

EFEITOS DE PEQUENOS ELEMENTOS DE INTERRUÇÃO ANTRÓPICOS NA CONECTIVIDADE SEDIMENTOLÓGICA – BAIXO CURSO DO RIO PIANCÓ.

André Oliveira Trigueiro Castelo Branco ¹
Camilla Jérssica da Silva Santos ²
Stéphanie Medeiros de Lima ³
Kenia Karoline Sousa da Cruz ⁴
Jonas Otaviano Praça de Souza ⁵

INTRODUÇÃO

Será que pequenas intervenções humanas afetam a dinâmica dos sistemas fluviais não perenes, como avaliar seus efeitos? Desde o período colonial, a ocupação dessa região sempre esteve ligada aos recursos hídricos e à adaptação às secas. A construção de açudes e grandes barragens tornou-se essencial para a vida e a economia local. Contudo, essas estruturas alteram significativamente os sistemas ambientais, sendo foco frequente de pesquisas sobre o impacto sobre os sistemas fluviais.

As barragens interferem na transmissão de matéria e energia nos sistemas fluviais, afetando a conectividade, ou seja, a capacidade do rio de mover esses elementos internamente (WOHL, 2017). Além das grandes barragens, pequenas intervenções, como açudes, pontes e passagens molhadas, também impactam essa dinâmica, com efeitos que variam em escala.

A presença de elementos desconectantes podem gerar efeitos que potencializam ou reduzem a transmissão. Fryirs et al., (2007b) consideram três dimensões de transmissão, longitudinal, lateral e vertical. Os autores também consideram três categorias de elementos de interrupção que interferem na dinâmica de água e sedimentos, entretanto, no presente trabalho será abordado apenas a que interfere potencialmente na dinâmica longitudinal, as barreiras (*barriers*). Essas, alteram transmissão de montante para jusante, limitando ou desconectando a movimentação (DUARTE; MARÇAL, 2017), em que as passagens molhadas também se enquadram.

¹ Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB – andretigueiro.geo@gmail.com;

² Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, camilla.jerssica@hotmail.com;

³ Mestre em Geografia, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, stephanie_m.l@hotmail.com;

⁴ Bacharela em Geografia Universidade Federal da Paraíba - UFPB, kenia.karoline@gmail.com;

⁵ Professor Adjunto, Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, jonas.souza@academico.ufpb.br.

O reconhecimento da desconectividade no interior do sistema fluvial permite desenvolver a Área de Captação Efetiva (ACE), que pode ser compreendida enquanto área que efetivamente contribui para um determinado exutório (FRYIRS et al., 2007a). Dessa forma, a presença de barragens e outros tipos de elemento de interrupção influenciam no desenho da ACE (SOUZA; CORREA, 2012).

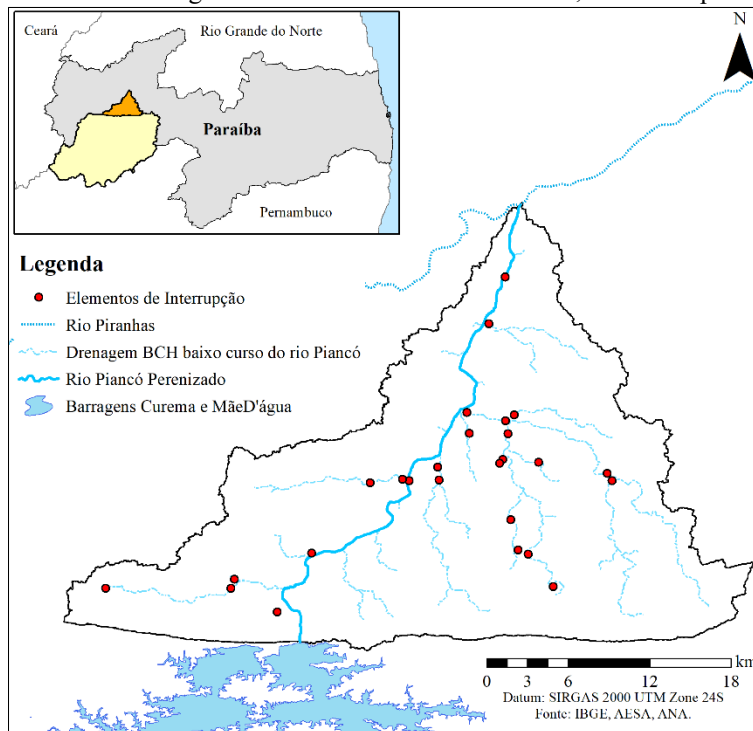
Este trabalho analisa os efeitos que pequenas intervenções antrópicas geram em sistemas fluviais não perenes, contribuindo para o debate sobre gestão territorial e de recursos hídricos. O estudo foca na bacia hidrográfica do baixo curso do Rio Piancó, no sertão paraibano, onde os canais são predominantemente não perenes, exceto pelo canal principal, perenizado por barragens.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O baixo curso do rio Piancó (BXR) apresenta área aproximada de 768 km², inserido em território paraibano. O canal principal encontra-se perenizado devido ao sistema de barragens Curema-Mãe D'Água (Figura 1), que separa o baixo e o alto curso. Ademais, toda bacia apresenta canais não perenes.

Figura 1: Bacia hidrográfica do baixo curso do rio Piancó, semiárido paraibano.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A área apresenta variação altimétrica entre 169 m até 300 m, com as áreas mais elevadas associadas a complexo de serras (ARAÚJO; SOUZA; MACHADO, 2021) na

porção sul da bacia. O relevo é predominantemente plano e suave ondulado, estando encravada na depressão sertaneja (CORRÊA et al., 2010), com baixas variações, registrando declividades mais acentuadas nos divisores topográficos acima mencionados.

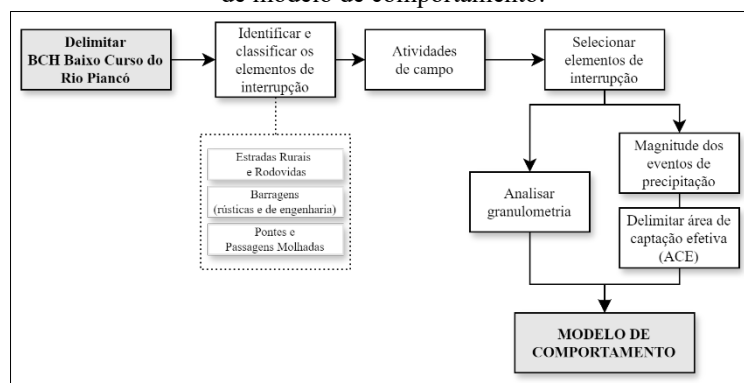
Aspectos Metodológicos

Os passos adotados foram desenhados com base no trabalhos de Fryirs et al. (2007a) e Souza et al. (2016), considerando os tipos de elementos de interrupção e sua distribuição espacial e seus efeitos na dinâmica de água e sedimentos no interior do sistema fluvial, através da ACE.

Para tanto, adotou-se fluxo de procedimentos (Figura 1) que iniciou com a identificação dos elementos, passando pela delimitação da área de captação efetiva, exame *in situ* de elementos de interrupção selecionados, que no presente trabalho foram duas passagens molhadas, através de atividades de campo.

Passando , com a análise granulométrica (GALE; HOARE, 1991; SUGUIO, 2003) dos sedimentos de leito, das porções a montante (5 m e 10 m) e jusante (5 m) das estruturas, em consonância com o trabalho de Branco e Souza (2021) e Castelo Branco et al. (2023).

Figura 2: Fluxo de procedimentos para reconhecimento de modificações morfológicas e desenvolvimento de modelo de comportamento.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Por fim, foi desenvolvido modelo sugestivo de comportamento do sistema fluvial, com base nas características morfológicas dos canais, nas idades das passagens molhadas, além da ocorrência de eventos de precipitação expressivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento dos pontos impedientes permitiu identificar ao longo da BCHBX Piancó, pontes, barragens (rústicas e de engenharia) e passagens molhadas distribuídas aleatoriamente, tendo como ponto comum a intervenção no sistema fluvial, como pode

ser observado Castelo Branco et al. (2023). Os autores apontaram para captura de cursos fluviais por elementos de interrupção antrópicos e destacaram que dentre esses, as barragens exerciam maiores efeitos à dinâmica de transmissão de água e sedimentos.

Analisando as passagens molhadas selecionadas. Essas foram enquadradas enquanto PSM2 e PSM3, na qual apresentam diferença de aproximadamente 10 anos entre suas construções. Entre as características construtivas, observa-se semelhança, ambas foram constituídas com concreto e manilhas/galerias em suas estruturas, mas apenas a PSM3 possui blocos de rochas. A presença das galerias possibilita a passagem de fluxo em vazões menores, antes que o volume nos canais ultrapasse a estrutura da passagem molhada.

Quadro 1: Detalhamento das passagens molhadas selecionadas.

Nº / Ponto	Área Captação (km ²)	Desconexões por Barragens (km ²)	ACE (km ²)	Idade de construção	Observações
PSM2	9,29	0	9,29	~5	Colmatação: Incipiente; Transmissão de sedimentos somente é alcançada em eventos de magnitude alta; A presença de cascalhos a jusante se dá por aterro do canal e tráfego de caminhões areeiros na localidade.
PSM3	59,15	21,15	38,0	>15	Colmatação: Avançada; Transmissão de sedimentos ocorre em qualquer magnitude, variando apenas o granulometria e volume.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

A diferença entre a área de captação e ACE da PSM3 ilustra os efeitos que as barragens (CORRÊA, 2012) podem exercer na dinâmica de transmissão no interior dessas áreas, com ênfase na dinâmica de sedimentos, visto que se comportam como armadilhas para granulometrias de leito. A ACE dessas passagens molhadas permite apontar quais áreas ofertam sedimentos para os pontos onde essas estão instaladas, desse modo, as áreas das barragens e suas porções a montante foram desconsideradas na delimitação da área de captação efetiva.

Analisando a granulometria de sedimentos de leito a montante e a jusante, nota-se a predominância de sedimentos grosseiros a montante, como cascalho e areia fina, com baixa presença de sedimentos finos, não ultrapassando 20% das amostras.

Contudo, na PSM3, observa-se a passagem de sedimentos grosseiros, o que se justifica pelo grau de colmatação a montante, no qual o volume de sedimentos já se encontra na borda das galerias que compõe o corpo da estrutura. Diferentemente da PSM2, que apresenta degrau entre o leito do canal a montante e a borda das galerias, o que também é corroborado pela baixa quantidade de sedimentos grosseiros a montante.

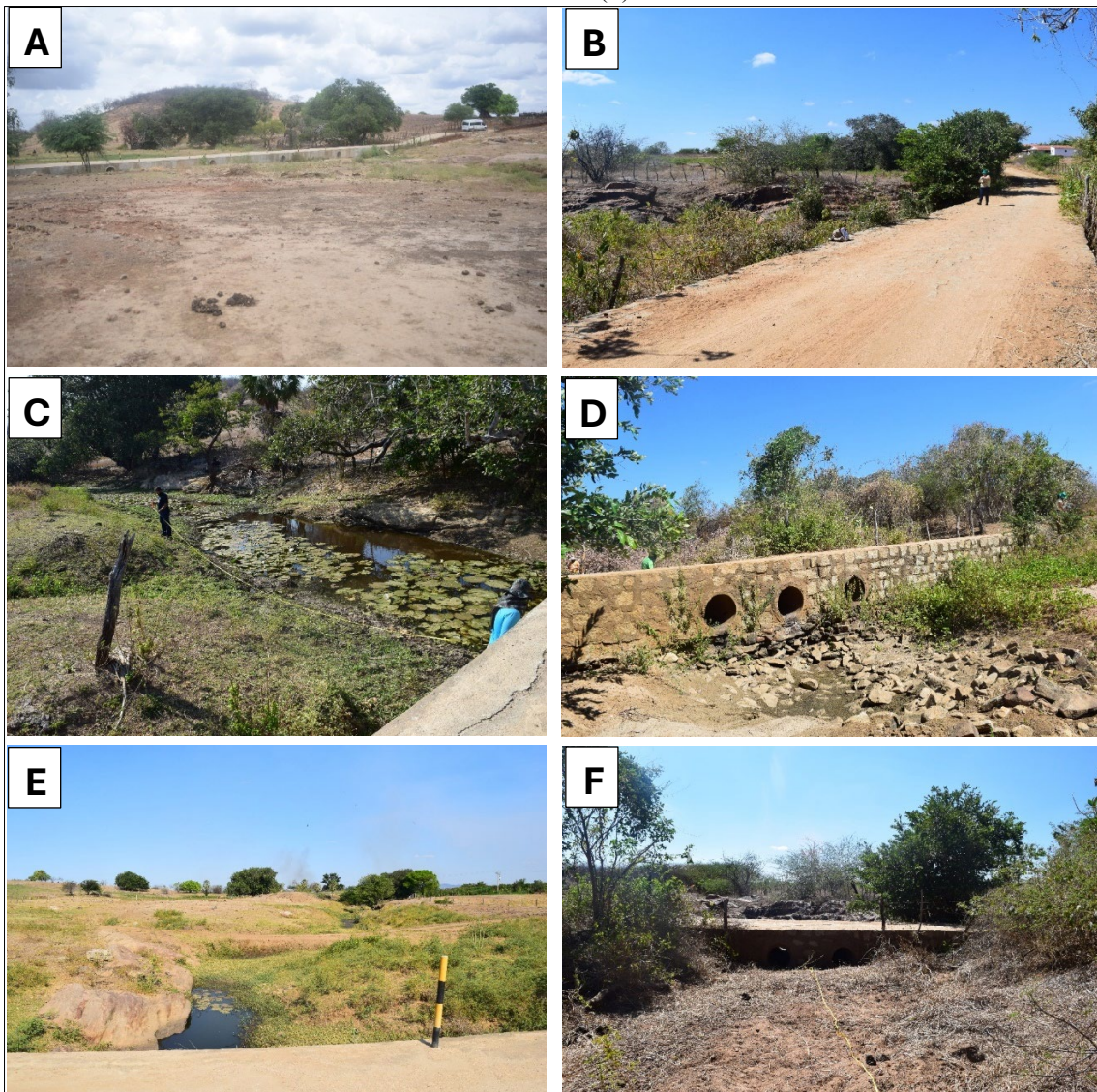
A PSM2 apresenta peculiaridade, que merece destaque, na amostra a jusante da estrutura, observou-se aumento expressivo da fração cascalho, justificado devido a aterros

no canal, para passagem de caminhões voltados ao transporte de areia extraída de outras áreas da bacia.

Além o tempo de construção, o tamanho da ACE entre as duas passagens molhadas, que apresentam quase 20 km² de diferença, (Quadro 1), permite inferir uma maior oferta de sedimentos para essa última. O que é corroborado pelo canal predominantemente arenoso (Figura 2F).

Esses apontamentos permitem reconhecer comportamento do canal que parte desde as primeiras intervenções até a colmatação das estruturas, de modo que é possível distinguir que com o passar o tempo, os efeitos restritivos à transmissão de sedimentos podem ser atenuados, como apontado por Castelo Branco et al. (2023).

Figura 3: A, C e E: PSM2, apresentação da estrutura da passagem molhada face a jusante (A), seguida da porção a montante (C) e a jusante (E). B, D e F: PSM3, apresentação a estrutura associada a estrada rural (B), face a jusante da passagem molhada (D) e visão da face a montante da estrutura com canal sedimentado (F).



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

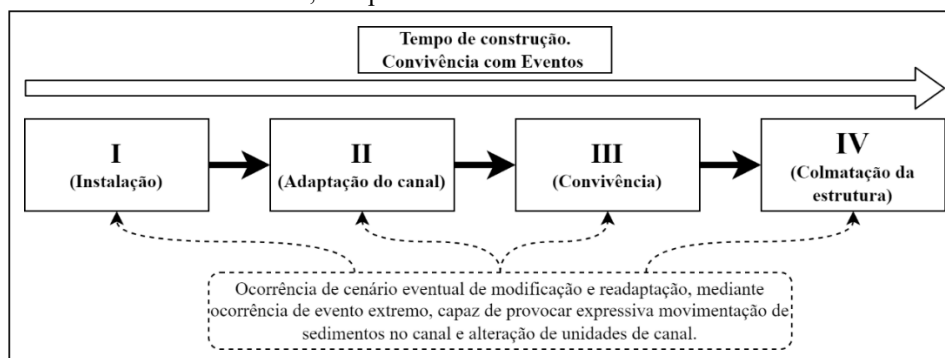
Diante disso, foi desenvolvido modelo de comportamento do sistema fluvial não perene (Figura 3), após implantação de uma passagem molhada, considerando quatro estágios (Instalação, Adaptação do canal, Convivência e Colmatação da Estrutura).

Desse modo a PSM2 foi utilizada para exemplificar os dois primeiros estágios, voltados ao período de implantação e adaptação do canal, como início do processo de sedimentação a montante e erosão a jusante, fases na qual a conectividade de sedimentos recebe maiores efeitos restritivos.

A PSM3, enquanto estrutura mais antiga, foi utilizada para reconhecer os últimos estágios, que envolvem a convivência com eventos de vazão no canal e níveis de sedimentação variados. Outrossim, a indica o processo de colmatação da estrutura e seus efeitos, como maior facilidade para passagem de sedimentos grosseiro para as porções a jusante da estrutura. Retomando a conectividade de sedimentos.

A proposta também considera os efeitos dos eventos extremos no canais, podendo ocorrer em qualquer estágio, tendo em vista as colocações de Bull et al. (2000), Corrêa (2012), Fryirs et al. (2007a) e Hooke (2019). Esses eventos apresentam potencial para mobilizar e erodir sedimentos de maneira significativa, alterando expressivamente a morfologia do canal.

Figura 4: Fluxo de estágios evolutivos de comportamento do sistema fluvial, em quatro estágios de desenvolvimento, compreendendo ocorrência de eventos extremos.



Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio no estudo das passagens molhadas é entender seus impactos no sistema fluvial sem confundi-los com os efeitos de barragens e açudes. É crucial considerar a escala e as formas específicas de impacto dessas estruturas.

A avaliação permitiu o desenvolvimento de um modelo de comportamento fluvial, baseado na identificação de padrões hidrossedimentológicos. Esse modelo ajuda a entender como o sistema fluvial se adapta à construção de uma passagem molhada, especialmente durante eventos de alta vazão. Embora ainda em fase inicial, o modelo

precisa ser aprimorado e aplicado em outras áreas semiáridas, incluindo regiões de produção, transporte e deposição de sedimentos que possuam passagens molhadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal da Paraíba – UFPB e a prefeitura municipal de São José da Lagoa Tapada, pelo apoio institucional e logístico. A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba – FAPESQ (Edital nº 08/2023 – Termo nº 2070/2023) pelo fomento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. D. S.; SOUZA, J. O. P. DE; MACHADO, C. C. C. VARIAÇÃO DA VEGETAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM O ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE – ITU NO ENCLAVE SUBÚMIDO DAS SERRAS SERTANEJAS-PARAÍBA, NORDESTE, BRASIL. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 50, p. 153, 12 abr. 2021.
- BRANCO, A.; SOUZA, J. **Effect of small impediments on channel morphology intermittent rivers in Brazilian drylands.**, 4 mar. 2021. Disponível em: <<https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU21/EGU21-13534.html>>. Acesso em: 28 mar. 2024
- BULL, L. J. et al. The impact of rainstorms on floods in ephemeral channels in southeast Spain. **CATENA**, v. 38, n. 3, p. 191–209, jan. 2000.
- CASTELO BRANCO, A. O. T. et al. Longitudinal interference of small structures in the river's hydrological and sedimentological connectivity in a Brazilian semiarid basin. **CATENA**, v. 232, p. 107441, nov. 2023.
- CORRÊA, A. C. DE B. et al. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, v. 31, n. 1–2, p. 35–52, 2010.
- CORRÊA, A. C. DE B. ANTROPOGÊNESE E MORFOGÊNESE SOB A AÇÃO DE EVENTOS CLIMÁTICOS DE ALTA MAGNITUDE NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO: O CASO DA BACIA DO RIACHO SALGADO. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 30 jan. 2012.
- DUARTE, N. S.; MARÇAL, M. DOS S. CONECTIVIDADE DA PAISAGEM NA BACIA DO RIO SANA (RJ): RELAÇÃO ENTRE ÁREAS DE CAPTAÇÃO EFETIVA E TIPOS DE BLOQUEIOS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 4, 1 out. 2017.
- FRYIRS, K. A. et al. Catchment-scale (dis)connectivity in sediment flux in the upper Hunter catchment, New South Wales, Australia. **Geomorphology**, v. 84, n. 3–4, p. 297–316, fev. 2007a.
- FRYIRS, K. A. et al. Buffers, barriers and blankets: The (dis)connectivity of catchment-scale sediment cascades. **CATENA**, v. 70, n. 1, p. 49–67, jun. 2007b.
- GALE, S. J.; HOARE, P. G. **Quaternary Sediments: Petrographic Methods for Study of Lithified Rocks**. Londres: Bethaven Press, 1991.
- HOOKE, J. M. Extreme sediment fluxes in a dryland flash flood. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1686, 8 fev. 2019.
- SOUZA, J. O. P. DE; CORREA, A. C. B. Conectividade e área de captação efetiva de um sistema fluvial semiárido: bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco-PE / Connectivity and effective catchment area of a semiarid fluvial system: Mulungu stream catchment, Belém de São Francisco-PE. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 2, 9 out. 2012.
- SOUZA, J. O. P.; CORRÊA, A. C. DE B.; BRIERLEY, G. J. An approach to assess the impact of landscape connectivity and effective catchment area upon bedload sediment flux in Saco Creek Watershed, Semiarid Brazil. **CATENA**, v. 138, p. 13–29, mar. 2016.
- SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgar Blücher, 2003.



**Simpósio Brasileiro
de Geografia Física Aplicada**

IV Encontro Lusofroamericano de Geografia Física e Ambiente

WOHL, E. Connectivity in rivers. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**,
v. 41, n. 3, p. 345–362, jun. 2017.