



## Variabilidade dos fluxos de sedimentos em suspensão nos rios da bacia Amazônica

Ednaldo Bras Severo<sup>1</sup>(IC)\*, Naziano Pantoja Filizola Júnior<sup>1</sup>(PQ), Rogério Ribeiro Marinho<sup>1</sup>(PQ).

\*edsevero.geo@gmail.com

<sup>1</sup>Grupo de Pesquisas Hidrossistemas e o Homem na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. Av. General Rodrigo Octávio, 6200, Coroado I - 69077-000 Manaus-AM, Brasil.

*Palavras Chave:* Hidrologia, Sedimentos, Amazônia.

### Introdução

A bacia Amazônica concentra oito entre os dez maiores rios do mundo em volume de água, com o Madeira, Japurá e o Negro sendo afluentes do canal principal, mas que se comparam em termos de vazão a outros grandes rios do planeta<sup>1</sup>. O rio Amazonas no Brasil, é marcadamente retilíneo na maior parte de seu curso, considerando uma sinuosidade média entre 1,0 a 1,2 em 100 km, exceção feita a um trecho de 350 km onde a sinuosidade varia de 1,3 a 1,7<sup>2</sup>. Com uma vazão média de 209.000 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, transporta para o oceano uma carga de material em solução da ordem de 272 x 10<sup>6</sup> t ano<sup>-1</sup><sup>3</sup> e entre 600-800.10<sup>6</sup> ton.ano<sup>-1</sup> de material suspenso<sup>4,5</sup>, ambos gerados pelo processo de erosão agindo desde os Andes. Estes sedimentos possuem uma grande importância para o entendimento da bacia. Rios com altas cargas sedimentares apresentam maiores taxas anuais de migração nos canais que rios com cargas mais baixas<sup>6</sup>. Alterações climáticas ou antrópicas (e.g. garimpos e hidrelétricas) podem causar variações no aporte de sedimentos transportados, visto que a bacia tem características climáticas e topográficas contrastantes, com índice de precipitação variando conforme a região<sup>7</sup>, influenciando no transporte de material dissolvido e particulado.

O aumento na quantidade de material transportado pode tornar-se um contaminante para o rio e para populações ribeirinhas. A redução pode acarretar na diminuição da fertilidade dos solos (principalmente nas várzeas), além da não formação de barras e praias, refletindo uma mudança geomorfológica local<sup>6</sup>. Portanto, estudos sobre a dinâmica hidrossedimentológica visando compreender e analisar quanto à variabilidade no fluxo do material transportado, são importantes. Este trabalho propõe uma análise dessa variabilidade no transporte de sedimentos em alguns rios da bacia Amazônica brasileira.

### Material e Métodos

Os dados de vazão e matéria em suspensão foram adquiridos do programa HYBAM<sup>8</sup>. O trabalho com os dados seguiu a metodologia proposta por Latrubesse et al<sup>1</sup>. Utilizou-se as razões entre a descarga máxima anual e a descarga média anual (Q<sub>max</sub>/Q<sub>med</sub>) e a razão das descargas máximas e mínimas (Q<sub>max</sub>/Q<sub>min</sub>), para

caracterizar e analisar a variabilidade de descargas em sistemas fluviais tropicais adaptando-as para as QS (descargas sólidas). O banco de dados compreende um recorte temporal de 1999 a 2014, período de maior quantidade de dados entre as estações sendo elas: Serrinha, Caracaraí, Fazenda Vista Alegre, Porto Velho, Itaituba, Manacapuru, Tabatinga e Óbidos.

A partir dos dados de matéria em suspensão (MES) e vazão (Q), obteve-se a descarga sólida denominada QS, calculada a partir de  $QS = MES \cdot Q \cdot 0,0864$ , onde MES é a matéria em suspensão (mg/L), Q a vazão (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>) e 0,0864 fator de conversão, obtendo o fluxo sólido instantâneo (QS em toneladas por dia). Assim, utilizou-se das razões de QS para analisar a variabilidade dos regimes hidrossedimentológicos entre os diferentes rios calculando-se as médias de modo análogo ao que foi feito para as vazões.

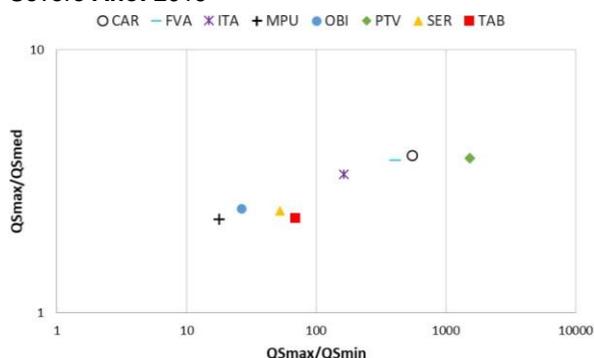
### Resultados e Discussão

Notaram-se discrepâncias entre os valores de QS apresentados nas estações de Porto Velho e Fazenda Vista Alegre no rio Madeira. Porto Velho possui uma vazão e descarga sólida média anual de 18.115 m<sup>3</sup>. s<sup>-1</sup> e 318.106 ton.ano<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto Fazenda Vista Alegre tem vazão e descarga sólida média anual de 26.377 m<sup>3</sup>. s<sup>-1</sup> e 185.106 ton.ano<sup>-1</sup>. Esse aumento na vazão se dá em decorrência da contribuição de outros canais para o rio Madeira no trecho entre as duas estações. A diferença de 133.106 ton.ano<sup>-1</sup> entre os valores de QS pode estar associado à formação de ilhas, bancos de areia e/ou deposição de parte desta carga sedimentar junto às várzeas. As estações de Tabatinga, Manacapuru e Óbidos no canal principal apresentaram um aumento no aporte de sedimentos conforme o trecho do rio devido ao material recebido de seus tributários como os rios Purus, Juruá, Japurá e o próprio rio Madeira. As estações de Itaituba e Serrinha apresentaram menor quantidade de sedimentos comparadas às dos outros rios, pois afluentes que drenam os escudos pré-cambrianos contribuem com grande volume de água, mas com pequena quantidade de sedimentos<sup>9</sup>. Em seu baixo curso, o rio Negro recebe ainda o aporte do rio Branco pouco antes de sua confluência com o canal principal.

As estações no rio Amazonas apresentaram

comportamento similar e com pouca variação. Essa regularidade nas vazões e aporte de sedimentos ocorre por causa das contribuições de tributários de ambas as margens em quase oposição de fase, não possuindo distribuição uniforme no volume de chuvas entre as sub-bacias, gerando picos de cheia e seca em diferentes períodos do ano e comportamento complementar em relação ao aporte ao rio Amazonas. Consequentemente isso gera certa regularidade aos fluxos no canal principal. A região da calha central e meio norte da Amazônia apresenta um regime bem regular no que diz respeito às suas vazões sólidas, com as razões (figura 1) entre os extremos sendo classificado como de baixa ordem<sup>10,5</sup>. Os rios Negro, Branco e Tapajós apresentam menor regularidade comparadas ao rio principal. Na figura 1 observa-se uma tendência quase linear nos valores de QS das estações estudadas. Elas plotaram entre valores de 10 e 400 de forma alinhada e crescente, indicando uma variabilidade entre as estações nos afluentes e o rio principal.

**Figura 1.** Razão das descargas sólidas entre os rios da bacia Amazônica brasileira. **Elaboração:** Ednaldo Bras Severo **Ano:** 2019



Os canais que apresentam maior variabilidade são os que também possuem alto índice de irregularidade na descarga sólida<sup>5</sup>, variando entre 100 e 350, como nos casos das estações do rio Madeira e 100 a 180 para o rio Branco. Apesar de estar situada no mesmo rio, a estação de Porto Velho mostrou maior variabilidade por causa do aporte de sedimentos presente no canal no trecho a montante desta estação ser maior que o de Fazenda Vista Alegre, localizada a jusante, com uma diferença no aporte médio anual estimada em 133.10<sup>6</sup> ton.ano<sup>-1</sup>. A estação de Itaituba no rio Tapajós apresentou variabilidade próximo a 100 e comparável aos rios Madeira e Branco, o canal transporta pouca carga suspensa e tem seu período de alta QS nos meses de fevereiro e abril. A estação de Serrinha no rio Negro possui menor variabilidade comparado com as demais. Contribui com grande volume de água, mas com pouca carga suspensa, tendo sua descarga sólida estimada em 3.10<sup>6</sup> ton.ano<sup>-1</sup>, recebendo ainda a jusante a carga sedimentar proveniente do rio Branco. No rio Amazonas, a variabilidade é menor em relação aos demais devido à contribuição de seus tributários em diferente período do ano. Seu comportamento, entre as estações, é semelhante devido à regularidade de regimes de vazões ser maior<sup>5,10</sup>, plotando todas no mesmo quadrante do gráfico.

## Conclusões

Os rios analisados apresentam diferenças significativas no comportamento da descarga sólida. Os resultados

indicam que os canais com maior variabilidade estão sobre diferentes regimes climáticos em seu alto, médio e baixo curso, e também com alta irregularidade no aporte de sedimento entre os períodos de cheia e vazante, como nos rios Madeira, Branco e Tapajós. As estações no rio Amazonas apresentaram menor variabilidade, e valores próximos entre os diferentes trechos analisados. O rio Negro demonstrou comportamento similar ao do rio Amazonas em Manacapuru variando pouco entre os extremos durante o ano isso face à baixa carga sedimentar. Apesar de alguns rios terem apresentado alta variabilidade de descarga sólida (QSmax/QSmin), todos apresentam valores baixos em relação a sua variabilidade interanual, sendo necessário realizar análises mais profundas das características geológicas e climáticas, que exercem influências sobre o comportamento dos mesmos.

## Agradecimentos

Agradecemos ao CNPQ pela concessão de bolsa durante o decorrer deste projeto de pesquisa PIB-E/0066/2019.

<sup>1</sup>LATRUBESS, E. M. & STEVAUX, J. C. Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v.6, n1, p. 01-18, 2005.

<sup>2</sup>MERTES L.A.K., DUNNE T., MARTINELLI, L.A. Channel floodplain geomorphology along the Solimões - Amazon river, Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, v.108, n.9, p. 1089-1107. 1996.

<sup>3</sup>MOQUET, J. S.; GUYOT, J. L.; CRAVE, A.; VIERS, J.; FILIZOLA, N.; MARTINEZ, J. M.; OLIVEIRA, C. T.; SÁNCHEZ, H. L.; LAGANE, C.; CASIMIRO, E. S. LAVADO.; NORIEGA, L.; POMBOSA, R. Amazon River dissolved load: temporal dynamics and annual budget from the Andes to the ocean. *Environmental Science and Pollution Research - Springer*, v. 23, p. 11405–11429. 2016.

<sup>4</sup>FILIZOLA JUNIOR, N. P.; GUYOT, J. L. Suspended sediment yields in the Amazon basin: an assessment using the Brazilian national data set. *Hydrological Processes*. v.23, p. 3207–3215, 2009.

<sup>5</sup>FILIZOLA JUNIOR, N. P.; GUYOT, J. L. Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*. v.41, n 4, p. 566-576, 2011.

<sup>6</sup>CONSTANTINE, J. A.; DUNNE, T.; AHMED, J.; LEGLEITER, C.; LAZARUS, E. D. Sediment supply as a driver of river meandering and floodplain evolution in the Amazon Basin. *Nature Geoscience*. v.7, p. 899-903, 2014.

<sup>7</sup>FILIZOLA JUNIOR, Naziano. P. *O fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da bacia amazônica brasileira*. Brasília: ANEEL, 1999.

<sup>8</sup>HYBAM, S. 2021. Observation Service SO HYBAM. Disponível em: <<https://hybam.obs-mip.fr/>>. Acesso em: 20 Set. 2021.

<sup>9</sup>MEADE, R. H.; NORDIM JÚNIOR, C. F.; CURTIS, W. F.; RODRIGUES, F. M. C.; VALE, C. M.; EDMOND, J. M. Transporte de sedimentos no rio Amazonas. *Acta Amazônica*. v.9, 543-547. 1979.

<sup>10</sup>MOLINIER, M., GUYOT, J. L., OLIVEIRA, E., GUIMARAES, V., CHAVES, A. Hidrologia da bacia do rio Amazonas. *Ciência e Tecnologia*, v. 2, p. 31-36, 1993.