

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

Mario Lincoln De Carlos ETCHEBEHERE ¹, Antonio Roberto SAAD ^{1, 2}, Gisele SANTONI ², Fabio da Costa CASADO ³, Vicente José FULFARO ²

(1) Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão (EPPE), Universidade Guarulhos (UnG). Praça Tereza Cristina, 1. Centro. CEP 70023-070. Guarulhos, SP. Endereço eletrônico: metchebehere@ung.br. (2) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista/Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515. Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP. (3) Laboratório de Geociências (LabGeo), Universidade Guarulhos (UnG). Praça Tereza Cristina, 1. Centro. CEP 70023-070. Guarulhos, SP.

Introdução
Contextos Geológico, Geomorfológico e Tectônico
Índice RDE – Conceito e Aplicações
Princípios e Procedimentos
Aplicação na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe
Cotejamento com o Substrato Rochoso
Discussão dos Resultados
Considerações Finais
Referências Bibliográficas

RESUMO – Os cursos d’água representam um dos principais agentes de modelagem do relevo, propiciando, sob a ação da gravidade, a esculturação dos vales e a formação de depósitos aluviais. Eles se ajustam rapidamente a quaisquer deformações crustais, incluindo aquelas mais tênue. Essa característica os torna ferramentas importantes para os estudos de natureza neotectônica, em especial a análise dos parâmetros morfométricos, tais como o gradiente hidráulico e a extensão do curso (diretamente proporcional à descarga), que podem ser combinados gerando o chamado índice RDE (Relação Declividade vs. Extensão). O propósito do presente artigo é apresentar a aplicação do índice RDE na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, com o objetivo de delinear áreas sujeitas a deformações de ordem neotectônica. Esta bacia está instalada sob um substrato rochoso referente aos grupos Caiuá e Bauru, do Cretáceo, afloramentos localizados de basaltos da Formação Serra Geral (130 Ma) e sedimentos quaternários (aluviões recentes e depósitos pleistocênicos de terraço). Na porção final do artigo, faz-se uma correlação entre os resultados obtidos de RDE e o contexto tectônico admitido para esta parte do Estado de São Paulo, incluindo informações geológicas de campo e dados sismológicos e paleo-sismológicos. Como resultados alcançados, foram identificados dois conjuntos de anomalias: o primeiro, caracterizado por valores de 2ª ordem, demarca a borda do Planalto de Marília-Exaporã, e o segundo, de maior expressão por reunir valores de 1ª ordem na porção central da bacia, associa-se à zona sismogênica de Presidente Prudente.

Palavras-chave: Rio do Peixe, Neotectônica, morfometria fluvial, Relação Declividade-Extensão (RDE), Planalto Ocidental Paulista.

ABSTRACT – *M.L. De C. Etchebehere, A.R. Saad, G. Santoni, F. da C. Casado, V.J. Fulfaro – Detection of probable neotectonic deformations in the Rio do Peixe Valley, Western São Paulo State Plateau, Brazil, using the Stream-Gradient Index (SL index).* Running water is one of the most important of all the physical processes which fashion the landscape, allowing gravity to operate along the valley floors. Besides this, the streams show a fast adjustment to the crustal deformations, even to the most gentle ones. This geologic behavior turns them a potential tool for neotectonic studies, specially the analysis of morphometric parameters associated with hydraulic gradient and discharge, this second factor being directly proportional to the extension of the streams. Both elements, gradient and stream length, can be combined in the SL index. The purpose of this paper is to show the RDE index application in the neotectonics analysis of the Rio do Peixe hydrographic basin and to compare the obtained values with the geologic basement incised by the streams. This basement encompasses Cretaceous sedimentary rocks of post-Serra Geral Formation magmatism (Caiuá and Bauru groups) and Quaternary deposits that include chiefly recent alluvial plains and some Pleistocene terrace deposits. In the final part of this paper, an attempt is made in order to correlate the RDE results and the neotectonic framework admitted to this portion of the São Paulo State territory, as well as with field geologic, seismologic and paleoseismologic known elements. The results indicate the presence of two groups of anomalies: The first set corresponds to the Marília-Exaporã Plateau border, and the second one, located in the central portion of the hydrographic basin, is correlated to the Presidente Prudente seimogenic zone.

Keywords: Rio do Peixe hydrographic basin, Neotectonics, fluvial morphometry, Stream-Gradient Index, Western São Paulo State.

INTRODUÇÃO

A análise de padrões de drenagem tem sido empregada, de longa data, na identificação de estruturas geológicas ou de características físicas do substrato rochoso, podendo ser mencionadas as contribuições pioneiras de Zernits (1932), Horton (1945), Strahler (1952 a, b), Howard (1967), Rivereau (1969) e

Christofolletti (1969). A despeito do inegável valor de tais análises, tanto para os estudos geomorfológicos quanto para a fotointerpretação e o mapeamento geológico, pouco foi explorado em termos de ferramenta de análise neotectônica.

Dentre os estudos de parâmetros morfométricos da rede de drenagem que tiveram como fito a detecção de deformações tectônicas crustais, especialmente em avaliações de caráter regional, em diversos contextos, podem ser citadas as contribuições de Volkov et al. (1967), Hack (1973), Burnett & Schumm (1983), Seeber & Gornitz (1983), McKeown et al. (1988), Rhea (1989), Mayer (1992), Marple & Talwani (1993), Merritts & Hesterberg (1994), Boyd & Schumm (1995), Schumm & Spitz (1996), e Spitz & Schumm (1997). Na literatura geológica do Brasil também pontilham contribuições similares, podendo ser citados, entre outros, os trabalhos de Björnberg (1969 a, b), pioneiros em termos neotectônicos; Rodriguez & Suguio (1992) e Rodriguez (1993), referentes à região amazônica; Takiya (1997), com aplicação na Bacia Sedimentar de São Paulo; e Etchebehere et al. (2004), com emprego

do índice RDE regional na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, oeste do Estado de São Paulo.

Concernente aos diversos parâmetros morfométricos destaca-se o aqui chamado **Índice RDE (Relação Declividade vs. Extensão)**, proposto inicialmente por Hack (1973), sob a designação de *Stream-Gradient Index* ou simplesmente índice SL [Relação *Slope* (declive da drenagem ou de um determinado trecho desta) vs. *Length* (extensão da drenagem ou de um trecho específico)]. O índice SL, também conhecido na literatura como “Índice de Hack”, em homenagem ao seu mentor original, foi aplicado a análises de cunho neotectônico em diversos contextos geológicos, com destaque para os exemplos seguintes: para a avaliação da história deformacional do Himalaia (Seeber & Gornitz, 1983); para analisar a implicação neotectônica de registros sísmicos reportados nos estados de Arkansas e Missouri (USA) (McKeown et al., 1988), para analisar o comportamento da Falha de San Andreas (Califórnia, USA), na junção tríplice das placas tectônicas Norte-Americana, do Pacífico e Gorda (Merritts & Vincent, 1989); e também para definir

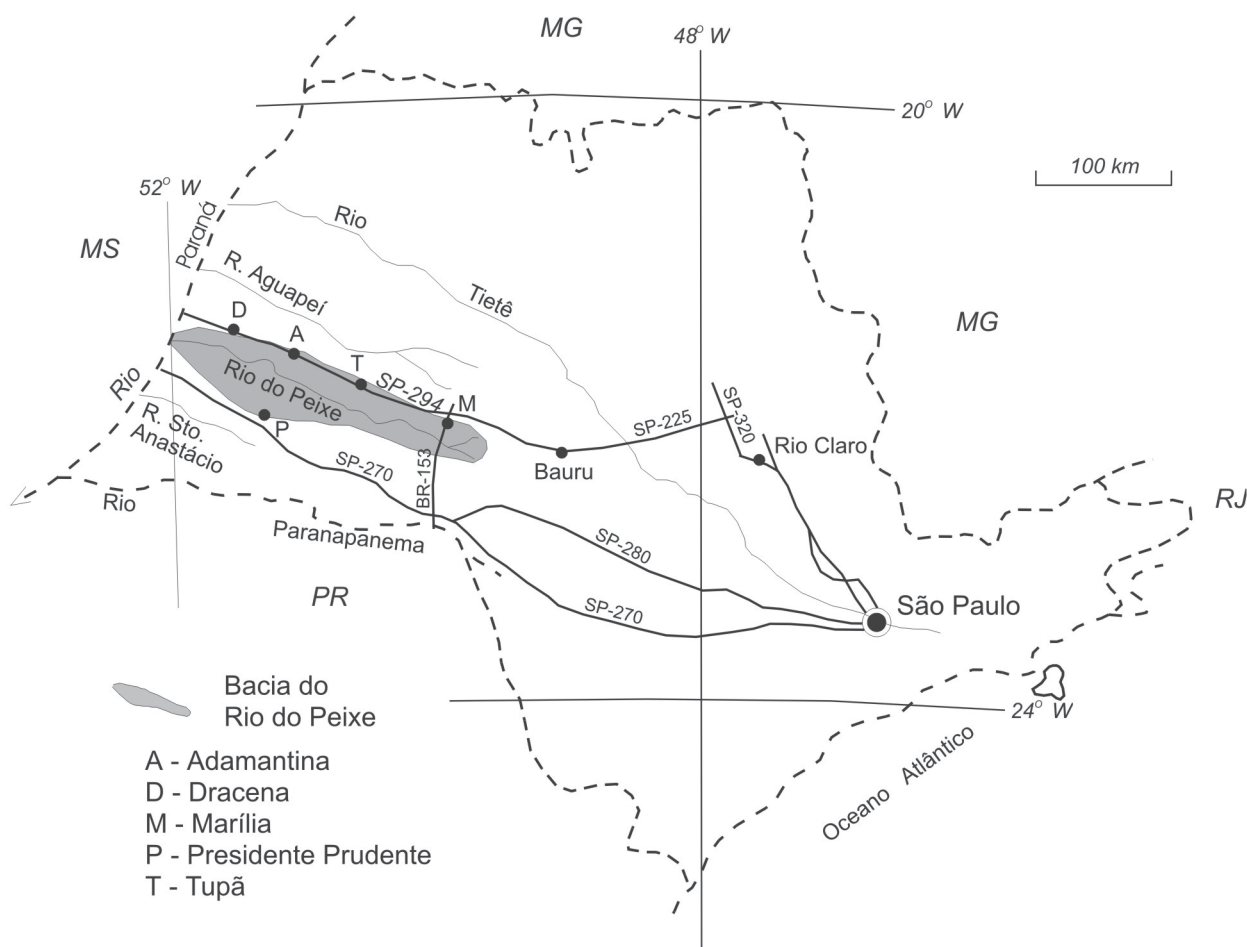


FIGURA 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio do Peixe.

a Falha (cega) de Woodstock, na região de Charleston, Carolina do Sul (USA), onde houve a incidência de um terremoto expressivo em 1886 ($m_b = 6,6-6,9$), com ampla ocorrência de processos de liquefação (Rhea, 1989; Marple & Talwani, 1993).

O presente trabalho busca apresentar a análise neotectônica empreendida na bacia hidrográfica do Rio do Peixe (Figura 1) com base no emprego do índice RDE local ($RDE_{\text{segmento}} - RDE_s$), i.e., aplicado em segmentos de drenagem, estabelecidos com base nas isoipsas contidas nas folhas topográficas 1:50.000 que

abranchem a área de estudo. Objetiva-se cotejar os resultados morfométricos com o substrato geológico entalhado pelas drenagens no vale do Rio do Peixe, buscando estabelecer relações entre os índices morfométricos calculados e as características físicas das diversas unidades estratigráficas sulcadas pelos cursos d'água, discernindo-se aquelas situações onde seja possível configurar deformações neotectônicas. Adicionalmente, são também empregadas as informações geológicas e paleo-sismológicas disponíveis para esta porção do território paulista.

CONTEXTOS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E TECTÔNICO

A bacia hidrográfica do Rio do Peixe insere-se no âmbito do Planalto Ocidental Paulista (cf. Almeida, 1964), onde se constata o predomínio de relevo colinoso, com formas amplas e de baixa amplitude, afora ocorrências localizadas de morrotes, escarpas e *inselbergs*. As cabeceiras do Rio do Peixe alojam-se no chamado Planalto de Marília-Exaporã, que é a entidade geomorfológica de maior expressão no Planalto Ocidental Paulista, constituindo a superfície cimeira da região. A bacia do Rio do Peixe propriamente dita ocupa um nível planáltico rebaixado, cujas altitudes variam de 550 a 250 m, com gradual diminuição das cotas rumo ao rio Paraná, a drenagem-tronco onde deságua o Peixe. A morfologia colinosa, marcada por interflúvios amplos, de topo plano e vertentes suavemente convexas, encontra-se elaborada sobre formações superficiais, em geral caracterizadas por latossolos de espessuras métricas, com coluvionamentos esparramados pelas vertentes. Relevos modelados por acumulação restringem-se a planícies aluvionares do baixo Rio do Peixe, a trechos inferiores de seus principais afluentes ou, ainda, a calhas aluviais a montante de esporádicas soleiras.

O substrato geológico compreende, essencialmente, rochas sedimentares cretáceas referentes aos grupos Caiuá e Bauru (*sensu* Fulfaro et al., 1999a), raras ocorrências de basaltos da Formação Serra Geral, sedimentos aluviais modernos (as já mencionadas planícies fluviais) e pleistocênicos (terraços de acumulação enfeixados na chamada Aloformação Rio do Peixe, conforme designados por Etchebehere, 2000), colúvios, elúvios e leques aluviais recentes, estes de inequívoco caráter tecnogênico. A distribuição em planta das unidades que compõem o substrato rochoso pode ser vista na Figura 2.

Os basaltos encontram-se aflorantes no chamado Salto de Quatiara, onde possibilitaram a construção de uma pequena hidrelétrica e chegaram a ser explorados para brita, e, em um segundo ponto, de menor expres-

são, condicionando apenas corredeiras. Em Quatiara pode-se observar o contato com as rochas do Grupo Caiuá, marcado por discordância erosiva e forte lateritização; as rochas sedimentares sobrepostas assentam-se em basalto maciço e incluem, na base, fragmentos do substrato ígneo.

O Grupo Caiuá mostra-se formado essencialmente por arenitos, maciços ou com estratificações cruzadas de grande porte. Abrangem, inclusive, o Geossolo Santo Anastácio, conforme concepção de Fulfaro et al. (1999b). Recobrimo o Caiuá, observam-se arenitos lamíticos e lamitos esverdeados, com freqüentes ocorrências de moldes de cristais salinos, da Formação Araçatuba; arenitos e lamitos ricos em estruturas sedimentares (estratificações cruzadas, marcas de carga, *ripples*, acamamento gradacional, *clay balls*, bioturbações, além de prováveis sismitos) da Formação Adamantina; e, por fim, arenitos, arenitos conglomeráticos, conglomerados e lamitos da Formação Marília, acometidos, em larga escala, por carbonatação epigenética do tipo calcrete.

Os terraços de acumulação que compõem a chamada Aloformação Rio do Peixe abrangem corpos arenosos e areno-conglomeráticos maciços ou com estratificações cruzadas acanaladas, bancos de cascalho, siltitos e argilitos, maciços ou laminados, ricos em restos vegetais carbonizados. Etchebehere & Saad (2003) identificaram, nesses depósitos, 14 fácies siliciclásticas, cujas associações, bem como os aportes de dados palinológicos e mineralógicos possibilitaram definir um ambiente deposicional caracterizado por um contexto fluvial entrelaçado, gradando para termos meandranes psamíticos, com ocorrências localizadas de lagos condicionados por fatores tectônicos, e também de estruturas de liquefação (intrusões e extrusões de areia), interpretadas como decorrentes de eventos sísmicos expressivos (Etchebehere & Saad, 2002). Os depósitos de terraço podem ter espessuras de até 40 m e 3 datações por ^{14}C indicam idades

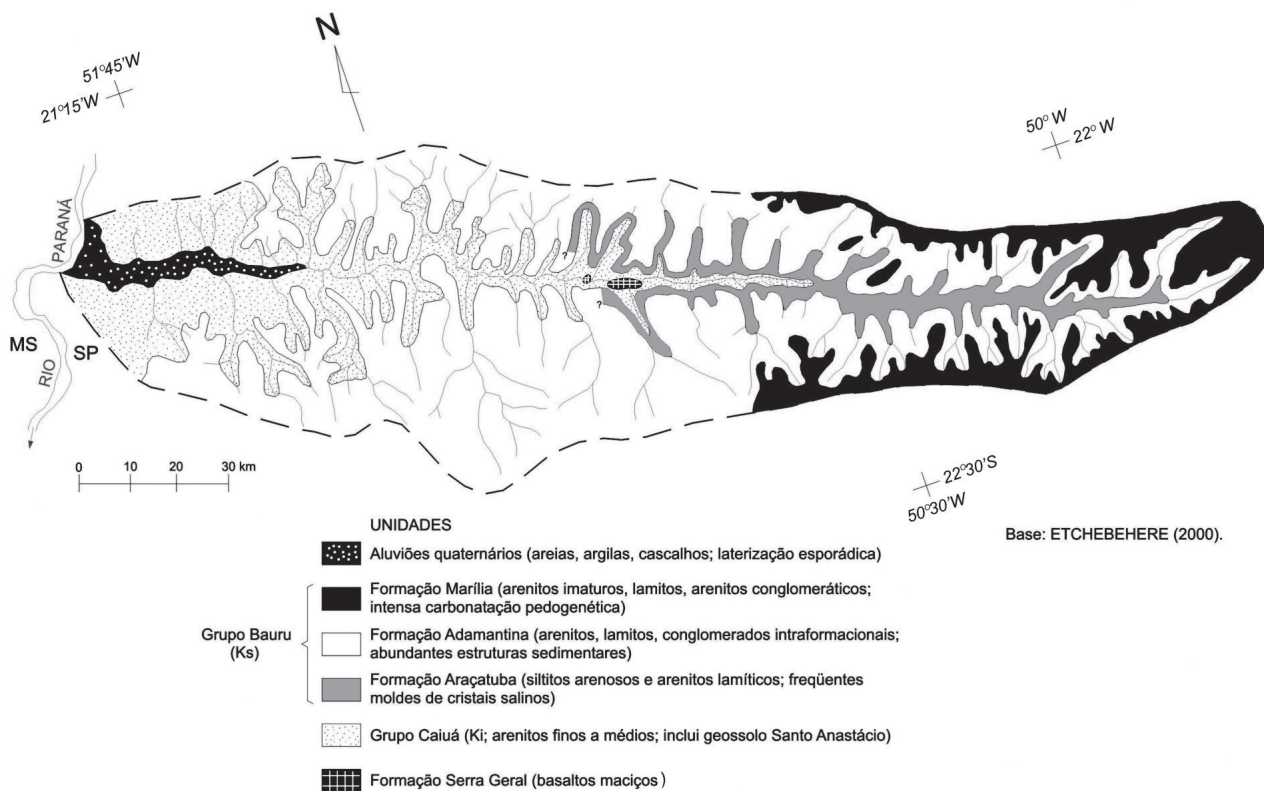


FIGURA 2. Mapa de unidades litoestratigráficas da bacia do Rio do Peixe.

variando entre 34 e 10 ka AP; objetos indígenas têm sido encontrados em colúvios que capeiam estes terraços ou mesmo no topo de lentes conglomeráticas expostas, o que impõe um limite superior para tais depósitos da ordem de pelo menos 7 ka, a prevalecer dados antropológicos disponíveis sobre a ocupação humana desta parte do território paulista (Etchebehere, 2000).

Os dados cinemáticos disponíveis na literatura geológica sobre o oeste paulista (e.g., Hasui, 1990; IPT, 1992; Magalhães et al., 1996; Riccomini, 1997; Hasui et al., 1999) apontam para a atuação de movimentações transcorrentes dextrais ao longo de estruturas de direção EW, o que refletiria um regime tectônico interior possivelmente ligado ao deslocamento da Placa Sul-Americana para oeste. Nas áreas interfeixes, como é o caso do vale do Rio do Peixe, o elipsóide de tensão tem seu eixo máximo orientado na direção NW-SE, condicionando o aparecimento de estruturas transpressivas e transtensivas, que terminam por controlar a própria dinâmica fluvial na área, bem como a formação e a preservação ou destruição dos depósitos aluvionares. Esta tectônica tem atuado há pelo menos 34 ka, embora não se possa precisar a idade de implantação do quadro vigente de tensões.

Com base no estudo de lineamentos e da rede de

drenagem obtidos em imagens de sensores remotos, Etchebehere (2000) caracterizou uma série de setores estruturais, com áreas da ordem de centenas de quilômetros quadrados e que podem corresponder a blocos com deformações tectônicas diferenciadas. Estas deformações podem ser deduzidas pelos reflexos nas assimetrias das bacias de drenagem na área de abrangência de cada bloco (indicando possíveis basculamentos), no grau de dissecação do terreno (que pode refletir áreas com movimentações verticais), na disposição dos alomembros mapeados (mais preservados em blocos rebaixados; terraços mais numerosos podem indicar áreas com pulsos ascensionais etc.), e das fácies predominantes (cascalheiras em topos de elevações podem indicar áreas mais erodidas) – Figura 3. Pelo menos três episódios sísmicos relevantes (magnitudes superiores a 5,7 graus na Escala Richter) foram constatados no registro sedimentar quaternário nessa parte do Planalto Ocidental Paulista (Etchebehere, 2000; Etchebehere & Saad, 2002), o que reforça a necessidade de se dispor de mais informações sobre a atuação de processos neotectônicos nesta parte da região Sudeste do Brasil, especialmente em decorrência do avanço da ocupação territorial e da presença de cidades e obras civis de grande porte, como hidrelétricas e dutovias.

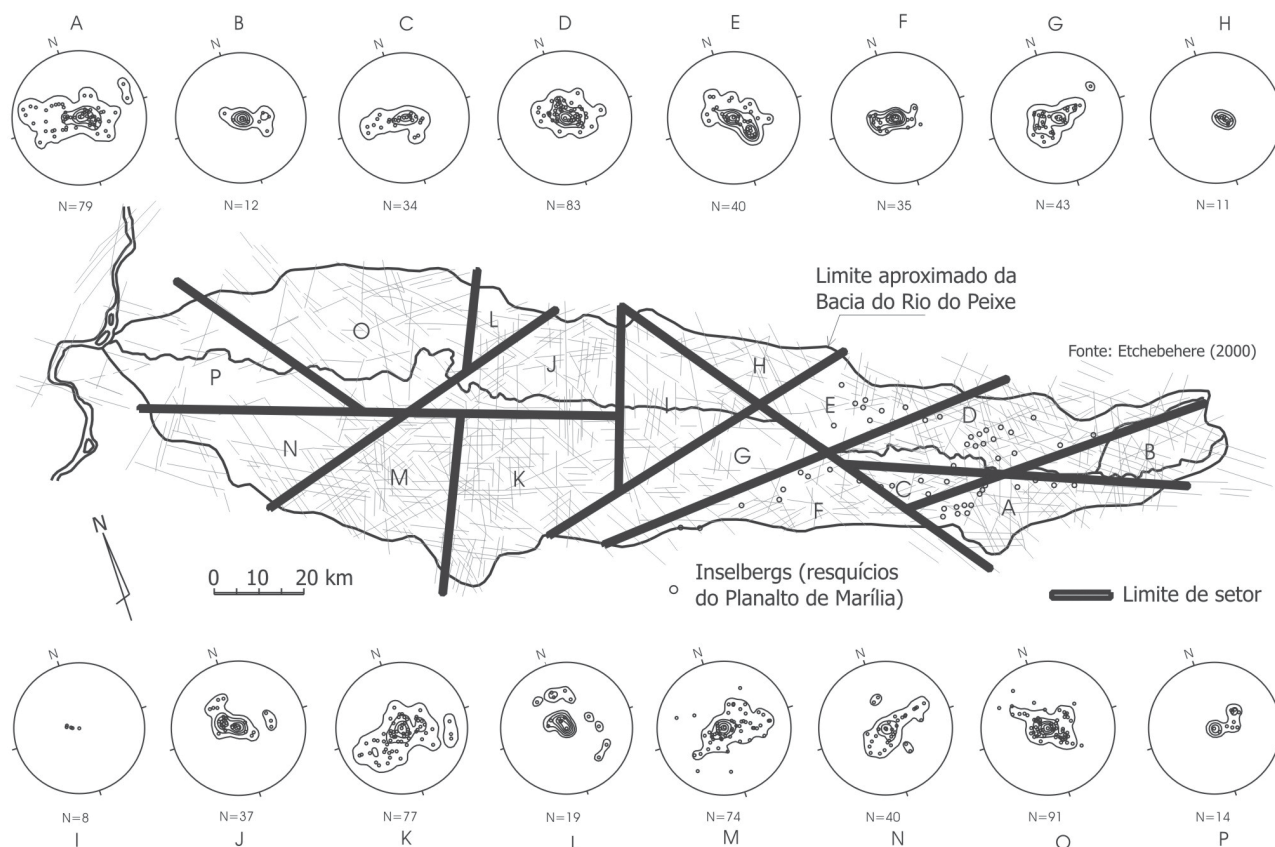


FIGURA 3. Mapa de lineamentos e delimitação dos principais setores estruturais (caracterizados por conjuntos específicos de famílias de lineamentos) na bacia do Rio do Peixe. Os estereogramas indicam as tendências de assimetrias de drenagem para cada setor, conforme a técnica de Cox (1994). Extraído de Etchebehere (2000).

ÍNDICE RDE – CONCEITO E APLICAÇÕES

PRINCÍPIOS E PROCEDIMENTOS

Como já mencionado, Hack (1973) estabeleceu originalmente um índice fluvio-morfométrico para analisar os perfis longitudinais dos cursos d'água, ou de determinados trechos destes, ao qual designou índice *SL* (*Stream-Gradient index*). Tal índice refere-se à declividade de um determinado trecho de um rio multiplicada pela distância do referido trecho à nascente, não devendo, assim ser confundido com gradiente hidráulico, que é simplesmente a razão entre a diferença altimétrica entre dois pontos distintos do curso e a distância horizontal entre ambos. No presente artigo, tal índice foi denominado “Relação Declividade-Extensão – RDE” (cf. Etchebehere et al., 2004).

É importante salientar que o índice RDE correlaciona-se com os níveis de energia da corrente (*stream power*), refletida na capacidade de esta erodir o substrato e/ou de transportar a carga sedimentar. Conforme destacado por Keller & Pinter (1996, p. 129), esta energia é proporcional à declividade da superfície por onde flui o curso d'água (o gradiente) e à descarga (volume) do caudal naquele trecho, este segundo fator

sendo considerado diretamente proporcional ao comprimento da drenagem.

Os índices RDE_s são indicadores sensíveis de 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 à atividade tectônica. O índice cresce onde o rio flui por 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 asseverar da atuação de processos neotectônicos. Dessa forma, as anomalias de RDE servem como um adequado indicador de áreas suspeitas de atividade deformacional recente e passam a constituir alvos para verificações de campo, aumentando a efetividade da análise tectônica em áreas de grande extensão como é o caso da bacia do Rio do Peixe.

O índice RDE pode ser calculado da seguinte forma:

$$RDE = (\Delta H/\Delta L) \cdot L \quad (1),$$

onde, ΔH é a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso d'água; ΔL é a projeção horizontal da extensão do referido segmento (i.e., $\Delta H/\Delta L$ corresponde ao gradiente da drenagem naquele trecho); e L corresponde à distância deste segmento para o qual o índice RDE está sendo calculado e a nascente da drenagem. A Figura 4 possibilita um entendimento mais claro de como pode ser calculado o índice RDE para um determinado trecho de drenagem (Etchebehere et al., 2004).

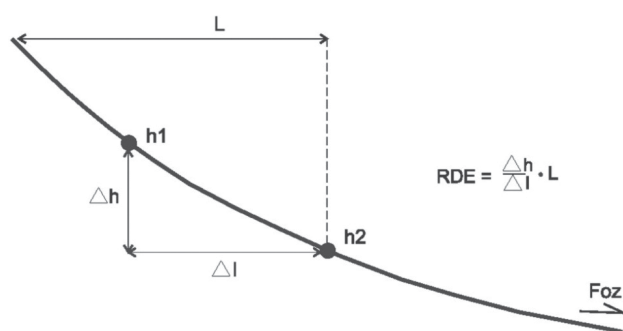


FIGURA 4. Parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE para segmentos de drenagem (intervalo entre duas isoípsas consecutivas). L = comprimento da drenagem entre a cabeceira e a isoípsa jusante; Δh = diferença de altitude entre duas isoípsas subseqüentes; Δl = projeção horizontal do comprimento do segmento de drenagem entre duas isoípsas subseqüentes. Extraído de Etchebehere (2000).

O índice RDE pode ser calculado para toda a extensão de um rio (“whole” slope vs. length index), considerando-se a amplitude altimétrica total, ou seja, a diferença topográfica (em metros) entre a cota da cabeceira e a cota da foz, e o logaritmo natural de toda sua extensão (cf. McKeown et al., 1988). Os índices RDE_s aplicados a toda a extensão da drenagem (RDE_{total} ou RDE_t) possibilitam uma avaliação regional expedita de grandes áreas; aqueles referentes a segmentos de drenagem ($RDE_{segmento}$ ou RDE_s) têm conotação mais local, aplicando-se a análises tectônicas de detalhe, conforme abordado no presente trabalho. Pode-se utilizar, inclusive, relações entre índices locais (RDE_s) e índices de toda a extensão da drenagem (RDE_t), tal como procederam Seeber & Gornitz (1983) para análises tectônicas na cordilheira himalaiana e como foi também adotado no presente trabalho.

Os procedimentos para se calcular o índice RDE na bacia do Rio do Peixe foram os seguintes:

- selecionaram-se os cursos d'água de porte mais

expressivo nas folhas topográficas em escala 1:50.000, adotando-se como critério aquelas drenagens com extensão superior a 15 km na maior parte dos casos (Figura 5; Tabela 1);

- medi-se, com o auxílio de um curvímeter, o comprimento das linhas azuis das drenagens escolhidas nas cartas topográficas, tabulando-se as diferenças altimétricas (eqüidistância de 20 m no caso das bases adotadas) e a extensão horizontal de cada segmento de drenagem compreendido entre duas isoípsas subseqüentes. As cotas da nascente e da foz foram estimadas;
- os valores tabulados compuseram uma planilha eletrônica, na qual foram calculados os índices RDE_t , incluindo as unidades estratigráficas abrangidas para cotejamento com as implicações geológicas do substrato rochoso. Os valores de RDE_s para as drenagens da bacia hidrográfica do Rio do Peixe são mostrados na forma de duas tabelas (Tabelas 2 e 3), que estampam também as unidades estratigráficas predominantes em cada segmento de drenagem, servindo, *grasso modo*, como seções geológicas. Os valores considerados anômalos encontram-se grifados;
- as planilhas foram confeccionadas também de maneira a relacionar os índices RDE_s com o índice RDE_t de cada curso d'água, o que possibilitou o delineamento dos setores anômalos, conforme os critérios de Seeber & Gornitz (1983), i.e., considera-se $RDE_s/RDE_t = 2$ como o limiar da faixa de anomalias, sendo estas classificadas como de 1ª ordem ($RDE_s/RDE_t \geq 10$) ou 2ª ordem ($2 \leq RDE_s/RDE_t \leq 10$). De acordo com os citados autores, tais limiares já refletiriam *knick points* ao longo das drenagens, representando pontos anômalos a ser investigados inclusive do ponto de vista neotectônico, descartadas outras possibilidades causativas de anomalias (e.g., presença de rochas mais resistentes à erosão, junção de tributário caudaloso, erosão remontante por abaixamento de nível de base a jusante);
- os índices RDE_s podem ser mostrados também sob a forma de gráficos de coordenadas cartesianas, como pode ser visto na Figura 6, exemplificando o perfil do Ribeirão das Pitangueiras (48), onde a extensão do curso d'água é mostrada no eixo das abscissas e os valores de RDE no eixo das ordenadas, sendo que neste caso pode ser utilizado tanto o valor absoluto de RDE_s quanto o valor relativo frente ao índice total da drenagem (RDE_s/RDE_t). Como uma informação adicional, pode-se acrescentar um “rodapé estratigráfico”, que delinea o substrato sulcado pela drenagem, possibilitando uma primeira análise dos valores de RDE obtidos.

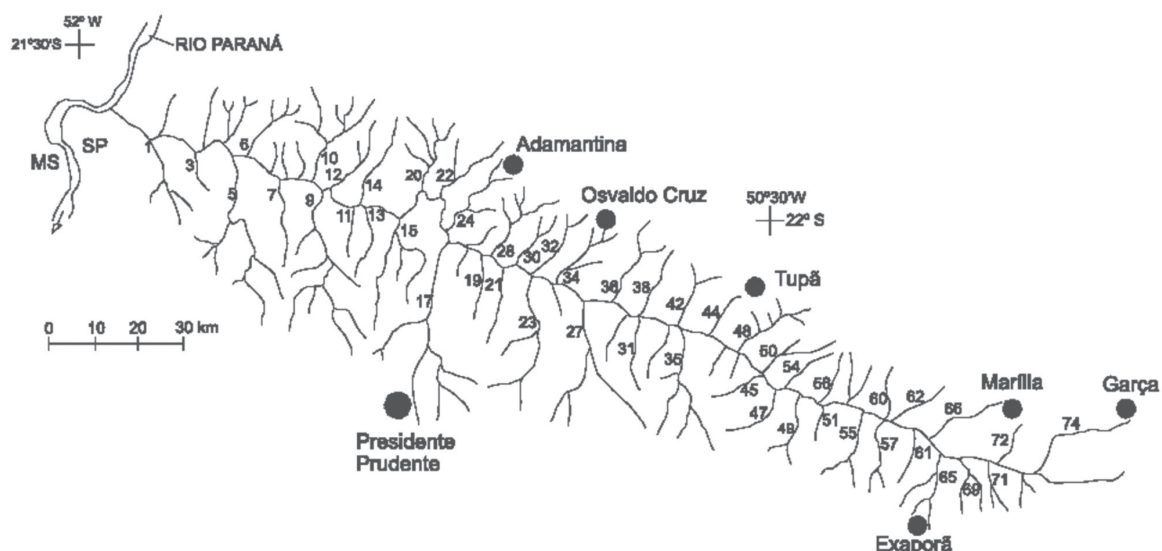


FIGURA 5. Principais elementos de drenagem na bacia hidrográfica do Rio do Peixe. Os números designam afluentes (cf. numeração da Tabela 1).

TABELA 1. Relação declividade-extensão (RDE) para drenagens selecionadas da Bacia do Rio do Peixe.

N°	Drenagem ⁽¹⁾	Extensão (km)	Cota cab. ⁽²⁾	Cota foz	Amplitude (m)	RDEt
1	Rib. das Pedreiras	26,15	390	250	140	42,9
3	Córrego do Vargim	16,20	390	250	140	50,3
5	Ribeirão Claro	45,40	435	258	177	46,4
6	Córrego do Prado	21,05	380	258	122	40,0
7	Ribeirão dos Índios	23,40	415	262	153	48,5
9	Ribeirão do Taquaruçu	50,30	460	279	181	46,2
10	Rib. dos Cainquanges	28,10	400	278	122	36,6
11	Córrego Bonfim	13,80	420	295	125	47,6
12	Córrego do Fogo	23,50	410	281	129	40,9
13	Ribeirão Santo Expedito	15,30	415	295	120	44,0
14	Ribeirão da Ilha	32,00	435	295	140	40,4
15	Ribeirão do Montalvão	34,05	475	296	179	50,7
17	Ribeirão do Mandaguari	66,50	475	299	176	41,9
19	Ribeirão São José	16,95	515	299	216	76,3
20	Ribeirão Santa Maria	23,60	410	297	113	35,7
21	Ribeirão Coroados	23,95	535	305	230	72,4
22	Ribeirão da Emboscada	22,15	445	297	148	47,8
23	Ribeirão dos Guachos	36,50	455	310	145	40,3
24	Ribeirão dos Ranchos	29,30	465	299	166	49,1
27	Ribeirão da Confusão	41,30	540	315	225	60,5
28	Ribeirão da Baliza	24,65	440	301	139	43,4
30	Ribeirão dos Macacos	21,40	450	307	143	46,7
31	Ribeirão Marra Mansa	18,60	495	322	173	59,2
32	Ribeirão do Canguçu	24,60	455	307	148	46,2
34	Ribeirão da Negrinha	22,00	455	313	142	45,9
35	Rib. Francisco Padilha	36,15	555	330	225	62,7
36	Ribeirão da Onça	24,60	480	319	161	50,3
38	Córrego da Fortuna	18,60	485	322	163	55,8
42	Ribeirão da Copaíba	20,40	480	329	151	50,1
44	Ribeirão Santa Terezinha	20,20	480	332	148	49,2
45	Cór. Taquara Branca	18,95	550	342	208	70,7
47	Ribeirão do Cristal	24,05	555	344	211	66,3
48	Rib. das Pitangueiras	25,00	500	337	163	50,6
49	Ribeirão do Hospital	18,70	515	348	167	57,0
50	Ribeirão Aldeia Grande	22,00	520	339	181	58,6
51	Ribeirão do Monjolinho	18,80	575	354	221	75,3
54	Córrego Santo Antônio	15,95	555	353	202	72,9
55	Ribeirão do Engano	20,05	580	370	210	70,0
56	Ribeirão Macaúbas	14,75	575	365	210	78,0
57	Ribeirão da Panela	21,50	595	378	217	70,7
60	Ribeirão Guaiuvira	15,35	600	377	223	81,7
61	Ribeirão Mumbuca	15,30	595	400	195	71,5
62	Ribeirão do Futuro	20,05	605	379	226	75,4
65	Rib. do Barreiro	21,30	655	390	265	86,6
66	Ribeirão da Barra Grande	29,60	620	388	232	68,5
69	Ribeirão Três Lagoas	16,10	580	395	185	66,6
71	Ribeirão do Arrependido	14,90	660	399	261	96,6
72	Córrego do Barbosa	14,65	635	401	234	87,2
74	Ribeirão da Garça	38,70	650	420	230	62,9

(1) Os números de identificação das drenagens são aqueles plotados na Fig. 5.

(2) cab. = cabeceira.

TABELA 2. Valores de RDE_s (segmento) referentes aos tributários da margem esquerda do Rio do Peixe. Os índices anômalos encontram-se grifados: os de segunda ordem ($10 > RDE_s \geq 2$), com grifo simples, e os de primeira ordem ($RDE \geq 10$), com grifo duplo.

Ref.	Drenagem	RDEt	Cotas																								
			>640	640	620	600	580	560	540	520	500	480	460	440	420	400	380	360	340		320	300	280	260	<260		
1	Rib. das Pederneiras	42,9														10,0	24,2	37,1	53,2	70,5	148,2	43,3	23,8				
3	Cór. do Vargim	50,3														10,0	27,5	40,0	93,7	132,0	34,7	65,9	32,4				
5	Rib. Claro	46,9												15,0	31,4	32,9	39,3	51,7	47,0	74,9	64,6	72,5	75,7				
7	Rib. dos Índios	48,5												15,0	33,3	34,3	35,0	30,8	54,0	51,8	156,0						
9	Rib. do Taquaruçu	46,2											20,0	28,0	32,7	38,0	51,7	49,5	37,9	54,9	66,4	62,9					
11	Cór. Bonfim	47,6														20,0	30,0	44,0	64,0	38,0	55,1	21,6					
13	Rib. Santo Expedito	44														15,0	25,0	34,3	44,0	44,4	60,0	23,2					
15	Rib. do Montalvão	50,7											15,0	24,8	47,4	51,0	41,8	50,5	64,8	51,5	133,5	100,9					
17	Rib. do Mandaguari	41,9											15,0	26,7	24,9	73,7	23,7	180,7	105,0	436,7	1657,5	332,5					
19	Rib. São José	76,3											15,0	27,3	29,7	47,1	64,4	116,7	65,9	79,1	129,8	726,7	1328,0	48,4			
21	Rib. Coroados	72,4											15,0	25,3	36,5	42,7	40,3	96,6	89,5	96,1	143,8	126,9	361,5	798,3			
23	Rib. dos Guachos	40,3													15,0	42,5	75,1	87,8	65,6	127,9	135,8	730,0					
27	Rib. da Confusão	60,5											20,0	25,2	54,1	51,7	54,1	51,7	84,7	117,7	45,1	87,9	151,9	688,3			
31	Rib. da Barra Mansa	59,2											15,0	36,9	40,9	46,9	49,3	53,3	80,5	178,9	163,3						
35	Rib. Francisco Padilha	62,7											15,0	40,0	65,7	30,7	70,8	88,1	70,6	42,3	65,3	137,9	126,2	78,6			
45	Cór. Taquara Branca	70,7											10,0	32,0	46,7	45,5	38,5	43,6	52,0	50,3	130,2	298,2	133,8				
47	Rib. do Cristal	66,3											15,0	31,4	36,9	52,0	55,5	101,3	210,0	37,7	47,5	76,7	122,2				
49	Rib. do Hospital	57											15,0	30,0	60,0	28,6	28,2	42,4	81,9	93,7	97,6						
51	Rib. do Monjolinho	75,3											15,0	32,0	37,8	60,0	80,0	133,3	96,2	53,7	91,6	74,2	108,1	75,2			
55	Rib. do Engano	70											20,0	30,0	80,0	53,7	190,0	400,0	62,9	48,9	65,2	56,4	59,0				
57	Rib. da Panela	70,7											15,0	36,0	38,0	146,7	130,0	85,0	52,4	72,4	45,3	46,7	63,3	10,5	Aluviões (Qa)		
61	Rib. Mumbuca	71,5											15,0	26,7	60,0	40,0	88,0	46,2	43,1	51,1	61,8	36,0			Fm. Marília (Ks)		
65	Rib. do Barreiro	86,6											15,0	33,3	53,3	60,0	100,0	95,0	96,0	180,0	45,7	45,9	59,5	87,4	71,1	21,8	Fm. Adamantina (Ks)
69	Rib. Três Lagoas	66,6											20,0	50,0	53,3	33,3	48,6	62,5	49,4	44,7	90,7	12,7				Fm. Araçatuba (Ks)	
71	Rib. do Arrependido	96,6											20,0	28,0	48,0	100,0	170,0	190,0	400,0	153,3	66,0	50,0	52,4	39,3	100,4	4,1	Gr. Caiuá (Kt)

Obs.: Números grifados correspondem a anomalias (1 grifo = anomalia de 2ª ordem; 2 grifos = anomalias de 1ª ordem).

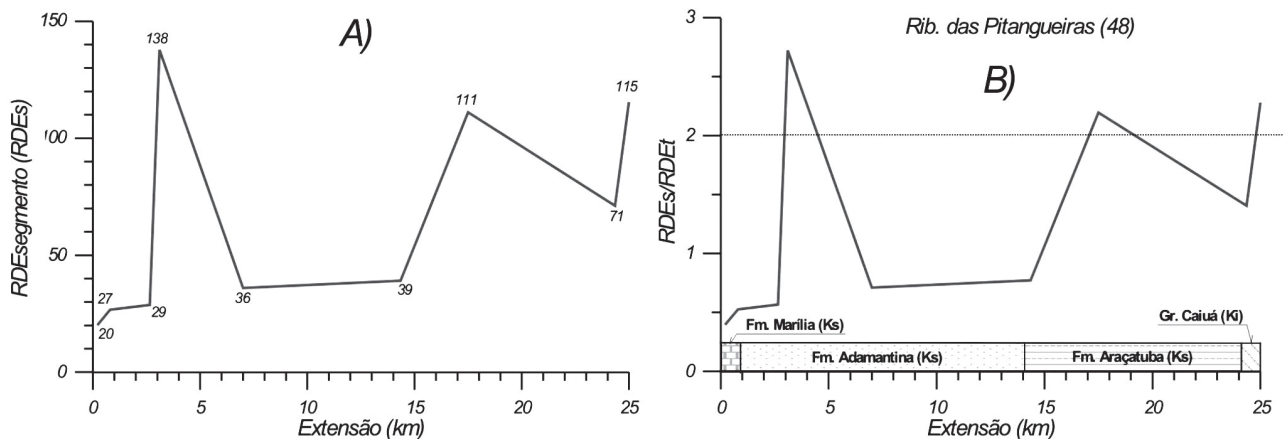


FIGURA 6. Gráficos de valores de RDE_s (A) e da relação $RDE_s/RDEt$ (B) referentes ao Ribeirão das Pitangueiras (drenagem 48); no rodapé do gráfico, B é mostrada a distribuição das principais unidades litoestratigráficas sulcadas pelo curso d'água; linhas horizontais auxiliares demarcam os limiares 2 e 10, referentes, respectivamente, às anomalias de 2ª e 1ª ordens.

TABELA 3. Valores de RDE_s (segmento) referentes aos tributários da margem direita do Rio do Peixe. Os índices anômalos encontram-se grifados: os de segunda ordem ($10 > RDE_s \geq 2$), com grifo simples, e os de primeira ordem ($RDE \geq 10$), com grifo duplo.

Ref.	Drenagem	RDEt	Cotas																									
			>640	640	620	600	580	560	540	520	500	480	460	440	420	400	380	360	340	320	300	280	260	<260				
6	Cór. do Prado	40																22,0	40,0	26,7	35,9	49,3	223,0	15,9				
10	Rib. dos Cainguangues	36,6															20,0	32,9	37,4	44,4	37,3	71,1	51,1					
12	Cór. do Fogo	40,9													10,0	22,9	36,6	45,3	50,8	55,5	122,3							
14	Rib. da Ilha	40,4												15,0	36,7	29,6	34,2	41,0	50,8	46,3	18,3							
20	Rib. Santa Maria	35,7													10,0	25,0	33,6	31,4	75,1	41,7								
22	Rib. da Emboscada	47,8										5,0	24,0	32,0	30,7	42,4	72,7	39,8	73,6	11,9								
24	Rib. dos Ranchos	49,1									5,0	30,0	30,4	78,3	46,9	53,5	73,5	34,8	74,7	83,7								
28	Rib. da Baliza	43,4												20,0	44,4	86,7	30,0	39,5	29,6	1338,1								
30	Rib. dos Macacos	46,7											10,0	25,7	41,2	33,2	40,5	49,2	74,8	198,7								
32	Rib. do Canguçu	46,2											15,0	30,0	37,1	35,8	60,0	37,6	102,2	290,7								
34	Rib. da Negrinha	45,9												15,0	26,0	57,1	46,7	40,3	33,2	120,0	154,0							
36	Rib. da Onça	50,3												20,0	48,0	41,8	35,9	57,1	50,2	52,0	180,0	82,0						
38	Cór. da Fortuna	55,8										5,0	24,7	38,3	47,5	37,9	74,6	89,8	126,8	186,0								
42	Rib. da Copaíba	50,1												20,0	47,4	50,0	42,7	56,6	88,1	75,3	187,0							
44	Rib. Santa Terezinha	49,2													20,0	50,0	37,2	40,8	41,9	73,4	85,6	80,8						
48	Rib. das Pitangueiras	50,6													20,0	26,7	28,6	137,8	35,9	39,0	111,1	71,1	115,4					
50	Rib. Aldeia Grande	58,6													20,0	30,0	28,0	42,1	42,2	34,6	50,5	77,9	242,8	146,7				
54	Cór. Santo Antônio	72,9														15,0	28,0	55,0	64,0	60,0	37,8	54,0	35,7	62,8	158,5	223,3		
56	Rib. Macaúbas	78															15,0	30,0	200,0	420,0	90,0	65,0	61,1	47,6	53,3	74,2	58,2	
60	Rib. Guaiuvira	81,7															20,0	73,3	75,0	170,0	88,0	75,0	120,0	51,3	33,4	73,5	68,1	43,9
62	Rib. do Futuro	75,4																										
66	Rib. da Barra Grande	68,5																										
72	Cór. do Barbosa	87,2																										



Obs.: Números grifados correspondem a anomalias (1 grifo = anomalia de 2ª ordem; 2 grifos = anomalias de 1ª ordem).

APLICAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE

A técnica de obtenção dos índices RDE_s referentes a segmentos de drenagem (delimitados pelos pontos de interseção do curso d'água com as curvas de nível) foi aplicada em 49 cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio do Peixe com extensões iguais ou superiores a 15 km, incluindo a drenagem principal. Constituem exceção apenas os córregos Bonfim, do Destino, Macaúbas, do Arrepido, e do Barbosa, os quais possuem comprimentos inferiores a 15 km (mas superiores a 13 km) e somente foram utilizados por representarem subacias de relativa expressão, conquanto pouco extensas, mas julgadas importantes para cobrir determinadas áreas da bacia do Peixe.

Os dados pertinentes aos 49 cursos d'água são mostrados nas Tabelas 1, 2 e 3; alguns exemplos, julgados significativos em termos de interpretação de atividade neotectônica na bacia do Rio do Peixe, são também mostrados sob a forma de gráficos, que ilustram as variações dos índices e possibilitam a definição dos trechos anômalos, classificando-se as anomalias em 1ª e 2ª ordens. Uma cautela adicional foi tomada em relação à utilização dos índices RDE nas proximidades das cabeceiras de drenagem, que, em geral, representam setores com maior probabilidade de se encontrarem fora de equilíbrio, não refletindo adequadamente a energia cinética da drenagem. Hack (1973, p. 427), referindo-se a este aspecto, mencionou que “*Measurement localities cannot be close to the*