



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **Morfometria da bacia hidrográfica do rio Una–BA: Aplicação e correlação de índices para caracterização e análise ambiental**

Vinícius Borges Moreira <sup>(a)</sup>, Archimedes Perez Filho <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP, [viniciusmoreira@ige.unicamp.br](mailto:viniciusmoreira@ige.unicamp.br)

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP, [archi@ige.unicamp.br](mailto:archi@ige.unicamp.br)

### **Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas**

#### **Resumo/**

Os índices morfométricos consistem em etapa fundamental para o reconhecimento dos aspectos físicos da paisagem, quantificando elementos e feições resultantes da sucessão de eventos relacionados ao modelado superficial. Neste contexto a bacia hidrográfica do rio Una localizada no sul do estado da Bahia se configura como área de estudo, onde foram aplicados os índices: SL, FSTT e FABD com o objetivo de compreender os aspectos físicos para análise ambiental. Os resultados logrados demonstraram a influência litoestrutural e da zona costeira na bacia analisada, para o estabelecimento da rede de drenagem atual.

**Palavras chave:** Morfometria, Bacia hidrográfica, análise ambiental.

### **1. Introdução**

A análise morfométrica de bacias hidrográficas consiste em etapa fundamental para o reconhecimento dos aspectos físicos da paisagem, quantificando elementos e feições resultantes da sucessão de eventos relacionados ao ciclo hidrológico. Os padrões geométricos estabelecidos nas bacias hidrográficas e rede de drenagem exprimem processos passíveis de aferição, que são fundamentais para a análise ambiental.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Parâmetros quantitativos contribuem para elucidação do comportamento da rede de drenagem, que, segundo Christofolletti (1969), possibilita a compreensão de várias questões geomorfológicas, onde, neste trabalho ajudará a entender processos que estabeleceram as dinâmicas e fluxos dos referidos canais fluviais que drenam a área de estudo.

De acordo com Etchebehere (2000) os índices morfométricos são importantes indicadores de mudanças dos cursos d'água, pois reagem imediatamente a qualquer processo de deformação crustal que se apresente na paisagem, podendo apontar alterações do nível de base decorrentes de mudanças climáticas, ação tectônica e ou variação litoestrutural.

Dentre os diversos parametros morfométricos amplamente aplicados e divulgados nas áreas de Geografia/Geomorfologia, foram selecionados para este trabalho os seguintes índices: *Stream Gradient Index* ou índice SL (*Slope Length*) proposto por Hack (1973), Fator de assimetria de bacia de drenagem (FABD) elaborado por Hare e Gardner (1984) e Fator de simetria topográfica transversa (FSTT) proposto por Cox (1994).

O objetivo deste trabalho consiste na aplicação e correlação dos índices morfométricos citados, com a finalidade de apresentar as características fisiográficas da bacia hidrográfica do rio Una e validar a aplicação dos índices, fornecendo elementos para discussões relacionadas a temática. Também consiste em objetivo secundário, gerar dados para futuras análises ambientais na área de pesquisa.

## 2. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Una figura 1, está localizada na região sul do estado da Bahia abrangendo a parte leste da região cacauzeira, com cerca de 1774,07 km<sup>2</sup> de área compreende os municípios de Una, Santa Luzia, Arataca, São José da Vitória, Buerarema, Jussari, Camacan e Mascote. Na bacia analisada se localiza três importantes Unidades de conservação Parque Nacional Serra das Lontras, Refúgio da Vida Silvestre de Una e Reserva Biológica de Una que se configura como importante local de preservação de espécies da mata atlântica. A principal atividade agrícola da região até o final da década de 1980 era a plantação de cacau, porém após o surto do fungo “vassoura de bruxa” (*Crinipellis perniciososa*)



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

houve uma diversificação maior nas culturas plantadas, modificando de uso das terras na região (LISBOA, et. al. 2017).

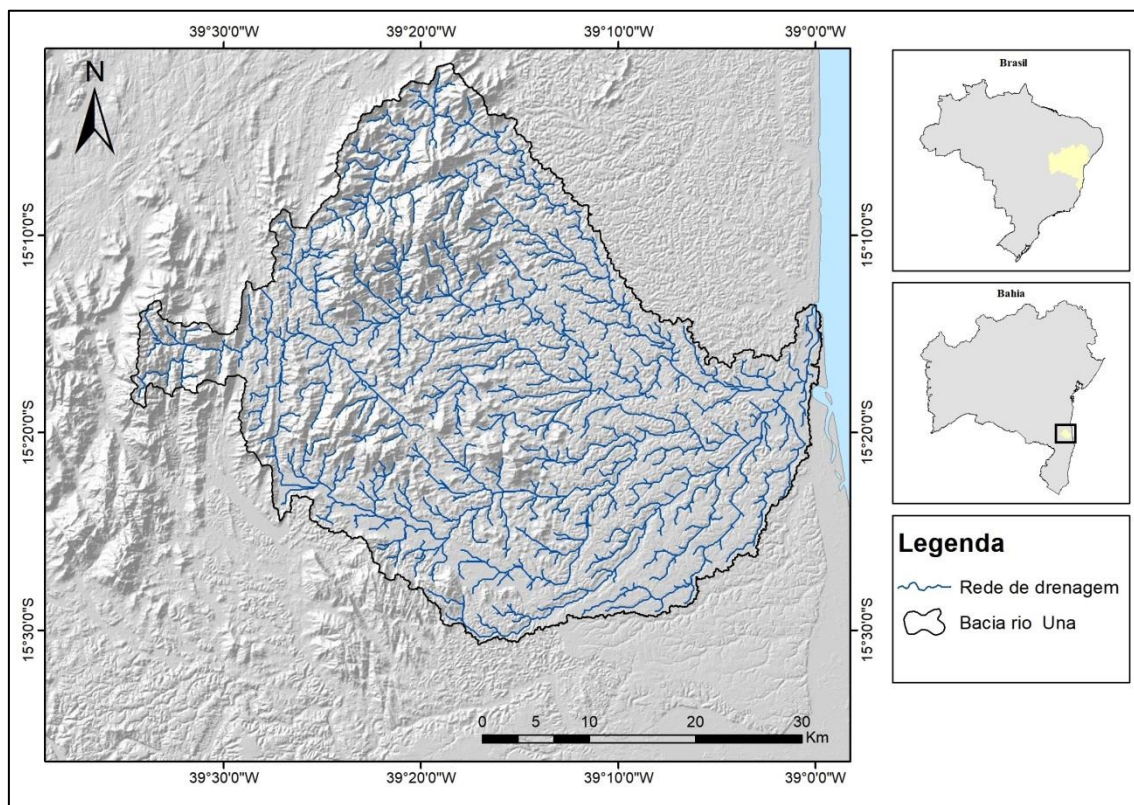


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Una

Esta bacia hidrográfica desagua diretamente no oceano atlântico, possuindo grande influência de processos costeiros e também continentais. A faixa costeira que compreende os depósitos marinhos possui poucos quilômetros de extensão sendo bem demarcado seu limite pela presença de falésias inativas, que também dão início aos tabuleiros costeiros, embasados pelo Grupo Barreiras. A montante do Grupo Barreiras afloram as rochas do embasamento cristalino como o Complexo Ibicuí-Ipiaú e Buerarema que exprimem outra dinâmica para a bacia que poderá ser observada a partir dos índices aplicados.



### 3. Materiais e métodos

O índice Stream Gradient Index ou índice SL (Slope Length) proposto por Hack (1973) contribui como elemento prático na determinação das anomalias e na concavidade natural do perfil longitudinal de um rio, possibilitando, a comparação das alterações ao longo de determinado segmento fluvial.

O perfil longitudinal dos canais fluviais foi analisado a partir do plano cartesiano, onde a inserção de dados do canal, elevação no eixo “Y” e comprimento do rio no eixo “X”, sendo representada por uma forma côncava. As rupturas abruptas dessa forma indicam anomalias do canal, que podem possuir origem endógena ou exógena alterando o estágio de equilíbrio dinâmico do rio (MONTEIRO et. al, 2014). Com base no perfil longitudinal foi elaborada a linha de tendência logarítmica, denominada como linha de melhor ajuste, que, quando sobreposta ao perfil longitudinal auxilia na identificação de anomalias.

Para calcular o índice de Hack de determinado trecho do canal (SLtrecho), foi utilizada a seguinte fórmula:  $SL_{trecho} = (\Delta h / \Delta l) * L$ . Com o intuito de obter o valor SL referente a todo o canal fluvial, foi utilizada:  $\Delta A$  relação entre a diferença total de altitude da nascente à foz e  $\log L_{total}$  o logaritmo do comprimento total da drenagem (MONTEIRO et. al., 2014).

Ao dividir os valores de SLtrecho por SLtotal encontra-se o valor referente a anomalias do canal, descritas por Seeber & Gornitz (1983) apud Etchebehere (2000). Estes autores classificam como anomalias de primeira ordem valores entre 2 e 10 e anomalias de segunda ordem valores acima de 10.

O FABD é o índice que avalia para qual margem predomina a migração de um rio em relação aos limites da bacia. De acordo com Hare e Gardner (1984), a assimetria de uma bacia está relacionada à migração preferencial de um determinado canal fluvial. Cox (1994) aponta que a dinâmica lateral de um rio pode estar vinculada a sua dinâmica interna, do ponto de vista do sistema fluvial, ou possuindo como causa externa provável processo tectônico.



Para calcular o índice foi utilizada a proposta metodológica de Hare e Gardner (1984), utilizando a seguinte relação, onde o Fator de assimetria corresponde a área da bacia à direita do rio (Ar), dividido pela área total da bacia (At), multiplicada por 100.

Proposto por Cox (1994), o FSTT indica a oscilação do canal fluvial em relação ao eixo central da bacia hidrográfica analisada por meio dos valores de T que oscilam entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 0 maior é a simetria, enquanto valores próximos a 1 indicam assimetria.

Sendo (Da) distancia horizontal entre o canal analisado até o eixo médio da bacia e (Dd) distancia horizontal entre o divisor de águas da bacia e o eixo médio. Para calcular o índice foram usados intervalos de 5 km representando cada trecho da bacia analisada.

Para a elaboração de todos os índices foi utilizada imagens de radar SRTM, a partir dessa base foi possível extrair a rede de drenagem, curvas de nível, delimitar a bacia hidrográfica e realizar cálculos morfométricos em ambiente SIG no *software* ArcGis 10.6.

## 4. Resultados e discussões

### 4.1 índice SL (*Slope Length*)

Após a aplicação do índice de Hack no canal principal da hidrográfica do rio Una, foram identificados alguns trechos anômalos, referindo-se a rupturas ou “*kinick ponits*”, que interferem na dinâmica erosiva e, conseqüentemente, nos setores de deposição e erosão do rio. Este parâmetro apresentado juntamente com o perfil longitudinal, proporcionou a interpretação da influência litoestrutural sobre a rede de drenagem, que de certo modo, conduzem os padrões de deposição de sedimentos transportados.

A figura 2 e quadro 1 apresentam os resultados logrados para o rio Una. É possível observar que no início do perfil longitudinal que o canal possui rupturas relevantes refletidas no fator SL, porém quando o canal se aproxima da zona costeira a tendência é demonstrar “equilíbrio” não apresentando anomalias e rupturas devido ao baixo gradiente apresentado nessa porção do relevo, onde predominam os depósitos marinhos, fluvio marinhos e fluviais.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os primeiros 2000 metros que o canal fluvial percorre é fortemente marcado pelo controle litológico e estrutural devido a presença de rochas cristalinas que se intercalam num curto espaço areal, dando origem as rupturas de relevo e exercendo um controle estrutural a toda rede de drenagem nesse setor, porém as rupturas não ultra passam os valores de 10, sendo caracterizadas como *kinick ponits* de primeira ordem . Após os primeiros 2000 a presença de litologias homogêneas e outras de origem sedimentar exercem menor controle sobre a rede de drenagem, permitindo que o rio estabeleça um padrão meandrítico até chegar a sua foz.

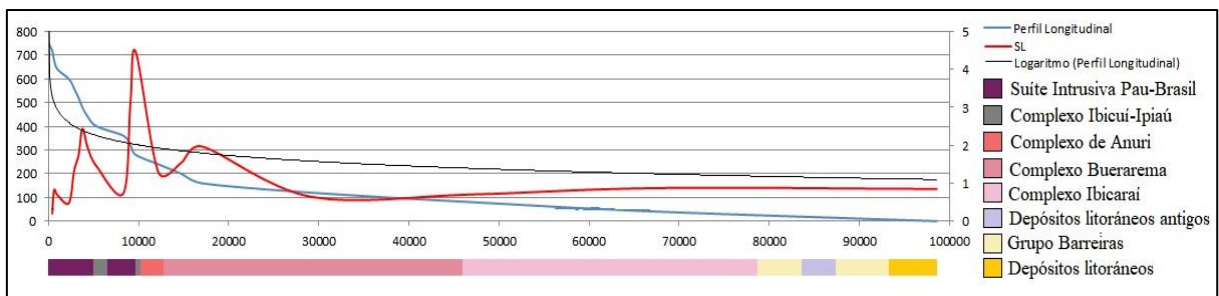


Figura 2 - Perfil longitudinal e índice SL do rio Una

Tabela 1 - Índice SL (*Slope Length*) rio Una

Trecho (cotas alt. )	$\Delta h$	$\Delta L$ (trecho)	$\Delta L$ (total)	$SL (\Delta h/\Delta l)*L$	$SL \text{ total} = (\Delta h/\log L_{total})$	$SL \text{ trecho}/SL \text{ total}$
750 - 720	30	413,02	413,02	30,00	150,30	0,19
720 - 680	40	199,92	612,94	122,64	150,30	0,81
680 - 640	40	393,16	1006,10	102,36	150,30	0,68
640 - 600	40	1260,29	2266,40	71,93	150,30	0,47
560 - 520	40	571,85	2838,25	198,53	150,30	1,32
520 - 480	40	509,73	3347,98	262,73	150,30	1,74
480 - 440	40	410,27	3758,25	366,42	150,30	2,43
440 - 400	40	601,68	4359,92	289,85	150,30	1,92
400 - 360	40	986,63	5346,56	216,76	150,30	1,44
360 - 320	40	2984,15	8330,71	111,67	150,30	0,74
320 - 280	40	767,58	9098,29	474,13	150,30	3,15



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

280 - 240	40	576,97	9675,27	670,76	150,30	4,46
240 - 200	40	2516,20	12191,47	193,81	150,30	1,28
200 - 160	40	2547,35	14738,82	231,44	150,30	1,53
160 - 120	40	2304,87	17043,69	295,79	150,30	1,96
120 - 80	40	12199,53	29243,22	95,88	150,30	0,63
80 - 40	40	17800,57	47043,79	105,71	150,30	0,70
40 - 0	40	20639,15	67682,94	131,17	150,30	0,87
	40	30888,8121	98571,76	127,65	150,30	0,84

#### 4.2 Fator de assimetria de bacia de drenagem

O FABD analisa o deslocamento lateral geral compreendendo a relação canal principal e bacia hidrográfica. Os resultados apresentados pelo índice devem ser analisados conforme descrito por Salamuni (2004), os valores de FABD iguais ou próximos a 50 revelam pouca ou nenhuma atividade tectônica, valores maiores que 50 indicam um provável basculamento da margem direita da bacia, enquanto os menores de 50 indicam provável basculamento da margem esquerda.

A área total da bacia foi estimada em 1774,07 km<sup>2</sup> e a área a direita do canal fluvial em 1133,46 km<sup>2</sup>, portanto o fator de assimetria calculado é de 63,89, conforme Salamuni (2004). Portanto o rio Una possui pouco basculamento a direita podendo inferir alguma dinâmica local de abatimento de blocos. Em contexto geral é difícil afirmar que houve um basculamento desta bacia, o índice FSTT deve auxiliar a interpretação destes dados, pois individualiza os setores e pode identificar processos mais locais.

#### 4.3 Fator de simetria topográfica transversa

O fator de FSTT figura 3, auxilia na interpretação da migração lateral do canal fluvial sendo complementar aos resultados do FABD, pois ao individualizar trechos da bacia hidrográfica amplia-se o nível de detalhamento da análise, tendo como referência o eixo central da bacia. Observou-se que o eixo principal do rio Una está deslocado quase que



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

totalmente para o lado esquerdo da bacia em relação ao eixo central, porém não muito distante, o que o confere valores médios e baixos de deslocamento não havendo nenhum valor próximo de 1.

As sessões transversais com valores 0,01 e 0,03 apresentam as mudanças mais significativas na relação canal fluvial, eixo médio e bacia, pois é quando o canal se aproxima do eixo médio e muda de lado, porém essa mudança é pouco significativa em relação ao canal como um todo.

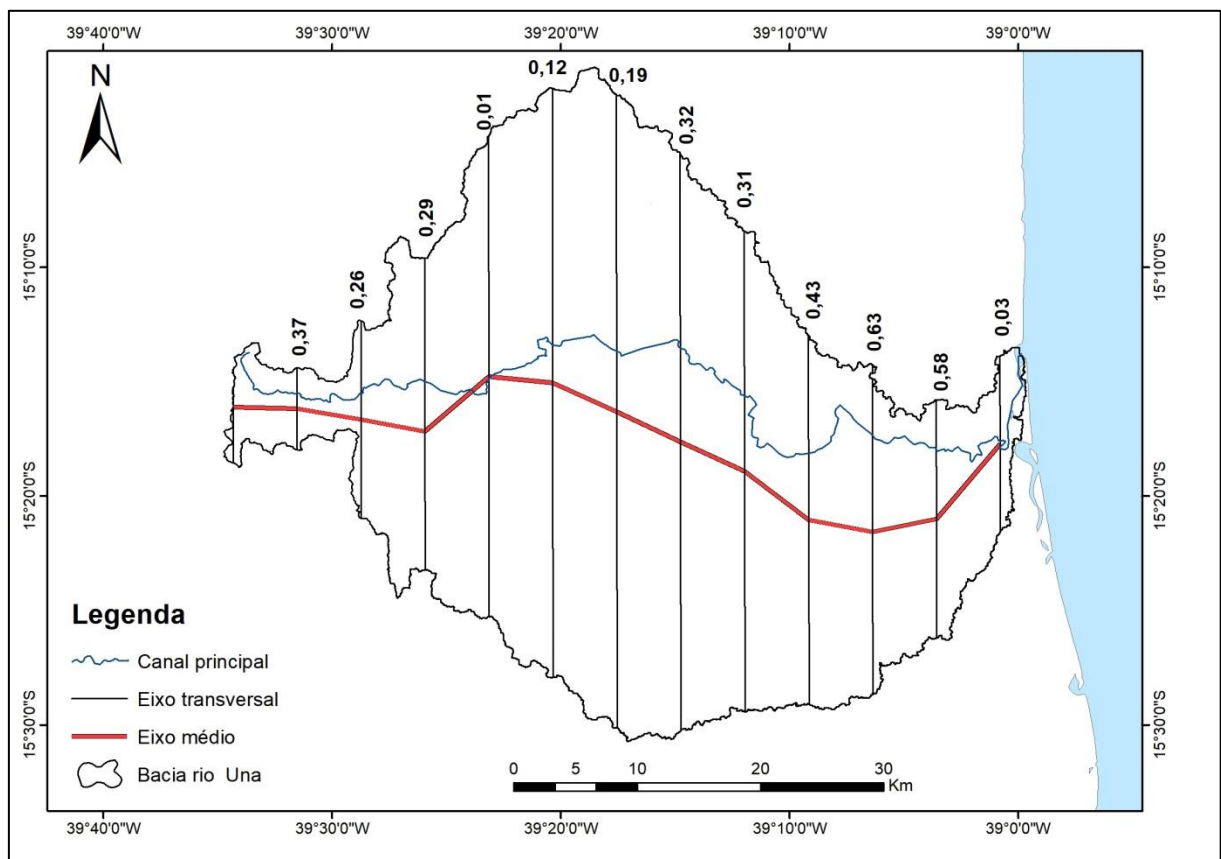


Figura 3 – Fator de simetria topográfica transversa da bacia rio Una





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 5. Conclusões

A aplicação e correlação dos índices morfométricos foram fundamentais para compreensão de alguns processos estabelecidos na bacia hidrográfica, ficando mais nítida a influência litoestrutural e costeira na dinâmica da espacialização da rede de drenagem e bacia hidrográfica. As anomalias de primeira ordem indicadas pelo índice SL demonstra numericamente parte desse controle estrutural, confirmando inferências visuais feitas priori. Os índices FSTT e FSBD como esperado se demonstraram complementares na análise do deslocamento lateral do canal principal, indicando um pequeno basculamento a esquerda da bacia que poderá ser confirmado futuramente com estudos complementares.

Os resultados logrados auxiliam na caracterização ambiental da área de estudo, apresentando dados que podem ser replicados futuramente em outras pesquisas aprofundando os conhecimentos geográficos e geomorfológicos da região.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por meio dos projetos 2016/21335-9 pela realização deste trabalho.

## 5. Referências

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. Ed. Blucher: São Paulo. 313p. 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, Campinas 9 (18): 9-34, 1969.

COX, R.T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. **Geol. Soc. Am. Bull.**, v. 106, p. 571-581, 1994.

ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços Neooaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista**: Implicações estratigráficas e tectônicas. (Tese de Doutorado) IGCE-UNESP, Vol.I, 264 p. e Vol.II, mapas. Rio Claro-SP, 2000.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

HACK, J. T. Stream profile analysis and stream gradient index. **Journal Research of U. S. Geological Survey**, v. 1, 421-429, 1973.

HARE P.W; GARDNER I.W. **Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins**. Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: Morisawa M & Hack J.T (eds.) Tectonic Geomorphology. Proceedings 15th. Annual Binghamton Geomorphology Simp. 1984.

LISBOA, G. P, Et. Al. Avaliação da Fragilidade Ambiental da Bacia do Rio Una. **Geografia**. V.42, Nº2 Mai/ago. p. 224-242. 2017.

MONTEIRO. K. Et. Al. Aplicação do índice de Hack no rio Ipojuca para identificação de setores anômalos de drenagem e rupturas de relevo. **Geociências**, Rio Claro. V. 33, n.4, p. 616-628, 2014.

SALAMUNI, E.; EBERT, H.D.; HASUI, Y. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n.4, p. 469-478, 2004.