

## ANÁLISE DE QUALIDADE ECOLÓGICA EM ZONAS RIPÁRIAS URBANAS

**Milton Pavezzi Netto<sup>(1)</sup>; Ricardo Siloto da Silva<sup>(2)</sup>**

(1) Universidade Federal de São Carlos; netpvz@yahoo.com.br

(2) Universidade Federal de São Carlos; rss@ufscar.br

### **Resumo**

*A recuperação da qualidade ecológica de rios urbanos e suas respectivas zonas ripárias coloca-se como um dos principais desafios na gestão urbana pautada pelos princípios da sustentabilidade. No processo de reversão dos impactos negativos ocasionados pela urbanização nestas áreas, devemos considerar variáveis e critérios capazes de representar as especificidades socioambientais da relação corpo hídrico-zona ripária-estrutura urbana. Nossa pesquisa tem como objetivo estruturar um método expedito para análise de qualidade ecológica das zonas ripárias urbanas, visando a recuperação e manutenção de suas funções ecológicas em compatibilidade com o bem-estar das populações humanas. Como procedimentos metodológicos adotados até o momento, revisamos a literatura básica para o aprofundamento dos temas estruturadores da pesquisa, identificamos possíveis variáveis de influência, delimitamos critérios para análise e simulamos a aplicabilidade das variáveis em um rio de uma cidade de médio porte. Dentre os resultados, identificamos a necessidade de revisão de alguns critérios relacionadas a aspectos ecológicos e inclusão de variáveis capazes de englobar o nível local de ocupação urbana. Como procedimentos futuros, antes da estruturação do método, esperamos realizar mais duas simulações, contemplando as considerações parciais apresentadas neste artigo e identificar, em cidades distintas, corpos rios e zonas ripárias onde o método possa ser aplicado e analisado.*

**Palavras-chave:** Zonas ripárias urbanas, Qualidade de águas urbanas, Gestão ambiental urbana

### **Abstract**

*The recovery of the ecological quality of urban rivers and their riparian zones is one of the main challenges in the urban management guided by the principles of sustainability. To reverse the negative impacts of urbanization in these areas, we must consider variables and criteria that represent the socio-environmental specificities of the water body-riparian zone-urban structure relationship. Our research aims to design an expeditious method to analyze the ecological quality of urban riparian areas, in order to recover and maintain their ecological functions in compatibility with the well-being of human populations. As methodological procedures adopted until now, we reviewed the basic literature necessary to deepen the structural themes of our research, identified variables that may influence the recovery of ecological quality, delimited criteria for the analysis and simulated the applicability of the variables in a river of a medium-sized city. As results, we identified the need to review some aspects related to ecological criteria and inclusion of variables that encompass the local level of urban occupation. As future proceedings, after the method structuration, we hope to perform two more simulations, considering the partial results presented in this paper and identify, in different cities, rivers and riparian zones where the method can be applied and analyzed.*

**Keywords:** Urban riparian zones, Quality of urban waters, Urban environmental management

## 1. INTRODUÇÃO

As cidades, apesar de ocuparem uma parcela ínfima da superfície terrestre, abrigam um conjunto de atividades que gera impactos de elevada amplitude nos recursos naturais. Para a gestão do meio urbano, um dos desafios que está colocado é o da compatibilização das dinâmicas sociais com a preservação, conservação ou melhoria da qualidade dos recursos naturais. Dentre os dispositivos normativos referentes encontra-se o Código Florestal (Lei 4.771/1965), que protege ambientalmente algumas parcelas do território, sob a forma de áreas de preservação permanente (APPs) e reservas legais (RLs).

Enquanto as reservas legais caracterizam-se como espaços exclusivos do meio rural, as áreas consideradas como de preservação permanente estão presentes tanto neste meio quanto no ambiente urbanizado. Em 2001, a Medida Provisória N.2166-67 delimitou uma série de funções socioambientais a serem cumpridas pelas APPS. Dentre estas, destacam-se a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da biodiversidade, do fluxo gênico de flora e fauna e a garantia do bem-estar das populações humanas. Devido a diversos aspectos da urbanização em fundos de vale, as dificuldades para manter essas funções não se mostram evidentes em um dos espaços protegidos sob a forma de APP: as regiões marginais a corpos hídricos de água corrente (lóticos).

No contexto ecológico, as APPS marginais a corpos hídricos lóticos englobam as zonas ripárias, descritas por Naiman et al. (2005) como ambientes dinâmicos e caracterizados por fortes regimes energéticos, alta heterogeneidade de habitats e grande diversidade de processos ecológicos. Além da importância em nível ecossistêmico, as zonas ripárias também podem atuar como importantes corredores de diversidade biológica. Sob a perspectiva da ecologia de paisagem, essas áreas podem ser utilizadas para interligar fragmentos de maior qualidade ecológica, em termos de manutenção da biodiversidade

Entre as estruturas urbanas intervenientes no desempenho das funções ecológicas das zonas ripárias estão as redes viárias, as canalizações para drenagem de águas pluviais e as edificações. A perda destas funções ecológicas também traz efeitos negativos para o corpo hídrico correspondente. Estes efeitos são reforçados por modificações antrópicas realizadas no canal de drenagem, como retificações, canalizações e tamponamentos. Meyer, Paul e Taulbee (2005) apontaram a elevação da concentração de nutrientes, o aumento da instabilidade geológica do canal fluvial e a redução da diversidade biológica, com dominância de espécies tolerantes às novas condições, como os principais destes efeitos.

Em um contexto de reversão destes impactos ambientais negativos, a recuperação da qualidade ecológica das zonas ripárias urbanas depende de diversas alterações estruturais. Neste processo, devem ser consideradas variáveis e critérios que traduzam a necessidade de recuperação e manutenção da funcionalidade ecológica destas áreas e possam, ainda, contribuir para a garantia do bem-estar das populações humanas. Em 2009, um conjunto de especialistas, liderados pelo ecólogo Seth J. Wenger, formulou uma série de vinte e seis questões prioritárias para a ecologia de rios urbanos, visando contribuir para o avanço das pesquisas neste campo. Dentre as questões, destaca-se a seguinte: “What are urban stream management strategies that provides both stream ecosystem improvements and other societal benefits” (WENGER et al., 2009) Baseada em questionamentos como este, nossa pesquisa tem como preocupação inicial a identificação das variáveis e critérios a serem considerados para analisar a qualidade ecológica das zonas ripárias urbanas. Também buscamos, a partir destas variáveis e critérios, estruturar um método expedito de análise, que forneça subsídios para o poder público local recuperar e manter as funções ecológicas destas áreas, em compatibilidade com o bem-estar das populações humanas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A pesquisa está sendo desenvolvida em quatro fases metodológicas distintas e complementares: exploratória, analítica, experimental e conclusiva. A fase exploratória, atualmente em seus procedimentos finais, é a responsável pelo aprofundamento conceitual dos temas básicos de pesquisa, levantamento das variáveis e elementos correspondentes, a serem considerados na estruturação do método de análise, elaboração das diretrizes, para escolha dos objetos de estudo e simulação da aplicabilidade das variáveis e seus elementos, em um objeto de estudo potencial. Os temas identificados como básicos para o desenvolvimento da pesquisa e aprofundados através da revisão de literatura foram: proteção ambiental de espaços territoriais, ecologia de paisagem, proteção ambiental de ecossistemas ripários, processos de urbanização em fundos de vale e áreas de preservação permanente.

No processo de levantamento das variáveis, buscamos contemplar aquelas que indicassem a qualidade ecológica, tanto nas zonas ripárias, quanto no canal de drenagem do corpo hídrico correspondente. Os principais motivos para a delimitação de variáveis nestes dois ambientes são a complexidade dos processos ecológicos existentes entre os meios aquático e terrestre e as diversas relações, diretas e indiretas, entre os impactos ambientais ocasionados pela urbanização nestes espaços. Visando garantir a efetividade das variáveis, dentro de um método expedito de análise, buscamos selecionar aquelas cujos atributos e critérios exigissem dados com maior acessibilidade e permitissem, como procedimentos de coleta, a análise espacial por imagens aéreas e a observação *in loco*.

Para o canal de drenagem do corpo hídrico, consideramos que as variáveis selecionadas refletem as principais intervenções antrópicas responsáveis por efeitos negativos na geomorfologia fluvial, na composição da biota adaptada às condições ambientais anteriores à modificação e na qualidade da água. O Quadro 01 apresenta as variáveis identificadas, os atributos que podem adquirir, os critérios para análise e os procedimentos para coleta de dados.

Variável	Atributo	Critério	Procedimento de coleta
Canalização	Ausente	Ausência	Verificação <i>in loco</i>
	Presente	Presença	
Tamponamento	Ausente	Ausência	Verificação <i>in loco</i>
	Presente	Presença	
Retificação	Ausente	Ausência	Verificação <i>in loco</i>
	Presente	Presença	
Barramento	Ausente	Ausência	Verificação <i>in loco</i>
	Presente	Presença	
Assoreamento	Ausente	Ausência	Verificação <i>in loco</i>
	Presente	Presença	
Despejo de águas pluviais	Ausente	Ausência	Verificação de emissão <i>in loco</i> e de tratamento da fonte emissora
	Presente, sem tratamento	Adequação à Resolução Conama N.357/2005	
	Presente, com tratamento		
Despejo de águas residuais	Ausente	Ausência	Verificação de emissão <i>in loco</i> e de tratamento
	Presente, de origem doméstica, com	Adequação à	

	tratamento		da fonte emissora
	Presente, de origem doméstica, sem tratamento	Resolução Conama N.357/ 2005	
	Presente, de origem industrial, com tratamento		
	Presente, de origem industrial, sem tratamento		

Quadro 01 - Variáveis e outros elementos considerados para análise no canal de drenagem do corpo hídrico

Fonte: Autores

Em relação à área correspondente à zona ripária, buscamos selecionar variáveis que indicassem a diversidade biológica em termos florísticos, o nível de modificação do solo devido a processos antrópicos e a possibilidade de integração deste espaço a outras áreas verdes públicas, como forma de promover o acesso da população para fins educacionais e recreativos. As variáveis levantadas para esta área, seus atributos correspondentes, os critérios para análise e os procedimentos de coleta são apresentados no quadro 02:

Variável	Atributo	Critério	Procedimento de Coleta
Impermeabilização do solo	Baixa	Até 1/3 da área impermeabilizada	Análise de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas
	Média	De 1/3 a 2/3 da área impermeabilizada	
	Alta	Acima de 2/3 da área impermeabilizada	
Processos erosivos	Ausentes	Ausência	Verificação <i>in loco</i>
	Presentes	Presença	
Cobertura vegetal	Ausente	Ausência	Análise de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas e verificação <i>in loco</i>
	Presente, mas sem espécies arbustivas ou arbóreas	Presença de cobertura vegetal e ausência de espécies de porte arbustivo e/ou arbóreo	
	Predominantemente arbustiva	Predomínio de vegetação de porte arbustivo	
	Predominantemente arbórea	Predomínio de vegetação de porte arbóreo	
Espécies vegetais invasoras	Ausentes	Ausência	Observação <i>in loco</i>
	Baixa	Presença de espécies invasoras, mas com predomínio de espécies nativas	
	Média	Quantidade de espécies nativas e invasoras aproximadamente equivalentes	
	Alta	Predomínio de espécies invasoras	
Espécies vegetais exóticas	Ausentes	Ausência	Observação <i>in loco</i>
	Baixa	Presença de espécies exóticas, mas com predomínio de espécies nativas	
	Média	Quantidade de espécies nativas e exóticas	

Possibilidade de conectividade		aproximadamente equivalentes	Análise de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas
	Alta	Predomínio de espécies exóticas	
	Baixa	Ausência de proximidade com área verde pública	
	Média	Presença de área verde pública próxima a faixa correspondente a APP	
	Alta	Presença de área verde pública dentro da faixa correspondente a APP	

Quadro 02 - Variáveis e outros elementos considerados para análise na área equivalente a zona ripária

Fonte: Autores

Para a delimitação dos objetos de estudo, estabelecemos como diretriz principal a escolha de, no mínimo, dois corpos hídricos lóticos situados em cidades distintas. Em cada corpo hídrico, selecionaremos trechos com diferentes níveis de urbanização, onde o método será aplicado. A definição destes níveis, a delimitação dos objetos de estudo, a revisão crítica das variáveis e critérios levantados e a estruturação do método serão realizadas na próxima etapa da pesquisa: a fase analítica. A faixa a ser analisada terá o comprimento equivalente à extensão do valor legalmente definido como APP, delimitada conforme descrito na Lei 4.771/1965. Como procedimento concluinte da fase exploratória, estamos realizando simulações do processo de coleta de dados em trechos de alguns corpos hídricos lóticos, que podem vir a se tornar objetos de estudo. As simulações têm por objetivos fornecer subsídios para a revisão crítica das variáveis e identificar aspectos negativos para a estruturação do método.

A primeira simulação já foi realizada no córrego Campestre, localizado na cidade Lins, na região centro-oeste do estado de São Paulo. A região urbanizada de Lins possui uma área de, aproximadamente, 20 km<sup>2</sup>. Segundo dados do IBGE (2010), a população residente no município é de 71.432 pessoas, com uma densidade demográfica de 125,27 hab/km<sup>2</sup>. Dentre os corpos hídricos lóticos presentes no município, o córrego Campestre é o que apresenta maior extensão na malha urbana. A figura 01 apresenta o posicionamento do córrego, dentro da área urbanizada, e indica os trechos escolhidos para a simulação:

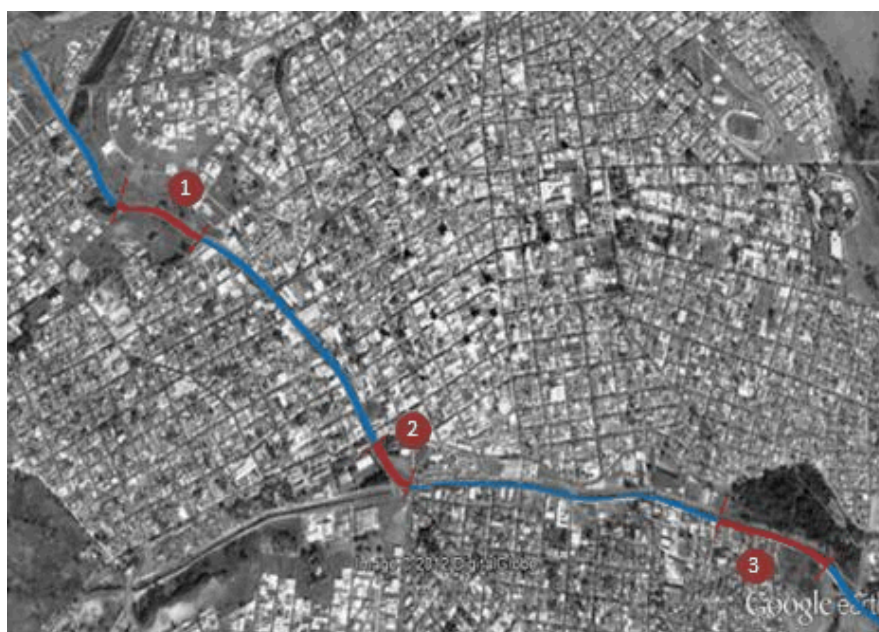


Figura 01 – Córrego Campestre e trechos selecionados para coleta de informações

Fonte: Google Earth, modificado pelos autores (2012)

Por meio das tabelas elaboradas para os dois espaços de análise – canal de drenagem e zona ripária – foram levantados os atributos das variáveis. O resultado da coleta de informações é apresentado no quadro 03.

<b>Corpo hídrico: Córrego Campestre</b>			
<b>Canal de drenagem</b>			
<b>Trecho</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Variável</b>	<b>Atributo</b>		
Canalização	Ausente	Presente	Ausente
Tamponamento	Ausente	Presente	Ausente
Retificação	Presente	Presente	Ausente
Barramento	Ausente	Ausente	Ausente
Assoreamento	Presente	Presente	Presente
Despejo de águas pluviais	Presente, sem tratamento	Presente, sem tratamento	Presente, sem tratamento
Despejo de águas residuais	Ausente	Ausente	Ausente
<b>Zona ripária</b>			
<b>Variável</b>	<b>Atributo</b>		
Impermeabilização do solo	Média	Alta	Baixa
Processos erosivos	Presente	Presente	Presente
Cobertura vegetal	Presente, mas sem espécies arbustivas ou arbóreas	Presente, mas sem espécies arbustivas ou arbóreas	Presente, predominantemente arbórea
Espécies vegetais invasoras	Ausente	Ausente	Baixa
Espécies vegetais exóticas	Ausente	Ausente	Baixa
Possibilidade de conectividade	Alta	Média	Alta

Quadro 03 – Atributos correspondentes as variáveis, com base nas informações coletadas

Fonte: Autores

As considerações resultantes da primeira análise da simulação serão apresentadas a seguir, no item “Considerações Parciais”. Após a escolha definitiva das variáveis, a estruturação do método e a contemplação das outras metas da fase analítica, a pesquisa entrará em sua fase experimental. Nesta etapa, aplicaremos o método de análise expedito nos objetos de estudo selecionados e avaliaremos alguns aspectos de implantação. Por fim, na fase conclusiva, os resultados das aplicações serão analisados criticamente e serão formuladas as conclusões da pesquisa.

### 3. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Durante a primeira simulação da coleta de informações, identificamos alguns aspectos que podem ser negativos para a efetividade do método, tanto em relação ao seu aspecto expedito, quanto em sua capacidade de indicar a qualidade ecológica. Dentre as observações preliminares, destacamos aquelas relativas às seguintes variáveis:

- “Processos erosivos” e “assoreamento”: em corpos hídricos de regime lótico, os processos de carreamento e deposição de material particulado são naturais e estão relacionados a uma série de fatores, como aspectos físicos do solo presente nas margens e a topografia local. Além disso, existem atividades antrópicas erosivas, que extrapolam o ambiente urbano, como aquelas decorrentes do manejo do solo para agricultura. Nestes casos, os sedimentos podem ser carreados dos trechos do corpo hídrico situados em áreas agrícolas e ser depositados nos trechos urbanizados. Portanto, para a variável “processos erosivos”, os critérios devem ser revistos para englobar apenas os processos existentes em meio urbano. Já, para a variável “assoreamento”, há a necessidade de se inserir critérios que contemplem a relação do material depositado com a presença de processos erosivos característicos do ambiente urbanizado, indicando se o assoreamento foi ocasionado (ou o quanto foi intensificado) por estes processos.
- “Espécies vegetais invasoras” e “espécies vegetais exóticas”: a dificuldade em relação à coleta de informações para estas variáveis está na identificação das espécies invasoras e exóticas. Prevendo que nem todos os responsáveis pela aplicação do método detenham conhecimento sobre estas espécies, é necessário elaborar uma lista, com imagens e informações detalhadas, que guie a identificação em campo.

Identificamos, também, a necessidade de inclusão de variáveis relacionadas com o nível de ocupação do espaço. Dentre estas, destacamos a variável “densidade construtiva”, que poderá ter como atributos os valores “baixo, médio e alto”. Como critério de análise, será adotada a taxa real de ocupação, calculada pela divisão entre a área construída e a área total do trecho a ser analisado. Como procedimento metodológico, será utilizada a análise espacial, através da observação de imagens aéreas

Para a conclusão da fase exploratória e início da fase analítica objetivamos realizar mais duas simulações, acrescentando as mudanças propostas em relação às variáveis e identificando o maior número possível de aspectos negativos, antes da estruturação do método.

## REFERÊNCIAS

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1981. v.1.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. Nova York: John Wiley & Sons, 1986.
- GORSKI, M, C, B.; **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.
- HARPER D,M.; FERGUSON, A,J,D.; **The ecological basis for river management**. São Francisco: John Wiley & Sons, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE); Censo demográfico 2010: Resultados gerais da amostra para o município de Lins,SP. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 10/03/2012
- KIBEL, P, S (Ed). **Rivertown: Rethinking urban rivers**. Massachussetts: MIT Press, 2007.
- MEYER, J,L.; PAUL, J,P.; TAULBEE, W,K. Stream ecosystem function in urbanizing landscapes. In: **Journal of the north american benthological society**. Illinois: Society for Freshwater Science, 2005. v.24. p. 602-612.
- NAIMAN, R,J et al. Origins, patterns, and importance of heterogeneity in riparian systems. In: LOVETT, G,M.; JONES, C,G.; TURNER, M,G.; WEATHERS, K,C (Ed). **Ecosystem function in heterogeneous landscapes**. Nova York: Springer, 2005. p.279-309.
- NAIMAN, R, J.; DÉCAMPS, H.; McCLAIN, M, E.; **Riparia: ecology, conservation and management of streamside communities**. Nova York: Elsevier, 2006.
- RODRIGUES, R, R.; LEITAO FILHO, H, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000.

SILVA, R, S.; MAGALHÃES, H. Ecotécnicas urbanas. In: **Ciência e Ambiente**. Santa Maria: UFSM, 1993. v.7. p.33-42

STEINER, F, R. **The living landscape**: an ecological approach to landscapes planning. Nova York, McGraw Hill, 2000.

WENGER, S,J et al. Twenty-six key research questions in urbans stream ecology: an assessment of the state of the science. In: **Journal of the north american benthological society**. Illinois: Society for Freshwater Science, 2009. v.28. p.1080-1098.