

ANÁLISE DO EQUILÍBRIO FLUVIAL DO RIO PURUS ATRAVÉS DOS DADOS DOS SATÉLITES SENTINEL-3A E SENTINEL-3B

Edição 118 JAN/23, Edição 119 FEV/23 / 01/02/2023

ANALYSIS OF THE FLUVIAL BALANCE OF THE PURUS RIVER THROUGH DATA FROM THE SENTINEL-3A and SENTINEL-3B SATELLITE

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7594652

Jean Carlo Ramalho da Rocha¹

Joecila Santos da Silva²

Resumo – A altimetria espacial surgiu com o propósito de determinar a topografia e a superfície dos oceanos, sendo uma técnica de sensoriamento remoto que tem como objetivo obter o nível de água de um corpo hídrico. A utilização de dados de satélite para estudos hidrológicos possibilita o alcance do conhecimento em áreas de difícil acesso e/ou em locais com baixa quantidade de estações fluviométricas existentes. Por se tratar de uma região muito extensa e de difícil acesso, a coleta de dados na região Amazônica é por muitas vezes complicada e ineficiente, por conta disso a altimetria espacial se tornou uma alternativa à obtenção de dados hidrológicos. Este trabalho tem como objetivo analisar o perfil longitudinal do rio Purus usando dados altimétricos provenientes dos satélites Sentinel-3A e 3B e detectar anomalias em seu curso aplicando o índice de Hack ou Relação Declividade-Extensão (RDE). Os resultados denotam uma altitude máxima de 310,61m no início do canal e 27,61m

próximo da foz. Comprimento do canal igual a 3.619,3 km. O índice RDE total corresponde a 18,74 indicando que o curso fluvial se encontra em sua maior extensão em equilíbrio apresentando anomalias somente de 2º grau.

Palavras-chave: Altimetria, rio Purus, Sentinel-3A e 3B, índice RDE, análise do equilíbrio fluvial.

Abstract – Spatial altimetry emerged with the purpose of determining the topography and surface of the oceans, being a remote sensing technique that aims to obtain the water level of a water body. The use of satellite data for hydrological studies makes it possible to reach knowledge in areas of difficult access and/or in places with a low number of existing fluviometric stations. Because it is a very extensive and difficult to access region, data collection in the Amazon region is often complicated and inefficient, because of this, spatial altimetry has become an alternative to obtaining hydrological data. This work aims to analyze the longitudinal profile of the Purus River using altimetric data from the Sentinel-3A and 3B satellites and to detect anomalies in its course by applying the Hack index or Slope-Length Ratio (SLR). The results denote a maximum altitude of 310.61m at the upstream and 27.61m at the downstream. Channel length equal to 3,619.3 km. The total SL Ratio corresponds to 18.74, indicating that the river course is in its greatest extent in equilibrium, presenting only 2nd degree anomalies.

Keywords: Altimetry, Purus river, Sentinel-3A & 3B, SLR, analysis of the river's fluvial balance.

1. INTRODUÇÃO

O rio Purus é um curso de água da Amazônia, que percorre o território do Peru e dos estados brasileiros do Acre e do Amazonas. É um rio muito sinuoso, com águas brancas. Aproximadamente 40% do desembarque pesqueiro da cidade de Manaus é proveniente de seus lagos de várzea. Existem grandes reservas naturais nas suas margens: a Reserva Biológica do Abufari e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Piagaçu-Purus (ambas no estado do Amazonas) e a Floresta Estadual do Chandless (no Acre).

Por conta da falta de informações suficientes, o uso de medidas estimadas por satélites altimétricos torna-se uma opção bastante relevante, podendo estas serem obtidas em regiões extensas e remotas como as existentes na bacia Amazônica. A altimetria espacial é caracterizada em alcançar tais regiões de forma homogênea, contínua e frequente, possuindo detalhamento espacial e temporal diferentes das redes de observações tradicionais (CALMANT e SEYLER, 2006).

O estudo da declividade do rio quando aliado a geomorfologia pode ser uma ferramenta muito importante 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 (DE SOUZA, SOUZA e GOLDFARB, 2011).

Os perfis longitudinais consistem na relação entre as variações altimétricas e o comprimento do rio desde a nascente até a foz (DE SOUZA, SOUZA e GOLDFARB, 2011). É esperado que os perfis longitudinais apresentem uma forma côncava com aumento da sua concavidade para montante (IBANEZ *et al.*, 2013). Qualquer variação ou anomalia nesta formação indica que a drenagem encontra-se desajustada (MONTEIRO *et al.*, 2014). A análise do perfil longitudinal proposta por Hack (1973) refere-se a um plano cartesiano, onde no eixo das ordenadas são inseridos os valores da altimetria e no eixo das abcissas os valores referentes ao comprimento dos trechos do rio analisado.

Quando se trata de cursos fluviais em equilíbrio (estado estacionário) apresentam morfologia com declividades maiores à montante e gradativamente menores à jusante. Quando essa condição é alterada é possível detectar essas variações por anomalias ao longo do perfil longitudinal e índices de gradiente que indicam a intensidade da anomalia, um deles é o índice de Hack ou Relação Declividade-Extensão (RDE), (CREMON, 2014).

Este trabalho propõe-se a analisar o equilíbrio do rio Purus através do perfil longitudinal elaborado com dados altimétricos provenientes da missão altimétrica SENTINEL. Para tal análise será aplicado o índice RDE buscando

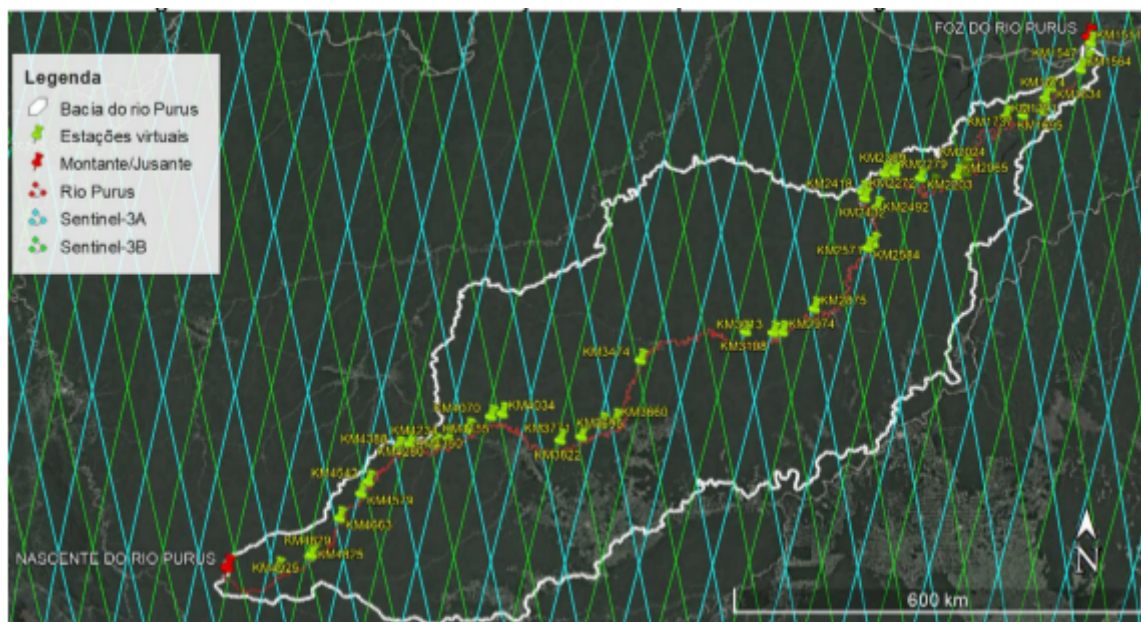
detectar e quantificar zonas anômalas ao longo de seu curso principal que possam identificar atividade neotectônica e/ou imposição litológica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A bacia do rio Purus, mostrada na figura 1, possui uma área de drenagem de 63.166 km² e vazão de 11.000 m³/s. Este tem sua nascente nas colinas do Arco Fitzcarrald, situado na floresta baixa Peruana dos departamentos de Ucayali e Madre de Dios (UNEP, 2004). A nascente se dá no Peru, entrando no Brasil pelo estado do Acre, no município de Santa Rosa do Purus, passando pelo município de Manoel Urbano e entra no estado do Amazonas pelo município de Boca do Acre, onde recebe as águas do Rio Acre. Segue pelo estado do Amazonas até desaguar no rio Solimões, ponto B da figura 1. É um rio constituído de águas brancas, mais conhecidas por águas barrentas, devido à expressiva carga de sedimentos em suspensão, formada principalmente por material de granulometria silte e argila, mineralogicamente constituída de quartzo, feldspato e argilominerais (esmectita, caulinita, illita) e moscovita. Em características gerais, é um rio rico em peixes e sais minerais (FREITAS *et al.*, 2013).

Figura 1 – Rio Purus e suas estações virtuais plotadas no *Google Earth Pro* Fonte: Rocha, 2023.



Fonte: Rocha, 2023.

2.2. Dados Altimétricos

Nesta pesquisa foram utilizados os dados dos satélites altimétricos Sentinel-3A e Sentinel-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 disponíveis na base de dados Hidroweb, da plataforma THEIA-CNES.

2.3. Métodos

2.3.1. Obtenção dos dados altimétricos

Uma Estação Virtual (EV) baseia-se na convergência de um traço do satélite altimétrico com o corpo hídrico na superfície terrestre, sendo eventualmente possível a obtenção de uma série temporal da altura do plano de água (SILVA, 2010; CALMANT, 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 txt (Documento de texto).

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, exibido na figura 1. Após esse procedimento iniciou-se o mapeamento das EVs. Este procedimento é manual e deve ser realizado através das coordenadas da EV.

Diversos fatores, tais como bancos de areia, ilhotas, vegetação interfluvial entre outros podem interferir no resultado das medidas altimétricas que não são necessariamente medidas válidas para o estudo (SILVA et al., 2010). Portanto, inicialmente, 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.

2.3.3. Perfil longitudinal

Os perfis longitudinais são formados pela relação entre as cotas (variações altimétricas) e a extensão total 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 uso do software *Google Earth Pro*, versão 7.3, foi possível obter-se as distâncias entre EVs e de cada EV até a nascente do rio Purus.

Os dados obtidos foram passados para o software Excel, onde foram elaborados os perfis longitudinais do rio Purus e plotados em gráficos, onde o eixo das ordenadas corresponde às cotas máximas em relação ao EGM2008 (m) e o eixo das abscissas a extensão do curso do rio Purus (km).

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

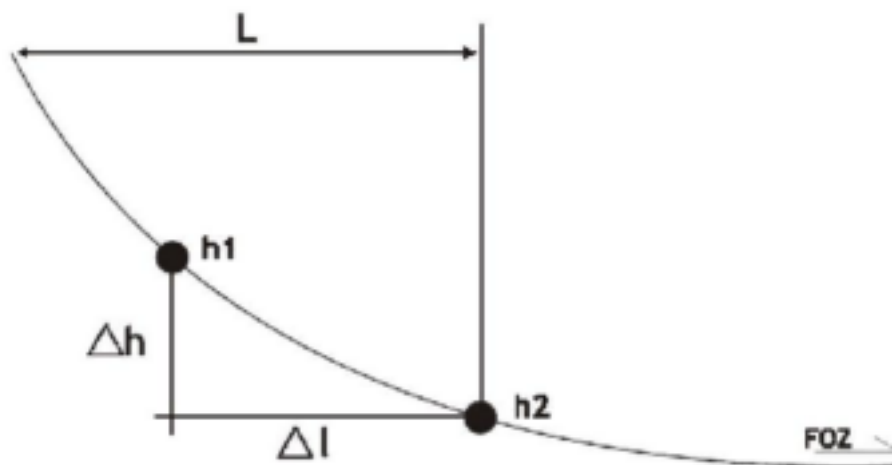
A obtenção do índice de Hack ou RDE para um trecho do curso d'água foi feita pela relação entre a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento de drenagem (Δh) e o comprimento da projeção horizontal da extensão do segmento considerado (Δl) multiplicada pelo comprimento do curso de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

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

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.

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

Figura 2 – Parâmetros necessários para o cálculo do índice RDE.



Fonte: Adaptado de HACK,1973.

2.3.5. Análise do equilíbrio do rio Purus

A análise do equilíbrio do rio Purus, no que diz respeito à sua capacidade de erosão, transporte e deposição foi realizada por meio das anomalias calculadas para cada trecho entre as EVs, obtidas dividindo-se o RDE do trecho pelo RDE total, de acordo com a equação 3 e analisadas conforme tabela 1.

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

Tabela 1 – Classificação das anomalias.

Anomalia	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.

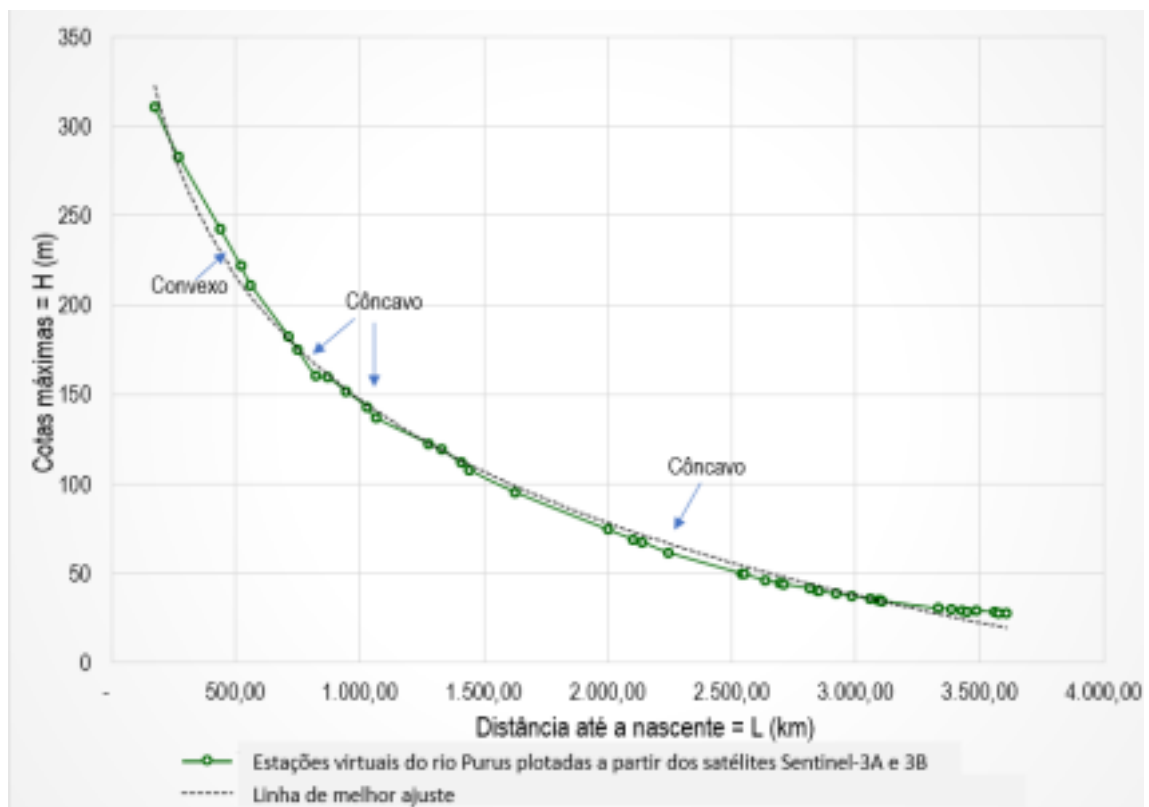
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas 44 estações virtuais sob varredura dos satélites Sentinel 3A e 3B ao longo da extensão do rio Purus, com um comprimento total de 3.619,3km, no intervalo configurado pelas estações virtuais R_AMAZONAS_PURUS_KM4925 (mais próxima à nascente) e R_AMAZONAS_PURUS_KM1511 (mais próxima à foz), conforme a Tabela 2.

A cota máxima encontrada foi de 310,61 metros e a cota mínima de 27,61 metros, sendo identificada a maior variação de altitude entre as EVs (Δh) como 40,41 metros.

Seu perfil revela que o curso fluvial se encontra em sua maior extensão em equilíbrio, da nascente à foz. Nele podem-se distinguir áreas em ascensão (convexas) e subsidências (côncavas), cujo RDE Total corresponde a 18,74, ilustrado na Figura 03.

Figura 3 – Perfil longitudinal do rio Purus.



Fonte: Rocha, 2023.

Tabela 2 – Variáveis morfométricas do rio Purus. RDEtotal = 18,7395. Parte 1.

Item	Estação Virtual	Latitude	Longitude	Hmáx	Δh	L	Δl	Declividade	RDEtrecho	(RDEtrecho/ RDEtotal)	Grau de anomalia
1	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4925	-10,7234	-71,7864	310,61	27,9	172.682,30	172.682,30	0,000295706	78,9632	4,2137	2ª Ordem
2	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4829	-10,5634	-71,3764	282,71	0,07	267.032,72	94.350,42	0,000020857	5,6396	0,3009	Equilíbrio
3	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4825	-10,5454	-71,3589	282,64	40,41	270.388,83	3.356,11	0,000241554	105,7235	5,6417	2ª Ordem
4	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4663	-10,0746	-70,9981	242,23	20,34	437.680,67	167.291,84	0,000247562	128,6932	6,8675	2ª Ordem
5	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4579	-9,7637	-70,7271	221,89	10,53	519.841,80	82.161,13	0,000262233	146,8497	7,8364	2ª Ordem
6	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4542	-9,6111	-70,6354	211,36	28,77	559.996,93	40.155,13	0,000189209	134,7265	7,1894	2ª Ordem
7	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4388	-9,1800	-70,2656	182,59	7,61	712.050,92	152.053,99	0,000203622	152,5990	8,1432	2ª Ordem
8	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4350	-9,1398	-70,1196	174,98	14,58	749.424,14	37.373,22	0,000199415	164,0262	8,7530	2ª Ordem
9	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4280	-9,1377	-69,8071	160,4	0,67	822.538,08	73.113,94	0,000014525	12,6175	0,6733	Equilíbrio
10	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4234	-9,0626	-69,6336	159,73	8,1	868.664,83	46.126,75	0,000103788	98,2573	5,2433	2ª Ordem
11	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4155	-8,9432	-69,3836	151,63	8,76	946.708,28	78.043,45	0,000105946	109,0602	5,8198	2ª Ordem
12	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4070	-8,7784	-69,1036	142,87	5,95	1.029.391,69	82.683,41	0,000163341	174,0921	9,2901	2ª Ordem

Fonte: Rocha, 2023.

Tabela 2 – Variáveis morfométricas do rio Purus. RDEtotal = 18,7395. Parte 2.

Item	Estação Virtual	Latitude	Longitude	Hmáx	Δh	L	Δl	Declividade	RDEtrecho	(RDEtrecho/ RDEtotal)	Grau de anomalia
13	R_AMAZONAS_PU RUS_KM4034	-8,7401	-68,9614	136,92	14,28	1.065.818,50	36.426,81	0,000067311	86,0215	4,5904	2ª Ordem
14	R_AMAZONAS_PU RUS_KM3822	-9,0549	-68,2304	122,64	3,27	1.277.967,44	212.148,94	0,000063715	84,6958	4,5196	2ª Ordem
15	R_AMAZONAS_PU RUS_KM3771	-9,0061	-67,9666	119,37	7,62	1.329.289,68	51.322,24	0,000097547	137,2881	7,3261	2ª Ordem
16	R_AMAZONAS_PU RUS_KM3695	-8,8434	-67,7141	111,75	3,83	1.407.405,96	78.116,28	0,000110163	158,8744	8,4780	2ª Ordem
17	R_AMAZONAS_PU RUS_KM3660	-8,7955	-67,5469	107,92	12,45	1.442.172,55	34.766,59	0,000067690	110,0707	5,8737	2ª Ordem
18	R_AMAZONAS_PU RUS_KM3474	-8,0446	-67,2476	95,47	21,11	1.626.099,13	183.926,58	0,000056072	112,2881	5,9921	2ª Ordem
19	R_AMAZONAS_PU RUS_KM3108	-7,6551	-65,9331	74,36	5,27	2.002.581,58	376.482,45	0,000054102	113,6128	6,0627	2ª Ordem
20	R_AMAZONAS_PU RUS_KM3013	-7,6594	-65,5829	69,09	1,46	2.099.990,94	97.409,36	0,000035963	76,9828	4,1081	2ª Ordem
21	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2974	-7,6499	-65,4661	67,63	5,89	2.140.587,75	40.596,81	0,000057664	129,3245	6,9012	2ª Ordem
22	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2875	-7,3446	-65,0674	61,74	11,85	2.242.731,48	102.143,73	0,000039752	101,0033	5,3899	2ª Ordem
23	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2584	-6,5614	-64,3976	49,89	0,49	2.540.828,87	298.097,39	0,000038404	98,0667	5,2332	2ª Ordem
24	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2571	-6,5029	-64,3281	49,4	3,2	2.553.588,12	12.759,25	0,000040102	105,6036	5,6353	2ª Ordem
25	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2492	-6,0476	-64,2901	46,2	1,52	2.633.384,98	79.796,86	0,000024971	67,2777	3,5902	2ª Ordem
26	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2432	-5,9342	-64,4474	44,68	0,69	2.694.256,06	60.871,08	0,000049891	135,1090	7,2099	2ª Ordem
27	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2418	-5,8559	-64,4754	43,99	2,47	2.708.086,22	13.830,16	0,000022940	64,5947	3,4470	2ª Ordem
28	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2309	-5,6118	-64,1929	41,52	1,14	2.815.756,30	107.670,08	0,000037532	106,8216	5,7003	2ª Ordem
29	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2279	-5,5906	-64,0583	40,38	0,21	2.846.130,20	30.373,90	0,000030297	86,4387	4,6126	2ª Ordem
30	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2272	-5,5436	-64,0669	40,17	1,81	2.853.061,62	6.931,42	0,000026167	76,4671	4,0805	2ª Ordem
31	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2203	-5,6448	-63,7261	38,36	0,97	2.922.231,79	69.170,17	0,000014988	44,7696	2,3891	2ª Ordem
32	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2137	-5,7276	-63,5668	37,39	1,56	2.986.948,45	64.716,66	0,000021893	66,9522	3,5728	2ª Ordem
33	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2065	-5,5981	-63,2554	35,83	0,8	3.058.205,26	71.256,81	0,000026945	83,2039	4,4400	2ª Ordem
34	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2036	-5,5456	-63,1314	35,03	0,27	3.087.895,17	29.689,91	0,000022831	70,7683	3,7764	2ª Ordem
35	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2024	-5,4872	-63,1444	34,76	0,22	3.099.721,44	11.826,27	0,000024840	77,2172	4,1206	2ª Ordem
36	R_AMAZONAS_PU RUS_KM2015	-5,4354	-63,1554	34,54	4,14	3.108.578,11	8.856,67	0,000018413	61,3791	3,2754	2ª Ordem
37	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1791	-4,7976	-62,6022	30,4	0,42	3.333.416,07	224.837,96	0,000007941	26,8893	1,4349	Equilíbrio
38	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1737	-4,7645	-62,3704	29,98	0,74	3.386.308,84	52.892,77	0,000017509	60,0303	3,2034	2ª Ordem
39	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1695	-4,6966	-62,1112	29,24	0,43	3.428.573,22	42.264,38	0,000020607	71,0824	3,7932	2ª Ordem
40	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1674	-4,5236	-62,0700	28,81	-0,25	3.449.439,99	20.866,77	-0,000006394	-22,3068	-1,1904	Equilíbrio

Fonte: Rocha, 2023.

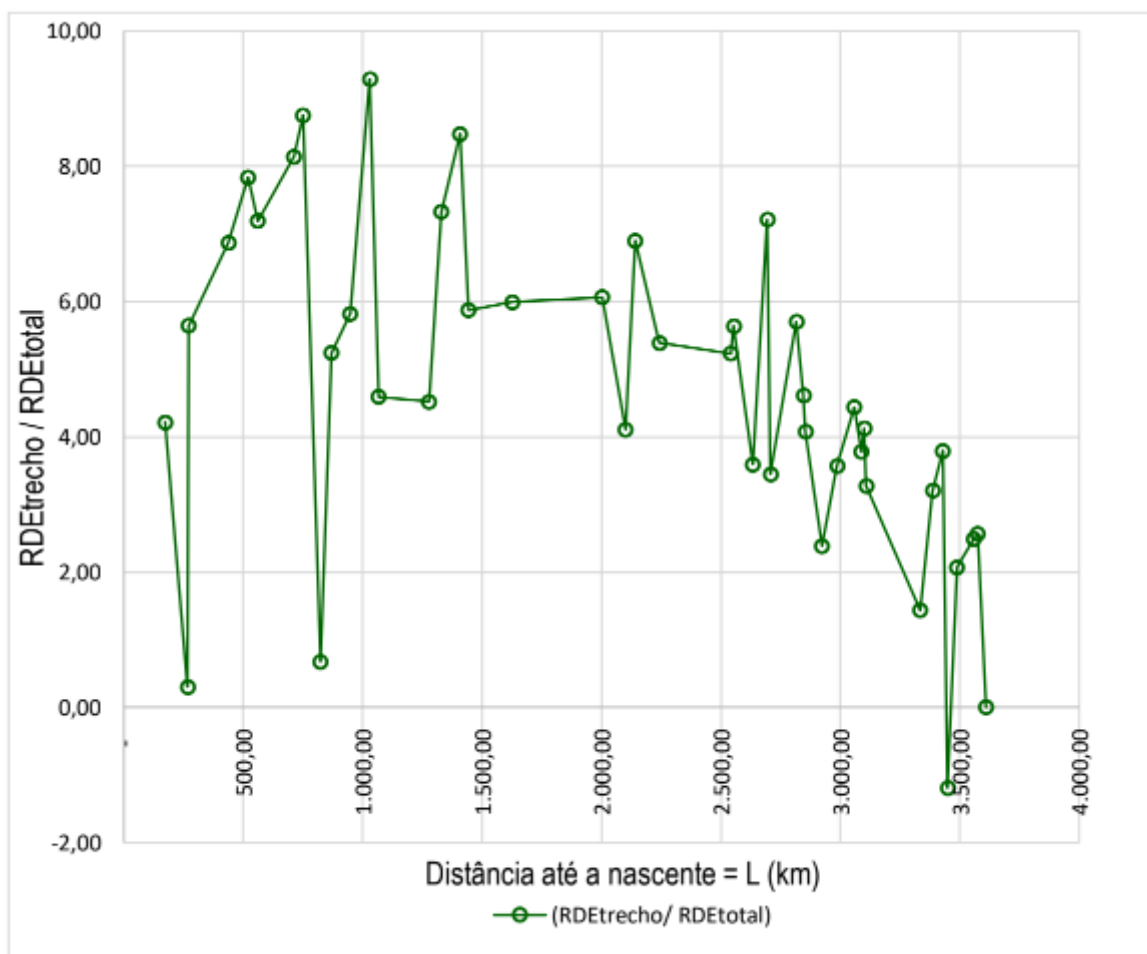
Tabela 2 – Variáveis morfométricas do rio Purus. RDEtotal = 18,7395. Parte 3.

Item	Estação Virtual	Latitude	Longitude	Hmáx	Δh	L	Δl	Declividade	RDEtrecho	(RDEtrecho/ RDEtotal)	Grau de anomalia
41	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1634	-4,3831	-61,9956	29,06	0,76	3.488.537,15	39.097,16	0,000010919	38,8497	2,0731	2ª Ordem
42	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1564	-4,1144	-61,5792	28,3	0,22	3.558.143,67	69.606,52	0,000013054	46,6689	2,4904	2ª Ordem
43	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1547	-3,9949	-61,4894	28,08	0,47	3.574.996,42	16.852,75	0,000013296	48,0046	2,5617	2ª Ordem
44	R_AMAZONAS_PU RUS_KM1511	-3,7526	-61,4351	27,61	27,61	3.610.344,29	35.347,87	0,003068848	0,0686	0,0037	Equilíbrio
45	FOZ					3.619.341,15	8.996,86				

Fonte: Rocha, 2023.

Dos trechos analisados no rio Purus, 5 foram identificados como em equilíbrio, ou seja, apresentam índice RDE menores que 2. Os demais trechos apresentaram anomalias de 2ª ordem (RDE maior que 2 e menor que 10) e nenhum apresentou anomalia de 1ª ordem (RDE maior que 10). A figura 4 representa os valores das anomalias.

Figura 4 – Distribuição dos valores RDEtrecho/ RDEtotal ao longo da extensão do rio Purus.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi uma proposta para análise de um rio muito importante, para a região Amazônica, o rio Purus. Utilizando-se dados provenientes das missões Sentinel-3A e Sentinel-3B, pode-se afirmar que a altimetria espacial é eficaz e pode ser aplicada na elaboração e estudo do perfil longitudinal do rio Purus, bem como de outros rios. Destacando-se que durante as análises dos dados, surgiram alguns dados que precisaram ser excluídos, demonstrando, assim, a necessidade de atenção e cuidado em sua utilização.

Através do gradiente de anomalia constatou-se que o curso fluvial se encontra em sua maior extensão em equilíbrio apresentando 5 trechos em equilíbrio, bem como 39 com presença de anomalias de 2ª ordem relacionadas principalmente a mudanças litológicas, modificações abruptas na carga sedimentar, estrutura topográfica, convergência de canais/ encontro de afluentes que causam aumento da vazão.

A missão altimétrica SWOT (*Surface Water Ocean Topography*), 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.

AGRADECIMENTOS

Este estudo se insere nos projetos de pesquisa *SWOT for South America* (CENS) e FOAM (CNES/TOSCA). Os autores agradecem ao *Centre National d'Études Spatiales* (CNES) pelos dados altimétricos dos satélites Sentinel 3A e 3B e à *European Space Agency* (ESA) pela garantia do uso dos dados da missão SENTINEL disponibilizados para a pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

CALMANT, S. e SEYLER, F. 2006. **Continental surface water from satellite altimetry. *Comptes Rendus Geosciences***. 338(14-15), 1113-1122, doi: 10.1016/j.crte.2006.05.012.

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.

DE SOUZA, R. B., SOUZA, J. B., GOLDFARB, M. C. **Determinação e análise do perfil longitudinal do rio Una – PE**. In Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió : 2011, p. 11-12.

FREITAS, L. G.; SILVA, J. S.; CALMANT, S.; SEYLER, F. **Aplicações da altimetria espacial para monitoramento hidrológico da bacia do rio Purus**. In *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR*, Foz do Iguaçu, Abr. 2013.

GOLDFARB, M. **Contribuição para modelagem de perfil longitudinal: bacia do rio Una**. In: Congresso de matemática aplicada e computacional, 2012.

HACK, J. T. *Stream-profile analysis and stream-gradient index*. **Journal Research of the U. S. Geol. 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**. Foz do Iguaçu: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2013.

LEON, J.G.; CALMANT, S.; SEYLER, F.; BONNET, M.P.; CAUHOPÉ, M. **Rating curves and average water depth estimation at the upper Rio Negro from altimetric spatial data and calculated remote discharges**. *Journal of Hydrology* 328:481-496, 2006.

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.

SILVA, J. S. **Altimetria Espacial em Zonas Úmidas da Bacia Amazônica: aplicações hidrológicas.** Sarrebruck: Éditions Universitaires Européennes, 2010, 360p.

UNEP. BARTHEM, R. B. *et al.* **Amazon Basin**, GIWA Regional assessment 40b. University of Kalmar, Kalmar, Sweden, 2004.

¹Universidade do Estado do Amazonas – UEA: jcramalho96@hotmail.com

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