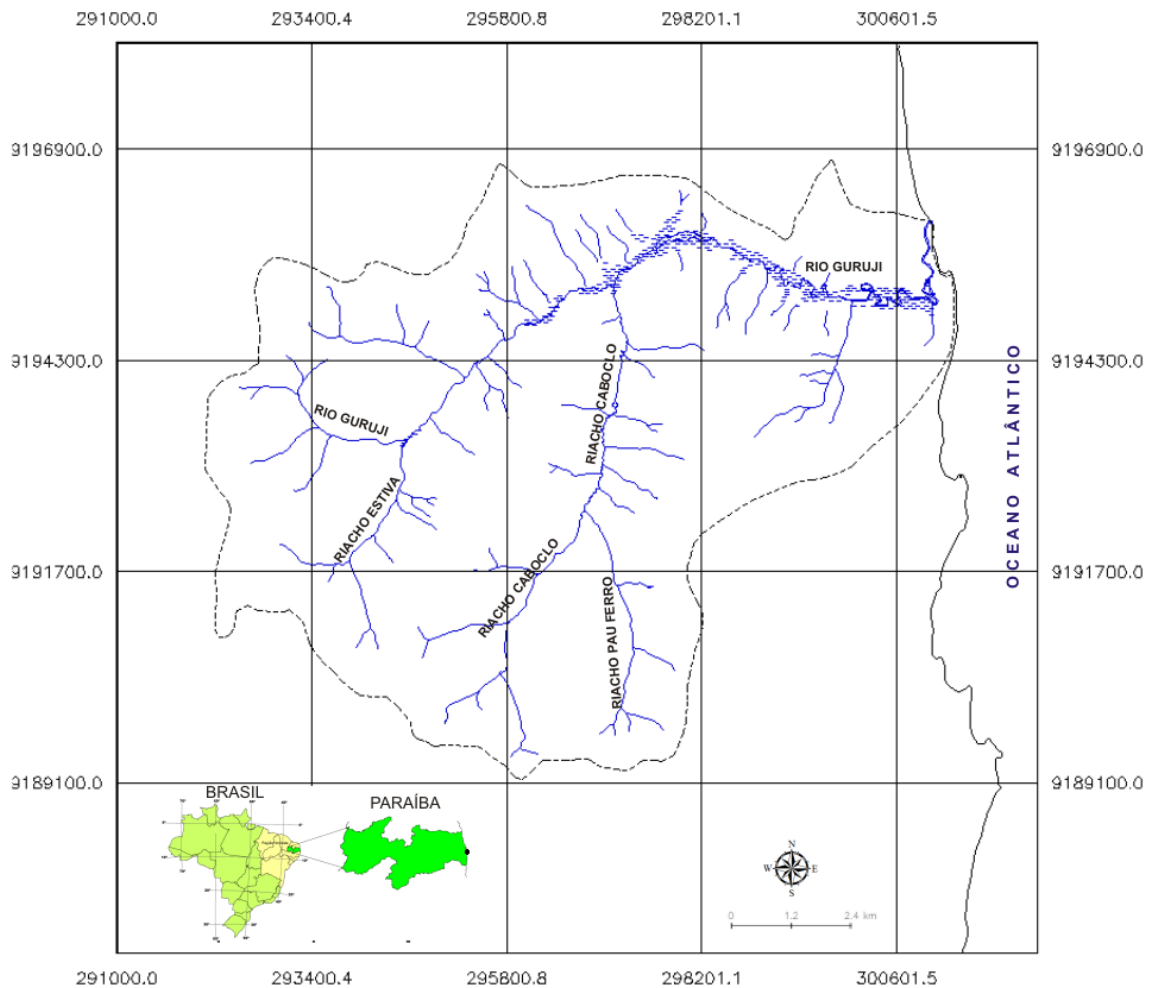
### 1.1 Área de estudo

A área investigada corresponde à bacia hidrográfica do rio Guruji, localizada no município do Conde, litoral sul do Estado da Paraíba, Brasil. A bacia hidrográfica possui uma área total de 44,698 km<sup>2</sup> (Figura 1).

A bacia hidrográfica do Rio Guruji é composta pelos riachos Estiva, Caboclo e Pau Ferro e demais córregos secundários sem

denominações, que deságuam ao norte da praia de Jacumã. Essa bacia possui peculiaridades morfológicas bastante expressivas e facilmente visíveis como, por exemplo, o seu padrão de drenagem assimétrico, com os afluentes da margem

direita mais expressivos que os afluentes da margem esquerda, e a forte inflexão do rio Guruji no seu baixo curso, a poucos metros da linha de costa, cuja direção muda bruscamente de W-L para S-N.



**Figura 1.** Localização da bacia hidrográfica do Rio Guruji. Fonte: Barbosa, 2010.

### 1.2 Caracterização geológica da área

A área de estudo está inserida, em sua maior parte, sobre os sedimentos areno-argilosos mal consolidados do Grupo Barreiras, uma cobertura residual de plataforma capeadora de várias bacias marginais brasileiras, entre elas, a Bacia Pernambuco-Paraíba, constituída pelas formações Maria Farinha, Gramame e

Beberibe, sendo as duas primeiras formações carbonáticas, e a última, clástica (Figura 2).

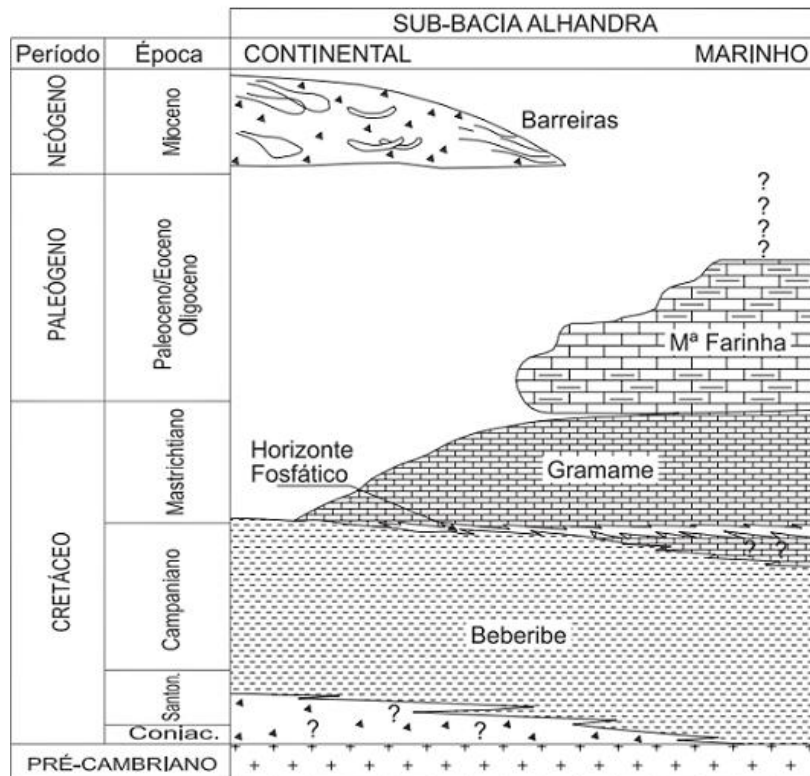
Segundo Alheiros *et al.* (1988), a deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras se deu através de sistemas fluviais entrelaçados desenvolvidos sobre leques aluviais. A fácies de sistemas fluviais entrelaçados apresenta depósitos de granulometria variada com cascalhos e areias

grossas a finas, de coloração creme amarelado, com intercalações de microclastos de argila síltica, indicativo de ambientes de sedimentação calmo como, por exemplo, de planície aluvial. A fácies de leques é constituída por conglomerados polimíticos de coloração creme-avermelhada, com seixos e grânulos subangulosos de quartzo e blocos de argila retrabalhada, em corpos tabulares e lenticulares de até um metro de espessura, intercalados com camada síltico-argilosa menos espessa.

Sobre o Grupo Barreiras, são desenvolvidos baixos tabuleiros geralmente com topos aplainados, ora soerguidos, ora rebaixados ou basculados por evidente

atuação da tectônica recente (Furrier *et al.*, 2006 e Furrier, 2007). As cabeceiras de drenagem dos cursos de água que formam a bacia do rio Guruji apresentam elevadas declividades, estando os canais bastante encaixados.

A Formação Maria Farinha aflora somente no baixo curso do rio Guruji, nas proximidades da linha de costa formando uma elevação proeminente e que se destaca na paisagem. Essa formação representa a continuação da sequência calcária da Formação Gramame, sendo diferenciada apenas por seu conteúdo fossilífero, que é considerada de idade paleocênica-eocênica inferior (Mabesoone, 1994).



**Figura 2.** Coluna estratigráfica da Sub-bacia Alhandra, uma das sub-bacias que compõem a Bacia Pernambuco-Paraíba Fonte: Barbosa *et al.*,(2004).

**2. Material e Métodos**

O trabalho está baseado na medição e

quantificação de feições morfológicas encontradas na área de estudo e na análise dos

resultados obtidos. Os dados obtidos podem não só evidenciar as atividades neotectônicas na bacia em questão, mas também quantificá-las e compará-las com outras áreas estudadas, suscetíveis às mesmas atividades.

O trabalho consistiu na mensuração dos canais, geração dos produtos cartográficos, análise das feições morfológicas da área e aplicação de cálculos morfométricos destinados à averiguação de tectônica recente. Os dados morfométricos da bacia foram obtidos das cartas topográficas de Jacumã (SB. 25-Y-C-III-3-NE) e do Conde (SB. 25 - Y-C-III-3-NO), escala 1: 25.000 SUDENE (1974), com equidistância das curvas de nível de 10 m. Com essas cartas topográficas foi feito um mosaico da bacia hidrográfica do rio Guruji para depois ser exportado para o *Software Spring 5.03*, para assim poder ser feita a digitalização da imagem, contagem e mensuração dos canais e, por fim, a confecção das cartas temáticas.

Através do *software Spring 5.03* foi gerado o Modelo Numérico do Terreno (MNT) e a partir deste foram confeccionados a carta clinográfica e o modelo em 3D do terreno. A primeira exhibe os níveis de declividade da bacia hidrográfica, e a segunda mostra a representação altimétrica do relevo pelo uso de cores convencionais e, também, o efeito tridimensional da área da bacia. A análise desses produtos cartográficos foi de fundamental importância na elaboração deste trabalho, pois se pode observar várias discrepâncias topográficas, diferentes níveis

de entalhamento e de declividade e o padrão assimétrico da drenagem da bacia.

Na literatura, existem diversas técnicas para a detecção e avaliação do grau de atividades neotectônicas. Esses métodos mostram, de forma matemática, a ocorrência desses eventos através de dados obtidos com a medição dos canais fluviais, dos desníveis entre topos e fundos de vale, da retilinidade dos cursos de água entre outros. Os resultados obtidos podem mostrar e avaliar a ocorrência ou não de eventos neotectônicos na área.

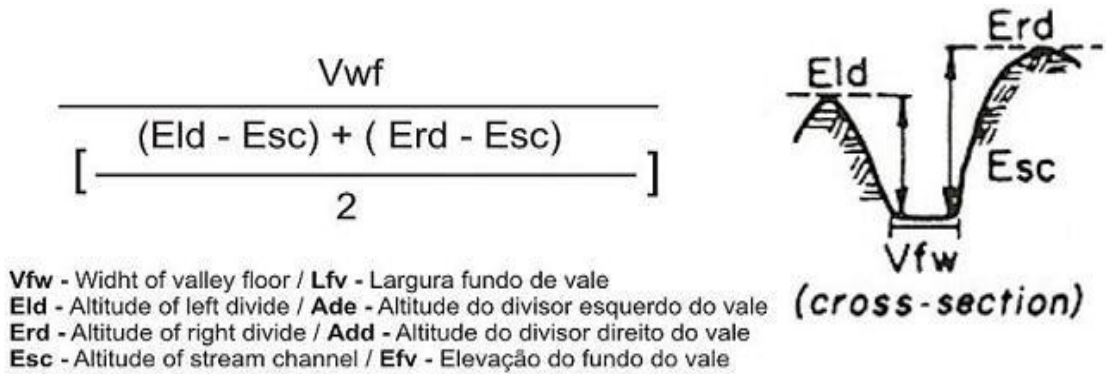
Um dos índices morfométricos utilizados neste trabalho foi o da Razão Fundo/Altura de Vale (RFAV). Esse índice foi desenvolvido por Bull e McFadden (1977 *apud Wells et al.*, 1988), existindo, na literatura brasileira, até o presente momento, poucos registros de sua utilização na detecção de intensidade neotectônica.

Segundo Stewart e Hancock (1994), esse índice morfométrico é empregado na avaliação das intensidades de atividades neotectônicas de uma região ao longo de feições estruturais individuais. Essa técnica é balizada, exclusivamente, para áreas fluviais e consiste na medição da altura dos divisores de água do vale. As medições se fazem pela medida da Ade (Altura do divisor esquerdo do vale) e Add (Altura do divisor direito do vale), da Lfv (Largura do fundo do vale) e da Efv (Elevação do fundo do vale) (Figura 3).

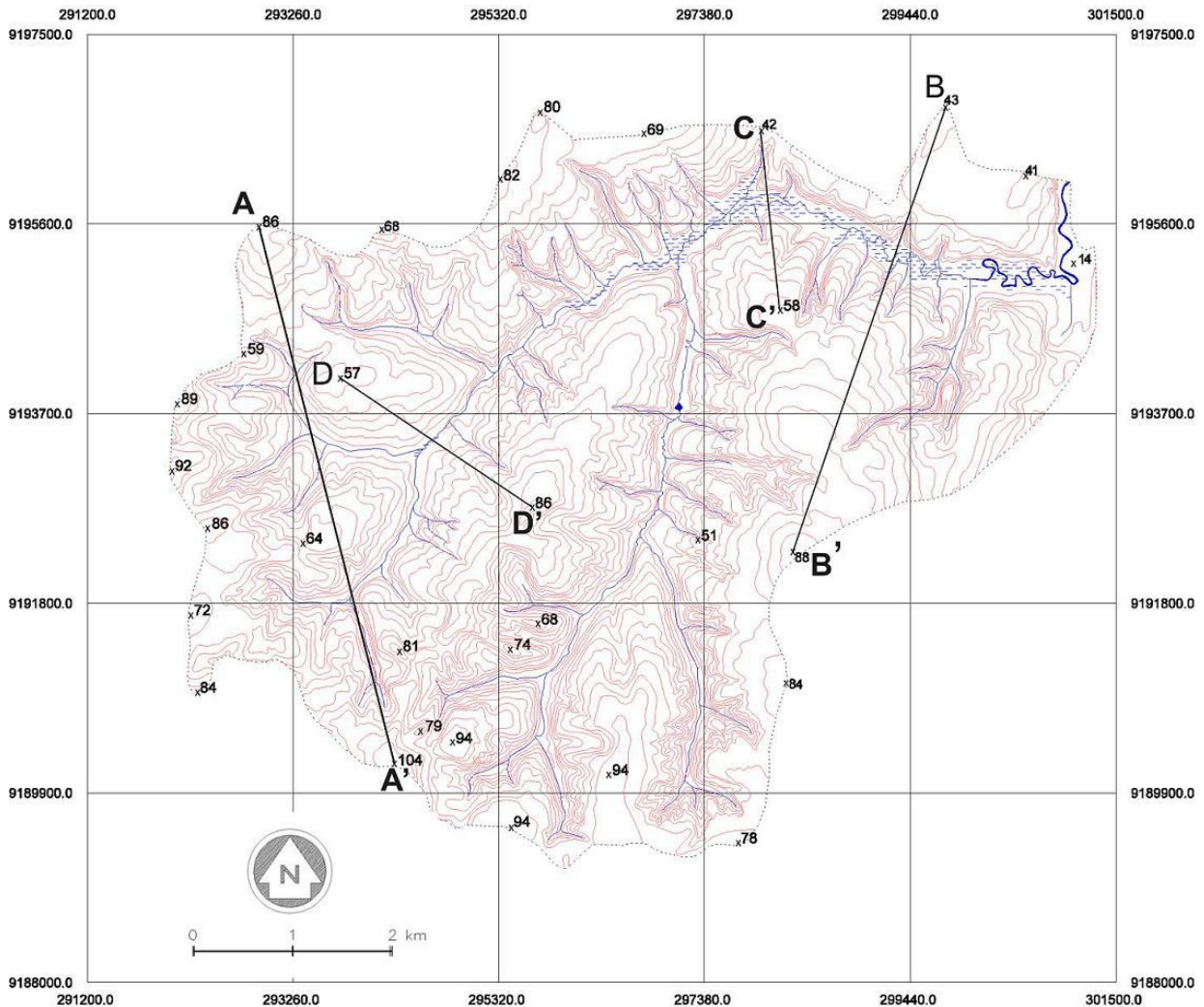
Foram escolhidos para a aplicação deste cálculo quatro perfis da bacia hidrográfica do rio Guruji. Segundo Wells *et al.* (1988),

frentes ativas de montanha possuem vales em V e baixa RFAV. A medição inicia-se com o traçado do perfil dentro da bacia hidrográfica,

abrangendo os dois divisores de água em lados opostos com pontos altimétricos cotados (Figura 4).



**Figura 3.** Fórmula matemática e procedimento de medida para se encontrar o índice morfométrico RFAV (Razão Fundo/Altura de Vale). Fonte: Bull; McFadden (1977, segundo Wells *et al.*, 1988).



**Figura 4.** A bacia hidrográfica com as curvas de nível e os pontos cotados. Os perfis traçados representam as áreas onde foram extraídas as informações para a realização do RFAV. Fonte: Barbosa (2010)

O procedimento metodológico para a obtenção do RFAV foi dividido em quatro etapas:

*1º passo:* Foram escolhidos dois divisores de água com os pontos cotados definidos que se encontram em lados opostos na bacia. Neste trabalho, o critério para a escolha dos pontos foi o desnível acentuado entre os divisores de água. Devem-se escolher dois divisores de água em que, traçando-se um segmento entre esses dois pontos, este cruze o canal fluvial perpendicularmente.

*2º passo:* Determinar a Lfv (Largura do fundo de vale). É medida, na carta topográfica, a distância entre as duas últimas curvas de nível de cada lado do canal fluvial.

*3º passo:* O procedimento para a definição da Efv (Elevação fundo de vale) é realizado extraindo o valor da última curva de nível antes do canal fluvial. O valor dessa curva de nível é o Efv.

*4º passo:* Inserir os valores encontrados nos passos 1, 2 e 3 na equação para a obtenção dos valores do RFAV (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores para o cálculo do índice morfométrico RFAV e o resultado obtido.

Seguimentos	Lfv (m)	Add(m)	Ade(m)	Efv(m)	RFAV
A – A'	153,05	104	86	20	2,0407
B – B'	550,0	88	43	5	9,0909
C – C'	231,7	58	42	5	5,1489
D – D'	266,37	86	57	20	5,1722

Outro índice morfométrico que se destaca na literatura internacional e brasileira é a Relação Declividade – Extensão (RDE), desenvolvido por Hack (1973). Esse índice foi aplicado à análises de cunho tectônico em diversas localidades, por exemplo, na avaliação do comportamento da falha de San Andreas (Califórnia, EUA). No território brasileiro já existem registros de aplicação de técnicas semelhantes, como na região amazônica (Rodriguez; Suguio, 1992; Rodriguez, 1993), na Bacia Sedimentar de São Paulo (Takiya, 1997) e na Bacia do Rio do Peixe em São Paulo (Etchebehere, 2000, 2004 e 2006).

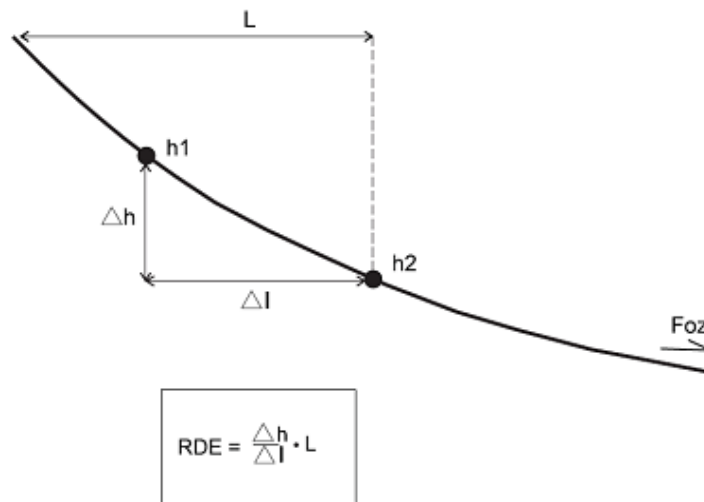
O índice RDE pode ser calculado para toda a extensão de um rio, considerando-se a amplitude altimétrica total, ou seja, a diferença topográfica (em metros) entre a cota da cabeceira e a foz. O índice RDE, pode ser aplicado de duas maneiras distintas: em toda extensão da drenagem ( $RDE_{total}$  ou  $RDE_t$ ) que possibilita uma avaliação regional expedida de grandes áreas; ou aplicado em seguimentos de drenagem ( $RDE_{seguimento}$  ou  $RDE_s$ ) que tem conotação mais local, aplicando-se a análise tectônica de detalhe. No presente trabalho optou-se por calcular somente o  $RDE_t$  dos seguimentos da bacia hidrográfica do rio Guruji (Figura 5).

Essa metodologia foi empregada no Brasil por Etchebehere *et al.* (2006), onde o próprio autor afirma que essa técnica possibilita uma avaliação rápida, eficaz e de baixo custo acerca do quadro neotectônico da região, servindo de modelo de aplicação regional para áreas de interior cratônico.

A aplicação dos dois índices morfométricos (RFAV e RDE) mostrou resultados interessantes acerca da tectônica recente na bacia hidrográfica e vêm corroborar com descrições morfológicas de

caráter neotectônico feitas na área e nas adjacências em pesquisas anteriores.

Da mesma forma, este enfoque morfométrico pode se somar às outras abordagens, principalmente, geodésicas e geofísicas, que poderão contribuir para o aprimoramento de análises neotectônicas - em uma linha de “convergência de evidências” - tornando os modelos e as interpretações mais consistentes, especialmente para regiões intraplacas como é o caso do território brasileiro.



**Figura 5.** Parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE para segmento de drenagem (intervalo entre duas isoípsas consecutivas). L = comprimento da drenagem entre a cabeceira e a isoípsa jusante;  $\Delta h$  = diferença de altitude entre duas isoípsas subseqüentes;  $\Delta l$  = projeção horizontal do comprimento do segmento de drenagem entre duas isoípsas subseqüentes. Fonte: Etchebehere (2000).

O procedimento metodológico foi dividido nas seguintes etapas:

*1º passo:* Escolheu-se os cursos fluviais de porte mais expressivo. No caso da bacia hidrográfica do rio Guruji foram escolhidos os riachos do Caboclo, Estiva e Pau Ferro e o próprio rio Guruji.

*2º passo:* Mediu-se, com o auxílio do

*software* Spring 5.03, o comprimento dos cursos fluviais escolhidos e em seguida tabulou-se as diferenças altimétricas (equidistâncias de 10 metros) e a extensão horizontal de cada segmento de drenagem compreendido entre duas isoípsas subseqüentes. As cotas da nascente e da foz foram estimadas de acordo com o valor das



curvas de nível subsequente.

3º passo: Os valores encontrados foram inseridos em uma planilha eletrônica e em seguida foram calculados os índices de  $RDE_t$ . Os valores de  $RDE_t$  para as drenagens da

bacia do rio Guruji também foram tabuladas para ser feita uma comparação entre os índices encontrados por Etchebehere *et al.*, (2006) na bacia do rio do Peixe, Estado de São Paulo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Relação Declividade - Extensão (RDE), para drenagens selecionadas da bacia do rio Guruji.

Drenagem	Extensão (m)	Cota cab.	Cota foz	Amplitude (m)	RDEt
Rch. Estiva	1770,8	70	05	65	96,773
Rch. do Caboclo	3227,1	80	02	78	142,494
Rch. Pau Ferro	2637,5	60	05	55	59,102
Rio Guruji	13545,4	60	00	40	24,641

### 3. Resultados

Os resultados obtidos na bacia hidrográfica do rio Guruji foram comparados com os resultados obtidos por Wells *et al.* (1988), que afirmam que os baixos valores de RFAV exibem a evidência de movimentação crustal recente da área. Um fato que merece atenção é que todos os autores consultados não especificam a partir de qual valor obtido é considerado um valor baixo. Por esse motivo faz-se necessário a comparação dos valores encontrados nesta pesquisa com valores obtidos em outras áreas pesquisadas. Os valores obtidos por Wells *et al.* (1988) para o litoral da Costa Rica foram: 6,25, 3,33, 0,79, 7,33, 3, 0,82 e 0,25. Os valores obtidos para a bacia do rio Guruji, nas áreas selecionadas (Figura 4), foram: 2,0407, 9,0909, 5,1489 e 5,1722, o que mostra alguns resultados inferiores aos encontrados em rios da costa oeste da Costa Rica, cuja adjacência possui

uma margem continental ativa.

Avaliando os valores encontrados na bacia do rio Guruji, pode-se constatar que o menor valor obtido foi o do perfil A - A', com 2,0407 de RFAV. Este valor corrobora, fortemente, a idéia de influência da tectônica recente neste trecho da bacia, onde também se constata fortes entalhes fluviais e elevadas declividades das vertentes, o que aponta para recuos de cabeceiras acelerados.

O índice morfométrico Relação Declividade-Extensão (RDE), pode apontar sensíveis mudanças na declividade de um canal fluvial que, por sua vez, pode estar associada a desembocaduras de tributários de caudal expressivo, a diferentes resistências à erosão hidráulica do substrato lítico e/ou a atividades neotectônicas na área. O índice aumenta onde o rio flui sobre rochas mais resistentes e decresce onde percorre um substrato mais macio. Caso seja possível

eliminar o fator litológico ou a eventual presença de tributários de porte como agentes causativos da elevação do índice RDE em um determinado trecho de rio, pode-se indicar a atuação de processos neotectônicos.

Os índices morfométricos encontrados na bacia do rio Guruji (Tabela 2) são muito mais elevados do que os encontrados por Etchebehere, (2006) para a bacia do rio do Peixe, localizada no oeste do Estado de São Paulo, que está assentada, predominantemente, sobre litologia sedimentar. A atuação de processos neotectônicos na bacia do rio Guruji também é corroborada pelos valores encontrados através da aplicação desse índice morfométrico, já que a mesma está assentada única e exclusivamente sobre os sedimentos mal consolidados do Grupo Barreiras e não ocorrem desembocaduras de tributários de caudal expressivo o que poderia influenciar nos valores elevados obtidos.

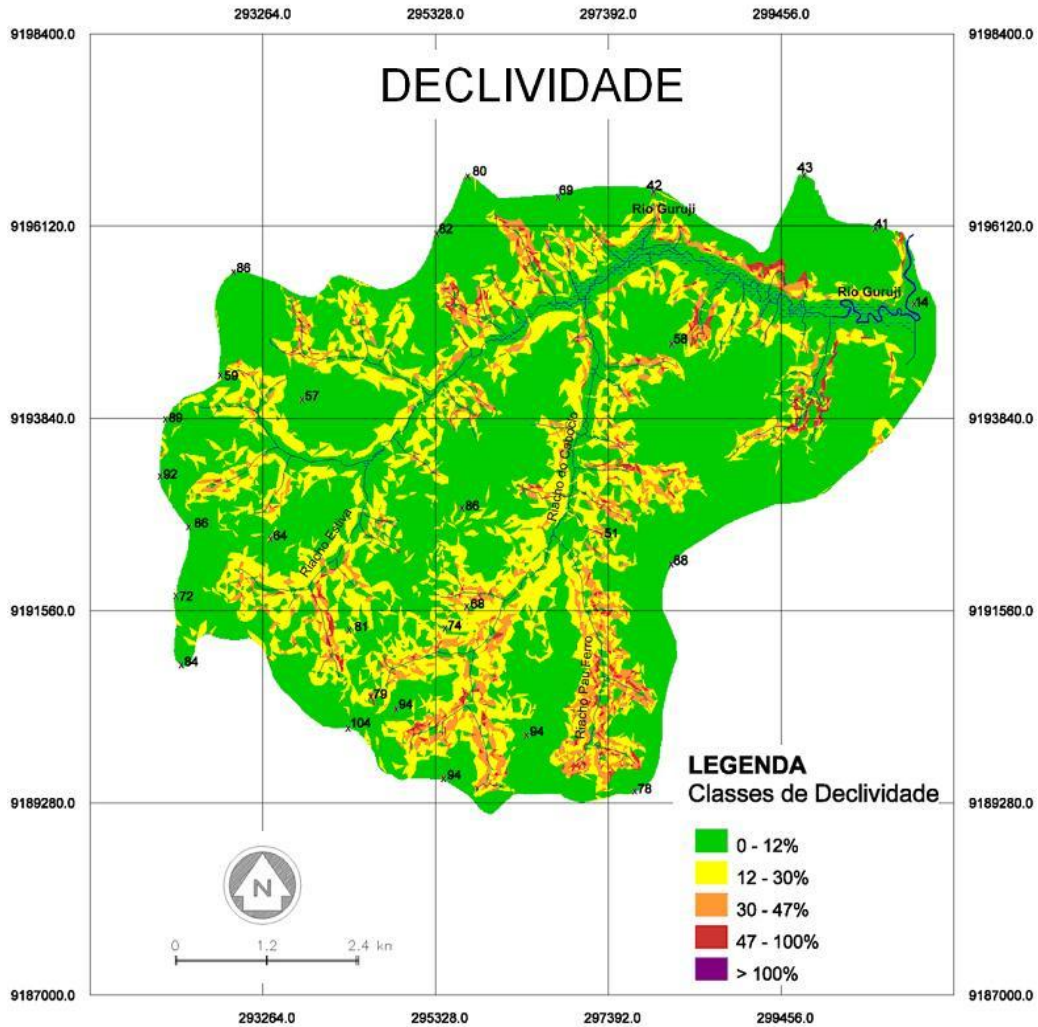
Dentre os valores encontrados o que apresenta o maior  $RDE_t$  é o riacho do Caboclo que se encontra na porção da bacia onde há o maior número de canais secundários que se apresentam fortemente encaixados no relevo. As maiores cotas altimétricas também estão localizadas nessa porção da bacia que pode ser considerado um *knick points* (pontos de mudança de sentido) ao longo das drenagens, representando pontos anômalos com forte evidência de influência neotectônica.

Analisando a carta clinográfica confeccionada observa-se que as maiores

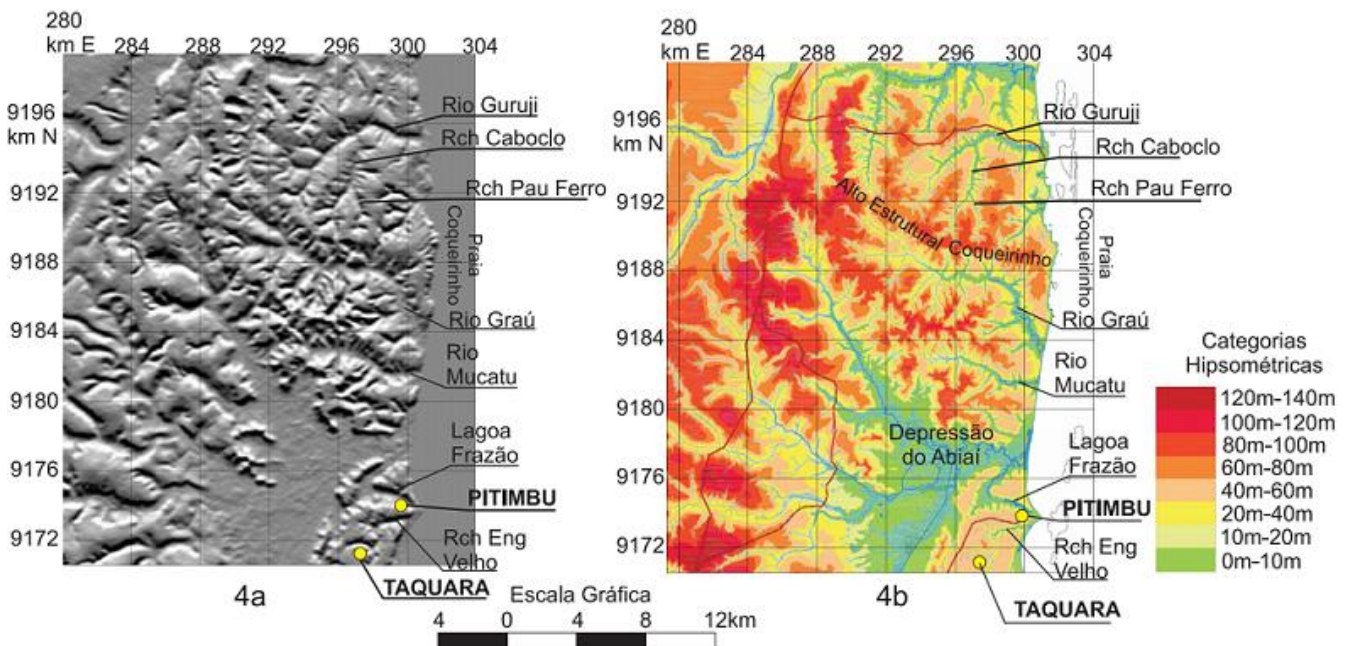
declividades estão nas cabeceiras de drenagem da porção sul da bacia e na sub-bacia do riacho do Pau Ferro. A maior parte da bacia possui declividade em torno de 0 - 12% refletindo a morfologia predominantemente tabular da área. Além desse valor, outro que se destaca é o intervalo de 12-30% de declividade, e as pequenas porções com declividades acentuadas chegando a  $> 100%$  ( $45^\circ$ ), encontradas, predominantemente, na porção sul da bacia (Figura 6).

Uma área bastante peculiar é a sub-bacia do riacho do Pau Ferro onde os índices de declividade atingem, em uma grande parte, valores entre 45-100%. Em todas as vertentes adjacentes dos cursos de primeira ordem desta sub-bacia e no próprio riacho do Pau Ferro as vertentes apresentam elevadas declividades até o encontro com o riacho do Caboclo. Esse resultado é indicativo de acelerado recuo de cabeceira corroborando, também, com os resultados obtidos através dos cálculos morfométricos RFAV e RDE (Figura 6).

Comparando o mapa de declividade da bacia com o mapa hipsométrico regional confeccionado por Furrier (2007), fica evidente que os fortes entalhes dos riachos Estiva, Caboclo e Pau Ferro; e as elevadas declividades encontradas nessa porção da bacia estão intimamente relacionadas ao Alto Estrutural Coqueirinho denominado por Furrier *et al.* (2006), localizado ao sul da bacia do rio Guruji (Figura 7).



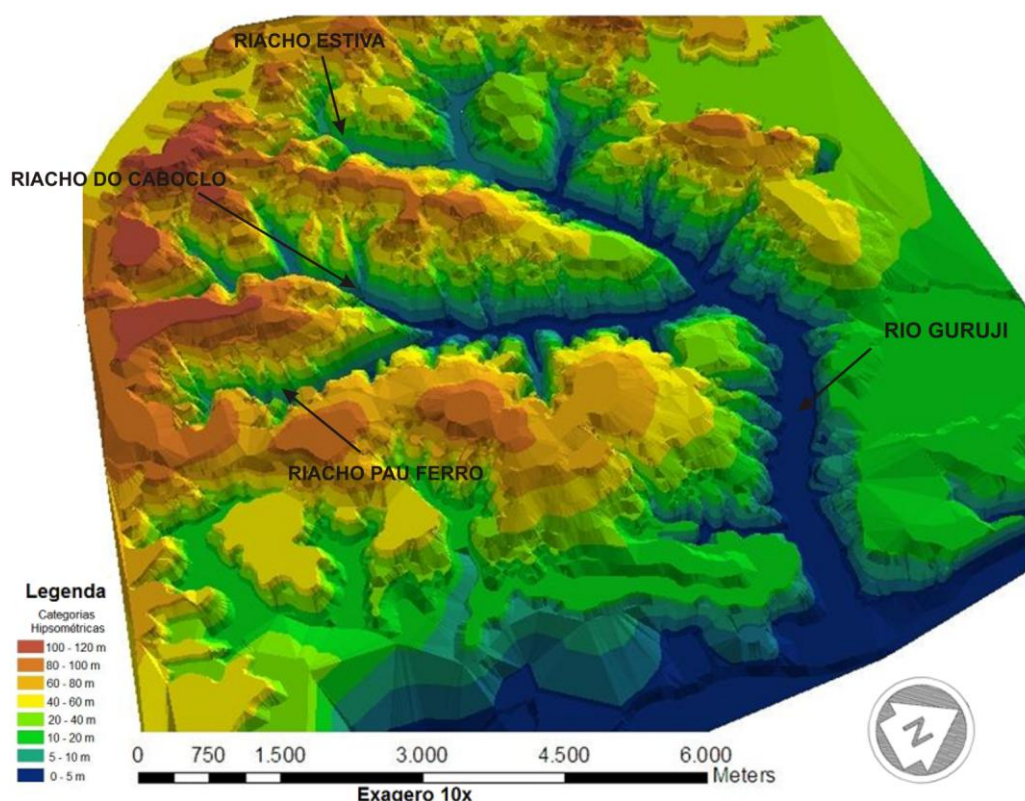
**Figura 6.** Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Gurujá. Observar que as maiores declividades estão na porção sul. Fonte: Barbosa (2010).



**Figura 7.** Imagem Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) e Carta hipsométrica de parte da Depressão do Abiaí. Fonte: Furrier *et al.*, 2006.

Analisando o modelo 3D produzido observa-se, com maior nitidez, as nuances do relevo da bacia do rio Guruji, com os fortes entalhes dos caudais de primeira ordem, principalmente na porção sul, além da acentuada assimetria da bacia com os afluentes da margem direita muito mais avantajados e entalhados que os afluentes da

margem esquerda (Figura 8). Percebe-se, também, os patamares mais elevados e dissecados da porção sul que estão intimamente relacionados ao Alto Estrutural Coqueirinho. Fica bastante evidente nesse modelo o forte controle estrutural exercido na bacia que implica diretamente na sua configuração e morfologia.



**Figura 8.** Modelo em terceira dimensão (3D) da bacia hidrográfica do rio Guruji (projeção paralela). Fonte: Barbosa (2010).

#### 4. Conclusão

O presente estudo utilizou-se de ferramentas do geoprocessamento para identificação, análise e interpretação morfométrica e morfológica da bacia do rio Guruji. Os dados obtidos nas análises morfométricas mostraram que a bacia apresenta um forte entalhamento, elevado grau de dissecação do relevo, principalmente

na sua porção sul, e acentuada assimetria no seu padrão de drenagem.

Os resultados encontrados com a aplicação dos índices morfométricos voltados para a detecção de influências neotectônicas somados à descrição morfológica da bacia, corroboram de maneira significativa de que a neotectônica não pode ser renegada nos estudos de cunho geomorfológico em áreas de

margem continental do tipo passiva, principalmente aqueles realizados na borda oriental do Nordeste brasileiro.

Existem diversos outros estudos de cunho geológico e geofísico que ainda devem ser feitos para ratificar e quantificar a influência da tectônica recente na área. Os resultados alcançados nesse trabalho, estritamente de cunho geomorfológico, podem abrir novos campos de aplicação e de entendimento quanto ao desenvolvimento e a evolução do relevo e sua relação com a tectônica recente em áreas de margem continental passiva.

## 5. Referências

- Alheiros, M. M.; Lima Filho, M. F.; Monteiro, F. A. J.; Oliveira Filho, J. S. (1988). Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 35. Anais... Belém: SBG. p. 753-760.
- Barbosa, M<sup>a</sup>. E. F. (2010). *Caracterização geomorfológica e tectônica da bacia hidrográfica do rio Guruji (PB), com apoio de índices morfométricos*. Monografia de Graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba. p. 103.
- Barbosa, J. A.; Souza, E. M.; Lima Filho, M. F.; Neumann, V. H. (2004). A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. *Estudos Geológicos*, v. 13, p. 89-198.
- Etchebehere, M. L.; Saad, A. R.; Fulfaro, V. J.; Perinotto, J. A. J. (2004). Detection of neotectonic deformations along the Rio do Peixe Valley, western São Paulo state, Brazil, baseado on the distribuion of late quaternary allounits. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v. 6, n. 1, p. 109 - 114.
- Etchebehere, M. L.; Saad, A. R.; Fulfaro, V. J.; Perinotto, J. A. J. (2006). Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do rio do peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em seguimentos de drenagem. *Revista de Geociências*. São Paulo, v.5, n.3, p. 271-287.
- Etchebehere, M. L.; Saad, A. R.; Fulfaro, V. J.; Perinotto, J. A. J. (2004). Aplicação do índice “Relação Declividade - Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. *Geologia USP: Série Científica*, v.4, n.2, p. 43-56.
- Furrier, M. et.al. (2006). Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreiras no estado da Paraíba. *Geologia USP Série Científica*. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70.
- Furrier, M.. (2007). *Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha João Pessoa – 1: 100.000*. Tese Doutorado. Pós-Graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. p. 213.

Mabesoone, J. M. (1994). *Sedimentary basins of northeast Brazil*. UFPE/CT/DG, Recife, 310p.

Saad, A.; Bezerra, F. H. R. (2004). Neotectônica da Plataforma brasileira. In: OLIVEIRA, A. M.; Souza, C. R.; Suguio, K.; Oliveira, P. E. *Quaternário no Brasil*. Editora Holos, 1º edição. São Paulo, 211-230p.

Stewart, I. S.; Hancock, P. L. (1994). *Neotectonics*. In: Hancock, P. L. (ed.) Continental deformation. Pergamon, Oxford, 370-409p.

SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. (1974). *Folha Jacumã SB. 25-Y-C-III-3-NE*. Recife, Carta Topográfica, escala 1:25.000.

SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (1974). *Folha Conde SB. 25-Y-C-III-3-NO*. Recife, Carta Topográfica, escala 1: 25.000.

Thomas, D. S. G.; Allison, R. J. (1993). *Landscape Sensitivity*. Chichester: John Wiley and Sons. p. 347. Disponível em: <http://www.Journals.Cambridge.org/production/>. Acessado em: 15 de novembro de 2009.

Wells, S. G., Bullard, T. F., Menges, C. M., Drake, P. A., Karas, K.I., Kelson, K. I., Ritter, J. B., Wesling, J. R. (1988). Regional variations tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary, pacific coast of Costa Rica. *Geomorphology*. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, p. 239-265.