

Avaliação das condições hidrogeomorfológicas de rios urbanos sobre um gradiente de pressões antrópicas em Belo Horizonte

Moura, M.N. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS) ; Melo, K.H.M. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS) ; Macedo, D.R. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS)

RESUMO

Entender como as atividades antrópicas influenciam a qualidade de ecossistemas aquáticos é essencial para a restauração de ecossistemas degradados, visando restabelecer sua integridade ecológica. Assim, este trabalho busca avaliar e comparar as condições hidrogeomorfológicas, entre as estações seca e úmida de nove rios urbanos a localizados em parques de Belo Horizonte, divididos em três diferentes graus de proteção ambiental. Em cada parque foi aplicado o Protocolo de Diversidade de Habitats e Integridade das Zonas Ripárias, que avalia as pressões antrópicas, e as características hidrogeomorfológicas do canal. Os resultados mostraram existir diferenças entre as condições ambientais e hidrogeomorfológicas entre os grupos de parques ($p < 0.01$), mas não entre as estações seca e chuva ($p = 0.46$). Ou seja, o fator determinante para a manutenção das características ambientais dos cursos d'água, esteve ligado ao seu grau de proteção e não necessariamente a influência do ano hidrológico.

PALAVRAS CHAVES

Parques urbanos; Ano hidrológico; Protocolo de avaliação rápida ; Grau de proteção; Sistemas hidrográficos

ABSTRACT

Understanding how anthropic activities influence the quality of aquatic ecosystems is essential in the perspective of restoring degraded ecosystems, aiming to restore their ecological integrity. Thus, this work aims to evaluate and compare the hydrogeomorphological conditions, between the dry and wet seasons of nine urban rivers located in parks in Belo Horizonte, divided into three different degrees of environmental protection. In each park it was applied the Rapid Assessment Protocol for Habitat Diversity and Riparian Zone Integrity. The results showed differences between the environmental and hydrogeomorphological conditions of the parks ($p < 0.01$), but not between the dry and wet seasons ($p = 0.46$). That is, the determining factor for maintaining the environmental characteristics of watercourses was closely linked to their degree of protection and not necessarily the influence of the hydrological year.

INTRODUÇÃO

Cursos d'água são ecossistemas importantes para o fornecimento de bens e serviços ecossistêmicos para a sociedade, incluindo provisionamento de água para consumo e irrigação, regulação e proteção contra enchentes, geração de energia elétrica e habitats para conservação da biota (MA, 2005; Fisher et al. 2008; Grizzetti, et al. 2019). Entretanto, mudanças no uso da terra têm causado impactos negativos nestes ecossistemas (Díaz et al., 2019), através da eutrofização, alterações no ciclo hidrológico, rebaixamento do nível de base, modificação da morfologia de canais, alteração na temperatura, aumento no carreamento de estressores químicos e tóxicos, perda de biodiversidade, etc (Feio et al., 2010, Everard e Moggridge, 2012; Datry, et al. 2017; Díaz et al., 2019). Neste sentido, o comprometimento da qualidade da água já é uma preocupação global (Mello et al., 2020), sobretudo devido as alterações no ciclo da água e impacto sobre seu abastecimento e distribuição (Abbott et al., 2019). Além disto, as intervenções humanas alteram direta ou indiretamente a dinâmica hidrogeomorfológica dos cursos d'água, alterando a dinâmica das taxas de erosão e fornecimento de sedimentos à rede hidrográfica (Charlton, 2008; Stevaux; Latrubesse, 2017). Ao se tratar de corpos hídricos, deve-se ressaltar que as áreas urbanizadas são aquelas que mais sofrem com as pressões ambientais (Mello et al., 2023). Nesta conjuntura, destaca-se o recorte espacial de Belo Horizonte, que mesmo sendo a primeira capital planejada do Brasil em 1897,

negligenciou seu ambiente físico, bem como sua topografia e, principalmente, os cursos d'água, que foram canalizados e cobertos pelo sistema viário, colocando assim sua hidrografia e suas respectivas funções em segundo plano (Macedo et al 2011). Estudos em rios urbanos são recentes e carecem de mais informações sobre as condições ecológicas de bacias hidrográficas impactadas, conservadas e eventualmente restauradas, bem como de medidas públicas para melhoria da qualidade ambiental de rios urbanos (Gorski, 2008; Sá Costa et al., 2010; Wantzen et al., 2019). Entender como as atividades antrópicas influenciam a qualidade de ecossistemas aquáticos é essencial na perspectiva de restauração de ecossistemas degradados, visando restabelecer sua integridade ecológica (Jørgensen 2015). Além disso, o manejo de recursos hídricos em bacias hidrográficas requer a integração de valores ecológicos, econômicos e sociais, garantindo a manutenção de serviços ecossistêmicos a longo prazo (Allan e Flecker 1993). É nesta conjuntura que objetivo deste estudo é avaliar e comparar as condições hidrogeomorfológicas, entre as estações seca e úmida de nove rios urbanos a localizados em parques de Belo Horizonte, divididos em três diferentes graus de proteção ambiental: parques de referência, parques consolidados e parques reabilitados. Belo Horizonte localiza-se na porção central do estado de Minas Gerais, com altitude média de 852m. No que tange a hidrografia, o município é drenado, majoritariamente pelas bacias hidrográficas do Ribeirão Arrudas ao sul e a bacia do Ribeirão do Onça ao norte. Ambas desaguam na margem esquerda do Rio das Velhas, afluente da margem direita do Rio São Francisco. A dinâmica pluviométrica é bem demarcada por um período de excedente hídrico (1000 mm/ano) e um período de déficit (500 mm/ano), reflexo do clima do município que se enquadra na categoria sub-úmido (IBGE, 2002). O município se localiza em uma área de ecótono entre Savana e Floresta Estacional Semidecidual (Ferreira; Gontijo, 2005). Todavia, a vegetação do município foi suprimida de forma generalizada em prol da urbanização, com áreas remanescentes atualmente próximas à Serra do Curral, em áreas pouco adensadas a norte do município e com concentração relativa nas unidades de conservação em parques municipais.

MATERIAL E MÉTODOS

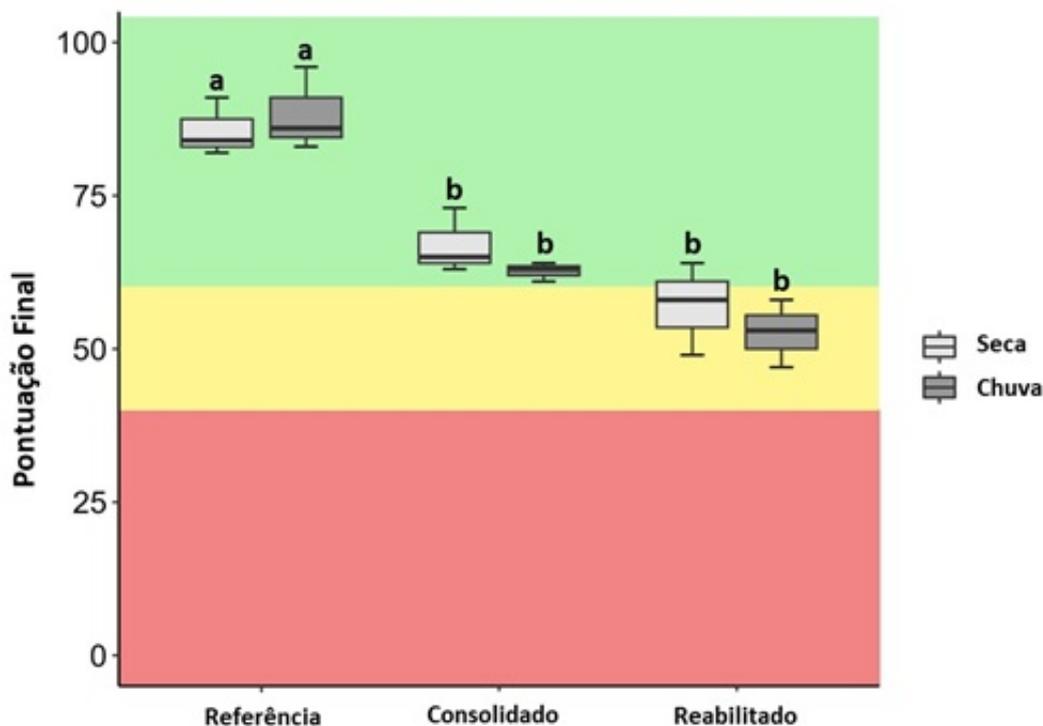
Belo Horizonte conta atualmente com 76 parques municipais, em diferentes graus de preservação ambiental. Dentre eles, nove parques foram selecionados para este estudo, sendo classificados como referência, consolidados ou reabilitados. Os parques de referência, compreendem aqueles com a melhor condição ambiental possível, sendo locais de captação de água para consumo humano e classificados como água de qualidade especial segundo a Resolução 357 Conama de 2005. São eles o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, Parque das Mangabeiras e Parque Municipal Roberto Burle Marx. Os parques consolidados compreendem os que não estão em alto grau de preservação, e nem sofreram historicamente com degradação severa e, portanto, se consolidaram na configuração atual. São eles o Parque Municipal Jacques Custeau, Parque Municipal Lagoa do Nado e Parque Municipal Aggeio Pio Sobrinho. Já os parques reabilitados são aqueles que integraram o Programa "DRENURBS", entre os anos de 2006 e 2008, quando foram realizadas obras de reabilitação em áreas de várzea da cidade, com a implementação de parques lineares. São eles os Parque Municipal Primeiro de Maio, Parque Municipal Nossa Senhora da Piedade e Parque Municipal José Lopes dos Reis. Em cada parque foi aplicado o Protocolo de Diversidade de Habitats e Integridade das Zonas Ripárias (Callisto et al., 2002) que fornece informações quanto à integridade física e a influência de distúrbios antrópicos no local. O protocolo é composto por 22 parâmetros, sendo os 11 primeiros pontuados de 0 a 4 e os demais, pontuados de 0 a 5, de acordo com a observação visual de cada aspecto avaliado. O valor final foi obtido pelo somatório de cada parâmetro e o local classificado como em condição natural quando obteve pontuação superior a 60 pontos, alterados quando entre 41 e 60 pontos e impactados quando inferior a 40 pontos. O protocolo foi aplicado em abril de 2022 (período de estiagem) março de 2023 (período chuvoso) nos nove parques e os resultados foram comparados usando ANOVA de duas vias, seguido do teste de Tukey, para avaliar diferenças estatísticas entre as categorias de parques (referência x consolidado x reabilitados) e entre os períodos (estiagem x chuvoso). A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk e a normalidade dos resíduos testada através do teste de Levene. Em outras palavras, foi utilizada a análise de variância para avaliar se os valores médios da pontuação final dos protocolos possuem diferença entre os três grupos de parques. Caso haja diferença, estaríamos testando justamente se o grau de proteção dos parques influencia nos parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho partiu da hipótese de que os períodos de seca e de chuva seriam preponderantes para as alterações hidrogeomorfológicas nos rios estudados. Colocou-se a chuva (ou a ausência dela) como um fator externo, de extrema relevância nas alterações em parâmetros hidrogeomorfológicos, culminando em uma melhora ou piora na qualidade ambiental do curso d'água. Entretanto, em geral, nossos resultados demonstraram existir diferenças entre as condições hidrogeomorfológicas dos grupos de parques ($p < 0.01$), mas não entre as estações seca e chuva ($p = 0.46$). Ou seja, ao longo do ano hidrológico, os parques se mantiveram dentro dos seus respectivos intervalos de pontuações. Todavia, as pontuações propriamente ditas, sofreram alterações, conforme esperado. A Figura 1 demonstra a pontuação final obtida na aplicação do protocolo. Figura 1: Comparação das pontuações do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (Callisto et al., 2002), nas estações seca e chuvosa (2022-2023). As letras indicam grupos estatisticamente iguais. Os valores < 40 indicam córrego impactado (faixa vermelha), valores 41 - 60 indicam áreas alteradas (faixa amarela) e valores > 60 indicam áreas em condições naturais (faixa verde). Fonte: elaborado pelos autores Os resultados indicam que não há diferenças significativas nas pontuações dos grupos de parques entre a seca e a chuva. Além disto, os valores obtidos pelos parques de referência, diferem dos demais, com pontuações mais elevadas. Os parques de referência apresentaram os valores mais altos de pontuação (88 ± 6 em 2022 e 86 ± 4 em 2023), corroborando com a hipótese de que se encontram em melhor condição de preservação ambiental. Os rios consolidados e reabilitados não difeririam entre si (63 ± 1 e 53 ± 5 em 2022 e 67 ± 5 e 57 ± 7 em 2023, respectivamente). No entanto, a análise do gráfico permite avaliar uma tendência de que os parques consolidados em uma condição melhor que dos parques reabilitados. Partimos do princípio que as sutis diferenças entre as condições hidrogeomorfológicas dos parques ocorreram em detrimento da ocorrência de chuvas. Isso, pois ao observarmos as flutuações de pontuações, parâmetro a parâmetro (Figura 2), pode-se notar que aqueles que mais apresentaram variações foram os parâmetros relacionados ao fluxo de água dos rios (extensão e frequência de rápidos e caracterização do fluxo das águas), bem como seu aporte de sedimentos (depósitos sedimentares) e acúmulo, ou não da vegetação ao longo do talvegue (presença de plantas aquáticas). Figura 2: Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Callisto et al (2002) nos nove rios urbanos, nas estações seca e chuvosa. Fonte: elaborado pelos autores Com a maior frequência de chuvas, o rio ganhou mais energia e sua vazão aumentou, intensificando, portanto, tanto a frequência, quanto a extensão dos rápidos. Como consequente, a competência do rio também foi impulsionada, refletindo na mudança dos tipos de sedimentos transportados e depositados (com uma maior ocorrência de seixos e cascalhos, antes menos frequentes que a areia). Em relação à presença de plantas aquáticas, no período de seca, essas eram mais comuns pela facilidade de fixação no substrato, devido a menor energia do rio. Contudo, deve-se destacar que, apesar dessas mudanças terem sido percebidas, elas não foram significativas o suficiente para alterar a faixa de pontuação dos parques, o que nos fez refletir acerca de nossa hipótese inicial. Ademais nota-se a eficácia do projeto de reabilitação DRENURBS na cidade de Belo Horizonte, sendo eficiente na recuperação da qualidade ambiental do parque, uma vez que este não difere das condições encontradas em parques que não foram severamente degradados. Em relação a efetividade da reabilitação dos rios, Macedo et al. (2022) demonstrou que as pontuações dos três rios reabilitados, antes das intervenções do DREBURBS ocorridas em 2006 (dados de 2003-2006) eram bem mais baixas e eram classificadas na classificação de impactado (abaixo de 40). Após as intervenções a pontuação aumentou, relação a pontuação após as intervenções, nos períodos 2008-2011 e 2018-2019, estando no período classificadas como alteradas (pontuação entre 41 e 60) (Figura 3). Figura 3: Comparação das pontuações do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (Callisto et al., 2002), em três fases nos córregos reabilitados: 2003-2006 (antes das intervenções), 2008-2011 e 2018-2019 (após as intervenções). As letras indicam grupos estatisticamente iguais. Os valores < 40 indicam córrego impactado (faixa vermelha), valores 41 - 60 indicam áreas alteradas (faixa amarela) e valores > 60 indicam áreas em condições naturais (faixa verde). Fonte: Modificado de Macedo et al., 2022. As intervenções de reabilitação visaram melhorar o estado de rios severamente degradados com base na recuperação de alguns elementos, processos ou funções ecológicas. O DRENURBS implementou ações de realinhamentos de canais, recomposição da vegetação ribeirinha, interrupção de fontes pontuais de poluição das águas, aumento da complexidade física do canal, estabilização das margens com aplicação de gabiões e

criação de estruturas para visitação, prática esportiva e lazer (Macedo et al., 2022; Golgher, et al, 2023). Nossos resultados demonstram que, estas intervenções foram eficientes para recuperar parte da diversidade de habitats e integridade das zonas ripárias, conseguindo igualar estas áreas com a situação encontrada em rios já consolidados. Diante disso, pode-se constatar que o que determinou as pontuações dos parques nos períodos seca e chuvoso, não foi a dinâmica hidrológica. Muito pelo contrário, os rios se mostraram bastante resilientes frente às alterações na dinâmica de matéria e energia. As diferenças nas pontuações podem ser explicadas pelo grau de proteção que os rios estão submetidos, uma vez que esses estão inseridos dentro de parques urbanos. Assim, as próprias características ambientais dos parques (sejam eles de referência, reabilitados ou consolidados) controlam as pressões ambientais externas. Também se pode observar que as próprias condições hidrogeomorfológicas são ditadas pelo grau de proteção dos parques, tendo em vista que o regime hidrológico pouco interferiu, fazendo com que os rios se mantivessem nas mesmas faixas de pontuação. Por fim, mesmo com a melhora dos parques reabilitados ao longo dos anos, há ainda muito a ser feito com o intuito de aproximar ainda mais estes locais às melhores condições possíveis no contexto metropolitano encontrados nos parques de referência. Estes resultados são importantes pois demonstram a capacidade de recuperar áreas em cidades populosas, tentando alinhar desenvolvimento e sustentabilidade.

Comparação das pontuações do Protocolo de Callisto et al (2002)



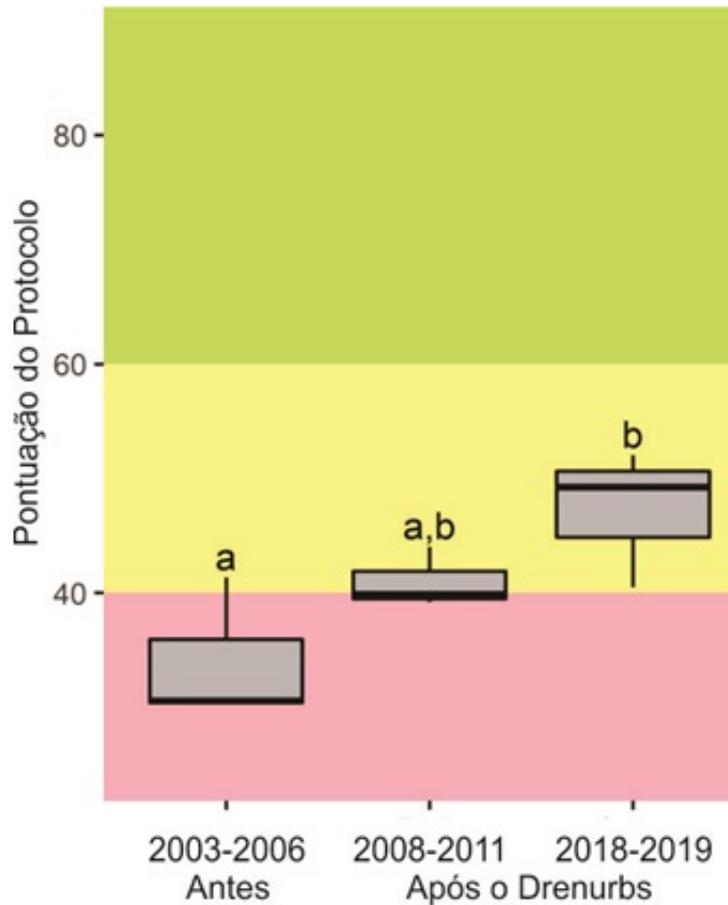
Diferenças das pontuações dos rios de referência, consolidados e reabilitados, nas estações seca e chuvosa

Pontuação dos rios estudados

Parâmetros	Parques																		
	Baleares		1 Maio		N.S.Piedade		Lagoa Nado		Aggeio Plo		Jacques C.		Burle Marx		Taboões		Mangabeiras		
	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	
Tipo de ocupação das margens do corpo d'água	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
Alterações antrópicas	0	0	2	2	0	0	4	4	0	0	2	2	4	4	4	4	4	4	4
Cobertura vegetal no leito	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4
Odor da água	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Oleosidade da água	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Transparência da água	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Odor do sedimento (fundo)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Oleosidade do fundo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tipo de fundo	4	2	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4
Tipos de fundo	3	3	3	3	2	2	2	2	3	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5
Extensão dos rápidos	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	5	5	5	5	2	2
Frequência dos rápidos	3	2	5	5	3	5	0	0	2	2	3	2	3	3	5	5	3	3	
Tipos de substrato	2	0	2	0	2	0	0	0	2	3	2	0	0	0	2	3	3	3	
Deposição de lama	5	3	5	3	3	2	5	5	5	3	5	2	5	5	5	5	5	5	
Depósitos sedimentares	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	5	2	5	5	3	3	
Alterações no canal do rio	3	3	2	2	0	0	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	3	3	
Características dos fluxos das águas	2	2	3	2	3	2	5	5	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	
Presença de mata ciliar	0	0	2	2	0	0	3	3	2	2	3	3	5	5	5	5	3	3	
Estabilidade das margens	2	2	2	2	2	2	3	3	0	0	2	2	3	3	3	5	5	5	
Extensão de mata ciliar	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	3	3	5	5	5	5	5	5	
Presença de plantas aquáticas	0	3	2	2	0	2	0	0	2	3	2	2	2	2	5	5	2	2	

Pontuação parâmetro a parâmetro dos rios estudados, nas estações seca e chuvosa

Pontuação do Protocolo de Callisto et al (2002) antes e após o DRENURB



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se verificar as condições hidrogeomorfológicas de nove rios urbanos, em diferentes categorias de parques e, conseqüentemente, distintos graus de proteção ambiental, pode-se constatar seus respectivos comportamentos, comparando-os entre si e entre os demais. Conforme o esperado, a qualidade ambiental dos rios se mostrou bastante fiel aos seus graus de proteção e as diferenças nos parâmetros observados entre os períodos seco e chuvoso, estavam intimamente relacionados às características hidrogeomorfológicas, especialmente no quesito fluxos e materiais. Ainda que o regime hidrológico tenha acarretado em divergências entre os parâmetros hidrogeomorfológicos, essas alterações não foram suficientes para comprometer a qualidade ambiental desses rios. Isso comprova a eficácia da dinâmica ambiental dos parques de referência e consolidados, bem como na eficiência do programa DRENURBS para a reabilitação dos rios estudados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (APQ-00261-22), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –CAPES (Código 001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABBOTT, B.W., BISHOP, K., ZARNETSKE, J.P. Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions. *Nat. Geosci.* 12, 533-540 (2019).

ALLAN, J.D.; FLECKER A.S.. Biodiversity conservation in running waters. *Bioscience* 43(1): 32-43, 1993.

CALLISTO, M., FERREIRA, W, MORENO, P, GOULART, M., PETRUCIO, M.. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia* 14(1):91-98., 2002

CHARLTON, R. *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*, Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, 2008.

DÍAZ, S., SETTELE, J., BRONDÍZIO, E. S., NGO, H. T., AGARD, J., ARNETH, A., ... ZAYAS, C. N. Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, v. 366, p. 1327, 2019.

EVERARD, M., MOGGRIDGE, H.L. Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosyst* 15, 293-314 (2012).

FEIO, M. J., ALVES, T., BOAVIDA, M., MEDEIROS, A., GRAÇA, M. A. S. Functional indicators of stream health: a river-basin approach. *Freshwater Biology*, v. 55, p. 1050-1065, 2010

FERREIRA, I.; GONTIJO, B. Um histórico verde: a retração da vegetação remanescente no município de Belo Horizonte. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 1., 2005, São Paulo. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. São Paulo: USP, 2005

FISHER, B., TURNER, K., ZYLSTRA, M., BROUWER, R., DE GROOT, R., FARBER, S., FERRARO, P., GREEN, R., HADLEY, D., HARLOW, J., JEFFERISS, P., KIRKBY, C., MORLING, P., MOWATT, S., NAIDOO, R., PAAVOLA, J., STRASSBURG, B., YU, D. Balmford, A. , Ecosystem services and economic theory: integration for policy-relevant research. *Ecological Applications*, 18: 2050-2067, 2008

GOLGHER, A.; CALLISTO, M.; HUGHES, R. Improved Ecosystem Services and Environmental Gentrification after Rehabilitating Brazilian Urban Streams. *Sustainability* 2023, 15, 3731

GORSKI, M.C.B. Rios e Cidades: Ruptura e Reconciliação. Universidade Presbiteriana Mackenzie: Sao Paulo, Brazil, 2008.

GRIZZETTI, B., LIQUETE, C., PISTOCCHI, A., VIGIAK, O., ZULIAN, G., BOURAOUI, F., De Roo,, A., CARDOSO, A.C. Relationship between ecological condition and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters, *Science of The Total Environment*,V.671, Pages 452-465, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de clima digital do Brasil. Escala 1:5,000,000. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:

<http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/vetores/brasil/Clima_5000mil.zip>.

JØRGENSEN, D. “Ecological Restoration as Objective, Target, and Tool in International Biodiversity Policy.” *Ecology and Society*, v.20, no. 4 2015.

MACEDO, D. R., CALLISTO, M., MAGALHÃES JR, A. P. Restauração de cursos d’água em áreas urbanizadas: perspectivas para a realidade brasileira. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 16, n. 3, p. 127-139, 2011.

MACEDO, D.; CALLISTO, M.; LINARES, M.; HUGHES, R.; ROMANO, B.; ROTHE-NEVES, M.; SILVEIRA, J. Urban stream rehabilitation in a densely populated Brazilian metropolis. *Front. Environ. Sci.* 2022, 10, 921-934.

MELLO,K., TANIWAKI, R.H., DE PAULA, F.R., VALENTE, R.A., RANDHIR, T.O, MACEDO, D.R, LEAL, C.J., RODRIGUES, C.B., HUGHES, R.M. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. *Journal of Environmental Management*, V.270, 2020,

MELLO,K., TANIWAKI, R.H., MACEDO, D.R, LEAL, C.J., RANDHIR, T.O. Biomonitoring for watershed protection from a multiscale land-use perspective. *Diversity*, v.5, p.636, 2023.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 2005

SA COSTA, L., VESCINA, L., BARCELLOS PINHEIRO MACHADO, D. Environmental restoration of urban rivers in the metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil. *Environnement Urbain/Urban Environment*, v. 4, p. 13-26, 2010.

STEVAUX, J.C.; LATRUBESSE, E.M. . *Geomorfologia fluvial*. Oficina de Textos, São Paulo, 320p, 2017

T DATRY, T., NÚRIA, B., ANDREW, B. Eds., *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and Management* (Elsevier, 2017).

WANTZEN, K. M., ALVES, C. B. M., BADIANE, S. D., BALA, R., BLETTLER, M., CALLISTO, M., ZINGRAFF-HAMED, A. Urban Stream and Wetland Restoration in the Global South—A DPSIR Analysis. *Sustainability*, v. 11, n. 18, pp. 48, 2019.