



ISSN: 2525-815X

# Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: [www.jeap.ufrpe.br/](http://www.jeap.ufrpe.br/)

10.24221/jeap.7.2.2022.3958.073-082



## Dinâmica hidrossedimentológica do rio Poxim Açú à jusante da Barragem Jaime Umbelino em Sergipe, Brasil

### Hydro sedimentological dynamics of the Poxim Açú River downstream of the Jaime Umbelino Dam in Sergipe, Brazil

Francisco Sandro Rodrigues Holanda<sup>a</sup>, José Oliveira Dantas<sup>b</sup>, Itala Tainy Barreto Francisco dos Santos<sup>a</sup>, Valter Ferreira Rocha Junior<sup>a</sup>, Maria Hosana dos Santos<sup>a</sup>, Luiz Diego Vidal Santos<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Sergipe-UFS, Departamento de Engenharia Agrônômica-DEA. Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. CEP: 49100-000. E-mail: [fholanda@infonet.com.br](mailto:fholanda@infonet.com.br), [itala.ufs@hotmail.com](mailto:itala.ufs@hotmail.com), [valterjunior.91@hotmail.com](mailto:valterjunior.91@hotmail.com), [hosana\\_bio@hotmail.com](mailto:hosana_bio@hotmail.com), [vidal.center@academico.ufs.br](mailto:vidal.center@academico.ufs.br).

<sup>b</sup> Instituto Federal de Sergipe-IFS. Rod. BR-101, km. 96 (Povoado Quissamã), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. CEP: 49100-000. E-mail: [josedantas336@gmail.com](mailto:josedantas336@gmail.com).

#### ARTICLE INFO

Recebido 19 Nov 2020

Aceito 12 Jan 2022

Publicado 19 Abr 2022

#### ABSTRACT

The contribution of sediments in aquatic systems are natural processes that consider the geomorphological, hydrological and environmental contexts. The sediment load transported by the river is determined by its flow, as well as the bank erosion. The study aimed to analyze the production of suspended sediment and bed load in Poxim-Açu river channel in municipality of São Cristóvão, Sergipe, Northeastern Brazil. Eight transects (TR<sub>1</sub>-TR<sub>8</sub>) were delimited downstream of the Jaime Umbelino de Souza dam to provide the bathymetric survey and determining the river flow. Water samples and sediments deposited on the riverbed were also collected to evaluate the concentration of suspended sediments and particle size and textural characterization of bed load. It was noticed that the dam and other factors that occurs along the studied stretch causes the flow and average water velocity variations (between 0,59 to 1,25 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, and 0,28 to 1,03 m.s<sup>-1</sup>) respectively, and consequently influence the suspended sediments production as well as the bed load. **Keywords:** Sediment's transport, bed load, erosion.

#### RESUMO

O aporte de sedimentos em sistemas aquáticos são processos naturais que levam em consideração os contextos geomorfológicos, hidrológicos e ambientais. A carga de sedimentos transportados no fluxo de um rio é determinada pela vazão do rio, assim como pelos processos erosivos das suas margens. O objetivo desse trabalho foi analisar a produção de sedimentos suspensos e de carga de fundo no canal do rio Poxim Açú no município de São Cristóvão, no estado de Sergipe, nordeste do Brasil. Foram delimitados oito transectos (TR<sub>1</sub>-TR<sub>8</sub>) a jusante da barragem Jaime Umbelino de Souza, para realização de levantamento batimétrico e determinação da vazão. Amostras de água e material depositado no fundo do leito do rio também foram coletadas para avaliação da concentração de sedimentos em suspensão e, caracterização granulométrica e textural da carga de fundo. Percebeu-se que a operação da barragem e outros fatores ao longo do trecho estudado provocam variações da vazão e velocidade média da água (entre 0,59 a 1,25 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, e 0,28 a 1,03 m.s<sup>-1</sup>), respectivamente, e conseqüentemente, influenciam na produção de sedimentos em suspensão assim como na carga de fundo.

**Palavras-Chave:** Transporte de sedimentos, carga de fundo, erosão.

#### Introdução

O padrão e morfologia do canal do rio são controlados pela vazão, carga suspensa e carga de fundo, por isso o conhecimento destes nos

processos fluviais é de grande importância para o gerenciamento de um rio (Walczak et al., 2018). A grande quantidade de sedimentos em suspensão tem sido considerada como fonte secundária de

poluição, pois diminui a penetração de luz, degrada a qualidade da água aumentando o custo de tratamento para consumo humano e pode reduzir a produtividade primária (Tuukkanen et al., 2016). O material em suspensão, como as argilas, apresenta natureza coesiva e forte tendência em agregar poluentes solúveis (inseticidas, herbicidas e metais pesados) indicando a qualidade ambiental de cursos hídricos (Sahin, Ozturk & Aydogan, 2020).

A dinâmica de sedimentos em corredores fluviais é fortemente influenciada por diversas características, incluindo vegetação, geometria do canal e atividades humanas como desmatamento e represamento dos rios (Wohl & Scott, 2017). O fator natural que mais influencia a descarga sólida é a precipitação e encontra-se diretamente relacionado com a vazão (Aquino, 2017). Carvalho (2008) afirma que, no período de fortes precipitações, 70 a 90% do material é transportado nos cursos d'água. Vanzela et al. (2012) verificaram que diferenças entre a concentração de sedimentos em duas bacias no município de Fernandópolis-SP deve-se, principalmente, à grande presença de áreas construídas, sem vegetação nativa nas proximidades do local.

O material sólido carregado pelas águas fluviais é proveniente do intemperismo das rochas, e em razão de processos erosivos é depositado nas margens dos rios (Iftekhar, Saether & Nicholson, 2016). Os sólidos em suspensão em geral são argila e silte que se mantêm em suspensão por ação da turbulência do fluxo da água, podendo ser determinados por filtragem, evaporação, ou granulômetro a laser (Abia, Ubomba-Jaswa & Momba, 2017; Naganna, Deka & Hansen, 2017). A descarga sólida do leito ou carga de fundo é composta por partículas de maior granulometria que são transportadas por arraste ou saltação no leito do curso d'água. Vale destacar que a concentração de sedimentos em suspensão e carga de fundo dependem do tamanho das partículas, velocidade de sedimentação, densidade do fluido e densidade do sedimento (Gorakhki & Bareither, 2015; Nelson, Grande & Wilson, 2016; Paradis et al., 2018).

As barragens são obras que alteram o regime de fluxo e funcionam como grandes bacias, aumentando a suscetibilidade de bacias hidrográficas aos processos de assoreamento (Albertin, Matos & Mauad, 2010) e exercendo pressão sobre os recursos hídricos (Souza & Knoppers, 2003). Nestes ambientes, condições são criadas para a sedimentação de material sólido reduzindo a capacidade do reservatório em armazenamento de água, além de reduzir a carga de sedimentos nos rios (Vale & Bordalo, 2020)

além de diminuir o tempo útil de vida da barragem.

São identificados impactos na dinâmica hidrosedimentológica de um rio quando ocorrem barramentos no seu curso. Estudos à jusante do rio Manwan no sudoeste da Ásia verificaram que, após 11 anos de construção da barragem do mesmo nome, houve uma redução das descargas de sedimentos à jusante, porém à montante da barragem a concentração de sedimentos em suspensão permaneceu quase igual (Fu, He & Lu, 2008). Yang et al. (2015) verificaram que um dos fatores que influenciou na diminuição das descargas de sedimentos da bacia do rio Yangtze na China foi a construção do reservatório Three Gorges.

Inaugurada em 2013 a barragem Jaime Umbelino de Souza, construída no canal do rio Poxim-açu, localizada no estado de Sergipe é um componente regularizador, que tem por finalidade acumular água nos períodos chuvosos para ser utilizada durante os momentos de estiagem, com previsão de abastecimento da grande Aracaju por 20 anos (Deso, 2020). Com efeito, o rio Poxim é um dos principais provedores de água para o abastecimento de Aracaju, capital do estado de Sergipe, e áreas limítrofes de municípios vizinhos, entretanto a qualidade da sua água é ameaçada por atividades antrópicas (Aguiar Netto et al., 2013; Santos & Santos, 2018). O objetivo desse trabalho foi analisar a produção de sedimentos suspensos e de carga de fundo no canal do rio Poxim Açú no município de São Cristóvão, Sergipe.

## Material e Métodos

### Área de estudo

Foram realizados estudos referentes a dinâmica hidrosedimentológica do rio Poxim Açú, em um trecho do canal a jusante da barragem Jaime Umbelino de Souza. O rio Poxim-Açu constitui-se no principal corpo d'água da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, pertencente à bacia hidrográfica do rio Sergipe, e encontra-se localizada entre as coordenadas 10°55' e 10°48' de latitude sul e 37°12' e 37°24' de longitude oeste, englobando, com área total ou parcial, os municípios de Aracaju, Areia Branca, Itaporanga d'Ajuda, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão (Figura 1). A microbacia apresenta uma área de 128,08 km<sup>2</sup> e, segundo Strahler (1957), ocupa a 4ª ordem na hierarquia fluvial, classificada como uma bacia de boa densidade de drenagem (1,82 km<sup>2</sup>). Seus principais corpos d'água são os riachos Cajueiro, das Minas, das Serras, Porteiras, Tiririca, Caroba, Lagoa Preta, Damásio, Menino, Buraco da Besta, Sizia e

Timbó, sendo, este último, o de maior fluxo d'água (Rocha et al., 2014).

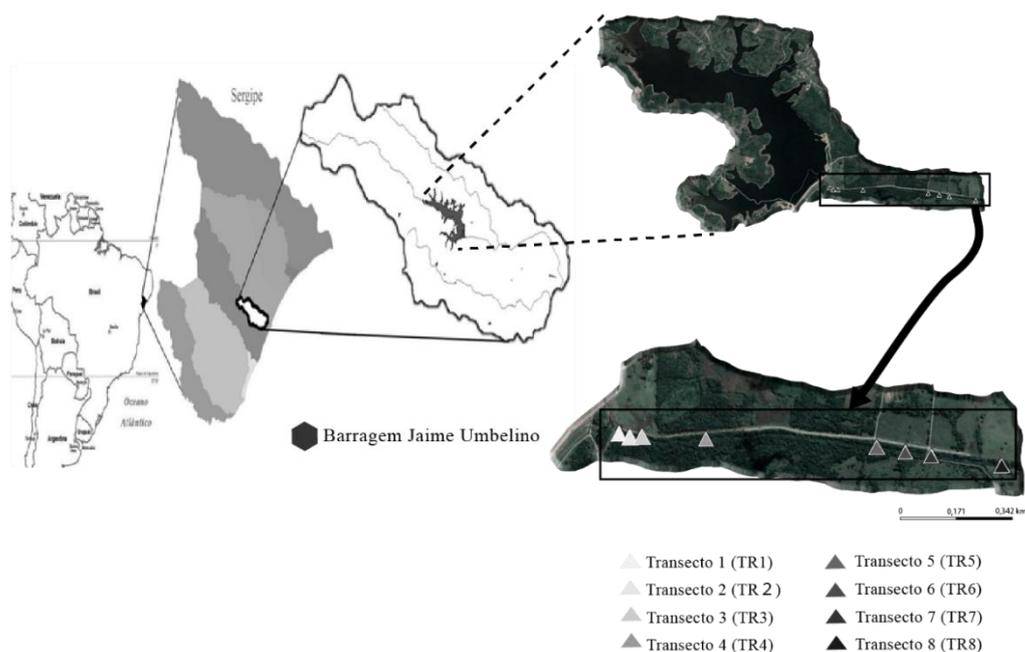


Figura 1. Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu. Fonte: Adaptado do Atlas digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2012).

A barragem Jaime Umbelino de Souza foi inaugurada em 2013, encontra-se localizada no povoado Timbó, possui uma área de 5,2 km<sup>2</sup> e capacidade de armazenamento de 32 milhões de m<sup>3</sup> (Rocha et al., 2014).

Ao longo do curso do rio Poxim Açu existem diferentes formas de uso e ocupação dessa área que influenciam no seu grau de integridade, incluindo pastagem (50,30%), floresta estacional (36,56%), áreas de cultivos agrícolas/solos expostos (6,97%), mata ciliar (3,11%) e áreas degradadas (2,31%). Outros usos e ocupações do solo também são encontrados em menores proporções, tais como povoados/distritos, corpos d'águas e viveiros/salinas (Rocha et al., 2014).

A região apresenta temperatura média de 25,5°C e umidade relativa do ar de 75% com

período chuvoso concentrando-se entre os meses de abril a agosto. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso com verão seco e precipitação média de 1800 mm (Climate-Date, 2020; White & Silva, 2016).

#### Coleta de dados

As coletas de sedimentos foram realizadas nos meses de março e abril de 2017. Para a coleta de sedimentos e carga de fundo foram delimitados oito transectos (TR) no canal do rio, localizados à jusante da barragem para a realização do estudo da dinâmica hidrossedimentológica. Os transectos delimitados foram georeferenciados com auxílio de um GPS (Garmin 76Cx) (Tabela 1).

Tabela 1. Localização dos transectos levantados para coleta de dados no rio Poxim Açu. TR = transecto; DEP = distância entre os pontos; DT = distância total; PV = percurso verdadeiro. Fonte: Holanda et al. (2020).

TR	DEP (km)	DT (km)	PV	Posição	Elevação (m)
01	-	-	-	S 10°55.115' W37°12.244'	9
02	0,063	0,063	115,7°	S 10°55.130' W37°12.212'	20
03	0,077	0,141	90,2°	S 10°55.130' W37°12.170'	21
04	0,407	0,548	91,5°	S 10°55.135' W37°11.947'	23
05	1,066	1,613	92,8°	S 10°55.163' W37°11.362'	20
06	0,184	1,797	98,6°	S 10°55.178' W37°11.262'	20
07	0,169	1,966	99,9°	S 10°55.193' W37°11.171'	18
08	0,431	2,397	97,8°	S 10°55.225' W37°10.936'	17

Os transectos foram selecionados a partir de diferentes características hidroambientais observadas ao longo do trecho em estudo. O primeiro transecto (TR<sub>1</sub>) foi localizado imediatamente à jusante da barragem, estando as margens nesse ponto desprotegidas, com solo totalmente exposto. Os transectos TR<sub>2</sub> e TR<sub>3</sub> apresentam margens protegidas com densa vegetação.

No transecto TR<sub>4</sub> percebe-se a ausência da vegetação em uma das margens, provavelmente devido à presença de um canal de escoamento oriundo da barragem. O quinto transecto (TR<sub>5</sub>) está localizado na área de captação de água para o abastecimento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS)/Campus São Cristóvão e suas margens encontram-se protegidas por vegetação ripária. O sexto transecto (TR<sub>6</sub>) possui margens protegidas e ocorrência de um tributário na sua margem direita. O sétimo transecto (TR<sub>7</sub>) está localizado próximo à uma ponte desativada, e o oitavo transecto (TR<sub>8</sub>) está localizado em uma área com margens ocupadas por espécies de pastagem, ambos sob a influência de ações antrópicas.

#### Descrição da vazão

Foi realizado o levantamento batimétrico nos pontos do canal do rio delimitados pelos transectos (Figura 2) para o levantamento do perfil batimétrico e a determinação da vazão no trecho estudado do rio. No levantamento batimétrico, devido às baixas profundidades do canal, utilizou-se régua graduada e fita métrica para a determinação do perfil transversal e da área (m<sup>2</sup>) de cada ponto (Carvalho, 2008). Em seguida, foi realizada a medição da vazão em cada transecto, pelo método do flutuador, com três repetições, onde foi contabilizado o tempo, em segundos, que o flutuador leva para ultrapassar um comprimento determinado. A vazão foi ajustada pela Equação 1 (Palhares et al., 2007).

$$Q = \frac{A.L.C}{T} \quad \text{Eq.(1)}$$

onde:  $Q$  = vazão,  $A$  = Área do transecto (largura multiplicada pela profundidade média de cada transecto).  $L$  = comprimento da área de medição (utilizado o comprimento de dois metros).  $C$  = Fator de correção (0,8 para rios com fundo pedregoso).  $T$  = tempo, em segundos, que o flutuador leva para deslocar-se no comprimento  $L$ .

O fator de correção  $C$  foi necessário devido a variação da velocidade entre a superfície e o fundo do rio.

#### Determinação de sedimento em suspensão

Foram realizadas coletas de amostra de água para a determinação do sedimento em suspensão, em três pontos diferentes ao longo de cada transecto (margem esquerda, talvegue e margem direita), em uma única profundidade (cerca de 50% da profundidade de cada ponto). As amostras de água foram acondicionadas em garrafas de polietileno de 1L, devidamente identificadas e armazenadas em caixas térmicas, e analisadas no Laboratório de Erosão e Sedimentação da Universidade Federal de Sergipe – LABES/UFS, pelo método de evaporação (Leli & Calijuri, 2010), onde, para cada amostra, foram processadas sete alíquotas de 100 mL. Os frascos pesados anteriormente foram acrescidos da água e levados à estufa à uma temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  até a evaporação total da água. Após resfriamento, os frascos foram novamente pesados e o sedimento em suspensão foi calculado pela diferença de peso dos frascos.

O sedimento total em suspensão foi estimado a partir da relação com a vazão do rio, em cada ponto amostral, aplicando a Equação 2.

$$STS = 86499.Q.C \quad \text{Eq.(2)}$$

onde:  $STS$  = Sedimento Total Suspenso (g dia<sup>-1</sup>),  $Q$  = vazão (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>);  $C$  = concentração (mg L<sup>-1</sup>); e 86400 = segundos totais em 24 horas. Em seguida, os resultados foram calculados para toneladas por dia.

#### Caracterização de carga de fundo

Foram realizadas coletas de amostras da carga de fundo em cada transecto utilizando um amostrador do tipo *Van Veen*. As amostras foram coletadas na linha do talvegue de cada transecto e, em seguida, acondicionadas em sacos plásticos. Em laboratório, as amostras foram secas à temperatura ambiente e, em seguida, peneiradas em agitador mecânico, utilizando-se de um jogo de peneiras (19 mm, 2 mm, 1 mm, 0,6 mm, 0,212 mm e 0,053 mm). O sedimento retido pelas peneiras foi pesado para a determinação granulométrica e classificado de acordo com a NBR 6502/95 – Rochas e solos. Foi determinada a proporção relativa das frações de areia, silte e argila, sendo, todos os procedimentos para análises da textura, realizados de acordo com o método do densímetro de Bouyoucos (1927), também conhecido como método do hidrômetro.

#### Resultados e Discussão

Foi observada uma relação inversamente proporcional entre a profundidade e a largura do canal do rio, em grande parte dos transectos

avaliados, apresentando profundidade e largura média de 0,42 m e 7,34 m, respectivamente.

A menor largura foi identificada no primeiro transecto (TR<sub>1</sub>), com 4,9 m, e a maior

largura no TR<sub>7</sub>, com 9,7 m. A maior profundidade foi encontrada no TR<sub>3</sub>, com 1,04 m, e as menores profundidades nos TR<sub>6</sub> e TR<sub>7</sub>, com 0,16 m (Figura 2).

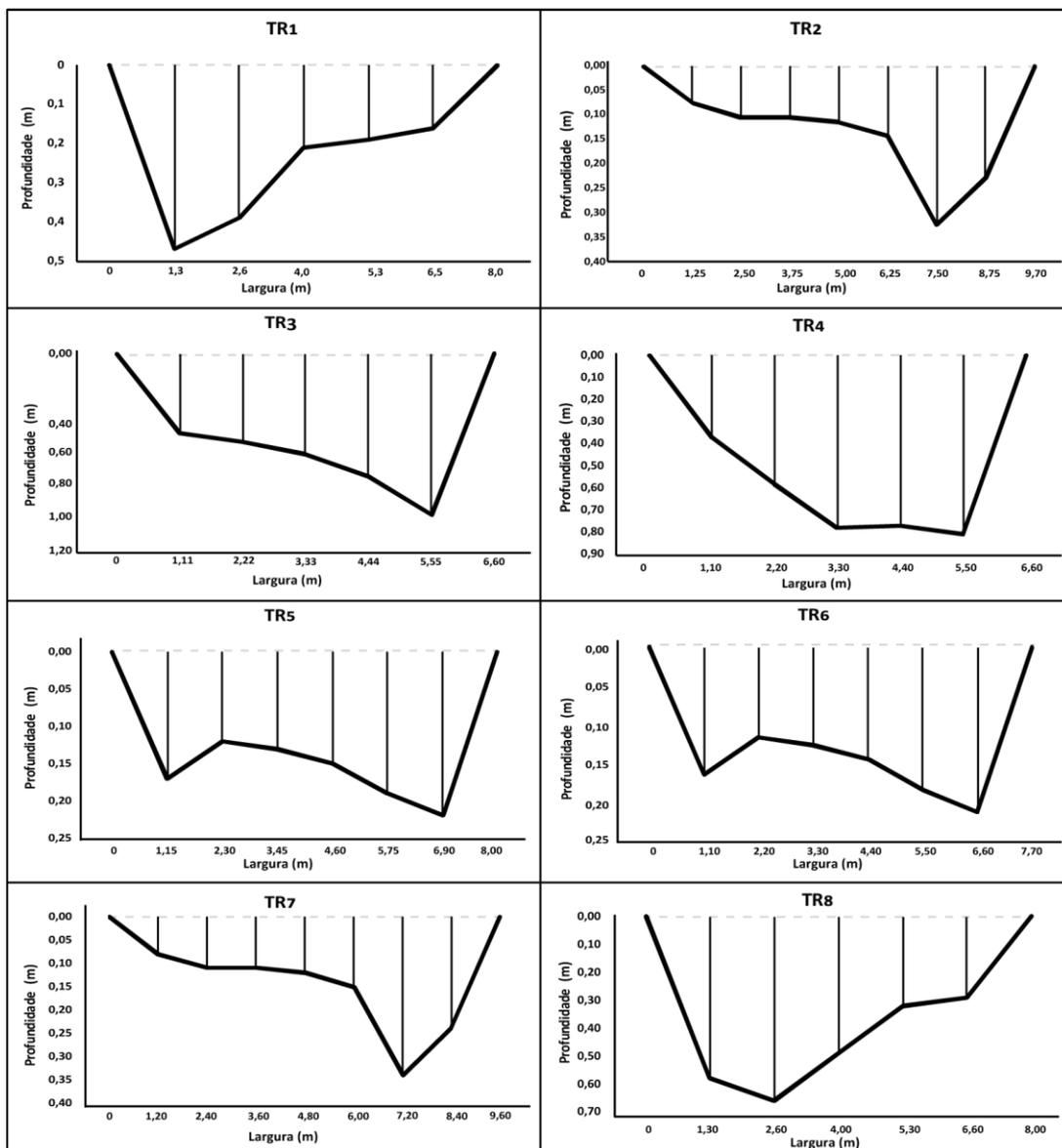


Figura 2. Batimetria dos transectos estudados no Rio Poxim-Açu, visualizados da montante à jusante. Fonte: Holanda et al. (2020).

Percebe-se que, da montante à jusante da barragem, na direção da sua foz no complexo estuarino Sergipe/Maré do Apicum ocorre um aumento da largura do canal do rio Poxim-açu, com tendência de diminuição da sua profundidade, explicado pela diminuição da velocidade do fluxo possivelmente justificada pela diminuição do gradiente do canal do rio, consequência da aproximação ao estuário, como explicado por Vieira & Cunha (2008).

Houve uma variação da velocidade média e vazão mais a jusante do rio, ao contrário do esperado, uma vez que a barragem atua como elemento regularizador da vazão (Rodrigues, 2017). No entanto, a variação da vazão ocorre devido a contribuição de outros fatores que interferem na dinâmica do canal do rio, como a adição de volume de água proveniente de tributário (Figura 3).

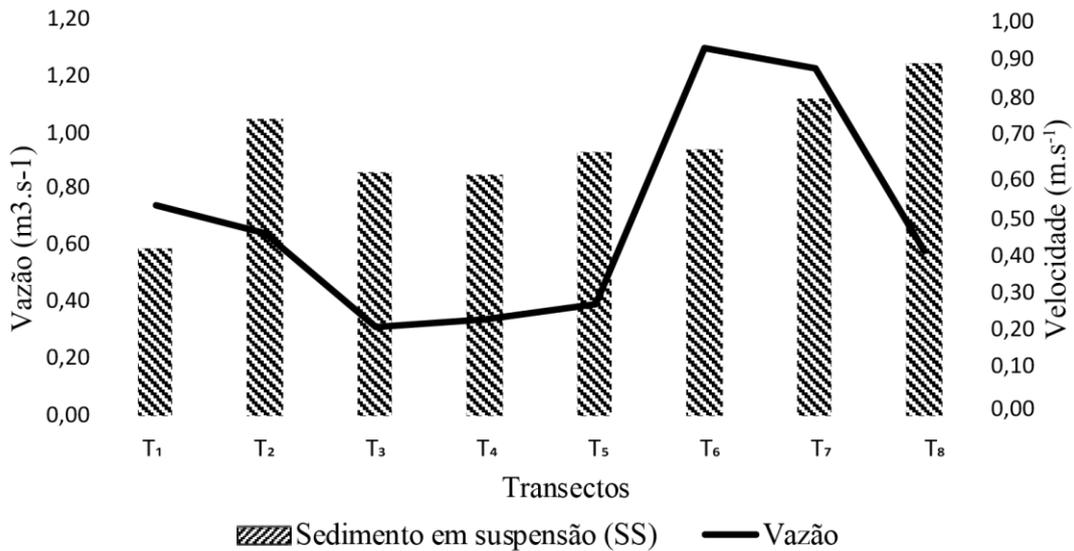


Figura 3. Vazão ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) e velocidade da água ( $\text{m}.\text{s}^{-1}$ ) dos transectos estudados no Rio Poxim Açu. Fonte: Holanda et al. (2020).

Percebeu-se que a vazão e a velocidade média no canal do rio foram de  $0,96 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  e  $0,5 \text{ m}.\text{s}^{-1}$ , respectivamente. No entanto, houve variação entre os transectos, sendo a menor vazão encontrada no primeiro transecto ( $\text{TR}_1$ ) e a maior vazão no oitavo transecto ( $\text{TR}_8$ ), com  $0,59$  a  $1,25 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ , respectivamente. O primeiro transecto ( $\text{TR}_1$ ) é o trecho mais estreito ( $4,9 \text{ m}$ ), imediatamente à jusante do exutório da barragem; o oitavo transecto apresenta maior vazão devido a contribuição de um tributário no  $\text{TR}_6$ .

Um acréscimo na vazão é observado no  $\text{TR}_5$  devido a influência de um canal de escoamento da barragem no transecto a montante. No entanto, essa vazão não se reflete nos

transectos seguintes, devido à captação de água para abastecimento do *Campus* São Cristóvão/IFS.

Ao longo do trecho estudado do canal do rio Poxim Açu, observou-se variações entre os transectos influenciados pela vazão. A menor concentração de sedimentos em suspensão foi encontrada no  $\text{TR}_1$  e a maior no  $\text{TR}_8$ , com  $20,1$  a  $44,1 \text{ t}.\text{dia}^{-1}$ , respectivamente (Figura 4), corroborando Bayer & Carvalho (2008), os quais, em estudo do canal do rio Araguaia/GO, também verificaram que as descargas sólidas variam ao longo do trecho do canal do rio, conforme as mudanças da vazão.

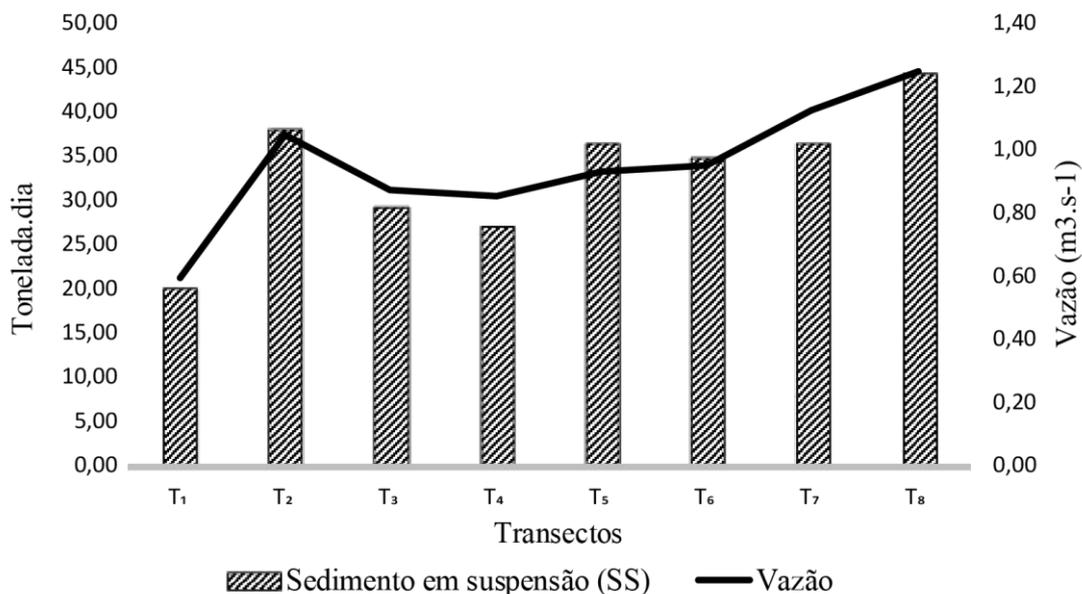


Figura 4. Sedimento em suspensão (SS) médio ( $\text{tonelada} \text{ dia}^{-1}$ ) e vazão ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos transectos estudados no Rio Poxim Açu. Fonte: Holanda et al. (2020).

As obras (concluídas) da barragem promoveram, nos transectos TR<sub>1</sub> e TR<sub>4</sub>, um incremento de sedimentos por escoamento superficial, uma vez que as margens nestes pontos estão desprotegidas, sendo esse comportamento de contribuição por deflúvio superficial também verificado nos transectos seguintes (TR<sub>2</sub> e TR<sub>5</sub>).

O transecto TR<sub>8</sub> apresenta um maior aporte de sedimentos, provavelmente oriundos da atividade agropecuária conduzida no entorno, que, por conta da movimentação de animais que buscam aquele sistema hídrico para dessedentação, provoca pequenos desmoronamentos na sua margem, que recaem no canal do rio. Ademais, esse transecto parece também estar sob a influência, à sua montante, do trânsito de pessoas, animais e uso doméstico da água para lavagem de roupa, concordando com Zhao et al. 2020, em razão das atividades antrópicas, e as descargas de sedimentos das bacias têm promovido alterações em rios. Este fato também foi observado por Quadros (2017), no Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, onde a extração de areia aumentou a erosão das margens do rio e aumentou o carreamento de sedimento. Sousa, Hu et al. (2020) correlacionaram as ações antrópicas e o aumento, divisão e migração de depósitos de

sedimentos no Yangtzé Fujiang Sha, China. Pantalena & Maia (2014), analisando os impactos decorrentes da ocupação e uso da terra no rio Jaguaribe, no Ceará, observaram diversas alterações ao longo do rio.

A velocidade da água determina as características granulométricas da carga de fundo (Kuriata-Potasznik, Slawomir & Skwierawski, 2020). Em regime de baixa velocidade, as partículas mais grossas deixam de se mover, aumentando a quantidade de material fino em movimento. Em regime de grandes velocidades, a quantidade de areia em movimento pode aumentar (Hu et al., 2017). Esse comportamento foi verificado neste estudo, onde a água nos transectos TR<sub>1</sub>, TR<sub>2</sub>, TR<sub>6</sub> e TR<sub>7</sub> apresentou maiores velocidades com fundo pedregoso e nos transectos TR<sub>3</sub>, TR<sub>5</sub> e TR<sub>8</sub> menores velocidades com carga de fundo arenosa (Figura 5), sendo a velocidade maior nos trechos do rio com maior declividade. Wetzel & Boavida (1993) afirmam que a ação mecânica da água é responsável por separar as diversas granulometrias das partículas de sedimento, constituindo um gradiente de tamanho, variando suas posições conforme a velocidade da água.

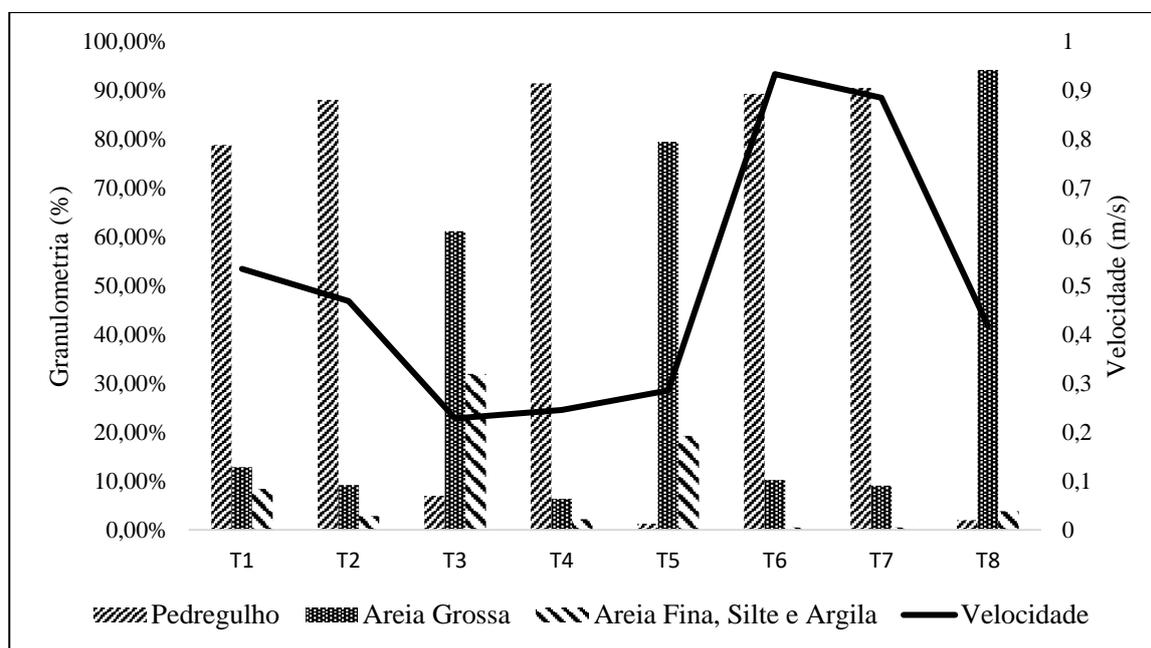


Figura 5. Granulometria percentual (%) da carga de fundo e velocidade da água ( $m \cdot s^{-1}$ ) nos transectos estudados no Rio Poxim Açu. Fonte: Holanda et al. (2020).

A análise textural da carga de fundo mostrou altos percentuais de areia (65% a 96%) no canal do rio, da montante para a jusante. Os percentuais de argila foram inferiores a 9%, excetuando no TR<sub>1</sub>, que apresentou 20% de argila devido às atividades antrópicas. O silte apresentou

percentuais inferiores a 8%, chegando até 0% no TR<sub>8</sub>, desta forma, os pontos foram classificados como Franco Arenoso (TR<sub>1</sub>), Areia Franca (TR<sub>2</sub> e TR<sub>3</sub>) e Areia (TR<sub>4</sub>, TR<sub>5</sub>, TR<sub>6</sub>, TR<sub>7</sub> e TR<sub>8</sub>), uma vez que a maior quantidade de partículas finas, como argila e silte, apresentam-se suspensas em meio

líquido (Le Meur et al., 2016).

### Conclusão

Na dinâmica hidrossedimentológica do rio Poxim Açu foi observado um aumento da largura do canal e diminuição da profundidade causada pela diminuição da declividade em direção ao estuário.

O transporte de sedimentos do rio Poxim Açu é estimado em 12.118 t ano<sup>-1</sup> e a textura da carga de fundo é predominantemente arenosa.

Fatores naturais e antrópicos contribuíram para uma variação de velocidade média e vazão e, conseqüentemente, na quantidade de sedimentos em suspensão transportados e cargas de fundo.

### Referências

- Abia, A. L. K.; Ubomba-Jaswa, E.; Momba, M. N. B. 2017. Riverbed sediments as reservoirs of multiple *Vibrio cholerae* virulence-associated genes: A potential trigger for cholera outbreaks in developing countries. *Journal of Environmental and Public Health*, 17, (1), 1-9. <https://doi.org/10.1155/2017/5646480>
- Aguiar Netto, A. O.; Garcia, C. A. B.; Alves, J. do P. H.; Ferreira, R. A.; Silva, M. G. da. 2013. Physical and chemical characteristics of water from the hydrographic basin of the Poxim River, Sergipe State, Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 5, (185), 4417-4426. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2880-x>
- Albertin, L. L.; Matos, A. J. S.; Mauad, F. F. 2010. Cálculo do volume e análise da deposição de sedimentos do reservatório de Três Irmãos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 4, (15), 57-67. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v15n4.p57-67>
- Aquino, I. G. 2017. Estudo da variação da descarga sólida em suspensão da sub-bacia do Riacho Fundo - Lago Paranoá, Brasília-DF. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal, Brasil. 101p.
- Bauyoucens, G. J. 1927. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soil. *Soil Sci.*, 23, (5), 343-353.
- Bayer, M.; Carvalho, T. M. 2008. Processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia. *Revista de estudos ambientais*, 10, (2), 24-31.
- Boyocous, G. J. 1927. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils. *Soil Science*, 4, (5), 343-354.
- Carvalho, N. O. 2008. *Hidrossedimentologia Prática*. 2ª ed., Interciência, Rio de Janeiro. pp.360-363
- Carvalho, T. M. 2008. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 1, (1), 73-85. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v1.1.p73-85>
- Climate-Date. Clima: Sergipe - Climate-Data. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sergipe-213/>. Acesso em: 14 nov. 2020.
- Deso, C. de S. de S. Companhia de Saneamento de Sergipe. Disponível em: <https://www.deso-se.com.br/v2/index.php>. Acesso em: 14 nov. 2020.
- Fu, K. D.; He, D. M.; Lu, X. X. 2008. Sedimentation in the Manwan reservoir in the Upper Mekong and its downstream impacts. *Quaternary International*, 1, (186), 91-99. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.09.041>
- Gorakhki, M. H.; Bareither, C. A. 2015. Salinity effects on sedimentation behavior of kaolin, bentonite, and soda ash mine tailings. *Applied Clay Science*, 114, (15), 593-602. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.07.018>
- Hu, N.; Wu, N.; Wang, S.; Jiang, H.; Li, Z. 2017. Tribological Properties of Friction Pairs in Lubricant Contaminated with Particles under High Temperature. *Tribology Transactions*, 4, (60), 663-669. <https://doi.org/10.1080/10402004.2016.1201875>
- Hu, Y.; Cao, M.; Ma, A.; Dou, X.; Wen, Y. 2020. Analysis of the Periodic Evolution of the Jingjiang Sandbank in the Tidal Reach of the Yangtze River. *Water*, 12, 1652. <https://doi.org/10.3390/w12061652>
- Iftexhar, S.; Saether, O. M.; Nicholson, D. G. 2016. The Influence of Natural Organic Matter on the Transport and Bioavailability of Arsenic and Trace Metals in Groundwater in Lahore, Pakistan. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 3, (38), 576-576. <https://doi.org/10.1021/es1026008>
- Kuriata-Potasznik, A.; Szymczyk, S.; Skwierawski, A. 2020. Influence of Cascading River-Lake Systems on the Dynamics of Nutrient Circulation in Catchment Areas. *Water*, 12, (1144), 1-18. <https://doi.org/10.3390/w12041144>
- Le Meur, M.; Montargès-Pelletier, E.; Bauer, A.; Gley, R.; Migot, S.; Barres, O.; Delus, C.; Villiéras, F. 2016. Characterization of suspended particulate matter in the Moselle River (Lorraine, France): evolution along the course of the river and in different

- hydrologic regimes. *Journal of Soils and Sediments*, 16, 1625-1642. <https://doi.org/10.1007/s11368-015-1335-8>
- Lelis, T. A.; Calijuri, M. L. A. 2010. Modelagem hidrossedimentológica de bacia hidrográfica na região sudeste do Brasil, utilizando o SWAT. *Ambi-Agua*, Taubaté, 5, (2), 158-174. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.145>
- Naganna, S. R.; Deka, P. C.; Ch, S.; Hansen, W. F. 2017. Factors influencing streambed hydraulic conductivity and their implications on stream-aquifer interaction: a conceptual review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, (32), 24765-24789. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0393-4>.
- Nelson, J. S., Grande, T. C.; Wilson, M. V. 2016. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, New Jersey, 752p. DOI: 10.1002/9781119174844
- Palhares, J. C. P.; Ramos, C.; Klein, J. B.; Lima, J. M. M.; Muller, S. Cestonaro, T. 2007. Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador. Comunicado técnico EMBRAPA. 7p.
- Pantalena, A. F.; Maia, L. P. 2014. Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 3, (14), 459-470. <https://doi.org/10.5894/rgci431>
- Paradis, S.; Puig, P.; Vidal, A. S.; Masqué, P.; García-Orellana, J.; Calafat, A.; Canais, M. 2018. Spatial distribution of sedimentation-rate increases in Blanes Canyon caused by technification of bottom trawling fleet. *Progress in Oceanography*, 169, (169), 241-252. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.07.001>
- Quadros, T. F. P. 2017. Efeito da dinâmica fluvial e da ação antrópica sobre a erosão de margens fluviais: o caso da mineração de areia no rio Jacuí. *Revista de Ciências Ambientais*, 1, (11), 49-64. <https://doi.org/10.18316/rca.v11i1.3179>
- Rocha, R. M.; Lucas, A. A. T.; Almeida, C. A. P. de; Menezes Neto, E. L.; Aguiar Netto, de O. A. 2014. Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 2, (9), 276-287. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1289>
- Rodrigues, N. C. 2017. Dimensionamento da capacidade de reservatórios de regularização de vazões utilizando de séries sintéticas. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 73p.
- Sahin, C.; Ozturk, M.; Aydogan, B. 2020. Acoustic doppler velocimeter backscatter for suspended sediment measurements: Effects of sediment size and attenuation. *Applied Ocean Research*, 94, (1), 101975. DOI: 10.1016/j.apor.2019.101975.
- Santos, C. A. dos; Santos, C. S. 2018. Diagnóstico da política da habitação em Aracaju. *Ciência na Fama*, 1, (2), 41-58.
- SEMARH. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe. 2012. Atlas digital sobre recursos hídricos. Aracaju: SEMARH.
- Souza, W. L. F.; Knoppers, B. 2003. Fluxos de água e sedimentos a costa leste do Brasil: relações entre a tipologia e as pressões antrópicas. *Geoch*, 17, (1), 057-074. <https://doi.org/10.14210/bjast.v15n1.p42-53>
- Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 6, (38), 913-920. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- Tuukkanen, T.; Stenberg, L.; Marttila, H.; Finér, L.; Piirainen, S.; Koivusalo, H.; Kløve, B. 2016. Erosion mechanisms and sediment sources in a peatland forest after ditch cleaning. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41, (41), 1841-1853. <https://doi.org/10.1002/esp.3951>.
- Vale, J. R. B.; Bordalo, C. A. L. 2020. Caracterização morfométrica e do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Apeú, Amazônia Oriental. *Formação*, 27, (27), 313-335. <https://doi.org/10.33081/formacao.v27i51.6026>
- Vanzela, L. S.; Souza, R. A.; Pitaro, F. A. M.; Freitas, P. A.; Sanches, A. C. 2012. Influência da ocupação do solo e do excedente hídrico sobre a vazão e transporte de sedimentos. *Irriga*, 1, (1), 181-191. <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p181>
- Vieira, V. T.; Cunha, S. B. 2008. Mudanças na morfologia dos canais urbanos: alto curso do rio Paquequer, Teresópolis-RJ (1997/98-2001). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 1, (9), 3-22. <https://doi.org/10.20502/rbg.v9i1.97>
- Walczak, N.; Walczak, Z.; Kałuża, T.; Hämmerling, M.; Stachowski, P. 2018. The Impact of Shrubby Floodplain Vegetation Growth on the Discharge Capacity of River Valleys. *Water*, 5, (10), 556-571. DOI: 10.3390/w10050556.
- Weiyang, Z.; Yunping, Y.; Huaqing, Z.; Mingjin, Z.; Jing, Y.; Baocen, Y. 2020. Adjustment patterns and causes of the morphology of

- sandy riverbed downstream of the Three Gorges Dam[J]. *Advances in Water Science*, 31, (6), 862-874. <https://doi.org/10.14042/j.cnki.32.1309.2020.06.006>
- Wetzel, R. G.; Boavida, M. J. 1993. *Limnologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 1011p.
- White, B. L. A.; Silva, M. F. A. 2016. Avaliação das condições microclimáticas no interior de fragmentos de Mata Atlântica em distintos graus de conservação no município de São Cristóvão, Sergipe. *Educação Ambiental Biogeografia*. Uberlândia: Editora Barlavento, 1, pp. 571-578.
- Wohl, E.; Scott, D. N. 2017. Wood and sediment storage and dynamics in river corridors. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, (42), 5-23. <https://doi.org/10.1002/espp.3909>.
- Yang, Y.; Deng, J.; Zhang, M.; Li, Y.; Liu, W. 2015. The synchronicity and difference in the change of suspended sediment concentration in the Yangtze River Estuary. *Journal of Geographical Sciences*, 4, (25), 399-416. <http://dx.doi.org/10.1007/s11442-015-1176-9>