

ANÁLISE DO EQUILÍBRIO FLUVIAL DO RIO NEGRO, COM DADOS DOS SATÉLITES SENTINEL 3-A E 3-B

Ciências Exatas e da Terra, Edição 118 JAN/23 / 30/01/2023

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7584362

Fernando Fontenele Duarte¹

Joecila Santos da Silva²

Resumo – A altimetria espacial surgiu como uma tecnologia utilizada para monitoramento e mapeamento dos oceanos, devido à sua cobertura global, passa a ser uma possibilidade no monitoramento de águas continentais com um alto grau de confiabilidade espacial, centralizando o máximo de dados hidrológicos e fornecendo funções avançadas, em particular para pesquisar eventos relacionados ao ciclo hidrológico. Uma dessas aplicações refere-se a criação de perfis hidrológicos de corpos hídricos objeto do presente que se propõe a analisar o perfil longitudinal do rio Negro utilizando dados altimétricos fornecidas pela missão Sentinel, com seus satélites Sentinel 3-A e 3-B e a aplicação do índice de RDE buscando detectar e quantificar zonas anômalas ao longo de seu curso. Concluiu-se que a técnica da altimetria espacial é satisfatória para a elaboração do perfil longitudinal do rio Negro. Na análise da sua declividade foram identificados 05 trechos em equilíbrio, 11 trechos em anomalia de 2º ordem e 17 trechos com anomalias de 1º ordem.

Palavras-chave: Altimetria espacial; rio Negro; perfil de declividade; índice RDE.

Abstract – Spatial altimetry emerged as a technology used for monitoring and mapping the oceans, due to its global coverage, it becomes a possibility for monitoring of continental waters with a high degree of spatial reliability, centralizing the maximum of hydrological data and providing advanced functions, in particular for searching events related to the hydrological cycle. One of these applications refers to the creation of hydrological profiles of water bodies, object of the present, which proposes to analyze the longitudinal profile of the Negro River using altimetric data provided by the Sentinel mission, with its Sentinel 3-A and 3-B satellites and the application of the RDE index seeking to detect and quantify anomalous zones along its course. It was concluded that the technique of spatial altimetry is satisfactory for the elaboration of the longitudinal profile of the Rio Negro. In the analysis of its slope, 05 stretches in equilibrium, 11 stretches in 2nd order anomaly and 17 stretches with 1st order anomalies were identified.

Key-words: Radar altimetry; Negro river, slope profile, RDE index.

1 INTRODUÇÃO

O estudo com aplicação de dados obtidos por satélite surgiu no início dos anos 70, com objetivo de obter informações sobre a química, física e a dinâmica das terras continentais, da atmosfera e da biosfera (SILVA *et al.*, 2010). A altimetria espacial consiste na medida da distância vertical entre o satélite e o nível da água, cuja utilização disponibiliza, de forma rápida e com fácil acesso, os dados de níveis de água. Sua aplicação em águas continentais é o presente objeto deste trabalho por se tratar de uma forma mais eficiente no estudo da bacia do rio Negro, dada a sua grande dimensão e restrições locais de deslocamento para implementação de uma rede de monitoramento *in situ*. A missão altimétrica Sentinel com os seus satélites Sentinel 3-A e Sentinel 3-B tem uma abrangência de dados sob a extensa faixa territorial do rio Negro, possibilitando a utilização de estações virtuais em locais onde a instalação de estações fluviométricas convencionais não seriam viáveis (COUTINHO *et al.*, 2019).

A análise do formato do perfil longitudinal de um rio permite entender se este se encontra em estado de equilíbrio ou desequilíbrio, ou seja, se o comportamento hidráulico da corrente se encontra estável, fazendo com que não haja erosão do talvegue nem agração, havendo somente passagem de carga sedimentar (PORTELA *et al.*, 2015). É esperado que os perfis longitudinais apresentem uma forma côncava com aumento da sua concavidade para montante. Tal comportamento demonstra um equilíbrio entre capacidade de transporte fluvial e fornecimento sedimentar (IBANEZ *et al.*, 2013). Qualquer variação ou anomalia nesta formação indica que a drenagem se encontra desajustada (MONTEIRO *et al.*, 2014). Neste caso, pode-se interpretar as anomalias como indicativas de atividades neotectônicas (BISHOP *et al.*, 2005), assim como de diferença estrutural ou litológica sobre a morfologia do sistema (HACK, 1973).

O índice que relaciona o declive de drenagem com sua extensão foi elaborado por Hack (1973) e reflete o seu poder de escoamento (IBANEZ *et al.*, 2013). Este índice foi proposto como um elemento prático para a determinação de trechos de curso que são discordantes do padrão geral de organização fluvial (SOUZA e ARRUDA, 2014). Esse estudo possibilitou a correção dos valores de gradiente e a identificação de anomalias de drenagem em diferentes trechos de seu curso (SOUZA *et al.*, 2013).

Esta pesquisa é parte integrante do Trabalho de Conclusão de Curso do primeiro autor e propõe-se a analisar o equilíbrio do rio Negro através do perfil longitudinal, elaborado com dados altimétricos, provenientes dos satélites Sentinel 3-A e 3-B. Para tal análise, será aplicado o índice RDE (Relação Declividade-Extensão) buscando detectar e quantificar zonas anômalas ao longo de seu curso principal que possam identificar atividade neotectônica e/ou imposição litológica. Além de contribuir para uma melhor compreensão da resposta hidrológica da bacia do rio Negro.

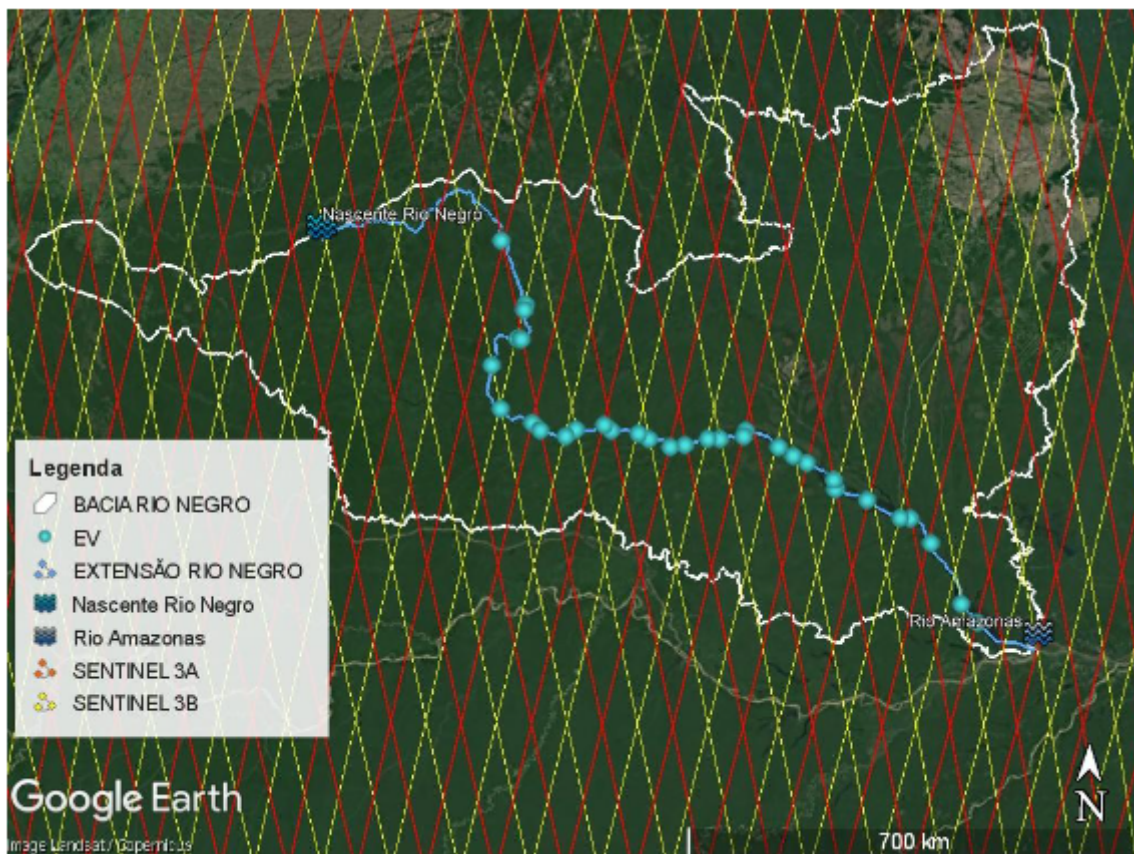
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O rio Negro é situado em três países da América do Sul, sendo eles a Venezuela, a Colômbia e o Brasil. Para a região da Amazônia Legal é um dos afluentes mais importantes, por se tratar de uma hidrovia que proporciona o acesso de inúmeros municípios do interior com a capital do Amazonas, Manaus (SILVA, 2010). Drena uma área de aproximadamente 700.000 km² por cerca de 1.700 km de extensão (Figura 01). Nasce sob a denominação de rio Chamusiqueni, em um platô da Comissária de Guainía, na Colômbia e, por todo seu curso, até a confluência com o rio Solimões para formar o rio Amazonas, drena áreas de baixo relevo e terrenos consolidados, o que reflete na sua velocidade e erosão (CUNHA e PASCOALOTO, 2006). Sua cor é, em parte, devido à drenagem dos solos ricos em solutos húmicos, provenientes da matéria orgânica em decomposição da floresta (LEENHER, 1980).

Seu canal principal flui na direção leste-nordeste. Após cerca de 400 km, o rio vira para o sudeste e passa a formar a fronteira entre o departamento de Guainía da Colômbia e o estado do Amazonas, na Venezuela, e chega à Piedra del Cocuí, uma formação rochosa ígnea da era pré-cambriana, parte do Escudo das Guianas, que serve de tríplice fronteira. Desde aí, entra no Brasil pela localidade de Cucuí, um distrito de São Gabriel da Cachoeira, no Amazonas (SILVA, 2010). Seu curso contém uma velocidade relativamente baixa, acarretando a represa da água em algumas épocas do ano. Possui uma vazão média anual aproximadamente 29.000 m³/s, sua precipitação varia de 3500 mm/ano perto de sua nascente a 2137 mm/ano na sua foz (VILLAR *et al.*, 2009).

Figura 01 – Localização da bacia do rio Negro com as estações virtuais, traços dos satélites Sentinel 3A e 3B e extensão do rio Negro. Mosaico de imagens Google Earth, em segundo plano.



Fonte: Duarte, 2023.

2.2. Dados Altimétricos

Foram utilizados os dados dos satélites altimétricos Sentinel 3A e 3B, compreendendo os períodos de 2016 a 2022 e 2018 a 2022, respectivamente, empregando o algoritmo *standard* de tratamento de FO *Ice-1* e o modelo de ondulação geoidal EGM2008, desenvolvido por Pavlis *et al.* (2008).

Os dados altimétricos adotados fazem parte da Rede de Monitoramento Altimétrico do Laboratório RHASA e encontram-se disponíveis na base de dados Hydroweb, da plataforma THEIA-CNES ([https://hydroweb.theia-land.fr/?lang=en &](https://hydroweb.theia-land.fr/?lang=en&)).

2.3 Métodos

2.3.1 *Download* dos Dados Altimétricos da Plataforma Theia-Cnes

Uma Estação Virtual (EV) é determinada a partir do cruzamento entre as órbitas do satélite sobre a superfície de um corpo d'água, com viabilidade para aquisição

de série temporal da altura do nível d'água (SILVA, 2010; CALMANT *et al*, 2006). Para esta pesquisa, as EVs para o Sentinel 3A e 3B já estão prontas e disponíveis na Plataforma THEIA-CNES (<https://hydroweb.theia-land.fr/?lang=en> &). No site é possível filtrar os dados e selecioná-los por bacia, rio ou lago. O formato do arquivo baixado é CSV (Excel).

Algumas das medidas obtidas pelo satélite não são necessariamente medidas válidas para o estudo. Diversos fatores, tais como bancos de areia, ilhotas, vegetação interfluvial entre outros podem interferir no resultado dessas medidas (SILVA *et al.*, 2010). Portanto, foi necessária uma revisão mais apurada dos dados para se obter informações apropriadas, eliminando os pontos espúrios.

Em seguida foram geradas as séries temporais altimétricas de níveis d'água no software Excel 365, excluindo-se as medições espúrias que estejam muito fora do regime hidrológico obtido.

2.3.2 Mapeamento Das Estações Virtuais

Para a realização do mapeamento das estações altimétricas, foi utilizado o software *Google Earth Pro*, versão 7.3. Primeiramente foi necessário realizar a instalação de alguns complementos no programa, como: Contornos de perfil da bacia hidrográfica e os traços dos satélites Sentinel 3A e 3B. Após esse procedimento iniciou-se o mapeamento das EVs. Este procedimento é manual e deve ser realizado através das coordenadas das EVs.

2.3.3 Perfil Longitudinal

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). Os dados referentes às cotas máximas para cada mês foram extraídos a partir das séries temporais altimétricas. Em seguida, através do software *Google Earth Pro*, versão 7.3 e a ferramenta para determinação de medidas, foi possível obter-se as distâncias entre EVs e de cada EV até a foz do rio Negro.

Os dados obtidos foram transportados para o software *Excel 365*, onde foram elaborados os perfis longitudinais do rio Negro demonstrados em gráficos, onde o eixo das ordenadas corresponde às cotas altimétrica em relação ao EGM2008 (m) e o eixo das abscissas a extensão do curso do rio Negro (Km).

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

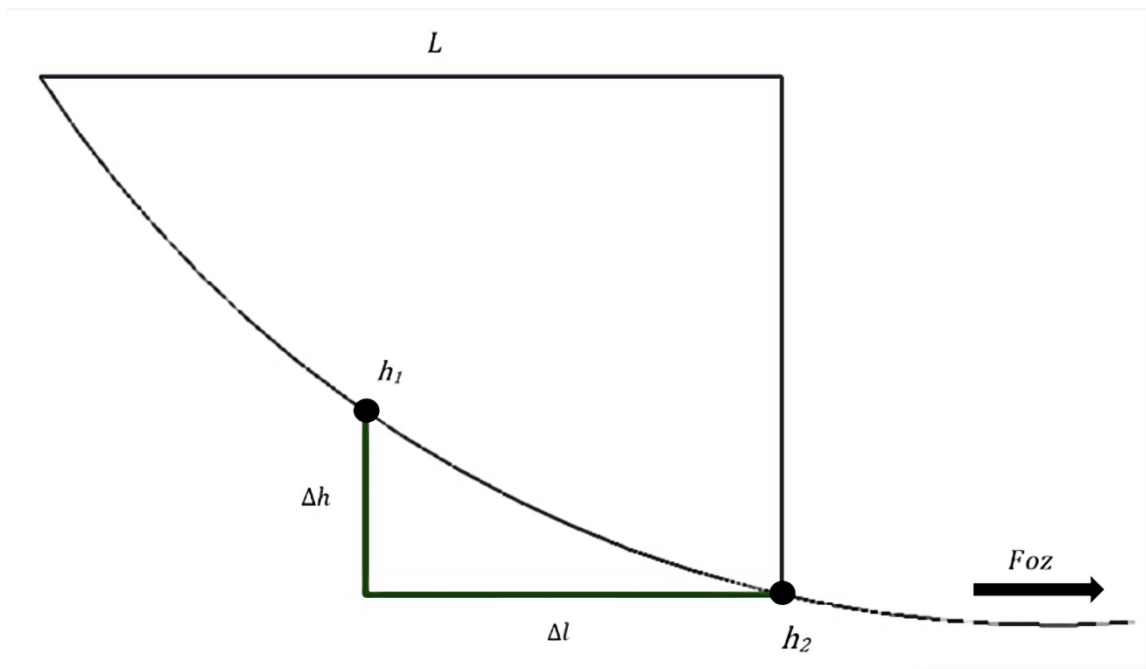
A obtenção do índice de Hack ou RDE para um trecho do curso d'água foi feita pela relação entre a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento de drenagem (Δh) e o comprimento da projeção horizontal da extensão do segmento considerado (Δl) multiplicada pelo comprimento do curso de água entre o ponto inferior do segmento considerado até a nascente (L), conforme Equação 1

$$RDE \text{ trecho} = \frac{\Delta h}{\Delta l} \times L \quad (\text{Eq. 1})$$

Já o RDE para o curso total foi calculado através da diferença altimétrica total do curso (ΔH) dividida pelo logaritmo natural da extensão total ($\ln L$), conforme as Equação 2 e Figura 02.

$$RDE \text{ total} = \frac{\Delta H}{\ln L} \quad (\text{Eq. 2})$$

Figura 02 – Parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE para seguimento de drenagem.



Fonte: Adaptado de Barbosa (2011).

2.3.5 Análise Do Equilíbrio Do Rio Negro

Para a análise do equilíbrio do rio Negro utilizou-se a metodologia mencionada por McKeown *et al.* (1988 apud ETCHEBEHERE, 2000) que diz que todo curso fluvial procura o seu equilíbrio, e para isso sofre erosão ou agradiação do seu próprio leito.

No que diz respeito à sua capacidade de erosão, transporte e deposição foram analisadas as anomalias calculadas para cada trecho entre as EVs, obtidas dividindo-se o RDE do trecho pelo RDE total, conforme a Equação 3:

$$\text{Anomalia (A)} = \frac{\text{RDE trecho}}{\text{RDE total}} \quad (\text{Eq.3})$$

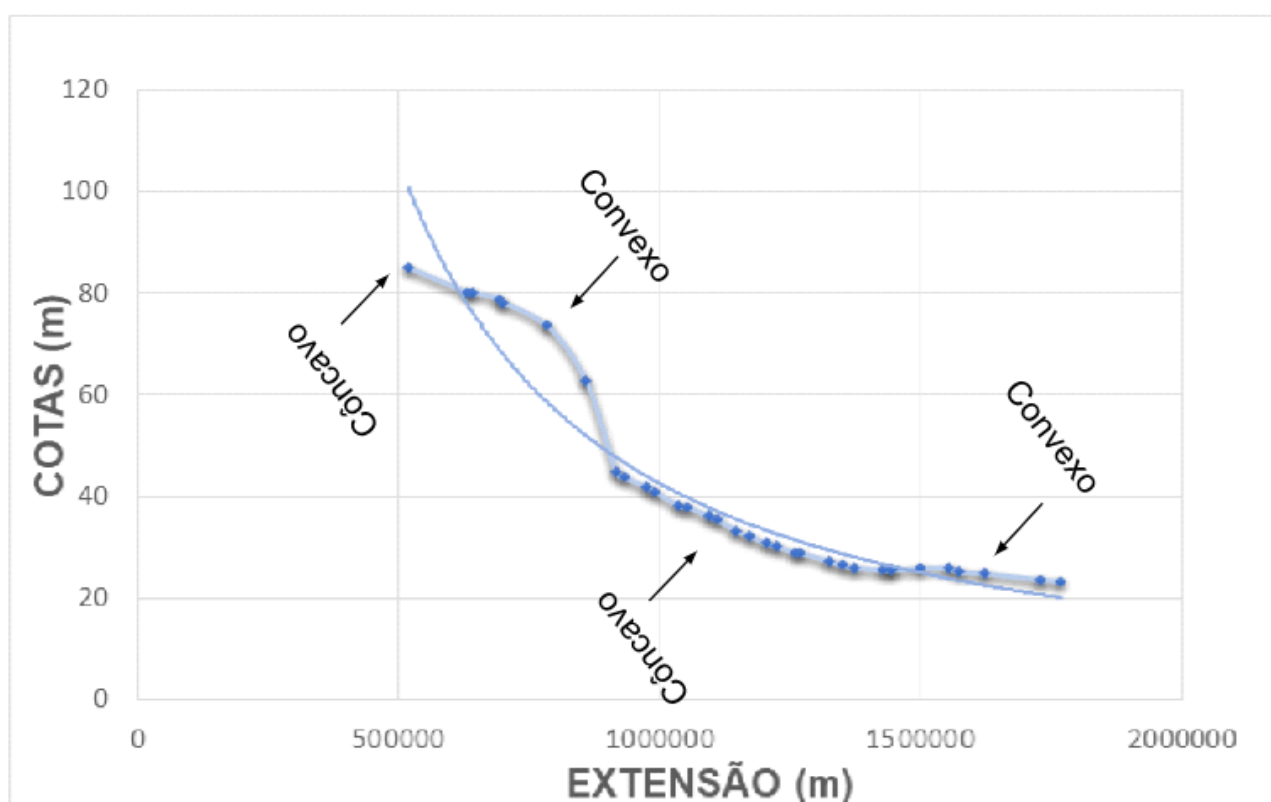
Trechos que apresentam valores de Anomalias menores que 2 são considerados pouco íngremes, o que não constitui anomalia. Valores entre 2 e 10 são consideradas anomalias de segunda ordem e se correlacionam a anomalias encontradas em terrenos íngremes. Já os valores superiores ao limiar 10, representam anomalias de primeira ordem e estão associadas a terrenos muito íngremes (SOUZA e ARRUDA, 2014).

De acordo com essa metodologia, buscou-se determinar uma linha de tendência que atendesse o perfil do rio, sendo consideradas as anomalias ou afastamentos superiores a 10 metros dessa linha. Trechos acima da linha de melhor ajuste foram considerados áreas ascendentes (convexo) e abaixo desta, áreas subsidentes (côncavos).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas 33 estações virtuais sob a cobertura dos satélites Sentinel 3-A e 3-B ao longo do rio Negro, com uma extensão de 1.879,93 km, no intervalo assistidos pelas estações virtuais R_AMAZONAS_NEGRO_KM2717 e R_AMAZONAS_NEGRO_KM1404, conforme Tabela 1. A cota máxima encontrada foi de 84,95 metros e a cota mínima de 23,4 metros, sendo identificada a maior declividade com 18,23 metros (Figura 03).

Figura 03 – Perfil longitudinal do Rio Negro



Fonte: Duarte, 2023.

Tabela 1 - Resumo das variáveis morfométricas do rio Negro. RDE total = 4,2605

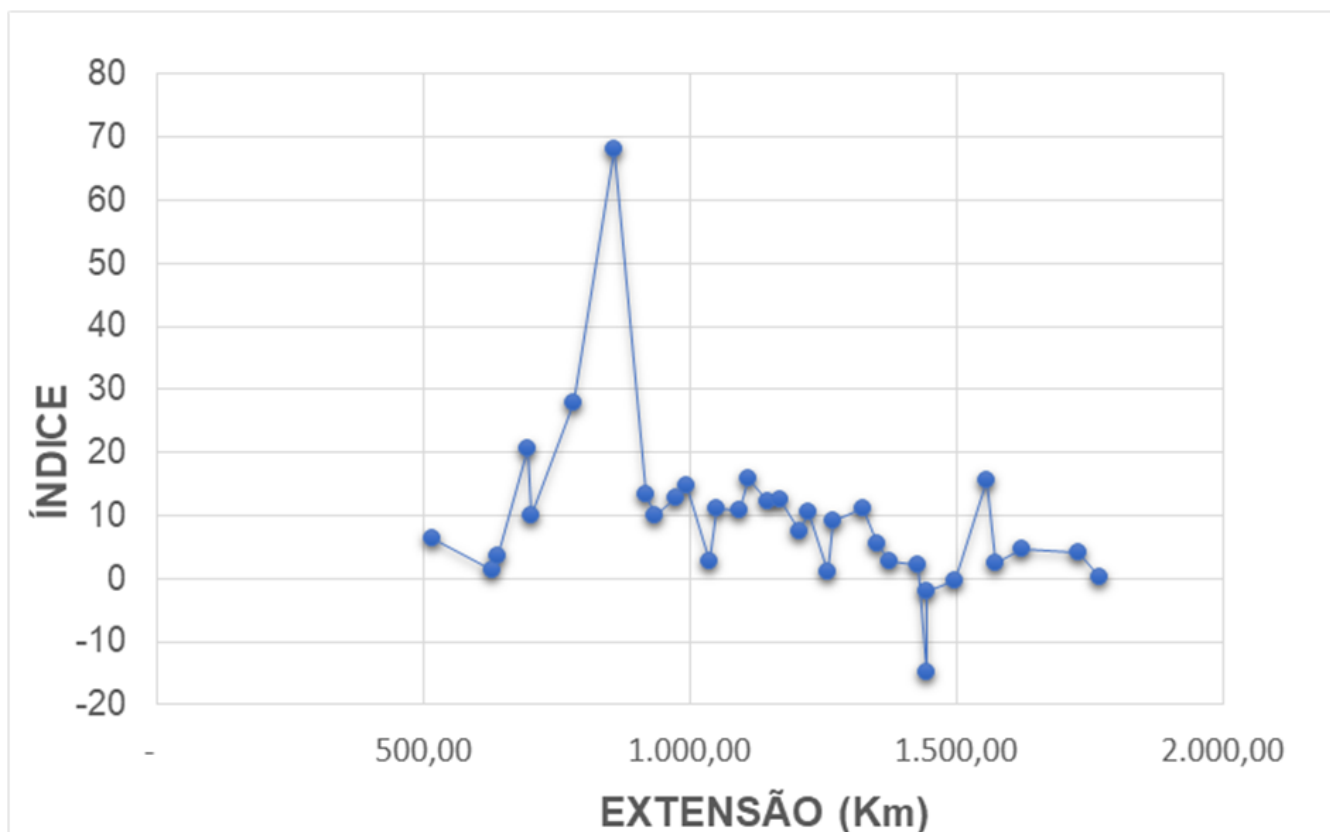
NOME	LATITUDE	LONGITUDE	COTA MÁXIMA	Δ COTA MÁXIMA	L NASCENTE	ΔL NASCENTE	DECLIVIDADE	RDE TRECHO	RDE TRECHO / RDE TOTAL	ANOMALIA
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2717	2,1719	-67,1864	84,95	4,79	518.743,34	518.743,34	0,000042648	26,91332316	6,316940069	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2601	1,3309	-66,8546	80,16	0,09	631.058,32	112.314,98	0,000009494	6,081293837	1,427366233	EQUILIBRIO
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2591	1,2591	-66,8686	80,07	1,2	640.537,95	9.479,63	0,000022042	15,3189685	3,595579978	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2536	0,8719	-66,8989	78,87	0,77	694.978,58	54.440,63	0,000124517	87,30699166	20,49219379	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2529	0,8781	-66,9544	78,1	4,46	701.162,45	6.183,87	0,000054758	42,85454379	10,05857148	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2444	0,5264	-67,2836	73,64	10,67	782.611,12	81.448,67	0,000138802	119,2981882	28,00098303	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2357	-0,0439	-67,1584	62,97	18,23	859.483,07	76.871,95	0,000315867	289,7122189	67,99958196	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2295	-0,2243	-66,7401	44,74	0,97	917.197,26	57.714,19	0,000060519	56,47811814	13,25621832	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2278	-0,3181	-66,6326	43,77	1,79	933.225,21	16.027,95	0,000044289	43,12118817	10,12115671	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2236	-0,3922	-66,2999	41,98	1,05	973.641,98	40.416,77	0,000055348	54,93929308	12,89503417	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2215	-0,3004	-66,1666	40,93	2,76	992.612,80	18.970,82	0,000060732	63,04302114	14,79709451	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2166	-0,2350	-65,7976	38,17	0,15	1.038.058,62	45.445,82	0,000010916	11,48152803	2,694878074	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2151	-0,3076	65,7046	38,02	1,79	1.051.799,82	13.741,20	0,000042755	46,75982845	10,97519738	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2107	-0,3409	-65,3464	36,23	0,75	1.093.666,15	41.866,33	0,000041889	46,56299534	10,92899785	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2088	-0,4121	-65,2066	35,48	2,14	1.111.570,45	17.904,30	0,000058573	67,24757962	15,78396424	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2047	-0,5110	-64,9266	33,34	1,02	1.148.106,30	36.535,85	0,000044805	52,46037486	12,31319678	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM2023	-0,4826	-64,7351	32,32	1,56	1.170.871,85	22.765,55	0,000044052	53,13936921	12,47256642	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1984	-0,3966	-64,4344	30,76	0,46	1.206.284,46	35.412,61	0,000025944	31,75555536	7,453480897	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1965	-0,3951	-64,2766	30,3	1,27	1.224.015,12	17.730,66	0,000035203	44,35890962	10,41166756	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1928	-0,3561	-63,9611	29,03	0,03	1.260.091,67	36.076,55	0,000003361	4,264539466	1,00094812	EQUILIBRIO
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1926	-0,2794	-63,9354	29	1,65	1.269.018,91	8.927,24	0,000029085	38,55943018	9,050447173	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1864	-0,4921	-63,4974	27,35	0,87	1.325.749,16	56.730,25	0,000034597	46,73672302	10,96977421	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1834	-0,6036	-63,3026	26,48	0,39	1.350.895,97	25.146,81	0,000016847	23,14822212	5,433217256	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1810	-0,6937	-63,1191	26,09	0,42	1.374.045,82	23.149,85	0,000007875	11,24124049	2,638479168	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1754	-0,9179	-62,7639	25,67	0,1	1.427.376,05	53.330,23	0,000006349	9,162745358	2,150626771	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1744	-1,0343	-62,7379	25,57	-0,07	1.443.125,98	15.749,93	0,000044288	-63,98290395	-15,01769838	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1742	-1,0322	-62,7239	25,64	-0,29	1.444.706,55	1.580,57	0,000005435	-8,141318785	-1,910883414	EQUILIBRIO
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1687	-1,1729	-62,3044	25,93	-0,06	1.498.068,91	53.362,36	0,000001037	-1,612944803	-0,378581106	EQUILIBRIO
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1626	-1,3991	-61,8499	25,99	0,71	1.555.948,71	57.879,80	0,000042196	66,36477062	15,57675639	1
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1609	-1,4106	-61,7174	25,28	0,31	1.572.774,96	16.826,25	0,000006086	9,88139086	2,319303101	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1556	-1,7354	-61,4301	24,97	1,2	1.623.714,29	50.939,33	0,000011211	19,40328928	4,554228207	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1444	-2,5456	-60,9911	23,77	0,37	1.730.753,03	107.038,74	0,000009659	17,08654181	4,010454598	2
R_AMAZONAS_NE GRO_KM1404	-2,7941	-60,7616	23,4	23,4	1.769.061,11	38.308,08	0,000012447	1,380108581	0,32393113	EQUILIBRIO

Fonte: Duarte, 2023.

O Rio Negro encontra-se, em sua maior parte, em subsidência (côncava), o valor do RDE Total encontrado foi de 4,26. No início, até a extensão 859,48 Km demonstra ser côncavo à linha de melhor ajuste; nos trechos entre as EVs da extensão 917,19 Km à 1.444,70 Km, torna-se convexo à linha de melhor ajuste, logo depois, na extensão 1.498,06 Km, côncavo até sua foz.

Dos trechos analisados no rio Negro, 5 foram identificados como em equilíbrio, ou seja, apresentam índice de anomalia menores que 2, os demais apresentam anomalias, onde 11 apresentam anomalias de 2ª ordem, com valores entre 2 e menor que 10 e 17 apresentam anomalia de 1ª ordem valores maiores que 10. As anomalias de 2ª ordem estão relacionadas a mudanças litológicas, estrutura topográfica e convergência de canais. As condições para anomalias de 1ª ordem são diferenças de resistência litológica associadas a controles estruturais, marcadas por suspeita de falhamento, que podem refletir em seus valores elevados. A Figura 4 representa os valores das anomalias.

Figura 4 – Valores das anomalias ao longo do rio Negro.



Fonte: Duarte, 2023

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise do perfil longitudinal e do cálculo do índice de RDE em trechos entre estações virtuais, utilizando-se dados altimétricos da missão Sentinel, identificou-se as anomalias no rio Negro, sendo possível detectar e quantificar zonas anômalas ao longo do rio. Entre os 33 trechos estudados, foram identificados 05 em equilíbrio, 11 com anomalia de 2º ordem relacionadas a mudanças litológicas, estrutura topográfica e convergência de canais e 17 com anomalias de 1º ordem agregadas a diferenças de resistência litológica associadas a controles estruturais, marcadas por suspeita de falhamento.

A altimetria espacial utilizada para elaborar e estudar o perfil longitudinal do rio Negro é considerada eficiente e válida, entretanto, a seleção de pontos de medição de altura e a medição de distâncias entre estações virtuais devem ser feitas com muito cuidado para evitar medições errôneas, levando a conclusões equivocadas.

A missão altimétrica *Surface Water Ocean Topography* (SWOT), lançada em 16/12/2022 utilizando a altimetria interferométrica e um altímetro radar, fornecerá imagens de elevação de superfície de água, o que possibilitará aprimorar o monitoramento dos níveis de água, favorecendo a análise espacial no estudo da variabilidade hidrológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, F.T. **Comprimento crítico de declive relacionado à erosão hídrica, em diferentes tipos e doses de resíduo em duas direções de semeadura direta**. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2011. 99p. (Tese de Doutorado).

BISHOP, P.; HOEY, T. B.; JANSEN, J. D.; ARTZA, I. L. **Knickpoint recession rate and catchment are: 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.; BONNET M. P.; CAUHOPÉ, M.; FRAPPART, F., FILIZOLA N., FRAIZY, P. (2006). **Rating curves and estimation of average water depth at the upper Negro River based on satellite altimeter data and modeled discharges.** *Journal of Hydrology*, 328 (3-4 Special Issue), p. 481-496. ISSN 0022-1694.

CNES, **How Altimetry Works.** Disponível em: <<https://cnes.fr/en/how-altimetry-works>>. Acesso em: 05 de agosto de 2022.

COPERNICUS, **Climate Change Service.** Disponível em <<https://climate.copernicus.eu/>>. Acesso em: 06 de agosto de 2022.

COUTINHO, E. C.; ROCHA, E. J. P.; LIMA, A. M. M.; RIBEIRO, H. M. C, **Viabilidade do Regime Hidrológico da Bacia Amazônica**, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/38424>>. Acesso em: 28 de agosto de 2022.

CUNHA. H.B.; PASCOALOTO, D. **Hidroquímica dos rios da Amazônia.** Manaus: Governo do Estado do Amazonas, Secretaria de Estado da Cultura, Centro Cultural dos Povos da Amazônia. 2006, Série Pesquisas, 106 pp.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 8. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 211 – 252.

DE SOUZA, R. B.; SOUZA, J. B.; GOLDFARB, M. C. **Determinação e análise longitudinal do rio Una- PE.** Maceió: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, nov. 2011. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/c8282f545639292f2433e543deb6d988_899c3109245439ce1448e20256c3987f.pdf>. Acesso em: 25 de agosto de 2022.

ETCHEBEHERE, M. L. C. **Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas.** 2v. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000. Disponível em <<https://www.worldcat.org/pt/title/terraços-neoquaternarios-no-vale-do-rio-do>

peixe-planalto-ocidental-paulista-implicacoes-estratigraficas-e-tectonicas/oclc/55934122>. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

GMES-S3OP-EOPG-TN-13-0001, **Sentinel-3 User Handbook**. pp 30 – 110, 09/2013.

HACK, J.T. **Stream-profile analysis and stream-gradient** index: U. S. Geol. Survey Jour. Research, 1973, v. 1, n° 4, p. 421-429.

HACK, J. T. **Interpretation of Erosional Topography in Humid-Temperate Regions. Amer. Journ. Sci**, New Haven, Conn. v. 258-A, 1965.

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**. Foz do Iguaçu: In Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR, 2013.

LATRUBESSE, E. M., FRANZINELLI, E. **The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: Implications for island and floodplain formation in large anabranching tropical system**. *Geomorph.*, 2005. 70. p. 372-397.

LEENHER, J. A. **Origin and nature of humic substances in the waters of the Amazon river basin**. *Acta Amazônica*, 1980. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/6qKqYqR7d7MsTzPyVQb3VbC/?lang=en>>. Acesso em : 06 de agosto de 2022.

LEENHER, J.A.; SANTOS, U. M. **Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central)**, 1980. *Acta Amazônica*, 10(2): 343-355.

MOLINIER, M. **Régionalisation des débits du bassin amazonien: premiers résultats**. In VIII Journées Hydrologiques, Orstom, 1995.

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**. São Paulo: UNESP Geociências, v. 33, n. 4, p. 616-628, 2014.

PAVLIS, N. K.; HOLMES, S. A.; KENYON, S. C.; FACTOR, J. K. 2008. Factor J.K. **An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008**, in: **Proceedings of the 2008 General Assembly of the European Geosciences Union**. Vienna, Austria, 13-18/04/2008. Disponível em: <<https://meetings.copernicus.org/www.cosis.net/abstracts/EGU2008/01891/EGU2008-A-01891.pdf>> Acesso em: 25 de janeiro de 2023.

PORTELA, J. A.; SILVA, J. S.; CALMANT, S. **ELABORAÇÃO E ANÁLISE DO PERFIL DE DECLIVIDADE E ÍNDICE DE GRADIENTE (RDE) DO RIO NEGRO UTILIZANDO DADOS ALTIMÉTRICOS**. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015.

SHIKLOMANOV, I. A. **Appraisal and Assessment of World Water Resources**, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268818224_Appraisal_and_Assessment_of_World_Water_Resources>. Acesso em 09 agosto. 2022.

SILVA, J. S.; CALMANT, S.; SEYLER, F.; ROTUNNO FILHO, O. C.; COCHONNEAU, G.; MANSUR, W. J. (2010). **Water levels in the Amazon Basin derived from the ERS 2-ENVISAT radar altimetry mission**. *Remote Sensing of Environment*, v. 114, p. 2160-2181. Doi: 10.1016/j.rse.2010.04.020

SILVA, J. S. D. **ALTIMETRIA ESPACIAL APLICADA AO ESTUDO DOS PROCESSOS HÍDRICOS EM ZONAS ÚMIDAS DA BACIA AMAZÔNICA**. Orientadores: Otto Corrêa Rotunno Filho, Stéphane Calmant. 2010. 312 f. Tese (Doutorado em Ciências) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, A. O.; ARRUDA, E. M. (2014). **Análise da Rede de Drenagem na Bacia do Ribeirão dos Rodrigues: Anomalias, Índice RDE e Perfil Longitudinal**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n.3, pp. 442 – 457.

THEIA-LAND, **Theia Innovates for the Processing and Dissemination of Hydrological Data**, 2022. Disponível em: <<https://www.theia-land.fr/en/theia-innovates-for-the-processing-and-dissemination-of-hydrological-data/>>. Acesso em: 17 agosto. 2022.

THEIA-LAND, **Time series of water levels in the rivers and lakes around the world**, 2022. Disponível em: <<https://hydroweb.theia-land.fr/?lang=en&basin=Amazonas&river=Negro>>. Acesso em 13 agosto. 2022.

VILLAR, J. C. E. *et al.* 2009. **Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador)**. International Journal of Climatology, v. 29, n. 11, pp. 1574-1594. doi: 10.1002/joc.1791.

¹Universidade do Estado do Amazonas – UEA: ffd.eng@uea.edu.br

²Universidade do Estado do Amazonas – UEA: jsdsilva@uea.edu.br

[← Post anterior](#)

RevistaFT

A **RevistaFT** é uma **Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B2” em 2023**. Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clikando aqui](#).

Contato

Queremos te ouvir.

WhatsApp: 11 98597-3405

e-Mail: contato@revistaft.com.br

ISSN: 1678-0817

CNPJ: 48.728.404/0001-22



Copyright © Editora Oston Ltda. 1996 - 2023

Rua José Linhares, 134 - Leblon | Rio de Janeiro-RJ | Brasil