

# XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

## DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL

### DO RIO UNA (PE)

*Alex G. Melo <sup>1</sup>; Willames A. Soares <sup>2</sup> & Mauricio C. Goldfarb <sup>3</sup>*

**RESUMO** – O perfil longitudinal de um rio apresenta a relação existente entre a diferença altimétrica e o comprimento do curso d'água da nascente até sua foz ou ponto de confluência. A representação longitudinal de um curso d'água pode ser uma ferramenta bastante importante quando aliada a estudos geomorfológicos na análise do equilíbrio ou desequilíbrio de sistemas fluviais, além de ajudar o entendimento de fenômenos hidrológicos em bacias hidrográficas. Este trabalho teve como objetivo a construção e análise do perfil longitudinal do Rio Una (PE). A construção do perfil foi feita com dados de cartas topográficas na escala de 1:100.000, e sua análise, a partir do índice RDE, proposto por Hack (1973). Entre outros fatores, observamos trechos com anomalias de primeira e segunda ordem, conforme classificação proposta por Etchebehere (2000).

**ABSTRACT**– The longitudinal profile of a river shows the relationship between the altimetric difference and the length throughout his length. The representation of a longitudinal profile can be a very important tool when combined with geomorphological studies in the analysis of the balance or imbalance of river systems, and help the understanding of hydrological phenomena in river basins. This work aimed to the construction and analysis of the longitudinal profile of the Una River (PE). The construction of the profile was made with data from topographic maps at 1:100,000 scale, and its analysis, with the index RDE, proposed by Hack (1973). Among other factors, we observed.

**Palavras-Chave** – Rio Una, Perfil longitudinal, Índice RDE

## INTRODUÇÃO

Os estudos sobre perfil longitudinal de rios começaram na Europa, em meados do século XIX, influenciados pela necessidade da navegação fluvial. Segundo Guedes (2011), no Brasil, Alfredo Bjornberg, no final dos anos 60, foi pioneiro em estudos flúvio-morfométricos com construções de perfis longitudinais de drenagens.

Diversos autores realizaram pesquisas nesta área como os trabalhos desenvolvidos na região amazônica por Rodriguez; Suguio, 1992; Rodriguez, 1993, na Bacia Sedimentar de São Paulo por

---

1) Graduando do curso de matemática da Universidade de Pernambuco-UPE. Av Rua Capitão Pedro Rodrigues, 105 – São José – Garanhuns – PE CEP 55.294 – 902 E-mail: alexmelo4matematica@yahoo.com.br

2) Professor Adjunto da UPE-CG. Afiliação: Av Rua Capitão Pedro Rodrigues, 105 – São José – Garanhuns – PE CEP 55.294 – 902 . e-mail: [willames.soares@upe.br](mailto:willames.soares@upe.br) [mcgoldfarb@yahoo.com.br](mailto:mcgoldfarb@yahoo.com.br)

Takiya, 1997, na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, no Oeste paulista por Etchebehere; Saad, 1999; Etchebehere, 2000; Etchebehere et al., 2004a; Etchebehere et al., 2006, entre outros.

Desde então, diversos autores realizaram pesquisas nesta área, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos na região amazônica por Rodriguez e Suguio (1992); por Rodriguez, em 1993, na Bacia Sedimentar de São Paulo por Takiya (1997); na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, no Oeste paulista por Etchebehere e Saad (1999) e Etchebehere *et al.* (2006).

O perfil longitudinal consiste num método simples e eficaz, que utiliza apenas dados de altitude e extensão, apresentando a relação entre a diferença altimétrica e o comprimento do mesmo desde a nascente até a foz ou confluência. Christofolletti (1981) *apud* Zancopé (2009) abordou o desenvolvimento histórico sobre o entendimento do perfil longitudinal dos cursos d'água, ressaltando que o perfil típico apresenta uma curva parabólica côncava e declividades maiores em direção à nascente, e menores em direção à desembocadura. Os cursos de água que apresentam tal morfologia são considerados em equilíbrio (igualdade entre a atuação da erosão, do transporte e da deposição de sedimentos).

Geralmente, ao longo do seu curso, os rios têm vários trechos em equilíbrio, com inclinações suaves que seguem a declividade normal do canal, e outros em desequilíbrio, com irregularidades e deformações no traçado do canal. Em 1973, Hack desenvolveu uma análise chamada de Índice de RDE, mais conhecida como (Relação Declividade *versus* Extensão), esse índice é capaz de determinar “anomalias” significativas na declividade natural do perfil longitudinal.

A representação longitudinal de um canal, e sua análise, pode ser uma ferramenta muito importante quando aliada a estudos geomorfológicos ajudando na compreensão do comportamento dos condicionantes que equilibram ou desequilibram o sistema fluvial. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo construir e analisar o Perfil Longitudinal do curso principal do Rio Una, unidade hidrográfica de uma das mais importantes bacias do Estado de Pernambuco.

## ÁREA DE ESTUDO

O Rio Una é considerado um dos mais importantes do Estado de Pernambuco. Sua nascente está localizada no município de Capoeiras, e mostra-se intermitente até aproximadamente à cidade de Altinho, a partir de então, torna-se perene. Tem uma extensão de aproximadamente 271 km. Sua bacia apresenta uma área de 6.740,31 km<sup>2</sup>, dos quais 6.262,78 km<sup>2</sup> estão no Estado de Pernambuco. A bacia do Rio Una compreende 42 municípios, dentre os quais 11 estão inteiramente inseridos na bacia, 15 possuem sede inserida na bacia, e 16 estão parcialmente inseridos. Ao longo de seu percurso tem como principais reservatórios: Brejo do Buraco, Caianinha, Gurjão, Pau Ferro, Poço

da Areia e Prata, todos com capacidade máxima acima de um milhão de metros cúbicos (Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco). A figura seguinte apresenta a bacia hidrográfica do Rio Una. A bacia hidrográfica do Una assemelha-se a um grande losango recortado no sentido oeste-leste, onde seus eixos principal e secundário medem, respectivamente, cerca de 240 e 70 km. A bacia do rio Una limita-se ao norte, com as bacias dos rios Ipojuca e Sirinhaém, e o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 4 ; ao sul, com a bacia do rio Mundaú, o Estado de Alagoas, o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 5 e o grupo de bacias de pequenos rios interiores 1 ; a leste, com o Oceano Atlântico, a bacia do rio Sirinhaém e, a oeste, com as bacias dos rios Ipojuca e Ipanema.

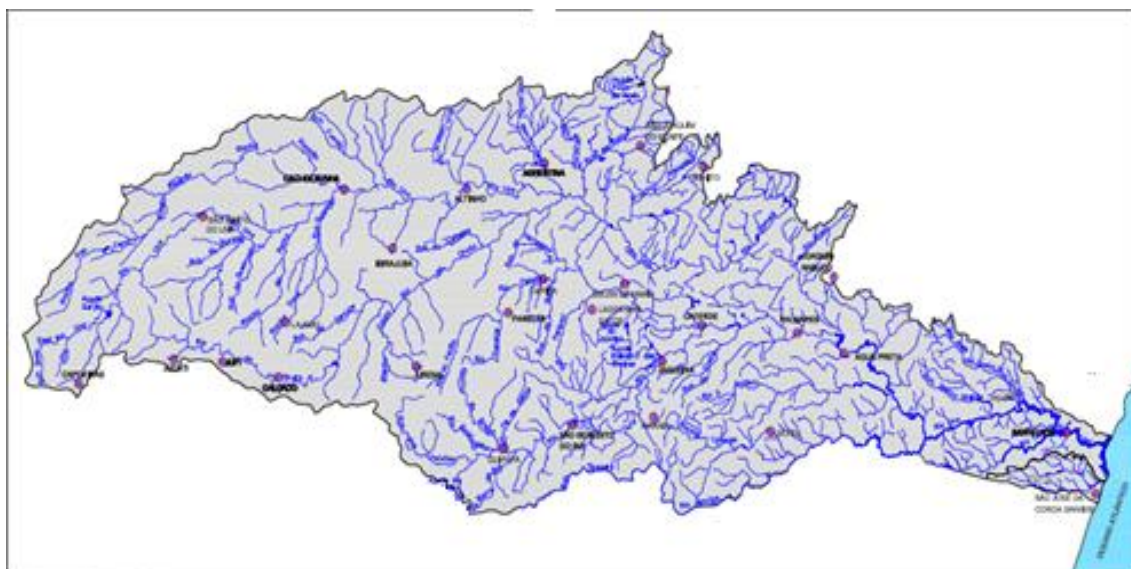


Figura 1- Localização da área de estudo. (Fonte: Plano estadual de recursos hídricos)

## PERFIL LONGITUDINAL

O perfil longitudinal de um curso d'água está diretamente ligado ao relevo, pois corresponde à diferença de altitude da nascente até a foz ou confluência com outro rio ou o Oceano; conforme Souza *et al* (2011), se trata de uma relação entre a altitude e o comprimento de um determinado curso d'água.

O perfil longitudinal geralmente é construído com o estudo de cartas topográficas utilizando as cotas em diversos pontos ao longo da extensão do rio. O perfil longitudinal do rio Una (PE) foi elaborado com dados de cartas topográficas da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) e do MINISTÉRIO DO EXÉRCITO (Diretoria de Engenharia e Comunicações), em

escala de 1:100.000. Para medir o comprimento do canal, utilizamos curvímetro; a altitude, dada pelo cruzamento das medições de comprimento com as curvas de nível, e quando não aconteceu esse cruzamento foi utilizado o processo de interpolação conforme apresentado por SALGADO *et al* (2011).

Logo após a obtenção dos dados decorrentes das cartas, foi usado o programa Microsoft Excel para confeccionar o perfil, onde o eixo das abscissas foi representado pelo comprimento do canal em (km) e o eixo das ordenadas pela altitude do terreno em (m), da nascente à foz.

## ÍNDICE DE RDE (RELAÇÃO DE DECLIVIDADE VS EXTENSÃO)

Hack (1973) estabeleceu um índice fluvio – morfométrico para analisar perfis longitudinais de rios, chamado de Índice de RDE (Relação de Declividade vs extensão) também designado Índice de Gradiente do Rio (*Stream – Gradient Index*) ou simplesmente SL(SlopevsLenght), que refere – se à relação entre a declividade do rio e a distância do mesmo à nascente como apresenta as equações (1) E (2), para calcular o  $RDE_s$  por trecho e o  $RDE_t$  total:

$$RDE_s = (\Delta h / \Delta l) . L \quad (1)$$

$$RDE_t = (\Delta h / L_n) \quad (2)$$

Onde  $\Delta h$  é a diferença altimétrica entre dois pontos do curso d'água;  $\Delta l$  é a projeção horizontal do comprimento do trecho; L é a distância do ponto final do trecho à nascente; e,  $L_n$  é o logaritmo natural da extensão total do canal.

Etchebehere *et al* (2006) *apud* Melo (2009) comentam que os índices de RDE são indicadores sensíveis de mudanças na declividade de um canal fluvial, que, por sua vez podem estar associadas a desembocaduras de tributários com caudal expressivo, a diferentes resistências à erosão hidráulica do substrato rochoso e/ou atividade tectônica.

Estudando sobre perfis longitudinais de rios, Etchebehere (2000 *apud* Melo *et al* 2009) analisou a relação entre os fatores  $RDE_s$  e  $RDE_t$  e propuseram parâmetros para análise apresentados na tabela seguinte:

Tabela 1- Limiares classificatórios do índice de RDE.

| $RDE_s / RDE_t$          | Classificação                |
|--------------------------|------------------------------|
| 2                        | Faixa de equilíbrio do canal |
| $> 2 \text{ e } \leq 10$ | Anomalias de 1ª ordem        |
| $> 10$                   | Anomalias de 2ª ordem        |

### Perfil Longitudinal e Índices de RDE do Rio Una

O rio Una possui 271 quilômetros de extensão, e uma amplitude altimétrica de 887 metros, com desnível altimétrico médio de 3,27 m/km. O perfil longitudinal do rio Una encontra-se na sua maior parte em desajuste fluvial, podendo ser identificados um trecho em subsidência e três em ascensão (figura 2).

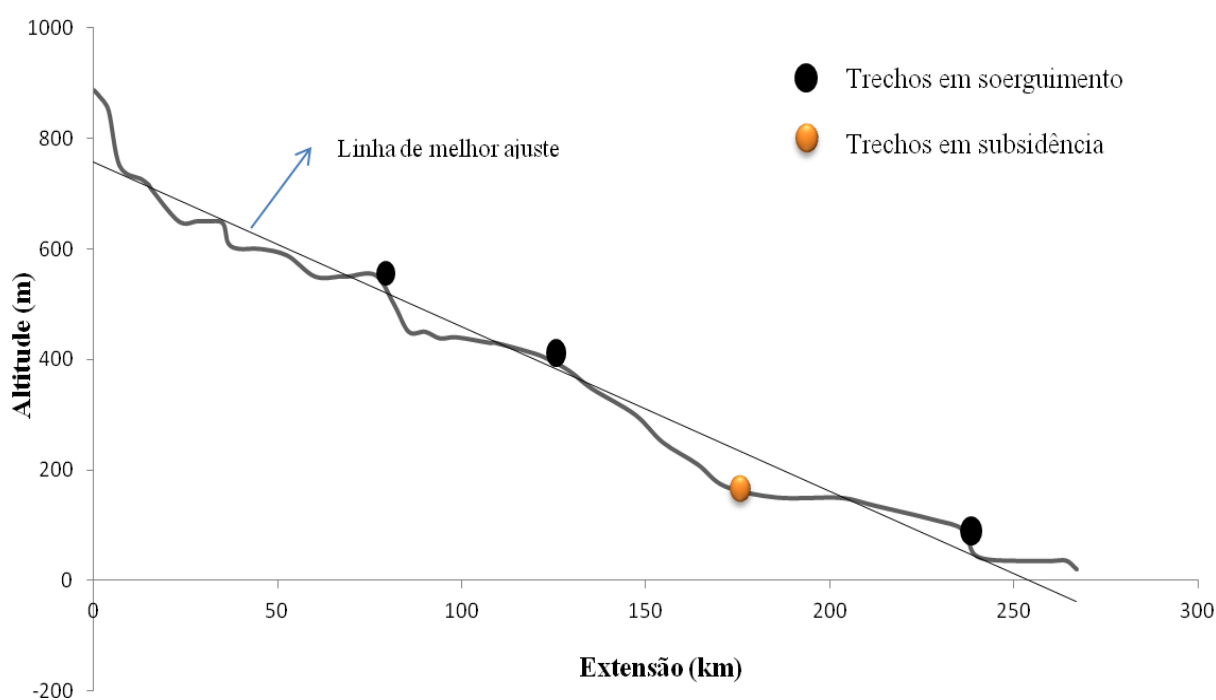


Figura 2- Perfil longitudinal do rio Una

O curso principal do rio Una foi dividido em 46 trechos de medidas distintas. Os valores de RDE calculados em cada trecho do rio são apresentados na tabela 2.

TABELA 2: Resumo das variáveis morfométricas do Rio Una,  $\ln(271.000) = 12,509874$ 

| trecho | cota superior (m) | cota inferior (m) | Diferença Altimétrica (m) | extensão do trecho (km) | extensão total (km) | RDE do trecho | RDE total | RDE trecho/RDE total |
|--------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|---------------|-----------|----------------------|
| 1      | 887               | 876               | 11                        | 1,5                     | 1,5                 | 11            | 70,9      | 0,16                 |
| 2      | 876               | 850               | 26                        | 2,5                     | 4                   | 41,6          | 70,9      | 0,59                 |
| 3      | 850               | 750               | 100                       | 3                       | 7                   | 233,33        | 70,9      | 3,29                 |
| 4      | 750               | 725,7             | 24,3                      | 5                       | 13                  | 63,18         | 70,9      | 0,89                 |
| 5      | 725,7             | 715               | 10,7                      | 2                       | 15                  | 80,25         | 70,9      | 1,13                 |
| 6      | 715               | 709               | 6                         | 0,5                     | 15,5                | 186           | 70,9      | 2,62                 |
| 7      | 709               | 650               | 59                        | 7,5                     | 23                  | 180,93        | 70,9      | 2,55                 |
| 8      | 650               | 650               | 0                         | 5                       | 28                  | 0             | 70,9      | 0                    |
| 9      | 650               | 650               | 0                         | 3                       | 31                  | 0             | 70,9      | 0                    |
| 10     | 650               | 646,5             | 3,5                       | 4                       | 35                  | 30,625        | 70,9      | 0,43                 |
| 11     | 646,5             | 610               | 36,5                      | 1,5                     | 36,5                | 888,17        | 70,9      | 12,53                |
| 12     | 610               | 600               | 10                        | 3                       | 39,5                | 131,67        | 70,9      | 1,86                 |
| 13     | 600               | 600               | 0                         | 5,5                     | 45                  | 0             | 70,9      | 0                    |
| 14     | 600               | 588               | 12                        | 7,5                     | 52,5                | 84            | 70,9      | 1,18                 |
| 15     | 588               | 550               | 38                        | 7,5                     | 60                  | 304           | 70,9      | 4,29                 |
| 16     | 550               | 550               | 0                         | 7                       | 67                  | 0             | 70,9      | 0                    |
| 17     | 550               | 550               | 0                         | 2                       | 69                  | 0             | 70,9      | 0                    |
| 18     | 550               | 547,2             | 2,8                       | 7,5                     | 76,5                | 28,56         | 70,9      | 0,40                 |
| 19     | 547,2             | 500               | 47,2                      | 5                       | 81,5                | 769,36        | 70,9      | 10,85                |
| 20     | 500               | 450               | 50                        | 4                       | 85,5                | 1068,75       | 70,9      | 15,07                |
| 21     | 450               | 450               | 0                         | 4,5                     | 90                  | 0             | 70,9      | 0                    |
| 22     | 450               | 445,3             | 4,7                       | 4                       | 94                  | 110,45        | 70,9      | 1,56                 |
| 23     | 445,3             | 440               | 5,3                       | 4,5                     | 98,5                | 116,01        | 70,9      | 1,64                 |
| 24     | 440               | 430               | 10                        | 9                       | 107,5               | 119,44        | 70,9      | 1,68                 |
| 25     | 430               | 430               | 0                         | 1,5                     | 109                 | 0             | 70,9      | 0                    |
| 26     | 430               | 410               | 20                        | 11                      | 120                 | 218,18        | 70,9      | 3,08                 |
| 27     | 410               | 400               | 10                        | 3,5                     | 123,5               | 352,86        | 70,9      | 4,98                 |
| 28     | 400               | 390               | 10                        | 3                       | 126,5               | 421,67        | 70,9      | 5,95                 |
| 29     | 390               | 375               | 15                        | 3,5                     | 130                 | 557,14        | 70,9      | 7,86                 |
| 30     | 375               | 346               | 29                        | 5,5                     | 135,5               | 714,45        | 70,9      | 10,08                |
| 31     | 346               | 300               | 46                        | 11,5                    | 147                 | 588           | 70,9      | 8,29                 |
| 32     | 300               | 250               | 50                        | 7,5                     | 154,5               | 1030          | 70,9      | 14,53                |
| 33     | 250               | 210               | 40                        | 9,5                     | 164                 | 690,53        | 70,9      | 9,74                 |
| 34     | 210               | 170               | 40                        | 7,5                     | 171,5               | 914,67        | 70,9      | 12,90                |
| 35     | 170               | 150               | 20                        | 14                      | 185,5               | 265           | 70,9      | 3,74                 |
| 36     | 150               | 150               | 0                         | 15                      | 200,5               | 0             | 70,9      | 0                    |
| 37     | 150               | 147               | 3                         | 5                       | 205,5               | 123,3         | 70,9      | 1,74                 |
| 38     | 147               | 136,3             | 10,7                      | 6                       | 211,5               | 377,175       | 70,9      | 5,32                 |
| 39     | 136,3             | 110               | 26,3                      | 16,5                    | 228                 | 363,42        | 70,9      | 5,13                 |
| 40     | 110               | 92                | 18                        | 8                       | 236                 | 531           | 70,9      | 7,49                 |
| 41     | 92                | 48                | 44                        | 3                       | 239                 | 3505,33       | 70,9      | 49,44                |
| 42     | 48                | 37                | 11                        | 5                       | 244                 | 536,8         | 70,9      | 7,57                 |
| 43     | 37                | 35                | 2                         | 15                      | 259                 | 34,53         | 70,9      | 0,49                 |

|    |    |    |    |   |     |      |      |       |
|----|----|----|----|---|-----|------|------|-------|
| 44 | 35 | 30 | 5  | 5 | 264 | 264  | 70,9 | 3,72  |
| 45 | 30 | 20 | 10 | 3 | 267 | 890  | 70,9 | 12,55 |
| 46 | 20 | 0  | 20 | 4 | 271 | 1355 | 70,9 | 19,11 |

A partir da aplicação dos índices de RDE para a análise do perfil longitudinal do rio Una pôde-se verificar que as anomalias estão distribuídas no alto, médio e baixo curso em 25 dos 46 trechos (tabela 1). Os trechos 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 36, 37, 43 apresentaram equilíbrio com índice RDE inferior à 2. As anomalias de 1ª ordem estão compreendidas nos trechos 3, 6, 7, 15, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 35, 38, 39, 40, 42, 44 com índices de RDE entre 2 e 10. Os trechos 11, 19, 20, 30, 32, 34, 41, 45, 46 apresentaram anomalias de 2ª ordem com valores de RDE superior à 10.

De acordo com a tabela acima, o perfil longitudinal do Rio Una encontra-se na sua maior parte em desajuste fluvial (última coluna em laranja ou vermelho). Os trechos em laranja apresentam anomalias de primeira ordem, em vermelho, trechos com anomalias de segunda ordem e em preto, trechos em equilíbrio. O índice mais alto foi observado no trecho 41, com valor aproximado de 49,44.

## CONCLUSÕES

De acordo com os valores do índice RDE, calculados nesse trabalho e seus valores de referência, apresentados por Etchebehere (2000 *apud* Melo *et al* 2009), a maior parte do Rio Una apresenta anomalias de drenagem de 1ª ordem; existindo ainda trechos com anomalias de drenagem de 2ª ordem. As anormalidades do perfil longitudinal promovem alterações do gradiente fluvial, modificando as condições de transporte, dando origem a trechos com predomínio de sedimentação (as planícies aluviais) e trechos onde predomina entalhamento e transporte de sedimentos. Segundo Souza (2011), tais anomalias podem estar associadas a movimentos neotectônicos ou ao transporte de sedimento, relacionado por sua vez, a fatores antrópicos como desmatamento da mata ciliar, barramentos no curso do rio, etc.

## BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO (CONDEPE/FIDEM). (2006). “*Bacia hidrográfica do Rio Una, quarto e quinto grupos de bacias hidrográficas de pequenos rios litorâneos – GL 4 e GL 5.*” Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco, vol. 3. Recife, Pág 28-50.

- ANDRADE, L. N. P. S., SOUZA, C. A. (2009), “*Sub-bacia hidrográfica do Córrego das Pitas: análise batimétrica e transporte de sedimentos*”, São Paulo, UNESP, Geociências, v. 28, n° 4.
- ETCHEBEHERE, Mario Lincoln et al. (2000). “*Aplicação do índice "Relação Declividade-Extensão - RDE" na bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas*”, São Paulo, Geologia USP. Serie Científica, p. 43-56.
- GOLDFARB, M. C.; CYSNEIROS, D. O. & CABRAL DA SILVA, T. (2002), “*Caracterização fluvio-morfológica da Bacia do Rio Gramame*”. In: Bacia do Rio Gramame – hidrologia e aspectos ambientais para gestão dos recursos hídricos, Org.: CABRAL DA SILVA, T .et al. Editora Universitária – UFPB, João Pessoa (PB),.
- GUEDES, I. C., et al., (2006). “*Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do Rio Santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas*”. Revista UnG – Geociências V.5, N.1, P. 75-102.
- LOPES, N. H. Y. (2008), “*Análise da produção de água e sedimentos em microbacias Experimentais com o modelo SWAT*”. Universidade federal de Santa Catarina, Centro tecnológico, Programa de pós-graduação em engenharia ambiental. Florianópolis (SC).
- MELO, O. A. G., FUJITA, R. H., SANTOS, M. L. (2009), “*Análise do perfil longitudinal do Rio Baiano – Assis Chateaubriand - PR a partir da aplicação do índice de gradiente (RDE)*.” Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa (MG).
- POLZIN, Marcos A. (2008) “*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,.
- SALGADO, M. P.G., FORMAGGIO, A.R., RUDORFF, B. F. T., (2011) “*Comparação entre métodos para geração de modelos digitais de elevação a partir de dados cartográficos*,” in Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.8880.
- SOUZA, R. B., SOUZA, J.B., GOLDFARB, M. C., (2011). “*Determinação e análise do perfil longitudinal do rio Una – PE.*” in Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, Pág 11, 12.
- ZANCOPÉ, M. H. C. PEREZ FILHO, A. CARPI JÚNIOR, S. (2009)., “*Anomalias no perfil longitudinal e migração dos meandros do Rio Mogi Guaçu*”, Revista Brasileira de Geomorfologia - v. 10, n° 1 Pág 31-32.