

ABORDAGEM GEOGRÁFICA NO ESTUDO DE ENQUADRAMENTO DOS CANAIS ABERTOS ARTIFICIAIS

Lara Luíza Silva ¹
Renato Emanuel Silva ²
Beatriz Bonfim Santos ³
Paula Meirilane Soares de Araújo ⁴
Lucas de Sousa Santos ⁵
Silvio Carlos Rodrigues ⁶

INTRODUÇÃO

No processo de apropriação dos ambientes ocorrem mudanças nas dinâmicas naturais pré-existentes, com repercussões na manutenção das demandas ecossistêmicas (Drew, 1984). Nesse contexto, a utilização de recursos hídricos promove alterações hidrológicas das bacias de drenagem resultando em mudanças nas formas e processos superficiais e em subsuperfície (Robinson, 1990; Tucci, 2002).

A água está diretamente ligada ao desenvolvimento das civilizações, apresentando inúmeras tipologias de uso como: consumo humano, dessedentação animal, navegação, irrigação, agricultura, dentre outros, sendo marcante o processo de povoamento nas margens de corpos hídricos. Dentre os meios desenvolvidos para captação e distribuição das águas estão os canais abertos construídos pelo homem (Leibundgut e Kohn, 2014), que, utilizados até hoje, visam a transposição da água de uma cota altimétrica à outra.

De maneira simples, os canais artificiais se configuram como valas abertas no terreno de forma a conduzir o fluido em sua calha, de forma a não utilizar fontes externas de energia, tendo o próprio fluxo capacidade de locomoção por meio do gradiente altimétrico (Chow, 1959; Robinson, 1990). Os canais podem ser elaborados por meio dos próprios recursos locais, do material retirado *in situ*, sem qualquer tipo de retrabalhamento do mesmo, ou elaborados a partir de materiais provindos de outras regiões, caracterizando assim, uma gama variada de configurações de canais artificiais.

Embora sejam diferentes dos canais naturais, é fato que os canais artificiais emulem uma série de suas condições, justificando, portanto, que a abordagem aqui realizada considere os canais naturais como os primeiros a sofrerem com processos de apropriação. Assim, eles foram transformados em canais artificializados, fornecendo águas para canais artificiais de transposição ou recebendo fluxos e cargas de drenos, além

¹Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia-UFU lara.luiza@ufu.br;

² Professor Doutor do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, renatoemanuel@iftm.edu.br;

³ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, beatriz.bonfim@ufu.br;

⁴ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, paulaaraujo@ufu.br;

⁵ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, lucas.santos2@ufu.br;

⁶ Professor Doutor do curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, silgel@ufu.br;

dos processos de intervenção como retificações, retirada de sedimentos, lançamentos de efluentes e impermeabilização dos leitos (Silva, 2018).

Esta condição intercomunicante se dá pelo fato de os cursos naturais serem elementos fisiográficos que interagem com os diferentes ambientes presentes nas bacias hidrográficas (Donadio, 2005; Cunha e Thomaz, 2015). Esses canais têm grande relevância na compreensão da esculturação do relevo, uma vez que sua arquitetura e geometria podem dar subsídios ao entendimento da evolução geomorfológica, sendo indicador sensível às alterações das paisagens recentes e pretéritas (Strahler, 1958; Wolman, 1967; Schumm, 1969; Dollar, 2004).

A alteração em ambientes naturais realizadas por meio da confecção de canais artificiais podem promover mudanças nas dinâmicas locais e adjacências, sendo assim, conhecer o comportamento destas feições se mostra de extrema importância, uma vez que a alteração do meio natural promove modificações ao longo de toda bacia, especialmente em áreas a jusante das alterações.

Como objetivo este trabalho visa caracterizar os diferentes tipos de canais artificiais existentes, buscando identificá-los quanto suas formas e características e como se inserem no ambiente, influenciando a dinâmica natural das vertentes pelas Assinaturas Topográficas Humanas (ATH's), se configurando como uma revisão bibliográfica para pesquisas futuras, apontando possíveis demandas de estudos e abordagens sobre os canais artificiais.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado através de pesquisas bibliográficas e documentais, com abordagem na 'paisagem antropogênica' (Foley *et al.* 2005) e tratamento empírico, buscando compreender como as formas superficiais associadas com as intervenções humanas influenciam na dinâmica da vertente bem como as lacunas a serem investigadas sobre as abordagens geográficas dos canais artificiais, assim se articulando como fundamentação para pesquisas futuras nas áreas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impactos e demandas de estudo a partir da abertura e operação de canais artificiais

Canais artificiais podem ser categorizados em diferentes tipos, a depender de suas formas e usos, sendo: Canais de navegação, transposição, drenagem, irrigação e ainda os multifuncionais. Canais de navegação viabilizam a circulação de embarcações entre corpos d'água insuficientemente ou não conectados; os canais de transposição são

responsáveis por levar fluxos para atender serviços nas áreas demandantes; os de drenagem auxiliam na retirada de água em excesso de áreas demandantes, os de irrigação são condutores de água para rega e os multifuncionais geralmente pequenos, atendem diversas funções demandadas em propriedades rurais.

Tendo sido apresentados os principais tipos de canais e suas funções é importante observar que existe uma série de demandas a serem realizadas sobre os impactos e repercussões que eles geram nas áreas apropriadas. Por exemplo, para os canais de navegação, ainda existem consideráveis demandas por novos estudos relativos aos materiais retirados de seus interiores, bem como o destino dado aos mesmos e suas repercussões. Entre os já produzidos, Bennion e Manny (2011) relatam a construção desses canais e algumas consequências ambientais que puderam ser observadas nos *habitats*, alterando a morfologia do canal e a dinâmica do fluxo entre elas.

Igrecias (2009), pesquisou a qualidade de água do Canal de Pereira Barreto através dos parâmetros: temperatura, ph, turbidez, condutividade, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Resíduos Totais, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Nitrato, Nitrito, Amônia, Clorofila e Transparência da Água e verificou alterações significativas acentuadas nos períodos chuvoso e seco, enfatizando a importância de estudos desses canais e a capacidade de alteração ambiental que possuem. Dessa forma, é notável que as possibilidades de estudos geográficos são amplas e vão desde as bases físicas podendo discutir aspectos sociais.

Este também é o caso dos canais de transposição, mais explorados por estudos geográficos dada as abordagens quanto aos aspectos socioambientais. Por exemplo, Mello (2008) buscou entender a real necessidade das transposições de rios, levando em conta os impactos que produzem nas comunidades e meio ambiente. Um caso típico destas discussões são aquelas relativas a transposição do São Francisco (Andrade, 2002), tendo Henkes (2014) observado que alguns danos e impactos ambientais foram minimizados por órgãos públicos envolvidos.

Nesse cenário, alguns estudos como no próprio RIMA apontaram impactos negativos em relação à obra, sendo esses: a perda e extinção de espécies da fauna e flora, as intervenções em espaços protegidos, as doenças, acidentes com a população. Havendo também preocupações com as dinâmicas hidrossedimentares, Castro (2011) e o Relatório de Impacto Ambiental (2004) analisaram os processos envolvidos na mesma, com foco no desenvolvimento de erosões e mudanças hidrossedimentológicas em canais naturais, sendo essencial análises também nos canais artificiais.

Os canais de drenagem também transformam os ambientes, sendo considerados benéficos quando da “incorporação de novas áreas à produção agrícola (principalmente nas regiões úmidas e semiúmidas – como brejos e pântanos) para torná-los agricultáveis, aumento da produtividade agrícola (melhor aeração, melhor atividade microbiana, melhor fixação de nitrogênio e fósforo, aumento da profundidade efetiva do sistema radicular...) (Lima, 2014 p. 01).

Contudo, é importante, antes do procedimento de drenagem, uma avaliação dos seus impactos ambientais, onde neste mesmo estudo Lima (2014), traz esses impactos agrupados como: alteração no regime hídrico da descarga da água subterrânea, subsidência dos solos, e movimento de solutos que podem ser contaminantes. Já Wong e Kondolf (2012) apresentaram os impasses encontrados no ajuste de canais de controle de cheia, relacionando suas análises aos custos de manutenção e operação, a fim de apresentar melhorias sobre inundações, planície de inundação e deterioração de ecossistemas, frisando a importância de considerar aspectos geomorfológicos, sobretudo a sedimentação. Também é possível considerar que o aumento da vazão na rede de drenagem é, muitas vezes, alterado pelo traçado das estradas (Cunha, *et al.* 2013).

Nota-se, portanto, que a conexão dos canais de drenagem com outros ambientes pode repercutir na elevação do fluxo e da carga sedimentar, o que promove mudanças em leitos naturais, degradando esses espaços. Para Abdel-dayem e El-safty (1993), as conexões dos canais naturais com os drenos apresentam mudanças expressivas, nas quais nos períodos de seca observa-se diminuição da disponibilidade hídrica e, nos períodos com maior pluviosidade, provocam respostas rápidas na elevação das vazões. Os estudos dos drenos agrícolas estão à frente de abordagens de outros canais artificiais em termos hidrogeomorfológicos, admitindo também seu papel de modificador de alteração da circulação superficial afetando as formas superficiais (Robinson, 1990).

Em relação aos canais de irrigação os estudos são voltados para sua melhor eficiência, bem como estudos relativos ao monitoramento ambiental. Assim, autores estudam as vazões e depósitos sedimentares com o intuito de melhorar os problemas advindos de assoreamentos e fatores de alteração no volume e velocidade da água (Bakry, 1992; Lawrence, Atkinson, 1998).

A preocupação com canais de irrigação e drenagem é necessária dado o alcance dessas estruturas, espalhadas no mundo todo, promoverem mudanças substanciais tanto na resposta hidrológica com impacto ecológico, quanto nas formas superficiais e nos arranjos subsuperficiais. Em países como Estados Unidos, de agricultura altamente

tecnológica, por exemplo, existem numerosas interferências em cursos d'água para instalação de canais de irrigação, sendo “mais de 22 milhões de hectares de terra beneficiam-se com a irrigação artificial.” (Neves e Cardoso, 2009).

Essas interferências são muito importantes, pois constituem um impacto significativo na maneira como bacias de drenagem produzem e direcionam seus fluxos ao longo do espaço, cabendo aos canais artificiais um papel significativo na reorientação desses processos. Sendo assim, analisar a relação dos canais artificiais com relevo em sua plenitude, e seus componentes naturais ou não, além de elucidar questões de seu funcionamento, fornece bases essenciais ao planejamento, tão importante para a construção de espaços geográficos que minimizem os impactos da interferência humana (Marques, 2009). Como síntese do que foi exposto, o Quadro 1 apresenta as principais funções, características e demandas de estudos geográficos dos canais artificiais.

Quadro 1: Síntese dos canais artificiais e suas principais características e demandas de estudo

Tipologia	Repercussões no espaço geográfico	Estudos viáveis nesse cenário
Navegação	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do regime hidrológico em canais naturais e outros corpos hídricos relacionados; • Reorientação dos sedimentos a partir do aumento da presença de canais concentradores de fluxos; • Potencial conexão entre águas com diferentes características químicas, físicas e ecossistêmicas; • Possibilidade de remoção de populações nas áreas de abertura dos canais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das repercussões e econômicas sociais das áreas atingidas por esses canais; • Indicação de interferências que possam beneficiar a comunidade a partir da estrutura, serviço de transporte e disponibilidade hídrica; • Levantamento de impactos na hidrossedimentologia e de possíveis mitigações; • Estudo da mudança na qualidade e quantidade da água; • Levantamento de mudanças ecossistêmicas, especialmente, a partir da configuração dos habitats fluviais, tendo como base a geomorfologia fluvial.
Transposição	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilizam atividades econômicas; • Promovem a segurança e diversidade alimentar; • Alterações nas paisagens, na dinâmica social, produtiva e ambiental; • Realizam conectividades entre canais naturais cujas características químicas, físicas e biológicas podem ser diferentes; • Alteram bacias hidrográficas desde a dinâmica da vertente até os fundos de vale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise dos impactos que geram a partir de sua condição de assinaturas topográficas (canais, diques e barramentos); • Apontamento das mudanças nos leitos dos rios atingidos e dos processos erosivos em casos de vazamentos. • Estudos de transferência de sedimentos podem gerar resultados e indicativos pertinentes ao planejamento e gestão destas estruturas. • Estudos da dinâmica social impactada positiva e negativamente por esses projetos, geralmente de grande escala.
Multifuncional	<ul style="list-style-type: none"> • Alteram a hidrologia e a dinâmica dos sedimentos de cabeceiras de drenagem; • Conforme gestão, podem se tornar extensões dos habitats naturais; • Constituindo assinaturas topográficas humanas podem alterar a dinâmica das vertentes e suas conectividades. 	<p>Estando espalhados pelo mundo, e sendo pouco abordados, demandam estudos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dos serviços que atendem com repercussões econômicas e sociais; • Dos impactos que promovem na dinâmica hidrológica, sedimentar, nos habitats e nas bacias envolvidas;

Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> • Promovem alterações na vazão nas bacias ocupadas; • Modificam as características dos solos pela inserção de águas; • Viabilizam diversificação produtiva, embora possam viabilizar práticas monocultoras; • Os canais constituem assinaturas topográficas que alteram a hidrogeomorfologia da área ocupada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podem continuar a ser beneficiados de estudos sobre sedimentologia e hidrologia. • Abordagens investigando os impactos que a abertura e gestão destes canais geram nas bacias hidrográficas; • Estudos dos impactos hidrogeomorfológicos promovidos nas bacias;
Drenagem	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas úmidas drenadas mostram alterações no regime hidrológico; • Mudanças na superfície e subsuperfície podem gerar erosões; • Drenos rodoviários podem promover erosões e picos de vazão em canais naturais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento de bacias cujas interferências de drenos sejam consideráveis; • Estudos dos impactos gerados na dinâmica subsuperficial e superficial em diferentes ambientes; • A conectividade que estas estruturas geram a partir de fluxos concentrados e da mudança nas águas; • Levante do alcance de seus impactos na produção de formas erosivas e de áreas de deposição.

Fonte: Autores.

Esses breves exemplos evidenciam o alcance geográfico dos canais artificiais e suas repercussões, para além da eficiência produtiva, alcançam ainda impactos sociais, desde os beneficiados por seus serviços, até aqueles que são, de alguma forma, negativamente atingidos pela construção ou operação destas estruturas. Do ponto de vista da geografia física, é notável que estes canais constituem assinaturas topográficas humanas, conceito muito difundido por Tarolli e Sofia (2016) que definem interferências humanas na superfície terrestre com repercussões na transferência de água e sedimentos pelas feições geomorfológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo percorreu diferentes abordagens (técnicas e geográficas) referentes aos canais abertos para evidenciar como são necessárias abordagens geográficas sobre os canais artificiais. Os estudos técnicos, relativos à hidráulica e operacionalidade avançaram em diversos canais artificiais permitindo a busca pela eficiência destes sistemas. A eficiência é observada nesses casos como um meio de redução dos impactos que essas estruturas causam nos espaços por elas ordenados. Contudo, somente a partir da melhor compreensão das relações estabelecidas nas paisagens pelos condutos artificiais que se pode discutir quais impactos gerados.

Os principais elementos apontados a partir dessas relações foram: a artificialização dos elementos naturais; interferências na hidrologia; retirada, transporte e deposição de sedimentos; alteração da qualidade e quantidade da água; mudanças nas formas dos canais e das feições geomorfológicas atingidas por obras. Considera-se

também que as comunidades são atingidas, seja pela disponibilidade dos serviços, promovida pela construção dos canais, seja pela redução das áreas de ocupação dada a construção deles; ou ainda pela redução do suprimento hídricos, risco de proliferação de doenças de veiculação hídricas, entre outros.

É importante destacar que as dinâmicas naturais e as possíveis transformações que nelas ocorrem variam em diferentes cenários. Por exemplo o comportamento dos canais em sistemas úmidos e áridos, necessitam de abordagens específicas e adaptados. Também deve-se considerar, nesses casos, as mudanças climáticas globais, afetando a sensibilidade e respostas dos sistemas naturais e artificiais. Espera-se que os apontamentos aqui realizados contribuam, como ponto de partida sobre esses canais, pelo enquadramento de suas características, subsidiando novas abordagens.

Palavras-chave: Condutos abertos artificiais, Abordagem geográfica de canais artificiais, Hidrogeomorfologia.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos o apoio da FAPEMIG - PCE00225/24 e CNPQ 403412/2023-4

REFERÊNCIAS

- ABDEL-DAYEM, S; EL-SAFTY, M. Review of the Egyptian experience in implementing land. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 6, p. 311-324, 1993. <https://doi.org/10.1007/BF01112231>
- ANDRADE, R. Da Transposição das Águas do Rio São Francisco à Revitalização da Bacia: **As Várias Visões de um rio**, Ago 2002.
- BAKRY, M, F. Effect of submerged weeds on the design: Procedure of earthen egyptian canals. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 6, p. 179-188, 1992. <https://doi.org/10.1007/BF01109708>
- BENNION, D.H; MANNY, B.A. **Construction of Shipping Channels in the Detroit River: History and Environmental Consequences**. Washington: U.S. Department of the Interior/ U.S. Geological Survey, 2011.
- CASTRO, C. N. **Transposição do rio São Francisco: análise de oportunidade do projeto**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, p. 60, 2011.
- CHOW, V.T, **Open Channel Hydraulics** McGraw-Hill Book Company, New York. P. 780, 1959.
- CUNHA, M.C. et al Medidas de controle de erosão em estradas rurais na bacia do rio das Pedras, Guarapuava-pr. **Sociedade e Natureza**, v.25 (1), p, 107-118, 2013.
- CUNHA, M.C.; THOMAZ, E. L. É Possível Reduzir A Turbidez Da Água Em Bacia Rural Por Meio De Implantação De Caixas De Infiltração? **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n 4, p. 657-667, 2015. <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i4.725>
- DOLLAR, E.S.J. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 28, p. 405-450, 2004. <https://doi.org/10.1191/0309133304pp419pr>

DONADIO N. M. M. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, **Engenharia Agrícola**, v. 25(1) p.115-125. 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000100013>

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Trad. João A. dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1984.

FOLEY, J.A. et al. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, p. 570- 574, 2005. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>

HENKES, S.L.; A política, o direito e o desenvolvimento: Um estudo sobre a transposição do rio São Francisco. **Revista Direito GV**, São Paulo 10(2) | P. 497- 534 | Jul-Dez 2014. Doi: 10.1590/1808-2432201421

IGRECIAS, L.F.M. **Avaliação da influência do entorno e do Canal de Pereira Barreto na qualidade da água do Baixo São José dos Dourados**, Dissertação (Mestrado em Hidrologia) Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, 2009.

LAWRENCE, P.; ATKINSON, E. Deposition of fine sediments in irrigation canals. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 12, p. 371-385, 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1006156926300>

LEIBUNDGUT, C; KOHN, I. European traditional irrigation in transition part i: irrigation in times past—a historic land use practice across Europe. **Irrigation and Drainage**, v. 63 p. 273-293, 2014. <https://doi.org/10.1002/ird.1826>

LIMA, L. A. Drenagem de Terra Agrícolas, ENG 158. UFLA, 2014

MAAS, S; BROOKES, A. **Fluvial geomorphology**, Londres: FCERM. 2009

MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 23-50.

NEVES, C.; CARDOSO, A.P. A Experiência Internacional Com Projetos De Transposição De Águas - Lições Para O Do Rio São Francisco. In: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Peru. Peru. 2009 14 p.

ROBINSON, M. **Impact of improved land drainage on river flows**. Institute of Hydrology. Wallingford. p. 233, 1990.

SCHUMM, S.A. **River metamorphosis** Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Hydraulics Division, 95 (1969), pp. 255-273

SILVA, R. E. **Assinaturas topográficas humanas (ATH'S) no contexto dos canais derivados multifuncionais e suas repercussões hidrogeomorfológicas**. 2018. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, v.69, p.279-300, 1958.

TAROLLI, P. SOFIA, G. Human topographic signatures and derived geomorphic processes across Landscapes. **Geomorphology** v. 255, 15 February 2016, Pages 140-161

TUCCI, C.E.M. Impacto das variabilidades climáticas e do uso do solo nos recursos hídricos. In: **Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Brasília-DF: ANA, Brasília-DF. 2002.

WOLMAN, M.G. **A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels** Geografiska Annaler, 49A (1967), pp. 385-395

WONG, R. P. L.; KONDOLF, M. Usace flood control projects in Bay Area, Projets Usace de lutte contre les inondations dans la région de la baie de San Francisco. **Is Rivers**, p. 1-3, 2012.