

AVALIAÇÃO HIDROGEOMORFOLÓGICA DE UM CURSO D'ÁGUA URBANO E AS PERSPECTIVAS DE RESTABELECIMENTO DOS PADRÕES DE QUALIDADE: ESTUDO DE CASO DO RIO CÓRREGO GRANDE, FLORIANÓPOLIS, BRASIL

HYDROMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF A URBAN STREAM AND THE PERSPECTIVES OF REESTABLISHING QUALITY STANDARDS: CÓRREGO GRANDE CASE STUDY, FLORIANOPOLIS, BRAZIL

Patrick Santos de Souza

Mestre em Geografia/Universidade Federal de Santa Catarina. (patrickstsouza@gmail.com)

Cesar Augusto Pompêo

Universidade Federal de Santa Catarina. Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFSC. Doutor em Hidráulica e Saneamento/USP. (cesar.pompeo@ufsc.br)

Resumo

O artigo avalia a qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande, localizado em Florianópolis, sul do Brasil, e discute os limites e possibilidades ao restabelecimento dos padrões de qualidade frente às restrições impostas pela urbanização da bacia. O curso d'água foi segmentado em sete trechos funcionalmente homogêneos (DÍAZ; OLLERO, 2005) e a sua qualidade foi avaliada por intermédio do Índice de Valoração Hidrogeomorfológica – IHG (OLLERO *et al.* 2007). Dentre os trechos avaliados, apenas um não oferece o potencial de restabelecimento do padrão de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação de qualidade hidrogeomorfológica; cursos d'água urbanos; revitalização fluvial.

Abstract

The article assess the hydromorphological quality of the Córrego Grande stream, located in Florianópolis, southern Brazil, and discusses the limits and possibilities of restoring the quality standards in the face of restrictions imposed by the urbanization of the watershed. The stream was divided into seven sections functionally homogeneous (DIAZ; OLLERO, 2005) and the quality has been assessed by the IHG Index (OLLERO *et al.* 2007.). Among the analyzed sections, only one does not offer the potential to re-establish the quality standard.

Key-words: hydromorphological quality assessment; urban streams; stream revitalization.

1. INTRODUÇÃO

Estudos recentes mostram que no contexto de paisagens urbanas faz-se necessário um equilíbrio entre os componentes naturais e o ambiente construído (MONTGOMERY; BOLTON, 2003; SARAIVA *et al.*, 2008). Essa percepção tem alterado, nas últimas décadas, a concepção de que rios urbanos são recursos geridos exclusivamente para o benefício humano, dando espaço a uma postura que tende a considerar a integridade física dos ecossistemas fluviais (GORSKI, 2010). Assim, o conceito de revitalização fluvial vem se destacando no campo

científico e em programas e legislações nacionais e internacionais (NRC, 1992; REURIS, 2013).

Embora a literatura apresente uma variedade de termos e definições, o conceito de revitalização fluvial refere-se, nesta pesquisa, tanto às ações de preservação e conservação de ambientes fluviais que propiciem condições ao sistema mover-se para um estado ecologicamente dinâmico, como às ações de manejo destinadas ao redirecionamento da trajetória de evolução de um sistema degradado (BRIERLEY; FRYIRS, 2008).

Protocolos de avaliação que integram parâmetros biofísicos têm sido desenvolvidos

como instrumento de investigação da estrutura física e do funcionamento dos ecossistemas fluviais (CEN, 2010; RHS, 2003), constituindo-se em ferramentas de apoio ao processo de revitalização. Dentre eles, o Índice de Valoração Hidrogeomorfológica – IHG (OLLERO *et al.*, 2007) destaca-se por avaliar as pressões humanas sobre sistemas fluviais e suas respostas em termos hidrológicos e geomorfológicos refletidas na morfologia de canais e na zona ripária. A elaboração desse índice parte do pressuposto de que a conservação e/ou a reabilitação de um rio depende do conhecimento das suas condições hidrogeomorfológicas, visto que somente ambientes fluviais que mantêm essa dinâmica natural ativa podem garantir a proteção e a inter-relação de todos os elementos do sistema fluvial.

O IHG tem sido aplicado em mais de 400 córregos e rios espanhóis, e é utilizado na implementação da Diretiva Marco de Águas da Comunidade Europeia 200/60/EU, visando reduzir a deterioração de sistemas fluviais, identificar e mitigar problemas destes sistemas, melhorar e conservar sua funcionalidade e naturalidade e reconhecer seus valores hidrogeomorfológicos (OLLERO *et al.*, 2011). No Brasil, o mesmo protocolo tem sido empregado por grupos de pesquisadores (LE MOS *et al.*, 2014), com o intuito de comparar os resultados de diferentes protocolos de avaliação rápida de cursos d'água. A proposta deste artigo é avaliar a qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande, na cidade de Florianópolis/SC, por intermédio do IHG, e discutir os limites e as possibilidades de restabelecimento dos padrões de qualidade encontrados, visando à revitalização fluvial. Cabe ressaltar que não pertence ao escopo desta pesquisa o detalhamento de técnicas de revitalização fluvial, mas, sim, a avaliação do potencial de conservação e/ou reparação de componentes essenciais ao bom funcionamento da dinâmica hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

A bacia do rio Córrego Grande localiza-se na área central da cidade de Florianópolis, sul do Brasil, conforme Figura 1. Sua área é 5,15 km² e a drenagem é feita por canais naturais de

pequeno porte que desaguam no rio Córrego Grande, o principal da bacia. A nascente desse rio está no domínio geológico do Complexo Cristalino, a uma altitude de 382 m. O comprimento do canal é de 5,2 km até a junção com o afluente Ana D'Ávila, a qual limita a bacia ao Norte. Esta confluência está na altitude de 1,6 m, no domínio geológico da Planície Sedimentar. O uso do solo é composto por 70,1% de áreas florestadas com vegetação arbórea e arbustiva, seguidas por 19,9% de área urbanizada, 8,1% de campo (vegetação herbácea e pastagens) e 1,9% de reflorestamento. As encostas da bacia são predominantemente florestadas, enquanto as planícies são quase totalmente ocupadas pela urbanização.

As chuvas são uniformemente distribuídas ao longo do ano, apesar de registrarem-se os maiores índices pluviométricos no verão. Dados compilados da Estação Pluviométrica Florianópolis para um período de 65 anos, compreendido entre os anos de 1948 e 2013, mostram que a precipitação média mensal no município é de 129 mm e a média anual de 1547 mm.

2.2. Procedimentos metodológicos

A pesquisa iniciou-se com a caracterização morfológica do rio Córrego Grande, visando analisar as alterações na dinâmica hidrogeomorfológica causadas por intervenção humana. Realizou-se, em campo, o reconhecimento das características biofísicas da bacia e o levantamento das obras de engenharia realizadas sobre o rio Córrego Grande. Posteriormente, o rio foi seccionado em trechos funcionalmente homogêneos, de acordo com a morfologia do canal e a morfologia do vale.

Os critérios de segmentação adotados (DÍAZ; OLLERO, 2005) relacionam o grau de sinuosidade, a declividade do canal e o encaixamento do vale fluvial. A morfologia do canal em planta e as classes de declividade são consideradas como principais indicativos do funcionamento do sistema fluvial e, portanto, empregados como elementos prioritários na segmentação do rio.

Cada um dos trechos estabelecidos foi relacionado à organização do sistema fluvial (SCHUMM, 1977) e classificados em zona de produção, zona de transferência e zona de deposição de sedimentos, visando apoiar a

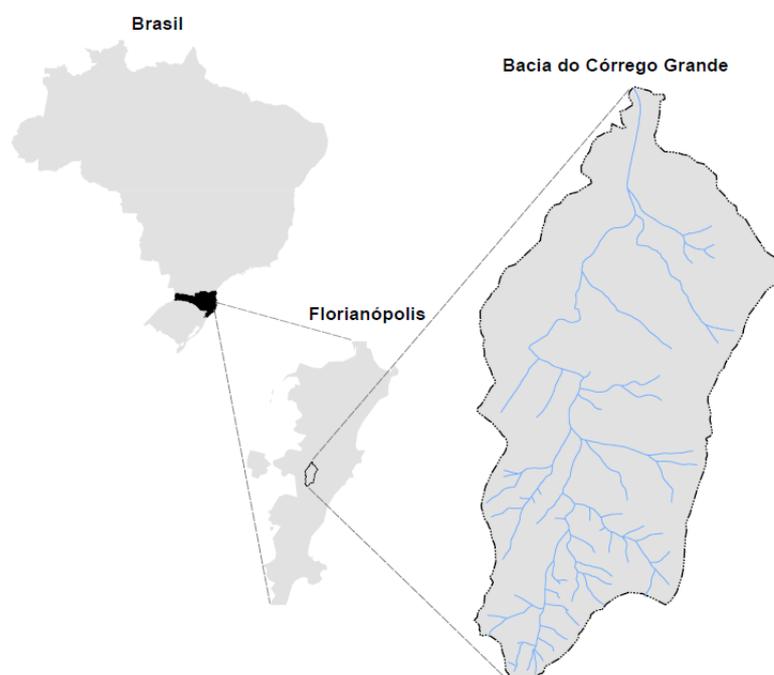
avaliação hidrogeomorfológica do curso d'água. Na sequência, procedeu-se à aplicação do Índice Hidrogeomorfológico – IHG (OLLERO *et al.*, 2007) aos trechos estudados, exceto o trecho 1, devido à dificuldade de acesso.

A avaliação com o IHG é realizada a partir de três grupos de qualidades parciais: qualidade funcional do sistema fluvial, qualidade do canal e qualidade do corredor ribeirinho. Cada grupo contém três parâmetros indicativos do seu nível de qualidade. Têm-se, no conjunto, nove parâmetros, aos quais se atribuem 10 pontos aos casos correspondentes à situação natural do rio. Em casos em que se observam pressões

humanas, procede-se à subtração de pontos, conforme a ficha de avaliação integrante do IHG. A soma dos pontos obtidos nos três grupos de qualidades parciais indica o nível de qualidade hidrogeomorfológica de cada trecho estudado, conforme Tabela 1.

A partir da qualidade hidrogeomorfológica obtida com o IHG, discutiu-se as possibilidades de restabelecimento dos elementos impactados do sistema frente às restrições impostas por intervenções humanas. Finalmente, direcionaram-se recomendações de revitalização em função do tipo de impacto observado.

Figura 1: Localização da área estudada



Fonte: Elaboração própria dos autores.

Tabela 1. Intervalos de referência indicativos do nível de qualidade do sistema fluvial

Qualidades parciais		Qualidade hidrogeomorfológica do trecho	
Pontuação obtida	Nível de qualidade	Pontuação obtida	Nível de qualidade
0 a 6	Muito ruim	0 a 20	Muito ruim
7 a 13	Deficiente	21 a 41	Deficiente
14 a 19	Moderada	42 a 59	Moderada
20 a 24	Boa	60 a 74	Boa
25 a 30	Muito boa	75 a 90	Muito boa

Fonte: Ollero *et al.*, 2007.

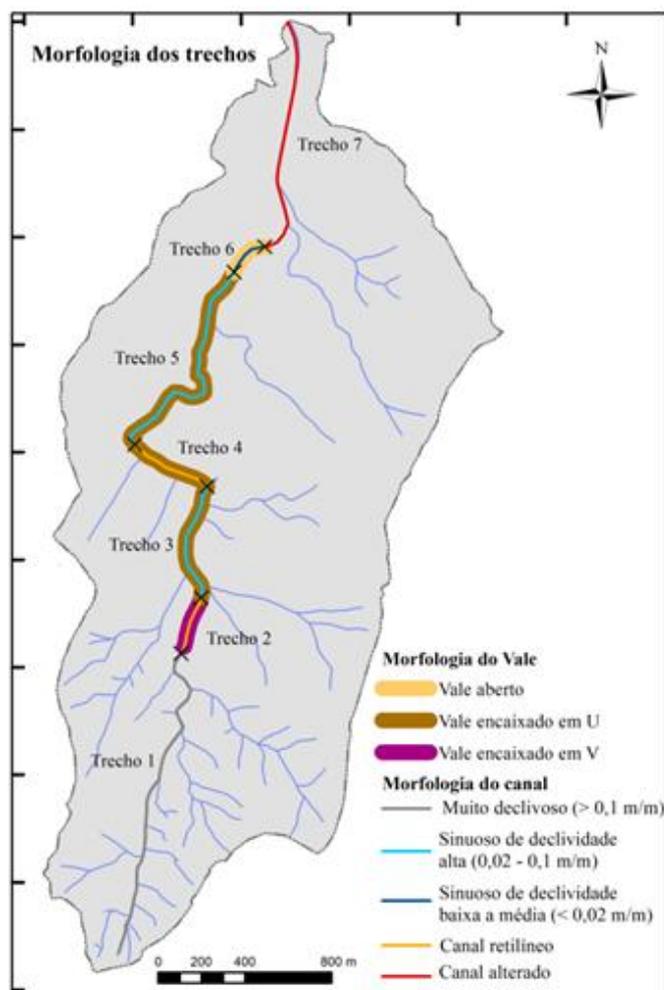
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Avaliação dos trechos estudados

A geomorfologia da área estudada é composta por dois tipos de modelados: os modelados de dissecação, que ocorrem em terrenos altos e, por isso, apresentam processos de erosão dominantes sobre os de sedimentação, e os modelados de acumulação, caracterizados por terrenos baixos onde predomina o acúmulo de sedimentos (HERMANN; ROSA, 1991). A

segmentação do rio Córrego Grande resultou em sete trechos funcionalmente homogêneos, dos quais cinco (1a 5) localizam-se no modelado de dissecação, e dois (6 e 7) no modelado de acumulação (figura 2). Os trechos abrangem morfologias de canais que variam de retos a sinuosos com declividades variadas, relacionados a vales encaixados e abertos, e a canais alterados, conforme Figura 2 e Tabela 2.

Figura 2. Trechos do Rio Córrego Grande em função da morfologia do canal e da morfologia do vale



Fonte: Elaboração própria dos autores.

Tabela 2. Caracterização morfológica e avaliação da qualidade hidrogeomorfológica dos trechos estudados

Trecho	Ct (m)	S1 (m/m)	Morfologia	Posição na Bacia	Avaliação com IHG				
					Funcional (sistema)	Canal	Corredor ribeirinho	Total IHG	Nível de qualidade
1	1608	0,159	Canal reto encaixado em vale tipo V	Zona de produção de sedimentos	NA	NA	NA	NA	NA
2	242	0,132	Canal reto encaixado em vale tipo V	Zona de produção de sedimentos	28	30	30	88	Muito boa
3	563	0,092	Canal sinuoso encaixado em vale de fundo chato	Zona de produção de sedimentos	27	30	30	87	Muito boa
4	391	0,028	Canal reto encaixado em vale de fundo chato	Zona de produção de sedimentos	25	30	30	85	Muito boa
5	1107	0,025	Canal sinuoso encaixado em vale de fundo chato	Zona de transferência de sedimentos	23	24	22	69	Boa
6	197.6	0,010	Canal sinuoso associado a vale aberto	Zona de transferência de sedimentos	21	25	23	69	Boa
7	1121	0,041	Canal alterado	Transição entre Zonas: transferência /deposição	07	08	13	28	Deficiente

Ct = Comprimento total do canal; S1 = Declividade total do canal; NA = Não avaliado.

Fonte: Elaboração própria dos autores.

3.2. Panorama dos trechos avaliados

Os trechos do rio Córrego Grande inseridos em modelados de dissecação apresentam leito rochoso associado a vales encaixados, cujo padrão do canal é governado pelo controle estrutural ocorrente na bacia. Portanto, as sinuosidades observadas ao longo do rio estão muito mais relacionadas às fraturas, falhas geológicas e intrusões de diabásio presentes nas rochas do que aos ajustes laterais proporcionados pelo balanço entre a erosão e a sedimentação.

A morfologia de fundo do curso d'água está intrinsecamente ligada às dinâmicas ocorridas nas encostas, as quais são determinadas pelos aspectos biofísicos da bacia. Verifica-se que a classe de solos mais expressiva na bacia é uma associação de argissolos derivados do diabásio e do Granito Ilha. O elevado teor de máficos presentes no diabásio tende a acelerar o seu processo de oxidação, tornando-o mais facilmente intemperizável que os granitos. Em consequência, grandes blocos rochosos de

granito podem se deslocar devido à rápida intemperização do diabásio presente no mesmo meio (SANTOS, 1997).

Há, ainda, o predomínio de granitos milonitizados e cataclados de alta intemperização que, associados ao aspecto declivoso da bacia, favorecem a mobilização de blocos rochosos e o depósito no leito fluvial. A energia de fluxo requerida para desalojar esses blocos é substancialmente maior do que aquela verificada em eventos normais do rio Córrego Grande, implicando em estruturas imbrincadas ou bloqueadas ao canal fluvial.

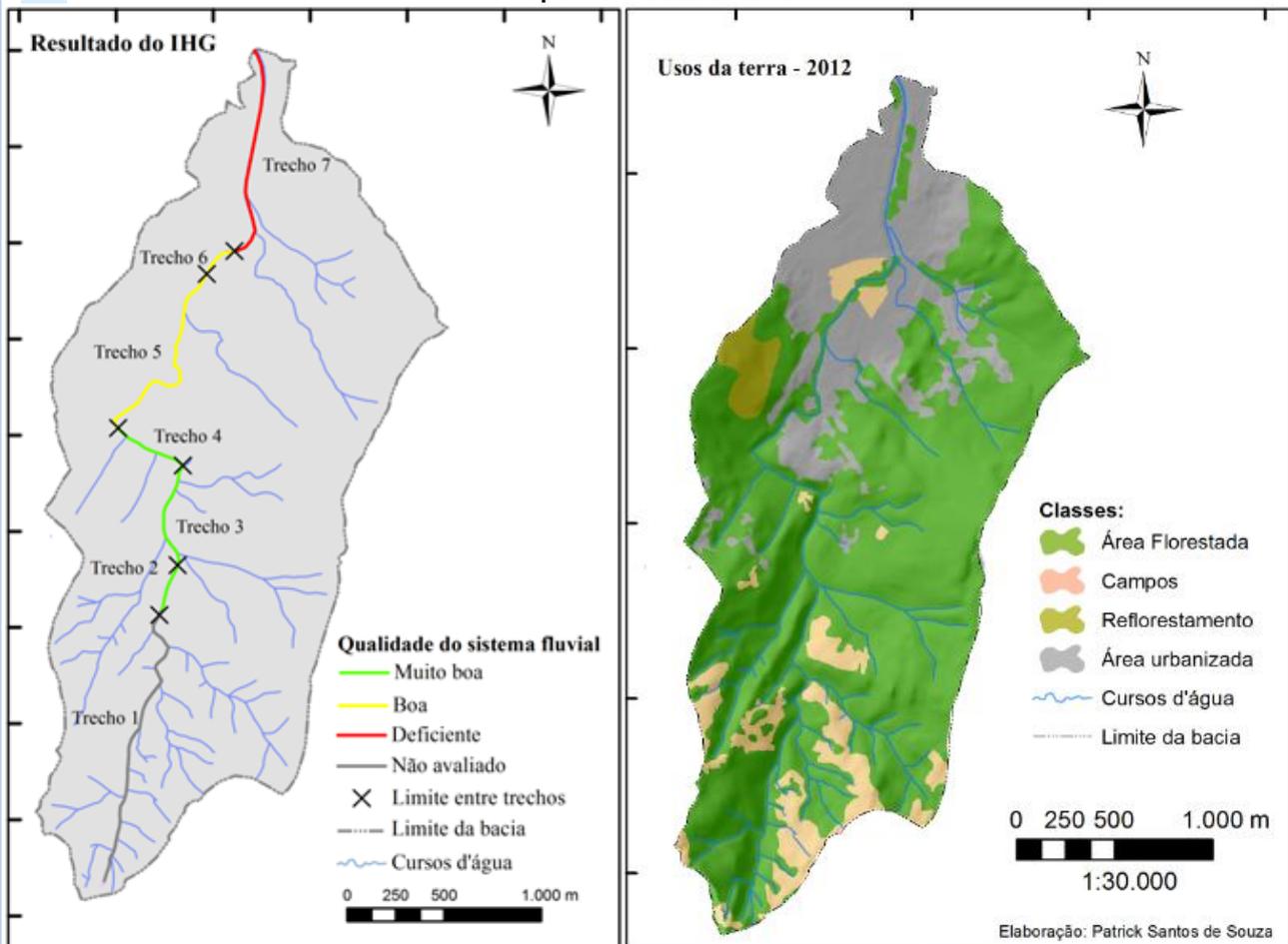
A avaliação com o IHG revelou que a qualidade ambiental do rio Córrego Grande é reduzida à medida que ele alcança os setores da bacia com menores elevações e que são ocupados pela urbanização, apresentando, inclusive, perda dos processos naturais dinâmicos que o configuram como rio quando ele atinge as áreas de planície (figura 3).

Os trechos com qualidade hidrogeomorfológica muito boa (trechos 2, 3 e 4) percorrem um setor da bacia cujas elevações

variam de 47 a 130 metros, onde as classes de uso do solo são, em sua maioria, áreas florestadas e antigas áreas de pastagem que, após abandonadas, iniciaram o processo de regeneração vegetativa. Naqueles trechos, os parâmetros que indicam alterações

hidrogeomorfológicas estão associados à qualidade funcional do sistema fluvial, mais especificamente às mudanças na quantidade de água que circula pelo sistema, e às leves modificações na disponibilidade de sedimentos aportados pela bacia.

Figura 3: Representação do nível de qualidade hidrogeomorfológica de trechos do rio Córrego Grande e respectivos usos da terra



Fonte: Elaboração própria dos autores.

O setor da bacia relacionado aos trechos 2, 3 e 4 apresenta terrenos com declividades entre 30 e 45 graus, embora nas áreas adjacentes ao rio Córrego Grande predominem encostas com declividades superiores a 45 graus. Essa declividade acentuada tende a restringir a ocupação de áreas marginais do rio neste setor. Entretanto, verifica-se que o processo de urbanização começa a avançar sobre a bacia, principalmente a partir dos divisores de água da porção sudoeste. No referido local, foram encontrados alguns dos elementos que pressionam a qualidade funcional do sistema

fluvial, tais como captação e armazenamento de água pela população local.

A partir do trecho 5, o rio Córrego Grande apresenta perdas hidrogeomorfológicas mais significativas, passando a configurar boa qualidade fluvial nos trechos 5 e 6. Essa redução de qualidade é influenciada pela densa ocupação urbana que avança sobre as encostas. A análise dos parâmetros de qualidade fluvial mostra que, além da qualidade funcional do sistema, os prejuízos naqueles trechos relacionam-se também à qualidade do canal e do corredor ribeirinho.

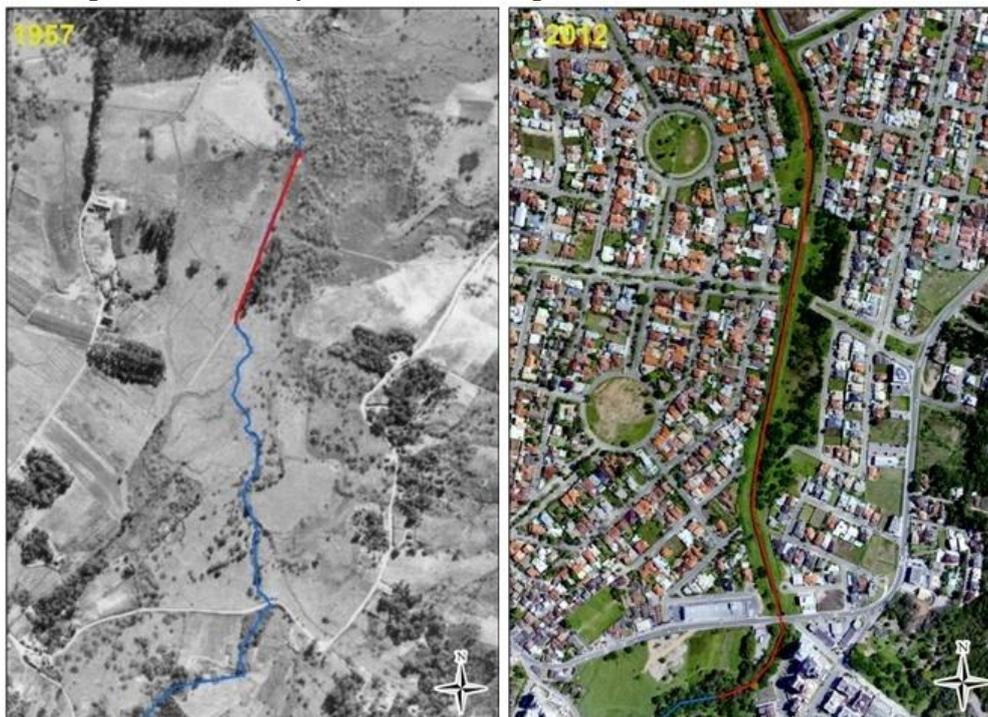
Quanto à funcionalidade do sistema, tem-se que a ocupação urbana promove o aumento da área impermeabilizada, o que reduz a infiltração e aumenta o escoamento superficial em eventos chuvosos. Como resultado, a recarga subterrânea é reduzida e provoca menor escoamento de base em períodos secos. Além disso, a abertura de estradas neste setor da bacia causa modificações no funcionamento da drenagem natural, visto que atuam como diques elevados em relação aos terrenos adjacentes, contribuindo, inclusive, para a retenção de sedimentos aportados pela bacia. Ademais, a ocupação urbana promove a retirada de camadas superficiais do solo, potencializando os processos erosivos e a quantidade de sedimentos disponíveis ao sistema fluvial. Essa situação é agravada pela oferta de sedimentos antropogênicos gerados no processo de urbanização e trazidos pela drenagem.

Situação semelhante ocorre com a qualidade dos canais, os quais sofrem modificações pontuais no seu traçado em função das infraestruturas de pontes construídas para permitir a expansão urbana. Essas infraestruturas tendem a acumular detritos trazidos de trechos à montante, o que obstrui o fluxo natural e causam

leve rompimento da continuidade longitudinal do rio Córrego Grande. Além disso, os desflorestamentos da bacia para uso rural e a consolidação de áreas urbanas, iniciadas na década de 1960, têm reflexos no atual corredor ribeirinho do curso d'água. Suas funções ambientais apresentam-se bastante limitadas, principalmente no que se refere à largura potencial e à continuidade longitudinal, os quais são importantes elementos de proteção do sistema e de manutenção da sua biodiversidade.

Ao alcançar o trecho 7, o curso d'água apresenta estado de qualidade deficiente, o que representa a pior qualidade hidrogeomorfológica do rio Córrego Grande. Esta situação é dada pelas condições físicas da bacia associadas à grande pressão urbana existente. Em termos pedológicos, a área é constituída por solos minerais hidromórficos com baixo potencial de drenagem. Em relação à geomorfologia, tem-se uma área de planície pouco dissecada e com declividades quase nulas. Essas características exigiram que a superfície fosse drenada para viabilizar a ocupação urbana da área, sendo que as intervenções ocorreram a partir da modificação da morfologia do canal fluvial, conforme Figura 4.

Figura 4: Trecho de planície do rio Córrego Grande nos anos de 1957 e 2012



Fonte: Elaboração própria dos autores.

As obras se constituíram no alargamento e aprofundamento da calha, visando aumentar a capacidade de contenção da água escoada pela planície, e no corte de pequenos meandros, para aumentar a velocidade do escoamento. As alterações resultam no aumento da capacidade de transporte de água no trecho do canal, inclusive com adensamento urbano nas margens do canal. O adensamento urbano interfere nas funcionalidades da planície de inundação, tais como dissipação de energia e decantação de sedimentos em descarga de cheia. Além disso, provoca um incremento na quantidade de sedimentos que depositam no rio, os quais são produzidos durante o processo de urbanização e carreados pelo escoamento superficial para o trecho. Para amenizar essa situação, realizam-se sucessivas dragagens para remover o excesso de sedimentos e evitar a obstrução do canal. As dragagens interferem na rugosidade do leito e devastam *habitats* naturais. Ademais, o material retirado é depositado nas margens do rio e atua com diques marginais que restringem a mobilidade lateral do canal. Registra-se, ainda, a maior deterioração do corredor ribeirinho do rio Córrego Grande, inclusive com elementos em caráter permanente, devido às restrições impostas pela ocupação urbana. Em suma, a urbanização não apenas descaracterizou o ambiente fluvial do rio Córrego Grande no trecho 7, como exerce pressão permanente à recuperação dos processos dinâmicos inerentes aos ambientes fluviais.

3.3. Perspectivas de restabelecimento da qualidade hidrogeomorfológica rio Córrego Grande

3.3.1. Trechos com qualidade hidrogeomorfológica muito boa

Os trechos avaliados com qualidade hidrogeomorfológica muito boa (trechos 2, 3 e 4) referem-se a canais fluviais em condição natural e com alta capacidade de manutenção de sua morfologia, visto que são confinados em vales rochosos, expostos a controles estruturais e que apresentam declividades elevadas capazes de transportar a maior parte dos sedimentos produzidos pela bacia. Estas condições, associadas ao bom estado da cobertura vegetal, sugerem que as ações para restabelecer os

elementos impactados do sistema sejam voltadas à conservação do ambiente, de modo a prevenir a inclusão de novos elementos de estresse ao sistema fluvial e garantir o potencial de autorrecuperação de sua dinâmica hidrogeomorfológica.

Descartam-se para estes trechos ações ligadas à preservação da vazão e da disponibilidade de sedimentos, visto que, em décadas passadas, o setor da bacia teve a vegetação suprimida para atividades agrícolas e, atualmente, existem pequenas áreas ocupadas pela urbanização. Em outras palavras, não é possível atuar de forma preventiva sobre elementos que já foram transformados pela ação humana. Nesse sentido, considera-se a conservação do ambiente uma possibilidade adequada aos trechos em análise por duas razões principais: a conservação admite a correção de danos ao sistema pelo abandono ou controle das atividades degradantes, conferindo ao próprio rio a mitigação dos impactos negativos, sem a necessidade de medidas estruturais de manejo e; conservação compreende a prevenção de elementos não impactados do sistema fluvial. Deste modo, evitam-se impactos adicionais ao sistema e mantêm-se as condições necessárias para que o rio desenvolva a sua dinâmica natural.

Entende-se, portanto, ser possível conduzir os trechos em análise para um estado semelhante ao que prevalecia antes das ações humanas na bacia, embora este estágio não seja alcançado. Descarta-se a perspectiva da restauração, a qual visa o retorno de uma condição pré-distúrbio, para admitir a possibilidade de revitalização fluvial, na qual as ações admitam a manutenção de elementos não impactados do sistema e/ou a correção de componentes com bom potencial de recuperação. Dessa maneira, propiciam-se aos ecossistemas fluviais condições a uma maior diversidade de espécies e ao aumento na produção de biomassa.

3.3.2. Trechos com qualidade hidrogeomorfológica boa

Os impactos do sistema fluvial refletidos nos trechos 5 e 6 são: perda de mata ciliar, redução da vazão, variações na disponibilidade de sedimentos e aumento dos picos de descarga. Todos estes problemas guardam relações com

processos que ocorrem na escala da bacia, embora as reduções de caudal hídrico ocorram, também, por intervenções diretas sobre o canal fluvial.

Ainda que apresentem comportamentos geomorfológicos distintos entre si, os trechos 5 e 6 mantêm morfologias de canais bem próximas às naturais: o trecho 5 por desenvolver-se em um vale encaixado em substrato rochoso; e o trecho 6 por apresentar boa declividade de terreno e mata ciliar regenerada, permitindo o escoamento hídrico em um leito naturalmente encaixado e sem mobilidade lateral. Essas características resguardaram a área de intervenções humanas destinadas à estabilização do canal.

Tem-se, portanto, que os aspectos físicos da bacia proporcionam um ambiente favorável à manutenção da morfologia dos canais, principalmente para o trecho 5, devido à influência de controles estruturais. O trecho 6, apesar de manter a morfologia do canal em equilíbrio, é mais susceptível a impactos quando comparado aos trechos à montante, visto que assume a condição de canal aluvial, bastante dependente da presença de mata ciliar.

Apesar da regeneração vegetativa, a mata ciliar apresenta-se com largura abaixo do potencial para ambos os trechos, inclusive com descontinuidades longitudinais que ameaçam a qualidade ecológica do ambiente pelo rompimento do fluxo de germoplasma. Ademais, ocorrem espécies exóticas misturadas com a vegetação nativa, indicando uma inadequação das espécies vegetais ao meio ribeirinho.

Referente à redução na quantidade de caudal hídrico, observou-se que o impacto provém de processos ocorrentes tanto na escala local, por conta da captação direta de águas de nascentes, como na escala da bacia, devido ao armazenamento de água para a dessedentação de animais e à criação de áreas impermeáveis. Possivelmente, a regulamentação e o estabelecimento de limites à captação de água de nascentes reduzam os impactos observados na escala local. Por outro lado, para os processos ocorrentes na escala da bacia, é necessária a adequação de usos da terra às suas características físicas, a fim de prevenir que os impactos sejam potencializados. Verifica-se que impermeabilização da bacia, além de reduzir os níveis de base do canal fluvial em períodos secos, relaciona-se com o aumento dos picos de

descarga em eventos chuvosos e às modificações na disponibilidade de sedimentos.

Quanto ao restabelecimento dos componentes impactados do sistema fluvial, a consolidação urbana atua como um fator restritivo, uma vez que impede o retorno às condições biofísicas da bacia anteriores à impermeabilização e, portanto, impossibilita a restauração fluvial. Contudo, a integração das qualidades parciais do sistema referidas no IHG indica que ambos os trechos apresentam boa condição hidrogeomorfológica, tornando possíveis estratégias de conservação ambiental. Destaca-se a necessidade de conservação do corredor ribeirinho, o qual atua como um *buffer* ao curso d'água capaz de amenizar os impactos causados pela urbanização e evitar o desenvolvimento de novas instabilidades.

Neste sentido, avalia-se que a conservação ambiental é a estratégia mais indicada para evitar a deterioração do canal nos referidos trechos e que esta pode ser desenvolvida em conjunto com a recuperação da qualidade do seu corredor ribeirinho. Para tanto, é importante promover o uso sustentável da bacia hidrográfica a partir da integração de questões sociais e econômicas com a sua função ecológica.

3.3.3. Trechos com qualidade hidrogeomorfológica deficiente

Os danos que conferem qualidade hidrogeomorfológica deficiente ao trecho 7 estão relacionados com interferências no funcionamento hidrológico e geomorfológico, ocasionadas pela urbanização da bacia e por intervenções diretas sobre o canal fluvial. Dentre os impactos observados, os seguintes ocorrem por processos desenvolvidos na escala da bacia: elevação dos picos de descarga; variações na disponibilidade de sedimentos; redução no caudal hídrico; perda de mata ciliar; elevação da velocidade do escoamento e; redução da área da planície de inundação. Em razão dos trechos do canal não se encontrarem isolados um do outro, os resultados de transformações da bacia tendem a refletir nos trechos à montante e à jusante da área transformada, o que se aplica tanto a impactos negativos como às ações destinadas à reparação dos danos.

A urbanização da bacia ocupa áreas que se desenvolvem desde a média encosta até a

planície, onde se encontra o maior adensamento urbano. Ao passo em que o grau de impactos ao ambiente fluvial aumenta à medida que o rio alcança a área de planície, a possibilidade de revitalização diminui, haja vista a substituição de usos passíveis de conservação por uma condição de bacia urbana. Deste modo, as medidas de conservação sugeridas para amenizar os impactos à montante do trecho 7 são necessárias para garantir a qualidade daqueles trechos e, ao mesmo tempo, fundamentais para evitar maior deterioração da qualidade do trecho 7.

Existem impactos cujos processos se iniciam na escala da bacia e são intensificados por intervenções diretas sobre o canal fluvial, quais sejam: o aumento da velocidade de escoamento, por exemplo, ocorre devido à impermeabilização da bacia e é potencializado ao atingir o trecho alterado do rio, por conta da redução da extensão do canal e conseqüente aumento de declividade. Processo semelhante ocorre com a planície de inundação, que teve sua área reduzida pela expansão urbana sobre a bacia e, atualmente, apresenta grande parte da área inundável aterrada e impermeabilizada com infraestruturas urbanas.

Há, ainda, impactos cujos processos degradantes ocorrem na escala local, isto é, promovidos por intervenções diretas sobre o canal: redução do comprimento do canal; perda de pequenos meandros; aprofundamento e alargamento do canal e; redução da rugosidade do leito.

A transformação da área inundável em uma paisagem urbana consolidada tem alterado a dinâmica fluvial da bacia. Na atual dinâmica, a drenagem urbana e os arruamentos atuam como vias de transporte de volumes líquidos e sólidos em eventos chuvosos, direcionando-os aos cursos d'água e modificando a sua funcionalidade. Ademais, as intervenções realizadas diretamente sobre o canal fluvial para suportar essas mudanças comprometem elementos geomorfológicos fundamentais ao funcionamento fluvial, levando os cursos d'água a assumirem, exclusivamente, o papel de canais de escoamento.

Estratégias de revitalização, normalmente apontadas na literatura, incluem a reconstrução de meandros em canais retificados, recuperação de canais abandonados e reconexão de terrenos inundáveis ao curso d'água (KELLER, 1976;

OLLERO, 2008;). Estas ações visam reverter pressões ao sistema fluvial para permitir que o rio desenvolva, mesmo que parcialmente, o seu trabalho hidrogeomorfológico. Entretanto, a condição urbana da bacia do Córrego Grande constitui-se em um fator restritivo a estas alternativas, pois limita a retomada de espaços fluviais necessários ao equilíbrio do sistema.

Frente às características da bacia observadas no trecho 7, faz-se necessário o emprego de ações atenuantes do estado de qualidade do sistema de modo a afastá-lo da condição atual. Estas ações serão determinadas pelas interações biofísicas da bacia em conjunto com as restrições impostas pela urbanização. Embora esta abordagem não resulte em revitalização fluvial, é possível reduzir os impactos sobre a dinâmica hidrogeomorfológica e beneficiar a estrutura e a função dos ecossistemas urbanos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a década de 1960, a paisagem fluvial do Córrego Grande vem sendo apropriada como paisagem urbana, resultando em uma interação entre componentes bióticos e hidrogeomorfológicos e os componentes sociais. Na medida em que o método de avaliação adotado é capaz de apontar as pressões e os impactos sobre o sistema fluvial que afetam a funcionalidade de sua dinâmica, tal método favorece as decisões de conservação e/ou recuperação fluvial apoiadas no conhecimento científico hidrogeomorfológico. Entretanto, embora esta pesquisa tenha seu foco na dimensão hidrogeomorfológica, entende-se que o conceito de revitalização abrange também as dimensões ecológica e social, e que, portanto, um rio não pode ser encarado como um elemento natural alheio à presença humana. Tem-se em consideração que um curso d'água inserido na paisagem urbana faz parte da convivência da população e que, portanto, as decisões são tomadas pela própria sociedade.

5. REFERÊNCIAS

1. BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **River futures: an integrative scientific approach to river repair.** Washington DC: Island Press, 2008. 325 p.
2. CEN. 2010. EN 15843:2010 Water quality- Guidance standard on determining the degree of

- modification of river hydromorphology. British Standard Policy and Strategy Committee, BSI, 2010.
3. CUNHA S. B. **Impactos ambientais das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro - Brasil)**. Rio de Janeiro: edição do autor, 1995. 378 p.
 4. DÍAZ, B. E.; OLLERO, A. Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro. **Geographicalia**, Zaragoza, n. 47, p. 23-45, 2005.
 5. GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora SENAC, 2010. 300 p.
 6. HERRMANN, M. L. P.; ROSA, R.O. **Mapeamento temático do município de Florianópolis – Geomorfologia**. Florianópolis:IPUF/IBGE, 1991.
 7. KELLER, E. A. Channelization: environmental, geomorphic and engineering aspects. In: COATES, D.R. (Ed.). **Geomorphology and engineering**. Pennsylvania: Downden, Hutchinson& Ross, 1976. p. 115-140.
 8. LEMOS, R.S.; CARVALHO, V.L.M.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; POLIGNANO, M. V. **Elaboração de um protocolo de avaliação rápida de cursos d'água e aplicação em sub-bacias hidrográficas do Ribeirão Pampulha, bacia do rio das Velhas, Minas Gerais – Brasil**. Belo Horizonte, 2014.
 9. MONTGOMERY, D.R.; BOLTON, S.M; Hydrogeomorphic variability and river restoration. In: WISSMAR, R.C.; BISSON, P.A. (Ed.). **Strategies for restoring river ecosystems: sources of variability and uncertainty in natural and managed systems**. Bethesda: American Fisheries Society, 2003. p. 39-80.
 10. NRC - National Research Council. **Restoration of aquatic ecosystems: science, technology, and public policy**. Ed. National Research Council. Washington: Nacional Academy Press, 1992. 552 p.
 11. OLLERO, A. Alteraciones geomorfológicas de los ríos en Europa y principios para la restauración de su dinámica. In: GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. (Coord.). **Ríos y sostenibilidad**. Semana temática "Agua para la vida". Zaragoza, Tribuna del Agua de la Exposición Internacional, 2008. Disponível em: <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambient>
 12. _____; BALLARÍN, D.; MORA, D. **Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro**. Guíametodologica. Zaragoza: Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009. 93 p.
 13. _____; _____; DÍAZ BEA, E.; MORA, D.; SÁNCHEZ F.M.; ACÍN, V.; ECHEVERRÍA, M.T.; GRANADO,D.; IBISATE, A.; SÁNCHEZ, G.L.N. Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. **Geographicalia**, n. 52, p. 113-141, 2007.
 14. _____; IBISATE, A.; GONZALO, L.E.; ACIN, V.; BALLARIN, D.; DOMENECH, S.; GIMENO, M.; GRANADO, D.; HORACIO, J.; MORA, D.; SANCHÉZ, M. The IHG index for hydromorphological quality assessment of rivers and streams: updated version. **Limnetica**, v. 30, n. 2, p.255-261, 2011.
 15. REURIS – REVITALISATION OF URBAN RIVER SPACES. **Manual for urban river revitalization: implementation, participation, benefits**. Central Europe Programme. Disponível em: <<http://www.reuris.gig.eu>>. Acesso em: 25 jun. 2013.
 16. RHS – River Habitat Survey. **River habitat survey manual**. 2013. Disponível em: <<http://www.riverhabitatsurvey.org/manual/rhs-manuals/>>. Acesso em: 09 dez. 2015.
 17. SANTOS, G. T. **Integração de informações pedológicas, geológicas e geotécnicas aplicadas ao uso do solo urbano em obras de engenharia**. 1997. 208 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, UFRS, Porto Alegre, 1997.
 18. SARAIVA, M.G.; RAMOS, I.L.; VAZ, L.; BERNARDO, F.; CONDESSA, B. Towards sustainability in rehabilitating urban river landscapes. Crossing Ecology With Social Concerns. In: ECRR CONFERENCE ON RIVER RESTORATION, 4., Venice, 2008. Disponível em: <<http://www.civil.ist.utl.pt/Web-RiProCiTy/files/4th-ECRR-Veneza.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2014.
 19. SCHUMM S.A. **The fluvial system**. New York:Wiley, 1977. 338 p.