



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROPOSTA TEÓRICO-METODOLÓGICA PARA MONITORAMENTO DE CÓRREGOS URBANOS

Anne Krummenauer^(a), Luís Alberto Basso^(b)

(a) Engenheira Ambiental, aluna de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, krummenaueranne@gmail.com

(b) Professor Titular, Instituto de Geociências/Departamento de Geografia, UFRGS, lbasso@terra.com.br.

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo

Muitos municípios brasileiros ainda adotam a visão higienista no tratamento das águas urbanas. Sem programas de monitoramento ambiental, a integridade ambiental de muitos cursos fluviais é ignorada. Este artigo aborda os efeitos da urbanização e da canalização para cursos fluviais urbanos e propõe uma metodologia de avaliação de integridade ambiental rápida e de baixo custo, voltada para análises físicas, químicas, bacteriológicas e de diversidade de habitats, e que poderia ser aplicada ao córrego José Joaquim, em Sapucaia do Sul, RS.

Palavras chave: canalização, monitoramento ambiental, desenvolvimento sustentável.

1. Introdução

A gestão das águas urbanas no Brasil ainda não ultrapassou o paradigma higienista, que consiste na priorização do afastamento dos esgotos e do excesso de água para locais a jusante dos mananciais das cidades, com objetivo de evitar doenças e inundações, sem preocupar-se com o impacto causado no local de lançamento e com os possíveis efeitos cumulativos e sinérgicos para



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

o ambiente (TUCCI, 2008). Há décadas discute-se a necessidade de adotar uma visão sustentável na gestão das águas urbanas, abandonando as medidas que atuam apenas sobre os canais e passando a se considerar a bacia hidrográfica em sua totalidade. No Rio Grande do Sul (RS), a situação não é diferente. O município de Sapucaia do Sul (RS), por exemplo, atua para ampliar a canalização de seu principal curso fluvial, o córrego José Joaquim, justificando tal ação como necessária para evitar inundações.

O córrego é um afluente do rio dos Sinos, o 4º rio mais poluído do Brasil (BELMONTE, 2017), e sua canalização não contribui para a melhoria da qualidade ambiental da bacia hidrográfica, podendo, até mesmo, agravar a situação, ao permitir a intensificação da ocupação urbana (MACHADO, 2016). A falta de informações sobre os recursos hídricos dificulta a tomada de decisão pelos gestores ambientais, permitindo que obras sejam realizadas sem conhecimento suficiente sobre o ecossistema aquático e área de entorno. Para contribuir com o avanço da perspectiva da drenagem sustentável no Brasil, almejando-se, futuramente, a recuperação de rios como o dos Sinos, este trabalho propõe abordar as consequências da urbanização e canalização de cursos fluviais, para, após, tecer comentários sobre metodologias de monitoramento ambiental disponíveis.

2. Efeitos da urbanização e canalização sobre os cursos fluviais

As condições ambientais da bacia hidrográfica determinam características como o padrão de drenagem, o leito e a forma do canal (largura, profundidade e geometria) dos cursos fluviais. Quando ocorrem alterações na bacia hidrográfica que modificam a circulação da água através do ciclo hidrológico, sejam elas naturais ou antropogênicas, essas características buscam ajustar-se à nova realidade através de processos que podem durar anos ou milênios (BINDER, 2001). Assim, não é necessário agir diretamente sobre o canal para causar drásticas alterações em cursos fluviais. A urbanização da bacia hidrográfica, por exemplo, com a substituição da vegetação por concreto e asfalto e ocupação de fundos de vale nas adjacências de cursos fluviais, leva a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

alterações como aumento da frequência das inundações, erosão e assoreamento do leito dos canais, variação de parâmetros físico-químicos e contaminação da água, elevação da temperatura do núcleo urbano e, conseqüentemente, comprometimento dos ecossistemas ligados ao ambiente fluvial (SANDER *et al.*, 2012).

Em condições naturais, a precipitação, ao cair sobre o terreno, escoava lentamente em direção às áreas mais baixas, ocorrendo infiltração no solo e retenção de água pela vegetação, até alcançar o sistema receptor (rios, lagos, mares ou oceanos). Na situação de urbanização, com o solo impermeabilizado, aumenta o escoamento superficial e, devido à existência de condutos de drenagem e pavimentos, este escoamento ocorre mais rapidamente até o curso fluvial. Dessa forma, as vazões máximas aumentam e têm o pico no tempo antecipado, logo, as inundações podem tornar-se mais frequentes (TUCCI, 2006).

Com a remoção da cobertura vegetal para o manejo do solo, o impacto da água sobre o solo desprotegido e a velocidade da água promovem a erosão e o transporte de sedimentos. À medida que a cidade se consolida, a tendência é de que a deposição de sedimentos em função da exposição do solo (por obras de construção civil, abertura de estradas ou manejo incorreto do solo) seja substituída pela disposição de resíduos sólidos (lixo, resíduos da construção civil, etc.). As principais conseqüências do acúmulo de sedimentos são o assoreamento, com redução da capacidade de escoamento de condutos e cursos d'água; o transporte de poluentes particulados ou agregados aos sedimentos; o aumento da turbidez e a diminuição da transparência da água, deteriorando aspectos estéticos da água e prejudicando a fotossíntese e busca de alimentos pela biota aquática. As alterações nas condições hidrológicas e hidrossedimentares em rios, muitas vezes, resultam na degradação de habitats físicos e na integridade biótica dos sistemas lóticos (DAVIS *et al.*, 2003), pois, ao buscar reequilibrar-se às novas condições, o curso d'água sofre remoção de solo e deposição de sedimento.

A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão da poluição,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

pode ter origem nos esgotos domésticos, nas águas residuárias industriais, na drenagem urbana, na drenagem de áreas agrícolas, nos resíduos sólidos e na poluição atmosférica.

O aumento da temperatura devido a urbanização ocorre pela predominância de concreto e asfalto, que absorvem radiação solar e emitem radiação térmica, formando as chamadas “ilhas de calor” na parte central dos centros urbanos (TUCCI, 2006). O aumento da temperatura cria condições para movimentos de ar ascendente, que pode levar ao incremento da precipitação, contribuindo para o agravamento das inundações.

Com a degradação da qualidade da água e inundações, a tendência é que as cidades passem a realizar a canalização de trechos críticos dos cursos fluviais, como é exemplificado por Tucci (1995, p. 26), figura 1: **estágio 1:** a bacia começa a ser urbanizada de forma distribuída, com maior densificação a jusante; aparecem locais de inundação devido a estrangulamentos naturais ao longo do curso; **estágio 2:** as primeiras canalizações são executadas com base na urbanização atual; assim, o hidrograma a jusante aumenta, contido por áreas inundáveis a montante, que ainda não foram densificadas; **estágio 3:** com a densificação da urbanização, o leito do curso d’água a montante passa a ser canalizado. Quando a canalização se completa, o problema das inundações volta a afetar a jusante devido ao aumento na vazão máxima (aceleração do escoamento a montante). Nesse estágio, já não existem espaços laterais para ampliar os canais a jusante, as soluções que restam são aprofundar o canal, com custos elevados.

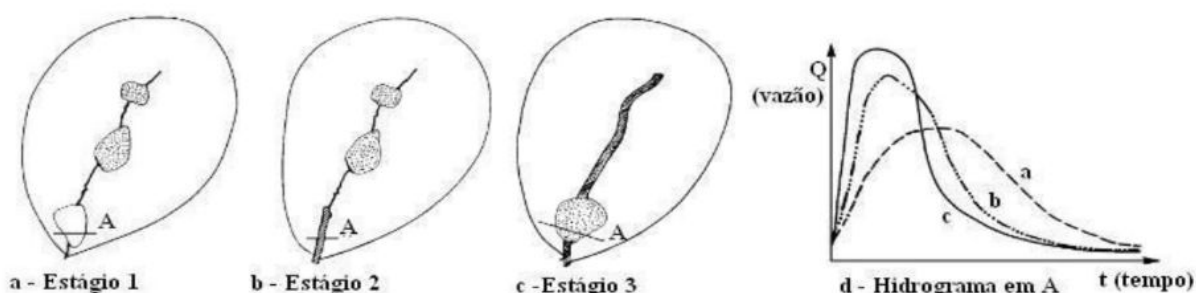


Figura 1. Estágios da transferência de enchentes por canalização. Fonte: adaptado de Tucci (1995, p.26).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A canalização ocorre, normalmente, pelo aprofundamento e aumento da declividade do canal, concretização do leito e margens e redução do percurso (pela extinção dos meandros e sinuosidades), e é realizada, em sentido amplo, para alargar, retificar, margear ou proteger um canal existente, ou ainda envolver a criação de novos canais (ASSUMPÇÃO, 2009).

O ecossistema fluvial depende da dinâmica natural de modificações no cursos fluviais, pois a variação das vazões, a renovação contínua da morfologia e as inundações ribeirinhas levam à criação de grande variedade de núcleos biológicos, estruturas e condições específicas. Com a necessidade do curso fluvial assumir a forma geométrica da canalização, buscando equilibrar-se nessa situação imposta, as possibilidades de modificações naturais dos cursos d'água são fortemente limitadas. A extinção das rugosidades do leito e da sequência natural de depressões e soleiras retira áreas que serviam para descanso e reprodução de peixes (BINDER, 2001). Altera-se a dinâmica de transporte e deposição de sedimentos e aumenta-se o poder erosivo das águas, especialmente a montante do trecho modificado (SANDER *et al.*, 2012).

A canalização reduz a frequência dos transbordamentos devido às cheias menores e às médias que ocorriam no curso d'água, porém, permanecem as grandes enchentes. Nas inundações periódicas estão envolvidos processos de ciclagem de nutrientes e deposição de sedimentos, além de criação de ambientes para desova de peixes. Essa ruptura da interação natural entre rio e baixada inundável concorre para o empobrecimento dos ecossistemas, com a perda da diversidade biótica (BINDER, 2001).

A vegetação ribeirinha é normalmente removida junto com a canalização, sendo substituída por calçadas e avenidas, plantas exóticas e/ou espécies mais resistentes. Além de funções como habitat de espécies e ciclagem de nutrientes, a vegetação atua na manutenção da umidade, na regulação da temperatura ambiente e da água, e na filtragem mecânica e físico-química de poluentes (ASSUMPÇÃO, 2009). A elevação da temperatura da água diminui a solubilidade de gases na água, e aumenta a atividade biológica, que consome oxigênio



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

dissolvido (OD). Além dos efeitos da canalização sobre a fauna e flora, as atividades humanas intensificam a poluição das águas. O escoamento em um curso fluvial passa, muitas vezes, a ser composto majoritariamente por esgotos e pela drenagem pluvial (TUCCI, 1995).

Os efeitos para os sistemas fluviais atribuídos à canalização são complexos e somam-se àqueles relacionados à urbanização, culminando na total artificialização do leito fluvial. Considerando a exposição feita, alguns elementos que merecem destaque na avaliação da influência da canalização são: **1. variação de temperatura (T)**: entre os fatores intervenientes estão a insolação, os efluentes industriais, a remoção da cobertura vegetal marginal, a concretização do leito e a atividade biológica no curso d'água; **2. determinação da concentração de OD**: varia, entre outros condicionantes, pelo balanço entre o consumo de OD (consumido na atividade biológica ou oxidação química), reaeração do corpo d'água (influenciada por fatores físicos, como a geometria do canal), temperatura do curso d'água (quanto maior T, menor a concentração de gases dissolvidos); **3. avaliação da sustentação da vida aquática**: a canalização do curso d'água prejudica a sobrevivência da biota pela supressão de habitats.

3. Cursos fluviais e a drenagem urbana sustentável

Com a justificativa de drenar o excesso de água e combater a poluição, obras de canalização foram e estão sendo realizadas sem critérios objetivos, reduzindo ainda mais a função hidrológica e os valores ambientais associados aos rios. A canalização pode ser a solução adequada em algumas situações, porém, não deve ser adotada sem uma análise criteriosa feita caso a caso, levando em consideração aspectos ecológicos, sociais e econômicos e, certamente, deveria estar acompanhada de medidas complementares.

Souza (2013) explica que é necessária a mudança de paradigma na gestão das águas urbanas, passando do que ele chama de uma gestão da oferta (abordagem higienista) para uma gestão da demanda (abordagem sustentável). Na gestão da oferta, atua-se sobre os canais, sendo



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

que, quanto mais escoamento for gerado pela impermeabilização do solo da bacia, mais se devem ampliar os canais de drenagem. Na gestão da demanda, ou sustentável, volta-se do canal para toda a bacia hidrográfica, de forma mais complexa, buscando reduzir a geração do escoamento, ou seja, a compensação dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico (SOUZA, 2013).

Na Europa, para evitar os problemas como os mencionados, adotam-se medidas para recuperar o funcionamento dos sistemas lóticos, como obras hidráulicas adaptadas à natureza e conservação e recuperação das áreas de inundação (BINDER, 2001). Neste artigo, o termo recuperação designa qualquer tipo de ação que vise melhorar em alguma medida a qualidade de um rio sob aspectos que podem ser paisagísticos, urbanísticos, ecossistêmicos ou hidrológicos (BOF, 2014). Dentro dessa nova abordagem, um exemplo a ser mencionado é o programa Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte-DRENURBS, desenvolvido pela Prefeitura de Belo Horizonte, Minas Gerais, que busca reintegrar os cursos fluviais impactados à cidade e ao ambiente, através de ações de recuperação de cursos d'água não-canalizados. O programa contempla ações que propiciem um aspecto menos artificializado aos córregos, com a manutenção da permeabilidade das bacias hidrográficas e dos leitos, condições de diversidade de habitats fluviais e de oxigenação para comunidades aquáticas, recolhimento de efluentes e dos resíduos sólidos (MACEDO, 2009). Programas de sucesso, como o DRENURBS, são essenciais para divulgar e incentivar a realização de propostas semelhantes em outros estados, como no RS.

4. Avaliação da integridade ambiental de córregos urbanos

A ausência de informações sobre a qualidade das águas superficiais impede, muitas vezes, a compreensão das condições reais dos cursos d'água e das medidas necessárias para o seu gerenciamento. Por vezes, os estados e municípios brasileiros não têm condições de manter um monitoramento constante pelos elevados custos logísticos e/ou ausência de pessoal capacitado. Entretanto, há diversas metodologias à disposição dos gestores e técnicos para avaliar a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

integridade ambiental dos sistemas lóticos urbanos. A escolha do método depende de fatores como: objetivo do monitoramento, praticidade da aplicação e fatores econômicos.

A avaliação de características físicas, químicas e bacteriológicas são amplamente difundidas e os resultados podem, por exemplo, fornecer informações sobre o enquadramento do curso fluvial, identificar fontes de poluição e a necessidade/eficiência de metodologias de controle da poluição. Alguns parâmetros relevantes da qualidade da água podem ser sintetizados na forma de um índice, que é, em geral, um número associado ao estado de um fenômeno ou de um ambiente no qual tais informações se inserem (LIBÂNIO, 2016). É possível comparar a qualidade de distintos corpos d'água e, também, inferir o impacto de ações que visem à preservação dos ecossistemas aquáticos. Como exemplo, pode ser citado o Índice da Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos e adaptado para o Brasil por agências ambientais, como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), em São Paulo, e que utiliza nove parâmetros da qualidade da água (OD, demanda bioquímica de oxigênio-DBO, coliformes termotolerantes-CT, potencial hidrogeniônico, temperatura e turbidez da água, nitrogênio total, fósforo total e resíduo total). Para não se perder de vista o monitoramento integrado do curso d'água, Koide e Souza (2003) indicam que é desejável que variáveis hidrológicas também sejam mensuradas, visando considerar os dois aspectos do ecossistema aquático: qualidade e quantidade de água.

Índices também podem ser utilizados para sintetizar informações biológicas, cuja avaliação parte do princípio de que, ao introduzir um poluente em um ecossistema, esse é perturbado, e terá de ocorrer um reajuste na comunidade a fim de estabelecer-se um novo equilíbrio. Espécies mais resistentes terão vantagem, enquanto as mais sensíveis irão perecer. De modo geral, indicadores biológicos apresentam, em relação aos métodos físico-químicos, a vantagem de representar os efeitos acumulados da degradação e de contaminação crônica, entretanto, as interpretações são de extrema dificuldade, demandando, via de regra, mão de obra



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

especializada (BOLLMAN; MARQUES, 2000).

Quando se trata da qualidade ambiental, uma avaliação voltada apenas para a medida da qualidade da água é, normalmente, inadequada. Um ambiente com boa qualidade da água poderá ter medidas de diversidade biológica pobres, enquanto um ambiente com uma baixa qualidade da água poderá apresentar, surpreendentemente, boa diversidade. Isso só é compreensível quando se avaliam outras condições ambientais, como as condições de habitats: em locais com boa qualidade da água, mas pobres em habitats, as comunidades aquáticas não irão prosperar; já em ambientes com diversidade de habitats e com uma baixa qualidade da água, é possível que as comunidades aquáticas não prosperem, mas os habitats certamente oferecerão vantagens para sobrevivência biológica (HERRICK, 1996).

Diante disso, uma metodologia disponível para avaliar qualitativamente a presença e as condições dos habitats é o uso de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR). Callisto *et al.* (2002), por exemplo, propuseram um PAR que afere a diversidade de habitats a partir de características da água e do sedimento, do tipo de ocupação das margens, erosão e assoreamento, extensão da mata ciliar, largura de rápidos e remansos. Os resultados do PAR, aliados às avaliações da qualidade da água, conferem um caráter holístico às avaliações, sendo um método barato e que não exige conhecimento especializado para a sua aplicação (RODRIGUES; CASTRO, 2008).

5. Proposta teórico-metodológica aplicada ao córrego José Joaquim

O córrego José Joaquim possui 7,8 km de comprimento, drenando uma sub-bacia de 40,28 km² de áreas urbanas e rurais (GONÇALVES, 2013). Ao longo de suas margens, verifica-se a existência de residências, focos de erosão e remoção da mata ciliar, lançamentos de esgotos domésticos in-natura e resíduos sólidos, fatores que comprometem a qualidade da água (COMITESINOS, 2010). Apesar do que preconiza a gestão sustentável da drenagem urbana, o



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

córrego está sofrendo intervenções para ampliação da canalização do seu leito, e não de recuperação ou medidas para compensar os efeitos da urbanização. Pouco se conhece sobre a situação ambiental do córrego, que não experimenta nenhum tipo de monitoramento quali-quantitativo da água ao longo de sua extensão.

Para implantar um monitoramento de avaliação da integridade ambiental no córrego José Joaquim é necessário compreender as condições do curso d'água em relação à urbanização e à canalização: demonstrou-se que a degradação está relacionada à perda da qualidade da água, à perda dos habitats físicos necessários à sobrevivência biótica e a alterações no regime hidrológico. Algumas considerações se fazem importantes e são apresentadas a seguir: **1. Qualidade da água:** a degradação da qualidade da água ocorre pela presença de poluentes e também por efeito das condições físicas e biológicas do curso fluvial. A avaliação da qualidade da água contaminada com esgotos pode ser realizada através de parâmetros quantitativos como: DBO, OD e CT. A avaliação pode ser realizada através da aplicação do IQA adaptado pela Cetesb e prospecção de poluentes potencialmente tóxicos, como metais pesados associados aos ramos industriais desenvolvidos na cidade; **2. Condições de sobrevivência da biota:** indica-se uso de um PAR para avaliação da integridade ecológica, a ser aplicado em pontos representativos ao longo da extensão do córrego. Obtém-se, como resultado, a indicação semi-quantitativa de degradação do ecossistema aquático. **3. Estudo das características hidrológicas da bacia hidrográfica:** como o córrego José Joaquim não conta com estações flúvio e/ou pluviométricas em seu leito, deverão ser realizadas medidas de vazão e pluviometria. Com estes dados será possível analisar as características da qualidade da água considerando os dados hidrológicos.

6. Considerações finais

O presente trabalho teve o objetivo de abordar os efeitos da urbanização e da canalização nos ambientes fluviais, de forma a sustentar a escolha de metodologias para monitoramento da integridade ambiental de cursos d'água. Apresentou-se uma proposta teórico-metodológica que



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

poderia ser aplicada no córrego José Joaquim, Sapucaia do Sul (RS), composta por avaliações físico, químicas, bacteriológicas e hidrológicas da água e de diversidade de habitats.

Referências bibliográficas

ASSUMPÇÃO, A. P. **Retificação de canais fluviais no baixo de canais fluviais no baixo curso da bacia do rio Macaé (RJ) – uma abordagem geomorfológica**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

BELMONTE, A. Entre os dez mais poluídos, Sinos, Gravataí e Caí ainda têm esgoto como principal vilão. **Jornal NH**, Novo Hamburgo, 08 de out. de 2017.

BINDER, W. **Rios e Córregos. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental**. 3a ed. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998. P. 41.

BOF, P. H. **Recuperação de rios urbanos: o caso do Arroio Dilúvio**. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

BOLLMANN, H. A; MARQUES, D. L. M. Bases para a estruturação de indicadores de qualidade da água. **RBRH**, v.5, n.1, 2000, pp. 37-60.

CALLISTO M; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C. & PETRÚCIO, M. M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limn. Bras.**, v.14, n.1, pp. 91-98. 2002.

COMITESINOS. **Trabalhos Técnicos. Conhecendo e divulgando as águas e banhados do meu município - Sapucaia do Sul**. 2010. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br/trabalhos-tecnicos>>. Acesso em: 11/10/2018.

DAVIS, N.M., WEAVER, V., PARKS, K., LYDY, M.J. An assessment of water quality, physical habitat, and biological integrity of an urban stream in Wichita, Kansas, prior to restoration improvements (phase I). **Arch. Environ. Contam. Toxicol.** v.44, n.3, 2003, pp. 351-359.

GONÇALVES, F. de S. **A expansão sobre o relevo do município de Sapucaia do Sul-RS**. Dissertação [Mestrado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre: UFRGS, 2013.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

HERRICK, E. E. Water Quality Issues in River Channel Restoration. In: BROOKES, A; SHIELDS JR., F. D. (Edt). **River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects**. Chichester: John Wiley & Sons, 1996, pp. 179-199.

KOIDE, S; SOUZA, M. A. A. de. Capítulo 20: monitoramento da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D; PAIVA, E. M. C. (Org.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003, pp. 567-585.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água**. Campinas: Átomo, 2016.

MACEDO, D. R. **Avaliação de Projeto de Restauração de Curso d'água em Área Urbanizada: estudo de caso no Programa Drenurbs em Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

MACHADO, P. J. de O. Urbanização e qualidade das águas do córrego Independência, Juiz de Fora/MG. **Revista Equador (UFPI)**, v.5, n.5, 2016, pp. 20-35.

RODRIGUES, A. S de L; CASTRO, P. de T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares para monitoramento dos recursos hídricos. **RBRH**, v.13, n.1, 2008, pp. 161-179.

SANDER, C; WANKLER, F. L; EVANGELISTA, R. A. de O; SANTOS, M. L. dos; FERNANDEZ, O. V. Q. Intervenções antrópicas em canais fluviais em áreas urbanizadas: rede de drenagem do igarapé Caranã, Boa Vista - RR. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.6, n.12, 2012, pp. 59-84.

SOUZA, V. C. B. de. Gestão da drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade. **Gesta**, v.1, n.1, 2013, pp. 057-072.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. Em: REBOUÇAS, A. da C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. [Org.]. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3a edição. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. 399-432 p.

_____. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, 2008, pp. 97-112.

_____. Inundações Urbanas. Em: TUCCI, C. E. M; PORTO, R. L. L; BARROS, M. T. de. [Orgs.]. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 1995. P. 15-31.