

ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE
(RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR

**ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE
(RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR**

Bueno, R.H.¹; Souza, M.L.²; Firmino, I.G.³;

¹UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ *Email*:buenogeography@gmail.com;

²UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ *Email*:mlsouza@uem.br;

³UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ *Email*:id_gf@hotmail.com;

RESUMO:

Neste artigo analisou-se o perfil longitudinal do rio Ligeiro - PR e utilizou-se o índice de gradiente RDE (Relação Declividade Extensão) para detectar anomalias ao longo do rio. O rio Ligeiro possui 84km de extensão e amplitude altimétrica de 231m. O rio Ligeiro localiza-se no Estado do Paraná com sua montante no município de Araruna e sua jusante no rio Ivaí entre os municípios de Jussara e São Tomé.

PALAVRAS

Perfil Longitudinal; Índice gradiente; Rio Ligeiro

CHAVES:

ABSTRACT:

In this article we analyzed the longitudinal profile of the Ligeiro river and we used the gradient index RDE (Slope Length Value) to detect anomalies along the river. The Ligeiro river has 84km long and altimetric difference of 231m. The Ligeiro river is located in the state of Paraná with the amount river in the county of Araruna and the mouth river in the Ligeiro river, that is located in the Ivaí river between the counties of São Tomé and Jussara.

KEYWORDS:

Longitudinal profile; Gradient index; Ligeiro river

INTRODUÇÃO:

Segundo Etchebere *et al* (2004) e Fujita *et al* (2011) “os cursos d’água são os elementos mais sensíveis as mudanças tectônicas crustais, respondendo de imediato aos processos deformativos”. Para Crhistofoletti (1981), Morisawa (1985) e Fujita (2009) os rios geralmente possuem seguimentos em equilíbrio (ajustados) ou em desequilíbrio (desajustados). Para Calrston (1969) os trechos ajustados possuem inclinações suaves e constantes ao longo de seu perfil, enquanto os trechos desajustados são anômalos, apresentando deformações ao longo do canal em decorrência de sua estrutura. Para Rodrigues e Adami (2011) a interpretação de um perfil longitudinal é importante para identificar os *knickpoints*. Souza, Souza e Goldfard (2011) afirmam que o perfil longitudinal é uma ferramenta importante quando aliada a estudos geomorfológicos por facilitar à compreensão dos condicionantes que equilibram ou desequilibram o sistema fluvial. Aliado à análise do perfil longitudinal, a determinação do Índice de Gradiente (*Gradient Index*) proposto por Hack (1973) ou Relação Declividade-Extensão (RDE) como denominado por Etchebere *et al* (2004) também configura-se um elemento

ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE (RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR

muito válido para identificação de anomalias ao longo de um curso fluvial. Deste modo, este trabalho tem como objetivo analisar o perfil longitudinal do rio Ligeiro – PR e aplicar o índice RDE para a identificação de possíveis anomalias ao longo de seu curso, como finalidade de um conjunto de estudos técnicos da região. O rio Ligeiro nasce no município de Araruna-PR e desemboca no rio Ivaí, entre os municípios de São Tomé e Jussara-PR, ao longo de 84km de extensão com altitudes que variam de 495m a 264m, indicando um gradiente de 231m. Quanto ao substrato rochoso, ocorrem os arenitos finos a médios da Formação Caiuá à montante e os derrames de basalto da Formação Serra Geral à jusante do médio curso (MINEROPAR, 2001; SCHNEIDER, 1974).

MATERIAL E MÉTODOS:

Para a elaboração do perfil longitudinal do rio Ligeiro, utilizou-se a ferramenta “Adicionar Caminho”, no *software* Google Earth®, os valores altimétricos foram obtidos por meio das cartas topográficas do IBGE de 1:50.000 (Peabiru – PR, folha SF. 22-Y-D-IV-3; Jussara – PR, folha SF. 22-Y-D-IV-1, Araruna – PR, folha SF. 22-Y-C-VI-4, Cianorte – PR, folha SF. 22-Y-C-VI-2 e Farol – PR, folha SF. 22-V-A-III-2) para cada 1 km. Os dados foram transportados para o *software* Excel 2010, para a elaboração do perfil longitudinal com a linha de melhor ajuste (*bestline*), que representa o perfil de equilíbrio do rio e a relação RDE trecho/RDE total. O índice de gradiente foi calculado em trechos selecionados a cada 4km e em sua totalidade, por meio das equações propostas por Hack (1973). O cálculo do índice RDE é expresso pela seguinte fórmula: $RDE \text{ trecho} = (DH/DI) \cdot L$ e $RDE \text{ total} = (DH/\ln L)$ Onde: DH é a amplitude altimétrica entre dois pontos selecionados do curso fluvial; DI é a distância horizontal do trecho analisado e L corresponde à extensão acumulada do rio até o ponto médio do trecho onde está sendo calculado o RDE e $\ln L$ é o logaritmo natural do canal. Neste estudo considerou-se os valores de RDE trecho/RDE total entre 2 e 10 correspondem a anomalias de 2ª ordem, os valores superiores a 10 à anomalias de 1ª ordem (Seeber e Gornitz, 1983) e os valores abaixo de 2 considerou-se trechos em equilíbrio. Como sugerido por Etchebehere (2000) e Fujita *et al* (2011), as anomalias de 2ª ordem estão associadas às mudanças litológicas, lineamentos do relevo (presença de falhas e diques) e confluência de rios, e as de 1ª ordem ou, neste caso, com valores próximos a estes, às diferenças na resistência litológica, controle estrutural, e possível atividade tectônica.

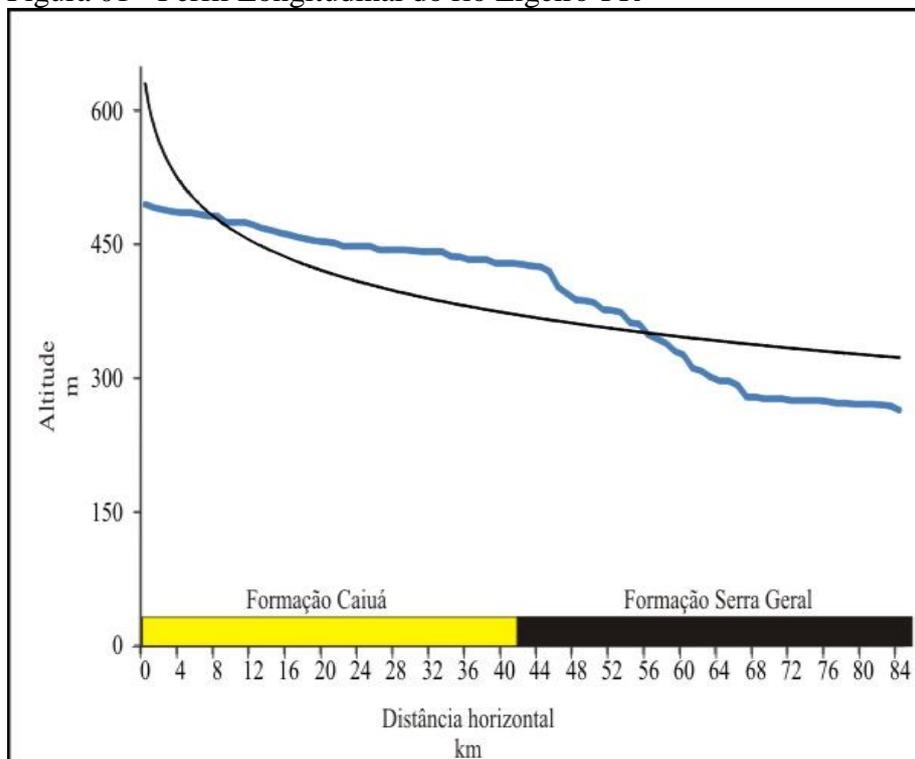
RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Neste estudo elaborou-se o perfil longitudinal do rio Ligeiro e realizou-se a partir dos dados extraídos de cartas topográficas do IBGE a aplicação do índice RDE para detecção de possíveis anomalias ao longo do curso d'água. Deste modo, a figura 01 apresenta o perfil longitudinal do rio Ligeiro e na sequência na tabela 01 consta os dados do índice RDE, sendo que o resultado do RDE total do rio Ligeiro foi de 52,120. Conforme afirma Fujita (2011, p.599), “os rios em equilíbrio apresentam a curva de seu perfil longitudinal mais ajustada ao modelo teórico da linha de melhor ajuste”, deste modo, não apresentam trechos com nenhum processo de ascensão ou subsidência ao longo de seu curso. A curva do perfil longitudinal do rio Ligeiro está em sua maior extensão desajustada, pois, verifica-se por meio da figura 01, que o rio Ligeiro possui

ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE (RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR

parte de seu curso d'água com forma convexa, formando assim, dois trechos distintos entre o canal, pelo qual a primeira sessão entre a montante do rio e o médio curso, o rio pouco erode. A partir do médio curso até a sua jusante o rio entalha o relevo, verificando-se assim o desajuste em relação à linha de melhor ajuste. Neste caso, pode-se dizer que a incisão litológica provoca ao longo do curso do rio uma adaptação de seu leito. Bjornberg (1969) designou o termo *knickpoint*, que funciona como uma soleira, estabelecendo um nível de base local. Segundo Cunha (2007, p.235) o *knickpoint* é originado, talvez por descontinuidade litológica, como observou-se neste caso. Em relação aos resultados de RDE, verifica-se na tabela 01 que os valores de RDEtrecho/RDEtotal são baixos até aproximadamente o médio curso e a partir do médio curso os valores ultrapassam o limiar 2, estabelecido como parâmetro para detecção de anomalias de 2ª ordem, ou seja, que estão associadas às mudanças litológicas, presença de falhas e diques e confluência de rios. Ao longo deste trecho, são verificadas várias quedas d'água, o que indica estas anomalias ao longo do rio. Dos 22 trechos mensurados no rio Ligeiro, 14 foram identificados como em equilíbrio, ou seja, com os valores de RDE entre inferiores ao limiar 2, os demais seguimentos apresentam anomalias de 2ª ordem. Destaca-se na tabela 01 os trechos que apresentaram os valores de RDE acima de 2, notando-se que a partir do trecho localizado entre as altitudes de 424 e 275m (48 a 72km de extensão) foram os seguimentos que apresentaram o RDE acima de 2 e pelo perfil longitudinal verificou-se que constitui um seguimento côncavo, percorrendo 24km de extensão e nesta sessão encontram-se os maiores desníveis altimétricos do rio, com rupturas de desnível de 34m demarcados por corredeiras e saltos.

Figura 01 - Perfil Longitudinal do rio Ligeiro-PR



O Perfil Longitudinal do rio Ligeiro sobreposto à linha de melhor ajuste (bestline) e ao substrato geológico indicando na dinâmica do rio.

ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE
(RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR

Tabela 01 - Relação Declividade Extensão (RDE) para o rio Ligeiro-PR

Trecho	Cota superior	Cota inferior	Diferença altimétrica	Extensão (km)	Extensão total (km)	Declividade	RDE	RDE trecho/ Total
1	495	487	8	4	4	0,2000	8,000	0,153
2	487	480	7	4	8	0,0875	14,000	0,268
3	480	471	9	4	12	0,0750	27,000	0,518
4	471	463	8	4	16	0,0500	32,000	0,614
5	463	450	13	4	20	0,0650	65,000	1,247
6	450	450	0	4	24	0,0000	0,000	0,000
7	450	448	2	4	28	0,0071	14,000	0,268
8	448	441	7	4	32	0,0219	56,000	1,074
9	441	433	8	4	36	0,0222	72,000	1,381
10	433	432	1	4	40	0,0025	10,000	0,191
11	432	424	8	4	44	0,0182	88,000	1,688
12	424	413	11	4	48	0,0229	132,000	2,532
13	413	379	34	4	52	0,0654	442,000	8,480
14	379	347	32	4	56	0,0571	448,000	8,595
15	347	326	21	4	60	0,0350	315,000	6,043
16	326	319	7	4	64	0,0109	112,000	2,148
17	319	295	24	4	68	0,0353	408,000	7,828
18	295	275	20	4	72	0,0278	360,000	6,907
19	275	274	1	4	76	0,0013	19,000	0,364
20	274	272	2	4	80	0,0025	40,000	0,767
21	272	264	8	4	84	0,0095	168,000	3,223
22	264	264	0	0,1	84,1	0,0000	0,0000	0,000
Média						0,0371	128,636	2,468

Dados de RDE trecho/RDE total do rio Ligeiro: RDE total = 52,120

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Por meio da elaboração e análise do perfil longitudinal do rio Ligeiro e a integração com os resultados obtidos pela aplicação do índice RDE, verificou-se que o rio Ligeiro apresenta ao longo de seu canal, trechos desajustados, e os resultados obtidos pelo índice RDE comprovam a existência de interferência litológica ao longo do canal. O rio Ligeiro possui 84 km de extensão e próximo ao médio curso a partir da transição litológica entre o Arenito Caiuá e o Basalto da Formação Serra Geral, verifica-se um [i]knickpoint[/i]. Dos 22 trechos mensurados ao longo do canal, 14 estão em equilíbrio, não apresentando valores de RDE acima de 2, os demais trechos estão classificados com

ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE (RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR

valores entre 2 e o máximo 8, ou seja, em função da alteração litológica e do encontro de canais tributários.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao CNPq pela concessão de bolsas de mestrado ao primeiro autor e à Capes pela concessão de bolsa de mestrado ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BJORNBERG A.J.S. Contribuição ao estudo do Cenozóico paulista: tectônica e sedimentologia. (Tese Concurso para cargo de Professor) Universidade de São Paulo, São Carlos, 128 p, 1969.

CARLSTON C.W. Longitudinal slope characteristics of rivers of the mid-continent and the Atlantic east Gulf slopes. International Association of Scientific Hydrology Bulletin, 14(4):21-31 [doi:10.1080/02626666909493751]. 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313.p

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (Orgs.). Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Cap. 5, p.211 – 252.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; PERINOTTO, J. A. J.; FULFARO, V. J. 2004. Aplicação do Índice "Relação Declividade-Extensão - RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. Revista do Instituto de Geociências - USP - Série Científica, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56.

ETCHEBEHERE, M.L.C. Terraços neo-quaternários no vale do rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas. (Tese de doutorado) UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2000.

FERREIRA, F. J. F. Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e tectônica do Arco de Ponta Grossa. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1982.

FREITAS, R. O. Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil. FFCL/USP, 120 p. Boletim 130, série Geol. nº 6, 1951.

FUJITA, R. H; GON, P. P; STEVAUX, J. C; SANTOS, M. L; ETCHEBEHERE, M. L.C. Perfil longitudinal e a aplicação do índice de gradiente (RDE) no rio dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, PR. Revista Brasileira de Geociências. Ano, v. 4, n 41, p.597 - 603 dezembro de 2011.

ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE
(RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR

FUJITA, R.H. O perfil longitudinal do rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos. 2009. 118f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Análise Ambiental - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

FULFARO, V. J. Tectônica do Alinhamento Estrutural do Paranapanema. Boletim do Instituto de Geociências da USP, v. 5, p. 129-138, 1974.

GUERRA, A. J. T. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 8ª edição, 1993. 446p.

Hack J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. U.S. Geol. Survey Jour. Research, 1(4):421-429 1973.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: Workshop sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro, 1, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte, SBG-MG. Boletim 11, p.1-31, 1990.

IRIONDO, M. H. & SUGUIO, K. Neotectonics of the Amazon plain. Bull. INQUA-Neotecto. Commission, 4:72-78, 1981.

MINEROPAR. Atlas Geológico do Estado do Paraná. Governo do Estado do Paraná, Curitiba, 2001. p 40.

MIOTO, J. A. Sismicidade e Zonas Sismogênicas do Brasil. São Paulo, 2v. (Tese de Doutorado), IGCE, Instituto de Geociências-UNESP, 1983.

MORISAWA, M., Stream, their dynamics and morfology. McGraw- Hill Boock Company, New York, 1968. 175 p.

PAVLIDES, S. B. Looking for a definition of a neotectonics. Terra Nova, v1 n3 p.233-235. 1989

RICCOMINI, C; PELOGGIA, A; SALONI, J; KOHNKE, M; FIGUEIRA, R. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (southeastern Brazil). Journal of South American Earth Sciences, Inglaterra, v. 2, p. 191-197, 1989.

RODRIGUES, C; ADAMI, S F. Técnicas de Hidrografia. In: VENTURI, L. A. B. (org.). Geografia: Práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Editora Sarandi, 2011. Cap. 3, p. 55 — 82.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. Geonomos, IGC/UFMG, Belo Horizonte. n. 1, p.1-15, 1993.

SCHNEIDER R.L., MÜLMANN H., TOMMASI E., MEDEIROS R.A., DAEMON R.F., NOGUEIRA A.A.. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Anais, p. 41-65, 1974.

ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE RDE
(RELAÇÃO DECLIVIDADE EXTENSÃO) DO RIO LIGEIRO- PR

SEEBER, L.; GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. *Tectonophysics*, v. 92, p. 335-367, 1983.

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 tectônicas no Planalto de Poços de Caldas. *Revista de Geografia*. Recife, ano, v. especial, n1, p. 114-127, Setembro de 2010.

SOUZA, R. B; SOUZA, J. B; GOLDFARD, M. C. Determinação e análise do perfil longitudinal do rio Una -PE. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 19, 2011, Maceió. Anais. Maceió: p.1-13.

ZANCOPE, M. H. de C; FILHO, A P; CARPI JR, S. Anomalias no perfil longitudinal e migração dos meandros do rio Mogi Guaçu. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. São Paulo, ano 1, v.10, n. 1, p. 31 — 42, 2009