ANÁLISE DO PERFIL LONGITUDINAL E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE HACK NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO ACURAUÁ

Lucas de Alencar Prado [1]
Waldemir Lima dos Santos [2]
Juliana Santiago Souza [3]

RESUMO

Os cursos d'água desempenham um papel essencial na modelagem do relevo terrestre, funcionando como importantes agentes erosivos e acumulativos ao longo do tempo geológico. Além disso, a morfologia dos rios pode refletir alterações estruturais, como falhamentos e dobramentos, revelando indícios de atividade tectônica recente ou antiga. O presente estudo tem como objetivo analisar o perfil longitudinal do rio Acuaraua, situado entre os estados do Acre e do Amazonas, com o intuito de identificar possíveis anomalias morfométricas associadas à tectônica ativa ou variações litológicas. A metodologia adotada incluiu a obtenção de dados altimétricos por meio de geotecnologias, utilizando o software QGIS e o Modelo Digital de Elevação SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), além da aplicação do Índice de Hack (SL Index). Foram extraídos os perfis longitudinais e analisadas as declividades em diferentes trechos do rio. Os resultados evidenciaram setores com inflexões e rupturas no perfil altimétrico, sugerindo a presença de descontinuidades estruturais e heterogeneidades no substrato geológico. Tais padrões indicam possível influência de processos tectônicos na organização da rede de drenagem. Dessa forma, este trabalho contribui para a compreensão da dinâmica fluvial da região e oferece subsídios para investigações futuras voltadas à análise geomorfológica e tectônica da área de estudo.

INTRODUÇÃO

A geomorfologia fluvial desempenha um papel fundamental nas ciências da terra, pois busca compreender as formas e processos associados aos rios e sua interação com o meio geológico. Segundo Christofoletti (1980), os cursos d'água são agentes modeladores primários do relevo, responsáveis pelo transporte de sedimentos e ajustes às variações estruturais da paisagem.

A análise da rede de drenagem fluvial permite identificar características morfométricas, refletindo processos erosivos, deposicionais e, em certos casos,

[1] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre - UFAC, lucas.prado@sou.ufac.br;
[2] Professor Doutor do Centro de Filosofia e Ciencias Humanas / Curso de Geografia da Universidade Federal Acre - UFAC, waldemir.ufac@gmail.com
[3] Graduada pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Acre – UFAC juliana.santiago10@hotmail.com;

influências tectônicas. De acordo com Hack (1960), as redes de drenagem possuem características geométricas que podem ser expressas de maneira quantitativa.

A compreensão dos padrões morfológicos dos rios permite avaliar sua dinâmica e os impactos de fatores estruturais, tectônicos e climáticos na paisagem. Uma das principais abordagens para o estudo da geomorfologia fluvial é a análise do perfil longitudinal dos cursos d'água, pois permite identificar mudanças na declividade, ajustamentos morfológicos e indícios de influência de fatores tectônicos e litológicos.

Nesse contexto, a utilização de índices morfométricos, como o Índice de Hack (1957), é uma prática consolidada na identificação de variações na declividade dos rios, permitindo uma compreensão detalhada dos ajustes morfológicos ao longo do curso fluvial. Etchebehere et al. (2004) explicam em seu estudo a equação proposta por Hack, que sugere que a relação entre a inclinação do rio e sua extensão pode indicar variações estruturais, apontando possíveis influências tectônicas ou diferenças na resistência das rochas ao longo do percurso fluvial.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar a influência da estrutura geológica sobre a morfologia do rio Acurauá (Figura 1), aplicando o Índice de Hack para identificar variações abruptas no perfil longitudinal. A hipótese central é que a existência de setores de inflexão ao longo do rio pode estar relacionada a mudanças litológicas e à presença de falhas estruturais, influenciando a dinâmica erosiva e deposicional do sistema fluvial. O estudo busca, assim, contribuir para o entendimento da dinâmica hidrogeomorfológica regional e fornecer subsídios para futuras pesquisas sobre a evolução das bacias hidrográficas na Amazônia.

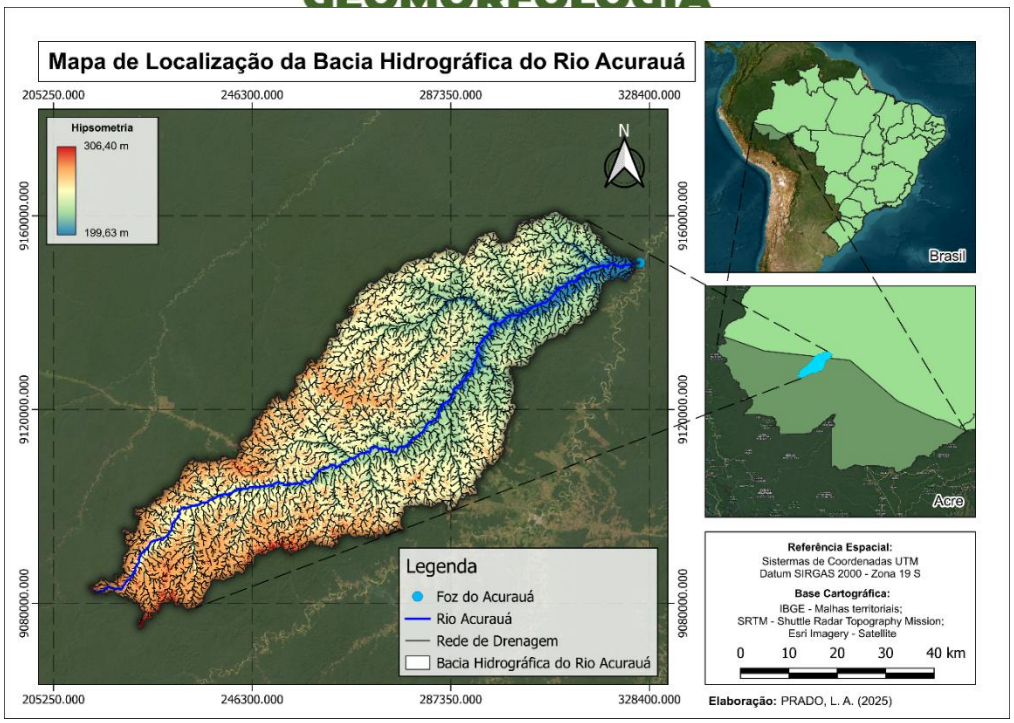

Figura 1: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Acurauá

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada baseou-se na análise do perfil longitudinal do rio Acurauá a partir de dados altimétricos obtidos via processamento de dados Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), integrados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) no software QGIS 3.34.15. O Índice de Hack, também conhecido como Índice SL, foi calculado a partir da relação entre a declividade do rio e sua extensão total. Para a extração dos valores de declividade, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) e a função de análise de terreno do software.

Os dados SRTM foram obtidos através do Plug-in SRTM-Downloader, sendo posteriormente processados através da ferramenta SAGA - Fill Sinks e posteriormente em SAGA - Channel Network and Drainage Basins, que possibilitou a geração dos canais de drenagem, junções e bacias de drenagem. Com os dados obtidos, foi utilizado a ferramenta SAGA - Upslope Area, que permitiu delimitar a bacia hidrográfica do rio Acuaruá a partir da junção de sua foz.

Com base na rede drenagem delimitada, o curso principal do rio Acurauá foi identificado e isolado para análise. Posteriormente, com os dados obtidos foi possível realizar a segmentação do curso principal (Figura 2) totalizando ao todo 200 segmentos

ao longo do rio Acuraua, no qual cada segmento foi extraído os dados de identificação (ID), comprimento (length), altitude (height), e o Δ do comprimento (Δl).

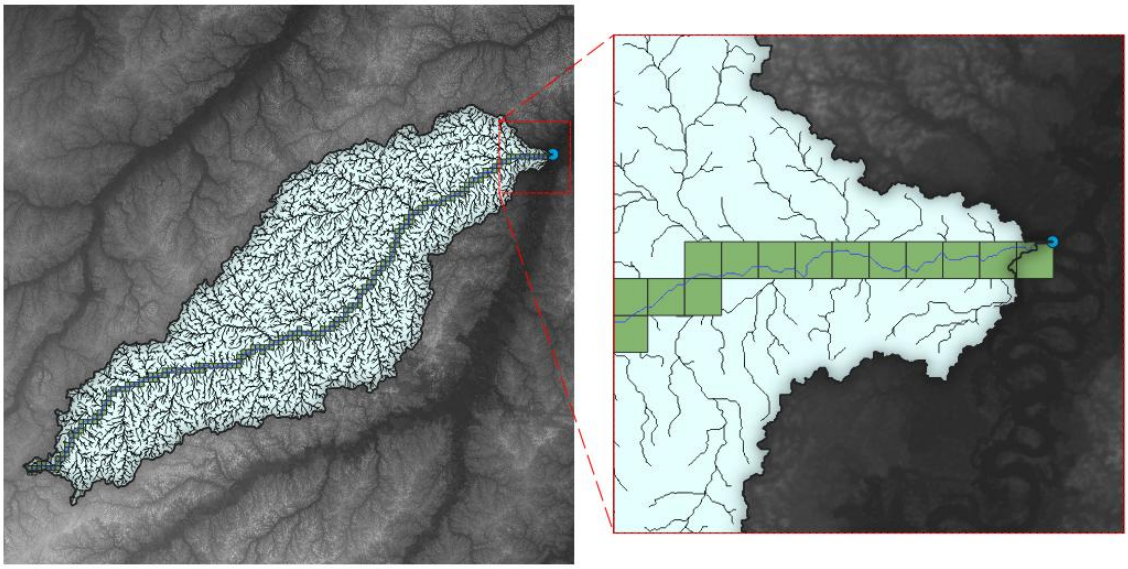

Figura 2: Demonstração da Segmentação do Rio Acurauá

Os dados obtidos no QGIS, foram então exportados em tabela **.csv** para excel, no qual permitiu calcular os dados de Δ da altitude, cumulativo do comprimento e índice SL. Para aplicação do índice SL, é utilizado a equação: SL = (Δh / Δl) * L (Figura 3).

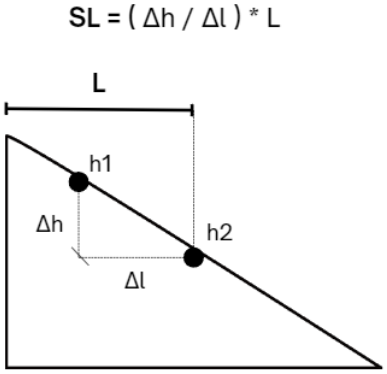

Figura 3: Esquema proposto por Hack. Adaptado pelo autor.

A abordagem metodológica adotada permitiu identificar trechos do Rio Acurauá onde ocorrem variações no gradiente fluvial, fornecendo subsídios para inferências sobre a dinâmica hidrogeomorfológica da região. A utilização de SIG e dados de elevação remota viabilizou uma análise detalhada sem a necessidade de levantamentos de campo extensivos.

REFERENCIAL TEÓRICO

A análise geomorfológica de bacias hidrográficas, especialmente em ambientes tropicais úmidos como a Amazonia, exige uma abordagem integrada que considere os fatores estruturais, litológicos, pedológicos e climáticos responsáveis pela evolução da paisagem. Segundo Jatobá (2021), a geomorfologia moderna busca compreender as inter-relações entre os processos morfodinâmicos e as formas de relevo, incorporando conceitos como equilíbrio dinâmico, resiliência dos sistemas naturais e a influência de forças endógenas e exógenas no modelado do terreno.

No contexto amazônico, os rios desempenham um papel fundamental na dissecação das superfícies sedimentares, atuando como agentes erosivos e transportadores de material, além de refletirem os controles estruturais da bacia. Segundo Anjos et al. (2013), a região onde está localizada a bacia hidrográfica do rio Acurauá, insere-se na unidade geomorfológica da Planície e Terraços da Formação Solimões, que é caracteriza por um relevo suavemente ondulado a plano, com predominância de depósitos argilosos, siltosos e arenosos

Segundo Anjos et al. (2013),, a Formação Solimões, que compõe grande parte do substrato geológico da bacia, representa um conjunto de depósitos do Mioceno ao Pleistoceno, de natureza predominantemente fluvial-lacustre, cujos materiais sofrem forte influencia de processos pedogenético contemporâneos. Os solos desenvolvidos a partir dessa formação incluem Argissolos, Luvissolos e Vertissolos, com elevada atividade argilosa em muitos casos, o que influencia diretamente os processos de escoamento superficial e a dinâmica de erosão.

No estudo do perfil longitudinal de rios como o Acurauá, é fundamental considerar a relação solo-paisagem, uma vez que as características dos solos influenciam diretamente o comportamento hidrológico e geomorfológico da bacia. segundo Anjos et al. (2013), os Argissolos Vermelhos Alíticos, por exemplo, predominantes nas elevações da Formação Solimões Superior, apresentam baixa permeabilidade e alta suscetibilidade à erosão em encostas, enquanto os Vertissolos, com maior plasticidade, podem contribuir para processos de deslizamento em áreas de relevo mais acentuado.

Portanto, a análise integrada dos fatores estruturais é imprescindível para a compreensão da dinâmica fluvial e da evolução geomorfológica da Bacia do Rio Acurauá.

O emprego de índices morfométricos, como o Índice de Hack, deve ser complementado pela avaliação das condições geológicas e pedológicas locais, a fim de fornecer uma interpretação mais robusta sobre as possíveis anomalias no perfil longitudinal dos cursos d'água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do rio Acurauá possui suas nascentes localizadas no estado do Acre, Brasil. Sendo seu curso d'água principal um dos afluentes da margem esquerda do rio Tarauacá. Encontra-se sobre o grupo litológico do Solimões, possuindo trechos do seu curso principal no membro do Solimões inferior e do Solimões superior - fácies arenosas (Figura 4). A Formação Solimões (Mioceno-Plioceno), que ocorre na Bacia do Acre, apresenta diferentes fácies sedimentares, incluindo a fácies arenosa, que caracteriza boa parte do chamado Solimões Superior (subdivisão informal).

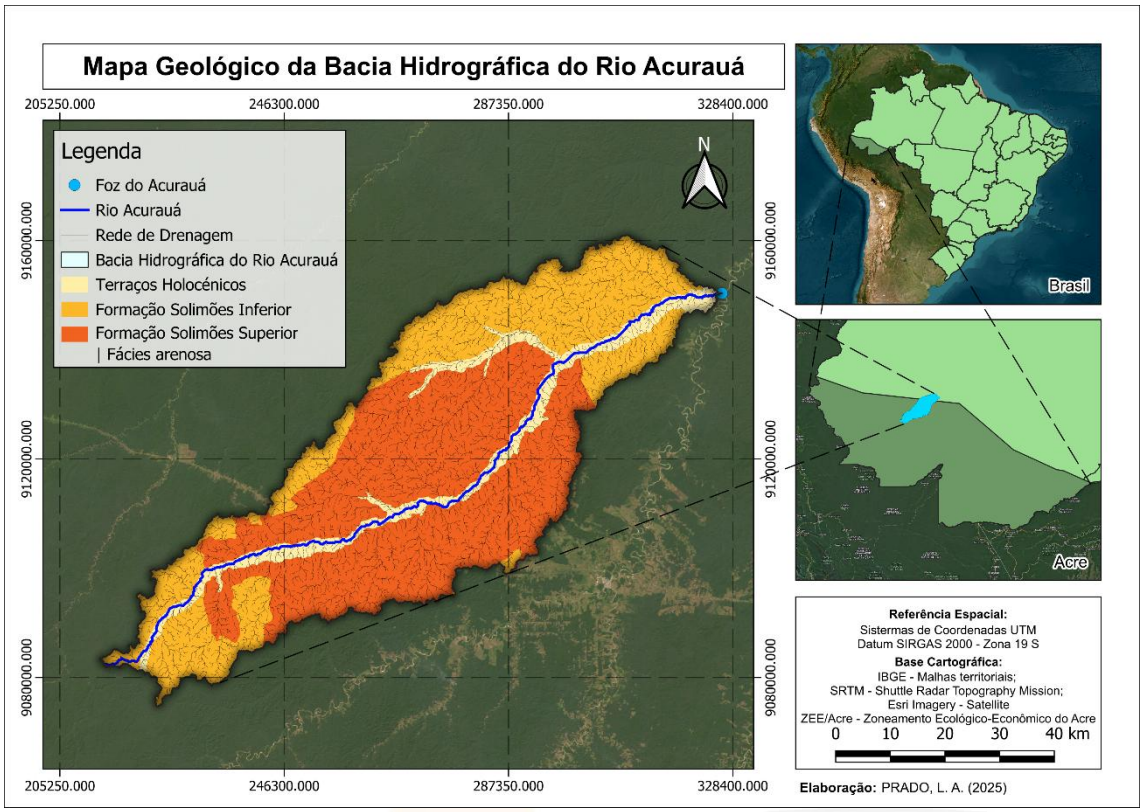

Figura 4: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Acurauá

Ao se analisar os 200 trechos segmentados, 3 deles mostraram um índice SL alterado. Os segmentos nos quais foi possivel indetificar alterações, foram os 56, 171 e 177. Sendo que o segmento 177 apresenta o maior índice SL, em seguida do segmento 171 (Figura 5). A região onde se encontram os trechos com os maiores valores do Índice SL está localizada na parte final da Formação Solimões Superior – Fácies Arenosa, apresentando valores de 17,76 no trecho 171 e 31,90 no trecho 177.

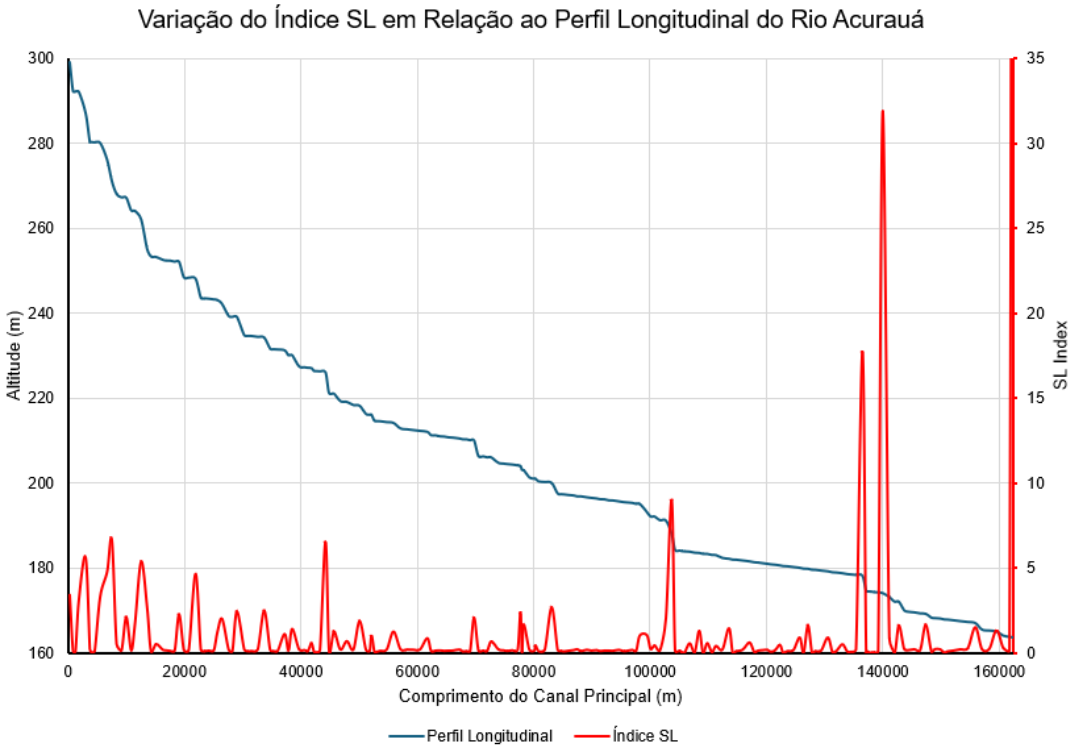

Figura 5: Gráfico de Variação do Índice SL em Relação ao Perfil Longitudinal do Rio Acuarauá

Conforme destacado por Anjos et al. (2013), a região onde está localizada bacia do rio Acuraúá, entre o rio Liberdade e a cidade de Tarauacá, é composta predominantemente por solos derivados de argilitos pertencentes aos estratos superiores da Formação Solimões Inferior. Entre os solos predominantes na região, destacam-se os Argissolos Vermelhos Alíticos, que apresentam textura variando entre média e argilosa.

Além desses solos predominantes, Anjos et al. (2013) apontam que há ocorrência secundária de solos de menor densidade, pertencentes à mesma classe dos Argissolos Vermelhos, porém associados aos arenitos da Formação Solimões Superior, que se encontram nos topos das elevações mais acentuadas. Também são identificados solos com alta atividade argilosa, como os Luvissolos Crômicos e os Vertissolos, especialmente em

encostas e fundos de vales profundos, onde há exposição de sedimentos das camadas inferiores da Formação Solimões Inferior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores elevados do Índice SL identificados nos trechos 171 (17,76) e 177 (31,90) podem estar associados a mudanças litológicas e estruturais na região, influenciando a dinâmica fluvial do Rio Acurauá. Conforme apontado por Anjos et al. (2013), a área onde esses trechos se localizam apresenta solos derivados de argilitos da Formação Solimões Inferior, além de ocorrência de arenitos da Formação Solimões Superior nos topos mais elevados. Essas diferenças litológicas podem resultar em trechos com maior resistência diferencial à erosão, favorecendo variações abruptas no perfil longitudinal do rio.

Nos setores onde há exposição de solos argilosos e Vertissolos, a baixa permeabilidade pode contribuir para o aumento do escoamento superficial, intensificando a erosão linear e promovendo instabilidades no canal fluvial. Além disso, a presença de Luvissolos Crômicos e Argissolos Vermelhos em encostas pode indicar um histórico de processos erosivos diferenciados, onde materiais mais erodíveis foram removidos, expondo camadas mais resistentes, o que pode gerar descontinuidades no gradiente do rio. A ocorrência dessas feições nos trechos com altos valores do Índice SL sugere que a morfologia do rio Acurauá pode estar sendo influenciada tanto por fatores estruturais, como variações litológicas, quanto por processos geomorfológicos, como erosão diferencial e instabilidade de encostas.

Segundo Anjos et al. (2013) existe indícios de que a morfologia da região pode ser afetada por processos tectônicos recentes, onde há registro de neotectonismo influenciando a compartimentação da paisagem. As falhas e fraturas podem controlar o traçado dos rios, gerar anomalias nos perfis longitudinais e favorecer processos de captura fluvial. Ainda segundo Anjos et al. (2013), estudos paleogeográficos demonstram que a elevação da Cordilheira dos Andes teve impacto direto no soerguimento da borda oeste

da Bacia do Acre, alterando os gradientes fluviais e provocando reorganizações na rede de drenagem.

Dessa forma, este estudo contribui para o entendimento da interação entre processos endógenos e exógenos na configuração atual da Bacia Hidrográfica do Rio Acurauá. Os resultados demonstram a importância de abordagens integradas que considerem a análise morfométrica associada a aspectos geológicos, pedológicos e tectônicos, para a interpretação das dinâmicas fluviais em regiões complexas como a Amazônia Ocidental.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros incorporem análises de campo detalhadas, investigações geotécnicas dos materiais litológicos e pedológicos, além de modelagens hidrológicas e geofísicas de alta resolução. Tais abordagens podem aprofundar o conhecimento sobre o papel dos controles estruturais e suas implicações para a evolução das bacias hidrográficas na região, bem como subsidiar ações de planejamento territorial, manejo ambiental e mitigação de processos erosivos e movimentos de massa.

Palavras-chave: Rio Acurauá, Perfil Longitudinal, Índice de Hack, Geomorfologia Fluvial

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II (Escala 1:250.000): Documento Síntese**. 2. Ed. Rio Branco: SEMA, 2010. 356p

ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos et al. ***Guia de Campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos***. Embrapa Solos, 2013

BARRELLA, W.; PETRERE-JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAGE, L. F. A. **As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes**. In: Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: USP. 2001

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Editora Blucher,. 1980. 188p.

ETCHEBEHERE, M. L. C. ; SAAD, A. R. ; PERINOTTO, J. A. J. ; FULFARO, V. J. . **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, 2004.

HACK, J. T. **Interpretation of Erosional Topography in Humid-Temperate Regions**. Amer. Journ. Sci, New Haven, Conn. v. 258-A, 1960.

HACK, J. T. **Stream-profile analysis and stream-gradient index**. Journal of Research of the United States Geological Survey, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

JATOBÁ, Lucivanio. ***Introdução à Geomorfologia***. Universidade Federal de Pernambuco, 2021

SCHEIDEGGER, A. E. **Hydrogeomor-phology**. Journal of Hydrology, n. 20, p. 193-215, 1973