

ANÁLISE DO PERFIL DE DECLIVIDADE E DO ÍNDICE RDE DO RIO PURUS POR MEIO DA ALTIMETRIA ESPACIAL

ANALYSIS OF THE SLOPE PROFILE AND THE PURUS RIVER INDEX USING
SPATIAL ALTIMETRY

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 07/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/791358291](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/791358291)

Marcio Fernando Prado de Oliveira¹

Fernando Sergio dos Santos Farias²

Jéssica Caroline Correa da Silva³

Rafael Jovito de Souza⁴

Rafael Diego Barbosa Soares⁵

Joecila Santos da Silva⁶

RESUMO

Na Amazônia, os rios são vitais para a vida e o desenvolvimento socioeconômico das comunidades. O rio Purus, um dos principais tributários do Amazonas, é de suma importância para a região. A Agência Nacional de Águas destaca a relevância do monitoramento hidrológico contínuo devido às variações hídricas e aos desafios climáticos. A falta de uma rede de monitoramento hidrológico adequada na Amazônia torna as medições via satélite, como altimetria espacial, uma alternativa significativa para elaborar perfis longitudinais de corpos hídricos. Essas técnicas, associadas ao índice de Hack (RDE — Relação Declividade-Extensão), ajudam a identificar anomalias e melhorar a gestão dos recursos hídricos. Este estudo tem como objetivo definir o perfil longitudinal do rio Purus, utilizando dados altimétricos das missões Sentinel 3A e 3B, além de detectar anomalias pelo Índice RDE. Conclui-se portanto, conforme gráfico, uma elevação de 337,19 m no início e 21,6 m próximo à foz, com um canal de 3.875,3 km. A análise do índice RDE de 20,8194 sugere desequilíbrio, com anomalias de segundo grau na maioria do curso do rio, indicando possíveis influências estruturais e implicações para a dinâmica fluvial e a gestão hídrica regional.

Palavras-chave: Perfil longitudinal; Monitoramento hidrológico; Recursos hídricos.

ABSTRACT

In the Amazon, rivers are vital for life and the socioeconomic development of communities. The Purus River, one of the main tributaries of the Amazon, is of paramount importance to the region. The National Water Agency emphasizes the relevance of continuous hydrological monitoring due to water variations and climatic challenges. The lack of an adequate hydrological monitoring network in the Amazon makes satellite measurements, such as

spatial altimetry, a significant alternative for deriving longitudinal profiles of water bodies. These techniques, associated with the Hack index (RDE — Slope-Extension Ratio), help identify anomalies and improve water resource management. This study aims to define the longitudinal profile of the Purus River using altimetric data from the Sentinel 3A and 3B missions, in addition to detecting anomalies through the RDE Index. Therefore, according to the graph, an elevation of 337.19 m at the beginning and 21.6 m near the mouth is observed, with a channel length of 3,875.3 km. The analysis of the RDE index of 20.8194 suggests disequilibrium, with second-degree anomalies along most of the river course, indicating possible structural influences and implications for fluvial dynamics and regional water management.

Keywords: Longitudinal profile; Hydrological monitoring; Water resources.

1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, reconhecida por sua rica biodiversidade e por um sistema hídrico bastante complexo, é inegável que a água e os rios desempenham um papel essencial na sustentação da vida local, além de serem fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades ali presentes. Este aspecto é devido essencialmente aos rios amazônicos funcionarem como estradas para o deslocamento entre pessoas e transporte de mercadorias, além de servir como fonte de energia e produção de alimentos.

Neste contexto, o rio Purus é um rio de grande importância para a região Amazônica em razão de sua variabilidade hídrica e socioeconômica, além de ser um dos nove tributários mais

importantes do Rio Amazonas, percorrendo aproximadamente 3700 km desde a sua nascente no Peru até desembocar no rio Solimões (Júnior e Waichman, 2009).

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024), o rio Purus pertence à Região Hidrográfica Amazônica que abrange os estados do Acre, Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso, representando 45% do território nacional e concentra 81% da água superficial disponível no Brasil. Engloba sete países (Peru, Bolívia, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana e Brasil) e possui cerca de seis milhões de quilômetros quadrados de sua nascente situada ao sul dos Andes peruanos até a foz do rio Amazonas, no Oceano Atlântico, tendo como característica o aspecto meandroso (Acre, 2012) e águas turvas, ricas em sedimentos oriundos dos Andes (Ríos-Villamizar; Junior; Waichman, 2011).

Para o rio Purus, devido sua enorme dimensão e importância indiscutível para a região, é imprescindível um monitoramento hidrológico contínuo e acompanhamento sistemático de coleta de informações relacionadas ao ciclo da água numa bacia hidrográfica (Abrhidro, 2023) visando o uso dos recursos hídricos desse rio. Isso envolve questões como o controle de cheias e estiagens, prevenção de erosão e o planejamento ambiental. De acordo com Pereira e Szlafsztein (2015), a bacia hidrográfica do rio Purus é uma das mais impactadas por fenômenos climáticos extremos, o que afeta os corpos d'água nessa região.

Entretanto, Seyler *et al* (2009) afirma que, devido à escassez ou quase total ausência de uma rede de monitoramento hidrometeorológica na bacia amazônica, agravada pelo difícil acesso e ausência de informações na região, a utilização de medições

obtidas por satélites altimétricos se revela uma alternativa bastante significativa, pois possibilitam a aquisição de dados e informações em regiões de grande extensão e remotas como as existentes na bacia do rio Purus. Dessa forma, conforme Silva (2010), a altimetria espacial pode ser então uma excelente ferramenta para auxiliar na obtenção de medidas de nível da água na bacia do rio Purus, dada as limitações da rede de monitoramento hidrológico na região.

Aliado a isso, conforme De Souza, Souza e Goldfarb (2011), outros fatores que também são determinantes para a compreensão não só dos fenômenos hidrológicos que atuam em uma bacia hidrográfica, mas também dos condicionantes que equilibram ou desequilibram os sistemas fluviais: são o estudo da declividade do rio, quando combinado a geomorfologia, e a análise do formato do perfil longitudinal de um rio, que consiste na relação entre as variações altimétricas e o comprimento do rio desde a nascente até a foz.

Nos cursos fluviais em equilíbrio (estado estacionário), a morfologia apresenta declives mais acentuados à montante, que diminuem gradativamente à jusante. Alterações nesta condição podem ser identificadas por anomalias ao longo do perfil longitudinal, assim como pelos índices de gradiente que revelam a magnitude dessas anomalias. Um exemplo é o índice de Hack, também conhecido como Relação Declividade-Extensão (RDE), (Cremon, 2014).

Neste cenário, o propósito deste estudo é empregar a técnica de altimetria espacial para analisar o equilíbrio do rio Purus por meio do perfil longitudinal, construído a partir de dados altimétricos obtidos dos satélites Sentinel 3-A e 3-B, utilizando o índice RDE (Relação Declividade-Extensão), visando identificar e mensurar áreas anômalas ao longo de seu leito principal que possam indicar

atividade neotectônica e/ou influência litológica. Desta maneira contribuindo com dados e informações que permitam uma compreensão mais aprofundada da resposta hidrológica da bacia do rio Purus, com o intuito de aprimorar a gestão dos recursos hídricos na região.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do rio Purus, apresentada na Figura 1, é parte integrante da bacia hidrográfica amazônica, compreendendo os departamentos peruanos (de Madre de Dios e Ucayali), boliviano (de Pando) e os estados brasileiros do Acre, Amazonas e Rondônia respectivamente.

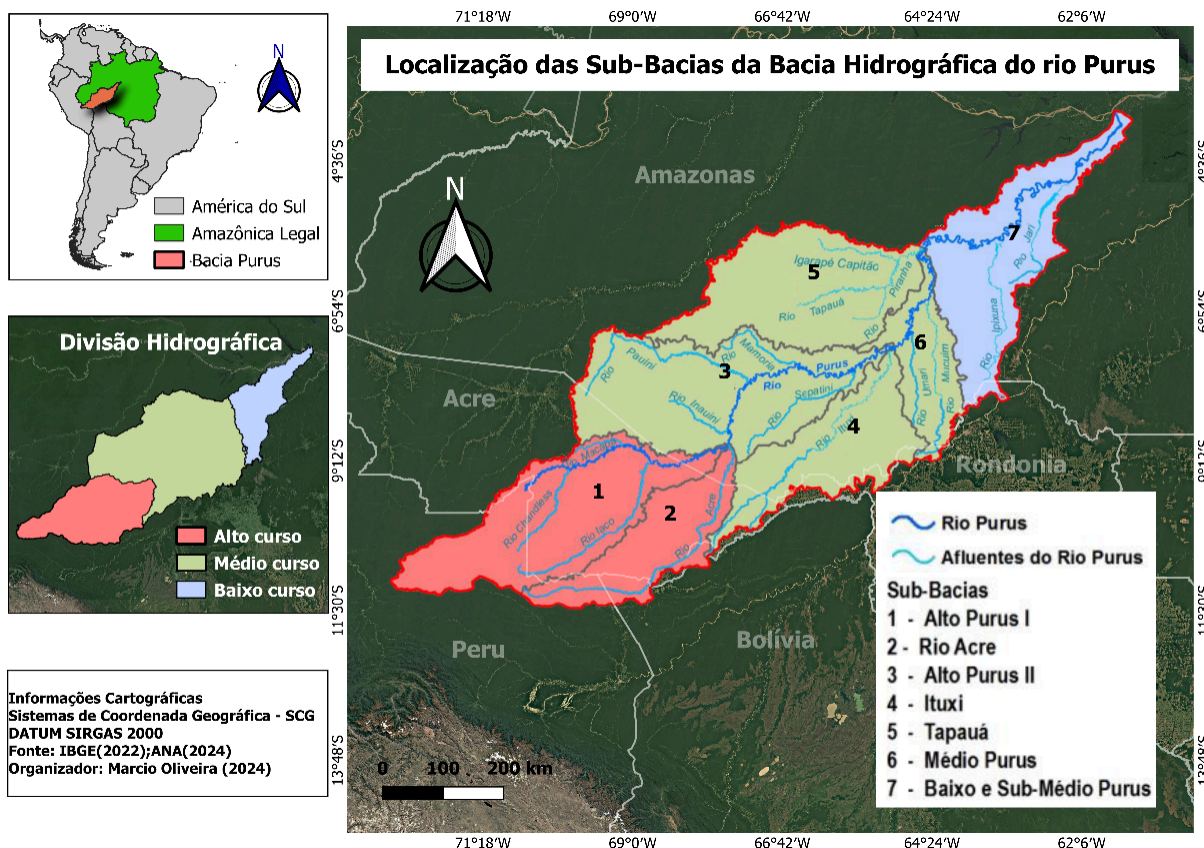


Figura 1. Bacia do Purus e respectivas sub-bacias

Fonte: Elaborado pelos autores

O rio Purus é a quarta maior bacia tributária da margem direita do rio Amazonas, abrangendo uma área de 370.000 km² e apresentando uma vazão média de 27,76 l/s.km² (ANA, 2012). Segundo a Aliança Águas Amazônicas (Aaa, 2024), caracteriza-se como um rio de águas barrentas e rico em nutrientes, especialmente quando contrastado com os tributários de águas claras e pretas do Amazonas, tendo seu volume de sedimentos transportados relativamente baixo em comparação aos rios Madeira e Ucayali.

O rio Purus, segundo a ANA (2024), a bacia hidrográfica do rio Purus é dividida em 7 sub-bacias (conforme ilustrado na Figura 1): Alto Purus I; Rio Acre; Alto Purus II; Ituxi; Tapauá; Médio e Submédio Purus; e Baixo Purus. Entre os principais afluentes do rio Purus, na margem direita, estão os rios Chandless, Iaco, Acre, Sepatini, Ituxi, Umari, Mucurim, Ipixuna e Jarí; já na margem esquerda, os rios Macapá, Inauini, Pauini, Mamoriá e Tapauá.

O trajeto do rio Purus é constantemente modificado em suas áreas alagáveis, o que resulta na formação de milhares de meandros e lagos de várzea, conhecidos como "lagos de ferradura", além de várias lagoas em planícies alagadas, extensas regiões de florestas que são inundadas sazonalmente e uma grande diversidade de vegetação. Essa configuração faz com que essas áreas sejam consideradas algumas das mais produtivas entre os tributários do rio Amazonas (Aaa, 2024).

2.2. Dados Altimétricos

Nesta pesquisa foram utilizados os dados dos satélites altimétricos Sentinel-3A e Sentinel-3B, abrangendo os períodos de 2016 a 2024 e

2018 a 2024, respectivamente, fazendo uso do algoritmo standard de tratamento de FO Ice-1 e o modelo de ondulação geoidal EGM2008, elaborado por Pavlis et al. (2008). Os dados altimétricos estão agregados à Rede de Monitoramento Altimétrico do Laboratório de Recursos Hídricos e Altimetria Espacial da Amazônia (RHASA), sendo consultados junto à base de dados *Hydroweb* da plataforma THEIA-CNES.

A escolha do algoritmo Ice-1 justifica-se por seu melhor desempenho em corpos hídricos continentais, especialmente em rios de grande porte e com dinâmica sazonal pronunciada, como é o caso do rio Purus. A correção do geóide pelo modelo EGM2008 permite a conversão das altitudes elipsoidais em altitudes ortométricas, garantindo maior consistência e comparabilidade dos dados altimétricos em relação ao *datum* vertical local. Adicionalmente, a integração dos dados à rede RHASA e à base *Hydroweb* assegura a padronização, o controle de qualidade e a rastreabilidade das séries temporais utilizadas, conferindo robustez e reprodutibilidade às análises desenvolvidas neste estudo.

2.3. Métodos

Silva et al. (2010) estabelecem que a aplicação de uma Estação Virtual (EV) é baseada no cruzamento da passagem dos satélites altimétricos com um corpo hídrico na superfície da terrestre, permitindo estimar a altura do plano de água a partir de uma série temporal. O termo virtual é utilizado somente com o intuito de diferenciar de uma estação *in situ*.

2.3.1. Download dos Dados Altimétricos da Plataforma Theia-Cnes

As EVs para o Sentinel 3A e 3B já estão prontas e disponíveis no endereço da Plataforma THEIA-CNES (<https://hydroweb.theia-land.fr/?lang=en&>), sendo utilizado neste trabalho. Na plataforma é possível realizar a seleção dos dados por bacia, rio ou lago e efetuar o download do arquivo no formato CSV (Documento de EXCEL).

Foi realizada uma análise criteriosa dos dados para garantir a obtenção de informações precisas, eliminando os pontos considerados anômalos, pois nem todas as medições coletadas pelo satélite são adequadas para a pesquisa em questão. De acordo com Silva et al (2010), isso se deve a haver vários elementos, como bancos de areia, ilhotas e vegetação interfluvial, que podem afetar os resultados dessas medições. Na sequência, foram elaboradas as séries temporais altimétricas dos níveis d'água utilizando o software Excel 365, removendo as medições que estavam significativamente fora do padrão hidrológico observado.

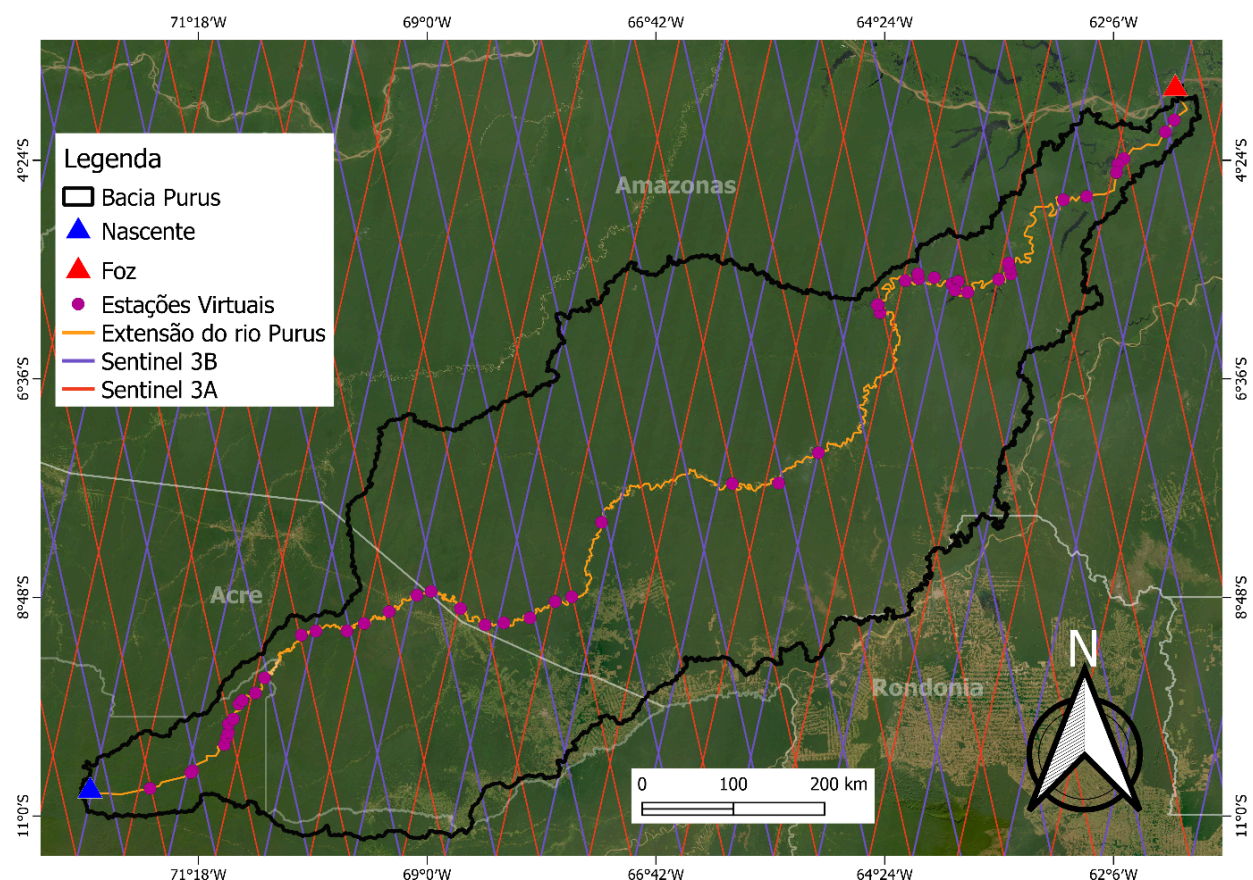
2.3.2. Mapeamento das Estações Virtuais

Para efetuar o mapeamento das estações altimétricas, utilizou-se o software Google Earth Pro, versão 7.3, que demandou a instalação de complementos no programa, incluindo os contornos do perfil da bacia hidrográfica e as rotas dos satélites Sentinel 3A e 3B. Após essa etapa, o mapeamento das EVs foi realizado manualmente com base nas coordenadas, a fim de elaborar o mosaico de imagem, conforme ilustrado na Figura 2, sendo a organização feita com o software QGIS, versão 3.28.10.

A vetorização manual das estações mostrou-se necessária devido à ausência de uma base cartográfica padronizada para a região amazônica, o que exigiu criteriosa conferência das coordenadas

geográficas de cada estação. Posteriormente, os arquivos vetoriais foram reprojetoados para o sistema de referência SIRGAS 2000, garantindo a padronização e a compatibilidade espacial dos dados com as demais bases utilizadas na pesquisa.

Figura 2. Localização da bacia do rio Purus com a distribuição das estações virtuais, traços dos satélites Sentinel 3A e 3B e extensão do rio Purus.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3.3. Perfil Longitudinal

A análise do perfil longitudinal de um rio é crucial para determinar se ele está em equilíbrio ou desequilíbrio. Os perfis longitudinais consistem na relação entre as cotas (variações altimétricas) e a extensão do rio, desde a nascente até a foz (de Souza et al., 2015). A análise do perfil longitudinal, conforme proposta por Hack (1973), baseia-se em um plano cartesiano onde os valores de altimetria são

plotados no eixo das ordenadas e os respectivos comprimentos dos trechos do rio em questão são inseridos no eixo das abscissas.

Para este trabalho, foram utilizados os dados relativos às cotas máximas mensais obtidos a partir de séries temporais altimétricas consultando a plataforma THEIA-CNES já mencionada. Posteriormente, utilizando o software Google Earth Pro e a ferramenta de medição, foi possível calcular as distâncias entre as Estações Virtuais (EVs) e de cada um deles até a foz do rio Purus. Os dados coletados foram transferidos para o Excel 365, onde foram criados os perfis longitudinais do rio Purus, apresentados em gráficos, com o eixo das ordenadas representando as cotas altimétricas em relação ao EGM2008 (m) e o eixo das abscissas mostrando a extensão do curso do rio Purus (km).

2.3.4. Índice de Hack ou Relação-Declividade- Extensão (RDE)

O cálculo do índice de Hack ou RDE para um determinado trecho do rio foi realizado, através da razão entre a diferença de altitude entre dois pontos extremos de um segmento de drenagem (Δh) e o comprimento horizontal da extensão desse segmento (Δl), multiplicado pelo comprimento do rio desde o ponto mais baixo do segmento até a nascente (L), indicando o seu potencial de escoamento (Ibanez et al., 2013), seguindo a Equação 1.

Equação 1

$$RDE_{Trecho} = \frac{\Delta h}{\Delta l} \times L$$

Onde:

Δh : diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento de drenagem;

Δl : comprimento da projeção horizontal da extensão do seguimento considerado;

L : comprimento do curso d'água entre o ponto inferior do segmento considerado até a nascente;

Agora, a obtenção do RDE para o curso total foi calculada pela razão entre a diferença altimétrica total do curso (ΔH) e o logaritmo natural da extensão total ($\ln L$), de acordo ilustrado na Equação 2 e na Figura 3.

Equação 2

$$RDE_{Total} = \frac{\Delta H}{\ln L}$$

Onde:

ΔH : diferença altimétrica total do segmento de drenagem;

$\ln L$: logaritmo natural da extensão total;

Monteiro et al. (2014) afirma que qualquer variação ou anomalia nesta estrutura sinaliza um desajuste na drenagem. Diante disso, as anomalias podem ser indicativos de atividades neotectônicas (Bishop et al., 2005) ou de variações estruturais ou litológicas que afetam a morfologia do sistema (Hack, 1973).

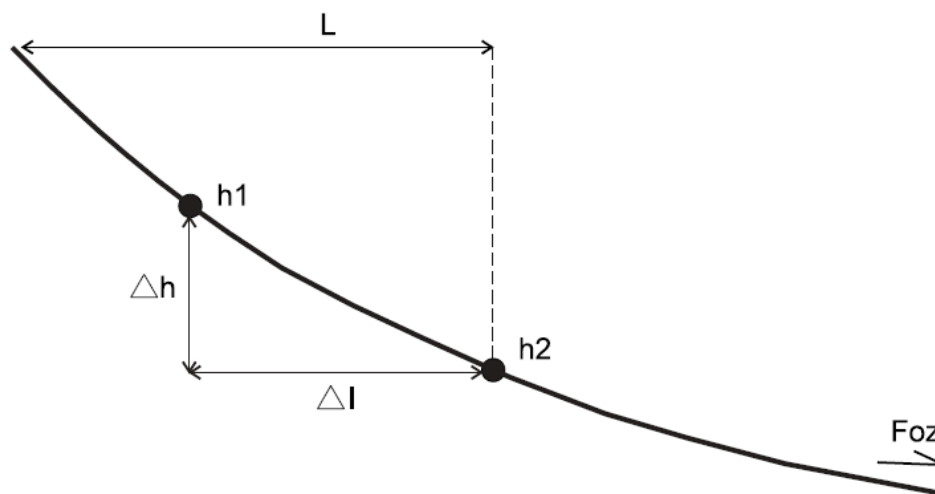


Figura 3. Parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE para segmento de drenagem

Fonte: Adaptado de *Etchebehere* (2000).

2.3.5. Análise do Equilíbrio do Rio Purus

Zancopé et al. (2009) estabelece que os cursos de água são considerados em equilíbrio quando o perfil exibe uma curva em parábola côncava com declividades superiores no sentido da nascente e menores em direção à foz, desta forma a ação da erosão, o deslocamento de sedimentos e da deposição de sólidos são iguais. Em concordância, Ibanez et al. (2013) afirma que este comportamento denota um equilíbrio entre capacidade de transporte fluvial e fornecimento sedimentar.

A metodologia indicada por Etchebehere (2000) foi aplicada para realizar a análise do equilíbrio do rio Purus, que sustenta que todo curso d'água busca alcançar um estado de equilíbrio, passando por processos de erosão ou deposição gradual de sedimentos no próprio leito. Para a análise da capacidade de erosão, transporte e deposição, foram examinadas as anomalias calculadas para cada segmento entre as EVs, obtidas a partir da divisão do RDE do segmento pelo RDE total, conforme a equação 3, e avaliadas de acordo com a tabela 1.

$$Anomalia(A) = \frac{RDE_{Trecho}}{RDE_{Total}}$$

Tabela 1. Classificação das anomalias

ANOMALIA (A)	CLASSIFICAÇÃO
0 < a < 2	Faixa de equilíbrio do canal
2 < a < 10	Anomalias de 2ª ordem
a > 10	Anomalias de 1ª ordem

Fonte: Adaptado de Goldfarb, 2012.

Para Souza e Arruda (2014), os trechos que mostram valores de anomalias inferiores a 2 são classificadas como pouco íngremes, o que não caracteriza uma anomalia. Já valores que variam de 2 a 10 são considerados anomalias de segunda ordem, associando-se a anomalias observadas em terrenos íngremes. Por outro lado, valores que ultrapassam o limite de 10 representam anomalias de primeira ordem, ligando-se a terrenos extremamente íngremes.

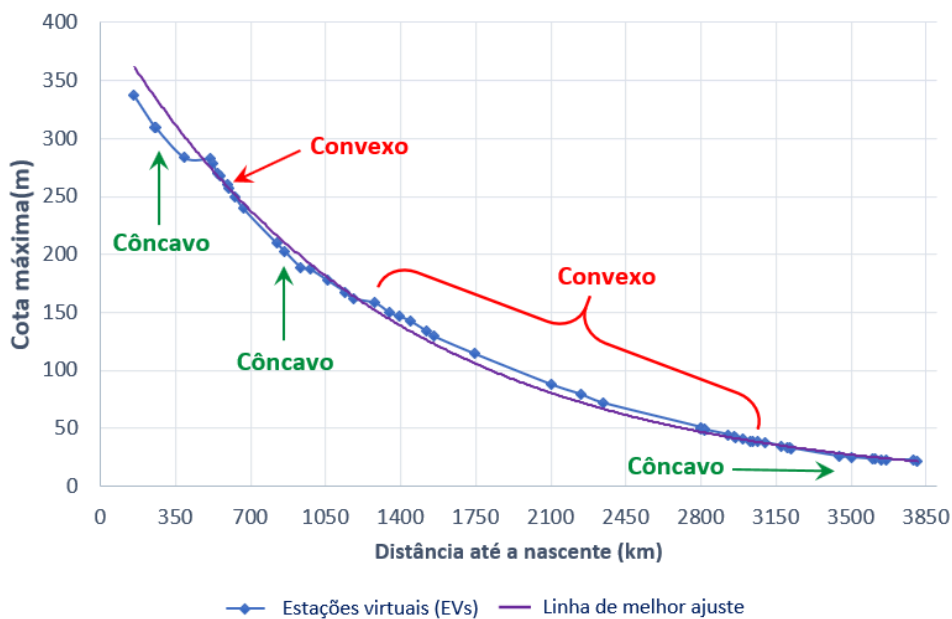
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram registradas 52 estações virtuais oriundas da varredura realizada pelos satélites *Sentinel* 3A e 3B ao longo do rio Purus, que se estende por um total de 3.875,3 km. Esse intervalo abrange as estações virtuais PURUS-KM0121, localizada mais próxima da nascente, e PURUS-KM0676, situando-se mais perto da foz, conforme apresentado na Tabela 2. A distribuição espacial dessas estações permitiu uma caracterização detalhada da variabilidade

altimétrica ao longo do canal, conferindo boa cobertura longitudinal ao perfil traçado.

A cota máxima observada alcançou 337,19 metros, enquanto a mínima foi de 21,6 metros, destacando-se a maior variação de altitude Δh entre as estações virtuais ($\Delta Cota_{Máxima}$) que foi de 27,28 metros. Essa amplitude altimétrica reflete o gradiente topográfico significativo entre o alto curso e a foz do rio Purus, evidenciando a transição entre ambientes de planalto e de planície amazônica. O perfil analisado indica que o curso do rio se apresenta em equilíbrio ao longo de sua extensão, desde a nascente até a foz, onde se pode identificar áreas de ascensão (formas convexas) e subsidências (formas côncavas), tendo um $RDE_{Total} = 20,819$, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3. Perfil longitudinal do rio Purus



Fonte: Próprio autor, 2024

Tabela 2. Variáveis morfométricas do rio Purus. $RDE_{Total} = 20,8194$.

Nome	Lat (°)	Long (°)	Cota Máx (m)	Δ Cota máx (m)	L nascer (m)
PURUS-0121	-10,7234	-71,7864	337,19	27,28	15781
PURUS-0235-2	-10,5454	-71,3589	309,91	0,19	25719
PURUS-0420-2	-10,5634	-71,3764	309,72	26,36	25381

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/analise-do-perfil-de-declividade-e-do-ndice-rde-do-rio-purus-por-meio-da-altimetria-espacial?noblockage>

Fonte: Próprio autor, 2024

Nos trechos analisados do rio Purus, 6 possuem índices RDE inferiores a 6, dessa forma classificados como em equilíbrio. As demais indicam possuir anomalias: 42 mostram anomalias de 2ª ordem (RDE superior a 2 e inferior a 10), enquanto 4 apresentam anomalia de 1ª ordem (RDE acima de 10) localizadas nas altitudes de 21,6m, 22,52m, 48,99m e 50,63m. A figura 4 ilustra o perfil longitudinal do rio Purus, além de mostrar os valores da razão RDE_{Trecho}/RDE_{Total} .

A caracterização altimétrica do rio Purus, obtida a partir de 52 estações virtuais derivadas das missões Sentinel-3A e Sentinel-3B ao longo de seus 3.875,3 km, revela um gradiente topográfico marcante, com cotas variando de 337,19 m, próxima à nascente, a 21,6 m junto à foz.

Essa amplitude de aproximadamente 315,6 m evidencia a transição entre o domínio de planalto e a planície amazônica, condicionando regimes hidrodinâmicos, padrões de sedimentação e a própria configuração do canal ao longo de seu curso, demonstrando que a maior parte do rio Purus apresenta desequilíbrio com anomalias de drenagem de 2ª ordem em 42 trechos, existindo ainda trechos com anomalias de drenagem de 1ª ordem em 4 trechos, e somente 6 trechos mostram curso do rio está em estado de equilíbrio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou a aplicação de técnica de altimetria espacial para analisar o equilíbrio do rio Purus por meio do perfil longitudinal com o intuito de realizar análise do rio Purus, rio de grande importância para a região Amazônica devido seus múltiplos na região Amazônica. Para tanto foi utilizado dados altimétricos da bacia do rio Purus obtidos dos satélites Sentinel 3-A e 3-B, permitindo a delimitação do referido rio, a indicação de pontos demarcatórios dos trechos correspondentes a todo seu curso utilizando o índice RDE (Relação Declividade-Extensão).

De acordo com os dados altimétricos apresentados no trabalho através do cálculo do gradiente de anomalia, indicados por Etchebehere (2000), a análise do índice RDE (Relação Declividade-Extensão) total de 20,8194, associada à prevalência de anomalias de 2ª ordem em 42 dos 52 trechos investigados, indica que o rio Purus não se encontra em estado de equilíbrio dinâmico pleno. Apenas 6 trechos foram classificados como equilibrados, enquanto 4 apresentaram anomalias de 1ª ordem, concentradas em cotas específicas (21,6m, 22,52m, 48,99 m e 50,63m), sugerindo controles estruturais e litológicos diferenciais ao longo do canal. Tais

anomalias, manifestadas como formas convexas (ascensão) e côncavas (subsistência), apontam para uma interferência tectônica e/ou litológica significativa, com implicações diretas para a dinâmica fluvial, os processos erosivos e deposicionais e a conectividade hidrológica da bacia.

Do ponto de vista da gestão hídrica regional, esses resultados reforçam a necessidade de monitoramento hidrológico contínuo e de redes altimétricas robustas, especialmente em um contexto de intensificação de eventos climáticos extremos e de crescente pressão antrópica sobre a Amazônia. As anomalias detectadas podem influenciar o transporte de sedimentos, a navegabilidade, a disponibilidade hídrica e a integridade dos ecossistemas aquáticos e ripários, com efeitos diretos sobre as comunidades ribeirinhas que dependem do rio Purus para transporte, alimentação e subsistência econômica.

Assim, este estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a morfodinâmica fluvial na Amazônia, demonstrando o potencial da altimetria espacial associada ao índice RDE como ferramenta de diagnóstico de anomalias tectônicas e litológicas. Os dados obtidos através da análise fornecem subsídios técnicos e científicos para políticas de gestão hídrica, conservação ambiental e planejamento territorial, destacando a urgência de estratégias adaptativas frente às mudanças climáticas e às pressões socioeconômicas que incidem sobre o rio Purus, um dos principais tributários do rio Amazonas.

Vale destacar que a altimetria espacial se mostrou uma excelente alternativa para o desenvolvimento e estudo do perfil longitudinal não somente do rio Purus, mas também de outros rios. onde, durante a análise dos dados, foram identificadas algumas

informações que necessitaram ser excluídas, evidenciando a necessidade da seleção dos pontos das medidas altimétricas e a medição das distâncias entre as estações virtuais serem realizadas de maneira meticulosa para se evitar conclusões equivocadas pelo uso de medidas incorretas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do Convênio CAPES/UNESP nº 951420/2023. Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua pelo apoio técnico-científico; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo incentivo e apoio financeiro em forma de bolsa, e à ANA pela disponibilização gratuita dos dados hidrológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAA — ALIANÇA ÁGUAS AMAZÔNICAS. **Purus**. 2024. Disponível em: <https://pt.aguasamazonicas.org/bacia/bacias-principais/purus>.

Acesso em: 14 set. 2024.

ABRHIDRO — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS.

A importância da medição hidrológica para os comitês de bacias hidrográficas. 2023. Disponível em:

<https://www.site.abrhidro.org.br/post/a-import%C3%A2ncia-da-medi%C3%A7%C3%A3o-hidrol%C3%B3gica-para-os-comit%C3%AAs-de-bacias-hidrogr%C3%A1ficas#:~:text=J%C3%A1%20o%20trabalho%20de%20m>

edi%C3%A7%C3%A3o,vaz%C3%A3o%20e%20armazenamento%20de
%20%C3%A1gua. Acesso em: 15 set. 2024.

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, 2012. 356 p.

ANA — AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Divisões hidrográficas do Brasil.** Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/diviso-es-hidrograficas>. Acesso em: 15 set. 2024.

_____. **Situação da Água no Mundo.** Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-nomundo>. Acesso em: 16 set 2024.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial.** Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursoshidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

_____. **Plano estratégico de recursos hídricos dos afluentes da margem direita do rio Amazonas: resumo executivo.** Brasília: ANA, 2012. <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/planoEstrategicoDeRecursos.pdf>. Acesso em: 12 set 2024.

BISHOP, P.; HOEY, T. B.; JANSEN, J. D.; ARTZA, I. L. **Knickpoint recession rate and catchment area: the case of uplifted rivers in**

eastern Scotland. Earth Surface Processes and Landforms, v. 30, n. 6, p. 767-778, 2005.

CALMANT, S.; SEYLER, F. **Continental surface waters from satellite altimetry.** Comptes Rendus Geosciences, v. 338, p. 1113-1122, 2006.

CREMON, E. H. **Índices de gradiente e anomalias morfoestruturais em rios extensos: exemplo dos rios Uraricoera-Branco-RR.** Revista Geonorte, Ed. Especial 4, v. 10, n. 6, p. 146-152, 2014.

_____. **Espacialização da anomalia do índice de Hack como suporte a estudos morfoestruturais.** INPE, 2013.

DE SOUZA, R. B.; SOUZA, J. B.; GOLDFARB, M. C. **Determinação e análise do perfil longitudinal do rio Una – PE.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011, Maceió. Anais [...]. Maceió: ABRH, 2011. p. 11-12.

ETCHEBEHERE, M. L. C. **Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas.** 2000. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

GOLDFARB, M. **Contribuição para modelagem de perfil longitudinal: bacia do rio Uma.** In: CONGRESSO DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 2012.

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

IBANEZ, D. M.; MIRANDA, F. P.; ALMEIDA FILHO, R. **Controle de estruturas do embasamento sobre o relevo da porção central da Bacia do Parnaíba evidenciado pela análise dos perfis longitudinais de rios.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais [...]. São José dos Campos: INPE, 2013.

JUNIOR, A. F.; WAICHMAN, A. V. **Mapeamento dos ambientes aquáticos e da cobertura da terra na bacia do Rio Purus, Amazonas, Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais [...]. São José dos Campos: INPE, 2009.

MONTEIRO, K. A.; TAVARES, B. A. C.; CORREA, A. C. B. **Aplicação do índice de Hack no rio Ipojuca para identificação de setores anômalos de drenagem e rupturas de relevo.** Geociências (UNESP), v. 33, n. 4, p. 616-628, 2014.

PAVLIS, N. K.; HOLMES, S. A.; KENYON, S. C.; FACTOR, J. K. **An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008.** 2008.

PEREIRA, D. M.; SZLAFSZTEIN, C. F. **Ameaças e desastres naturais na Amazônia Sul Ocidental: análise da bacia do rio Purus.** Ra'e Ga, Curitiba, v. 35, p. 68-94, 2015.

PEREIRA, Dense Marini. **Desastres naturais na Amazônia: avaliação de riscos na Bacia Hidrográfica do rio Purus.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pará – UFPA, 2014.

RÍOS-VILLAMIZAR, Eduardo Antonio; JUNIOR, Alberto Furtado Martins; WAICHMAN, Andrea Viviana. **Caracterização físico-química**

das águas e desmatamento na Bacia do Rio Purus, Amazônia brasileira ocidental. Revista Geográfica Acadêmica, v. 5, n. 2, 2011. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/9b07c339d282b444e33cc9934073de0a/1?pqorigsite=gscholar&cbl=2046164>. Acesso em: 16 set. 2024.

SEYLER, F.; CALMANT, S.; SANTOS DA SILVA, J.; FILIZOLA, N.; COCHONNEAU, G.; BONNET, M. P.; COSTI, A. C. Z. **Inundation risk in large tropical basins and potential survey from radar altimetry: example in the Amazon basin.** Marine Geodesy, v. 32, n. 3, p. 303-319, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01490410903094809>. Acesso em: 15 set. 2024.

SILVA, J. S. **Altimetria Espacial em Zonas Úmidas da Bacia Amazônica: aplicações hidrológicas.** Sarrebruck: Éditions Universitaires Européennes, 2010. 360 p. ISBN 978-613-1-52979-5.

SILVA, J. S.; CALMANT, S.; SEYLER, F.; ROTUNNO FILHO, O. C.; COCHONNEAU, G.; MANSUR, W. J. **Water levels in the Amazon basin derived from the ERS 2 and ENVISAT radar altimetry missions. Remote Sensing of Environment,** v. 114, n. 10, p. 2160-2181, 2010.

¹ Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pelo PPG – ProfÁgua – Universidade do Estado do Amazonas, *Campus* Parintins-AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pelo PPG – ProfÁgua – Universidade do Estado do Amazonas, *Campus*

Parintins-AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos PPG – ProfÁgua – Universidade do Estado do Amazonas, *Campus* Parintins-AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Prof. Dr. do curso de Química e do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua – Universidade do Estado do Amazonas, Campus Parintins, AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Prof. Dr. do curso de PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua – Universidade do Estado do Amazonas, Campus Parintins, AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Prof. Dra. do curso de PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua – Universidade do Estado do Amazonas, Campus Parintins, AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)