

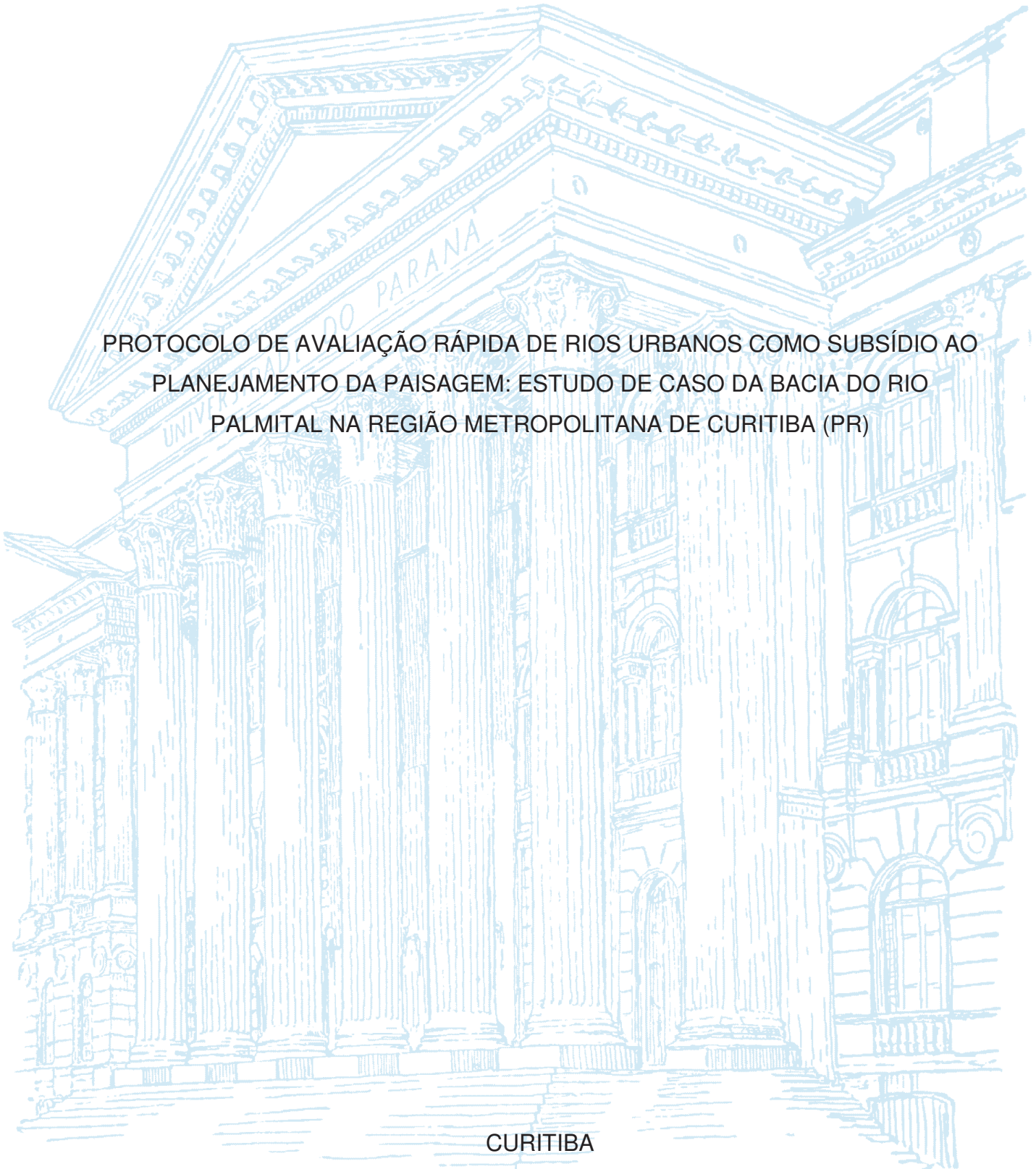
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JANAINA CASSIA CAMPOS

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS URBANOS COMO SUBSÍDIO AO  
PLANEJAMENTO DA PAISAGEM: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO  
PALMITAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (PR)

CURITIBA

2020



JANAINA CASSIA CAMPOS

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS URBANOS COMO SUBSÍDIO AO  
PLANEJAMENTO DA PAISAGEM: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO  
PALMITAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (PR)

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Nucci

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

C198p

Campos, Janaina Cassia

Protocolo de avaliação rápida de rios urbanos como subsídio ao planejamento da paisagem: estudo de caso da bacia do rio palmital na região metropolitana de Curitiba (PR) [recurso eletrônico] / Janaina Cassia Campos. – Curitiba, 2020.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.

Orientador: João Carlos Nucci.

1. Bacias hidrográficas urbanas. 2. Água - Poluição. 3. Urbanização. I. Universidade Federal do Paraná. II. Nucci, João Carlos. III. Título.

CDD: 551.483

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JANAINA CASSIA CAMPOS** intitulada: **PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS URBANOS COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DA PAISAGEM: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO PALMITAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (PR)**., sob orientação do Prof. Dr. JOÃO CARLOS NUCCI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 31 de Março de 2020.

Assinatura Eletrônica

31/03/2020 16:28:02.0

JOÃO CARLOS NUCCI

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

31/03/2020 16:27:19.0

LAURA FREIRE ESTÊVEZ

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

31/03/2020 16:29:16.0

EMERSON LUIS TONETTI

Avaliador Externo (INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ)

## **AGRADECIMENTOS**

A começar pela instituição que me acolheu nos últimos seis anos, desde que comecei a minha jornada na Geografia. Tenho muito orgulho de ter feito parte do corpo docente da UFPR.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia pela oportunidade de fazer o mestrado, e aos funcionários deste Programa pelo apoio prestado durante este período.

A todos os professores que contribuíram para a construção do conhecimento necessário para o desenvolvimento desta pesquisa. Particularmente à Prof. Dra. Laura Freire Estevêz e ao Prof. Dr. Emerson Luis Tonetti, pelas contribuições feitas à dissertação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Carlos Nucci, por me ajudar a desconstruir os padrões cartesianos que eu trazia na bagagem, permitindo o vislumbre de uma análise integrada da paisagem. Agradeço também por sua disponibilidade, pelas críticas construtivas, discussões e reflexões acerca da pesquisa e da minha forma de construí-la.

O desenvolvimento da pesquisa foi um processo solitário para mim, mas nos momentos difíceis tive o apoio dos meus familiares e amigos queridos. Não vou nomear para não correr o risco de esquecer alguém, ainda assim vou guardar com muito carinho todas as palavras de incentivo, a ajuda com a pesquisa e dissertação e, quando necessário, para esquecê-las também.

À minha família agradeço ainda as conquistas precedentes, sem as quais eu não estaria escrevendo estes agradecimentos. Aos meus pais, pelo incentivo aos estudos desde sempre, apesar das adversidades e por elas. Vocês usaram a dificuldade que tiveram para estudar como um exemplo positivo e não deixaram que nada impedisse a continuidade da minha formação acadêmica até eu ingressar na graduação e caminhar com as “minhas próprias pernas”.

Ao Ramon e ao Fernando agradeço não só pelo apoio incondicional como também por todo o amor que me deram e me dão todos os dias. Foram dois anos sem férias, com muitas noites e finais de semana privados da minha companhia, muitos dias que tiveram que aguentar meu mau humor por causa de preocupação ou cansaço. Contudo, vencemos. Por mais que o mestrado tenha sido uma escolha minha, a conquista é nossa.

**Vamos preservar o rio!**

[...]

Um rio bem conservado  
É sinal de harmonia  
Do homem com a natureza,  
É motivo de alegria,  
De lazer e de trabalho,  
É povo em sintonia...

[...]

(FRANCISCO DINIZ, 2006)

## RESUMO

Os rios urbanos permeiam a paisagem e também o seu planejamento, podendo ser o elemento articulador de políticas públicas relacionadas ao tema. Entender como os rios reagem às alterações antrópicas é fundamental para o planejamento da paisagem urbana; todavia, os processos atuantes nos sistemas fluviais são complexos e exigem uma visão holística e integradora da paisagem, que além dos referenciais teóricos envolvam métodos de análise correspondente. Assim sendo, nesta pesquisa foram utilizados os princípios da Ecologia da Paisagem como base teórica e o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) como método de avaliação dos ecossistemas fluviais. Estes protocolos são baseados em critérios visuais e precisam ser adaptados às particularidades da paisagem observada, como no ensaio realizado por Campos e Nucci (2019) para paisagens urbanas, por meio de revisão da literatura. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar e aprimorar este PAR a partir de uma base empírica, tendo como objeto de estudo o rio Palmital, localizado na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), no Estado do Paraná. Os dados de campo foram tabulados e analisados sistematicamente, da seguinte maneira: primeiro foram levantadas as divergências e similaridades entre os critérios e parâmetros do PAR com a paisagem observada, depois especialmente as divergências foram confrontadas com informações da literatura, arrematando a base de informações utilizadas para a avaliação do PAR. Os resultados da avaliação subsidiaram o aprimoramento e adequação do protocolo para paisagens urbanas, apresentado como Protocolo de Avaliação para Rios Urbanos (PARu). Dos doze critérios do PAR precedente foram mantidos sete, um foi excluído e quatro foram modificados, sendo que destes um foi desmembrado em dois e três foram agrupados a um. Além dos conteúdos, foi reformulada também a estrutura do protocolo, com a criação de mais uma categoria de condições intermediárias e com a adoção de uma escala gradativa da pontuação dos critérios. Por sua fácil aplicação e assimilação, o PARu pode ser utilizado como ferramenta de monitoramento dos ecossistemas fluviais, assim como a educação formal e informal da população, subsidiando desta forma o planejamento da paisagem urbana.

Palavras-chave: Rios urbanos. Monitoramento de ecossistemas fluviais. Ecologia da Paisagem

## ABSTRACT

Urban rivers permeate landscape and landscape planning and can be used as an articulator element of policies public. Understanding how rivers are affected by anthropogenic changes is essential for urban planning, however this is a complex relationship and for that is essential a holistic and integrated landscape approach, including theoretical frameworks and corresponding analysis methods. Therefore, Landscape Ecology is the theoretical basis and the Rapid River Assessment Protocol (RAP) is the assessment method for rivers in this research. These visual assessment protocols need adaptation to surrounding landscape, as done by Campos and Nucci for urban landscape through literature review. This research objective is to evaluate and to improve their protocol in the Palmital River, located in Metropolitan Region of Curitiba (RMC), in Paraná State. The field data collection are tabulated and systematically analyzed as follows: first, the divergences and similarities between the RAP's criteria and parameters with the observed landscape were raised and then especially the divergences were confronted with information from the literature, completing the information base for RAP's evaluation. These results supported their improvement and adequacy of the protocol for urban landscapes, called for Rapid Urban River Assessment Protocol (RuAP). The protocol criteria and structure were reformulated. Seven criteria remains, one was deleted and four were modified, of these one was split into two and three were grouped into one. Another intermediate category was raised and a gradual scale of the criteria score was adopted. The RuAP is easy to apply and understand and can be used as a river ecosystems monitoring tool and as formal and informal population education, and subsidize urban landscape planning as well.

Keywords: Urban Rivers. River Ecosystems Monitoring. Landscape Ecology.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA1 – COMPARAÇÃO ENTRE AS DISCIPLINAS FUNDAMENTAIS PARA OS CAMPOS DA (a) ECOLOGIA DA PAISAGEM E (b) ECOLOGIA DAS PAISAGENS FLUVIAIS .....	23
FIGURA 2 – QUATRO DIMENSÕES DO SISTEMA LÓTICO.....	24
FIGURA3 – ILUSTRAÇÃO CONCEITUAL DOS DIFERENTES FATORES QUE INFLUENCIAM AS DECISÕES DE GERENCIAMENTO RELACIONADAS À RECUPERAÇÃO DOS RIOS URBANOS .....	30
FIGURA 4 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO MOSTRANDO A DISTINÇÃO ENTRE RESTAURAÇÃO, REABILITAÇÃO E REMEDIAÇÃO .....	31
FIGURA5 – RIO TÂMISA .....	33
FIGURA6 – RIO ISAR .....	34
FIGURA7 – RIO DAS VELHAS .....	35
FIGURA 8 – ANALOGIA ENTRE AS FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO PARA AVALIAR A SAÚDE HUMANA E A SAÚDE DOS RIOS .....	40
FIGURA 9– ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA DE UM SISTEMA FLUVIAL E SEUS SUBSISTEMAS DE HABITATS, COM INDICAÇÃO DE ESCALA ESPACIAL LINEAR APROXIMADA PARA UM CURSO D'ÁGUA DE SEGUNDA OU TERCEIRA ORDEM.....	42
FIGURA 10 – OS INSTRUMENTOS E A DINÂMICA DO SISTEMA DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DA ACTIONAID BRASIL .....	50
FIGURA 11 – FLUXOGRAMA METODOLÓGICO .....	50
FIGURA 12 – LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PALMITAL .....	53
FIGURA 13 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO .....	55
FIGURA14 – PONTOS DE OBSERVAÇÃO E UNIDADES DA PAISAGEM .....	56
FIGURA 15 – CONDIÇÃO GERAL DO RIO PALMITAL .....	72
FIGURA 16 – ESTÁGIOS DE SUCESSÃO VEGETACIONAL.....	83
FIGURA 17 – ESCALA GRADATIVA DE PONTUAÇÃO EM PARs.....	85

## LISTA DE QUADROS

QUADRO1 – ESTUDOS COM APLICAÇÃO DE PARs NO BRASIL .....	46
QUADRO2–PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA RIOS URBANOS (continua) .....	47
QUADRO3 – CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES DA PAISAGEM RELACIONADAS AOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO .....	56
QUADRO 4– SÍNTESE DAS DIVERGÊNCIAS DOS CRITÉRIOS E PARÂMETROS DO PAR COM A PAISAGEM OBSERVADA EM CAMPO .....	79
QUADRO 5 – TRIANGULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES .....	81
QUADRO 6– OBSERVAÇÕES FINAIS PARA A ADAPTAÇÃO DO PAR.....	86

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 1.....	60
TABELA 2 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 2.....	61
TABELA 3 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 3.....	62
TABELA 4 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 4.....	64
TABELA 5 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 5.....	65
TABELA 6 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 6.....	66
TABELA 7 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 7.....	68
TABELA 8 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 8.....	69
TABELA 9 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 9.....	70
TABELA 10 – DADOS GERAIS DA APLICAÇÃO DO PAR NO RIO PALMITAL .....	71
TABELA 11 – CONDIÇÃO GERAL DO RIO CONFORME PONTUAÇÃO TOTAL DO PARu.....	91
TABELA 12– PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS URBANOS (PARu) .....	92

## LISTA DE SIGLAS

APA	- Área de Proteção Ambiental
APP	- Área de Preservação Permanente
AURIVAS	- <i>Australian River Assessment System</i>
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
EUA	- Estados Unidos da América
FPC	- <i>Flood Pulse Concept</i>
HPD	- <i>Hierarchical Patch Dynamics</i>
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
OD	- Oxigênio Dissolvido
PAR	- Protocolo de Avaliação Rápida de Rios
PARu	- Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos
PHT	- <i>Physical Habitat Template</i>
PNRH	- Política Nacional de Recursos Hídricos
SUDERHSA	- Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
SUREHMA	- Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente
RBP	- <i>Rapid Bioassessment Protocols</i>
RCC	- <i>River Continuum Concept</i>
RES	- <i>Riverine Ecosystem Synthesis</i>
RIVPACS	- <i>RiverInvertebrate Predication British and Classification System</i>
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba
TGS	- Teoria Geral dos Sistemas
UPs	- Unidades da Paisagem

## LISTA DE ABREVIATURAS

- BR - Brasil
- ex. - exemplo
- Nº - número
- pH - potencial hidrogeniônico
- RS - Rio Grande do Sul
- TO - Tocantins

## LISTA DE SÍMBOLOS

- % - porcentagem
- km - quilômetro
- km<sup>2</sup> - quilômetro quadrado
- l/s - litro por segundo
- mm - milímetro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>19</b>
2.1 PAISAGEM E ECOLOGIA DA PAISAGEM .....	19
2.2 ECOLOGIA DA PAISAGEM FLUVIAL .....	23
2.3 PLANEJAMENTO DA PAISAGEM .....	26
2.4 OS RIOS NO PLANEJAMENTO DA PAISAGEM.....	29
2.5 URBANIZAÇÃO E SAÚDE DOS RIOS .....	37
2.6 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS.....	42
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>49</b>
3.1 APLICAÇÃO DO PAR .....	51
3.1.1 Caracterização preliminar da área de estudo: localização geográfica e informações sobre as condições do rio .....	52
3.1.2 Definição dos pontos de observação .....	54
3.2 AVALIAÇÃO DO PAR .....	57
3.3 ADEQUAÇÃO DO PAR PARA PAISAGENS URBANAS .....	58
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
4.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PAR.....	59
4.2 O PAR E A PAISAGEM OBSERVADA.....	73
4.3 TRIANGULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES .....	80
4.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO PARA RIOS URBANOS .....	85
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>93</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE 1– FICHA DE CAMPO (FRENTE).....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE 2 – FICHA DE CAMPO (VERSO).....</b>	<b>108</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Não há contestação para o fato de que as ações antrópicas alteram a natureza, mas há muito ainda a ser compreendido sobre seus impactos. O adensamento populacional nos espaços urbanos potencializa a interferência antrópica na paisagem, ultrapassando muitas vezes a resiliência do meio, gerando impactos ambientais negativos irreversíveis. A ocupação e o uso da terra interferem na dinâmica dos sistemas naturais, especialmente nos fluviais, cuja condição reflete os processos atuantes na sua área de drenagem; fato que, aliás, torna o rio um importante indicador de qualidade ambiental.

Existe relação direta entre a poluição das águas e o uso e cobertura da terra da bacia de drenagem, no entanto, estabelecer padrões nessa relação tem se mostrado uma tarefa bastante difícil devido à complexidade desses processos. A começar pelo fato de que a qualidade da água é avaliada por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos, os quais apresentam três características que dificultam a análise: (i) multivariáveis - são muitas variáveis a serem analisadas por ponto; (ii) frequência temporal da amostragem - observações esporádicas em intervalos de tempo irregulares, séries de dados com muitos intervalos, valores falhados e longos intervalos sem observações, além do período de observações normalmente muito curto; (iii) representação espacial – variáveis diferentes são monitoradas em locais diferentes (RIGO, 2005).

A compreensão desses processos em toda sua complexidade requer uma visão integradora dos componentes e processos da paisagem, para além da qualidade da água, conforme enfatiza Rodrigues (2009):

Os ecossistemas aquáticos são integrados por componentes e processos bem mais amplos do que uma análise focada apenas no componente água permite contemplar. A compreensão de todos esses componentes e processos, bem como da qualidade global do sistema só é possível a partir de uma análise que integre todos os fatores inter-atuantes envolvidos. Esta análise deve englobar, além das características intrínsecas à determinação da qualidade da água, também aquelas que determinam a qualidade do meio, bem como a relação entre estas características (RODRIGUES, 2009, p. 8).



Segundo Morin (2011), a complexidade da vida é evidenciada nos acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações e acasos decorrentes da relação dos diversos constituintes do nosso mundo fenomênico. Tais relações podem ser assimiladas dentro de uma perspectiva holística e integradora dos componentes e processos da paisagem, derivada e fundamentada no paradigma sistêmico. E, para entender esses processos em toda sua complexidade é essencial um olhar multidimensional, que exceda a visão estática da qualidade da água.

Nestas circunstâncias de assimilação e compreensão da paisagem enquanto sistema complexo, além da revisão dos referenciais teóricos é necessário adaptar ou elaborar novos métodos que correspondam a estes referenciais. Dentre as novas formas de análise integrada e holística da paisagem encontra-se o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PARs), uma ferramenta simplificada de avaliação da estrutura e funcionamento dos ecossistemas fluviais, que permite estabelecer uma pontuação para o estado em que a paisagem se encontra (CALLISTO et al., 2002; RODRIGUES, 2008; RADTKE, 2015).

Como estes protocolos são baseados na observação da paisagem, são necessárias complementações e adequações para aplicação em diferentes regiões, pois as características dos corpos d'água mudam em função de fatores como clima, relevo, geologia e vegetação (RODRIGUES, 2008). Outro fator que interfere nas características dos corpos d'água, conforme já apresentado anteriormente, é a dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia de drenagem, sendo assim, tendo em vista as particularidades da dinâmica nos espaços urbanos, são necessárias também adequações do PAR a estas paisagens. Mesmo porque, segundo Nucci (2008, p. 4), “seria impossível transportar diretamente os métodos utilizados no estudo do meio natural (não urbanizado) para o entendimento do meio físico na cidade. Além disso, importar métodos aplicados em outros países sem uma decodificação para a nossa realidade seria desastroso”.

Um ensaio de adaptação do PAR para paisagens urbanas foi realizado por Campos e Nucci (2019) por meio de revisão da literatura. No entanto, a aplicabilidade deste protocolo envolve além da base teórica também uma base empírica. Este é o ponto inicial da presente pesquisa, cujos objetivos são avaliar e

aprimorar o PAR supracitado a partir de sua aplicação no rio Palmital, localizado na Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

Além da questão metodológica de cunho científico, este estudo apresenta uma importante integração da teoria e da prática, efetivada na unicidade de interesse da academia e governança pelo tema, uma vez que entender como a paisagem reage às alterações antrópicas, bem como suas aptidões e limitações, é fundamental para o planejamento, ordenamento e gestão territorial.

De acordo com Francis (2012), a necessidade de compreender e gerenciar os sistemas fluviais urbanos, associada ao progressivo reconhecimento da importância de tais sistemas (ecológica e socialmente), levou a um crescente interesse em pesquisas de sistemas fluviais urbanos desde a década de 1990, com um aumento significativo a partir de 2001. O levantamento realizado pelo autor na plataforma de banco de dados científicos *Web of Knowledge*, agora *Web of Science*, de artigos publicados sobre rios urbanos, demonstra que a maioria das pesquisas tem como foco a qualidade da água e suas implicações ambientais; em seguida estão publicações relacionadas à recuperação dos rios, hidrogeomorfologia, ecologia da população, ecologia das comunidades/biodiversidade, biogeoquímica, avaliação e classificação dos ecossistemas fluviais, entre outras.

Enquanto a pressão sobre os rios não cessa, eles permanecem e permanecerão sendo foco importante de pesquisa. Diante disso, espera-se que o presente estudo possa contribuir para o entendimento das dinâmicas e processos dos ecossistemas fluviais urbanos, fornecendo subsídios para pesquisas sobre relação destes com a Qualidade Ambiental Urbana. Além disso, o PAR oriundo deste estudo poderá ser utilizado em programas de monitoramento e educação ambiental, contribuindo para a promoção da governança da água, no intuito da sociedade fazer valer seu direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Do ponto de vista teórico-conceitual esta pesquisa se enquadra no contexto da ecologia da paisagem aplicada aos sistemas fluviais e, para compreender as questões que a norteiam, a abordagem teórica foi construída da seguinte forma: partindo da apropriação do conceito de Paisagem na ciência geográfica é possível compreender a estruturação do conceito em disciplina acadêmica, como a Ecologia da Paisagem (Item 2.1), que estuda e desenvolve métodos que podem ser aplicados ao Planejamento da Paisagem (Item 2.3). Destas questões mais abrangentes o estudo foi direcionado para temas mais específicos, começando pela vertente da Ecologia da Paisagem que busca compreender as especificidades dos ecossistemas fluviais, a Ecologia da Paisagem Fluvial (Item 2.2), foram também abordadas a história e a importância dos rios no Planejamento da Paisagem (Item 2.4), bem como o reflexo da urbanização na saúde dos rios (Item 2.5). Alguns métodos propõem colocar em prática os princípios discutidos neste item, dentre os quais se destaca o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PARs) (Item 2.6), um método que corrobora tanto com a concepção do rio enquanto Paisagem quanto com os preceitos da Ecologia da Paisagem.

### 2.1 PAISAGEM E ECOLOGIA DA PAISAGEM

Paisagem é uma palavra polissêmica e apresenta uma variação conceitual expressiva. Foi introduzida na Ciência Geográfica por Alexander von Humboldt (1769-1859), embora sem um conceito preciso, referindo-se tanto a uma porção limitada da superfície da terra que possuía um ou mais elementos que lhe davam unidade quanto à aparência da terra tal qual percebida por um observador. De todo modo, a paisagem tem a propriedade de ser acessível aos órgãos dos sentidos humanos, principalmente à visão, tornando-a premissa para a interpretação do meio e um dos conceitos-chave na Geografia.

A mudança paradigmática da visão cartesiana e mecanicista do mundo para uma perspectiva sistêmica influenciou na construção de um conceito integrador sobre a paisagem, o qual prevê a compreensão da estrutura, do funcionamento e da

evolução a partir do entendimento das características de cada elemento natural, as relações entre si e as relações com a ação antrópica (MEZZOMO, 2010). O pensamento sistêmico despontou com os trabalhos de Ludwig von Bertalanffy sobre a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) e ganhou força na área científica no final dos anos 1960 e início dos anos 1970, passando a ser utilizada como referencial teórico para muitos estudos. A multidisciplinaridade inerente é uma das características-chave da abordagem sistêmica, assim como várias mudanças de perspectiva: das partes para o todo; de objetos para relações; de medição para mapeamento; de quantidades para qualidades; de estruturas para processos; da ciência objetiva para epistêmica; da certeza cartesiana ao conhecimento aproximado (CAPRA; LUISI, 2014, p. 113-116).

Entre os conceitos contemporâneos de Paisagem, que englobam os preceitos da TGS, encontra-se o de Monteiro (2000):

[...] entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do pesquisador, a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultado de integração dinâmica e, portanto, instável dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas que organizam um todo complexo (sistema) verdadeiro conjunto solidário em perpétua evolução. (MONTEIRO, 2000, p.39).

Além de um conceito integrador eram necessários estudos integradores, e dessa necessidade surge, em meados do século XX, a Ecologia da Paisagem, como uma ciência Bio-Geo-Humana, sendo a Alemanha e a Holanda os primeiros países com a maior quantidade de trabalhos produzidos nessa área (NUCCI, 2007).

O termo Ecologia da Paisagem foi utilizado em 1939 por Troll para estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens, aproximando a Geografia da Ecologia (NUCCI, 2007). Os primeiros passos para uma definição de Ecologia da Paisagem em direção à abordagem sistêmica foram dados por Vink, em 1975, que a descreveu como: “o estudo dos atributos da terra como objetos e variáveis, incluindo um estudo especial

das principais variáveis a serem controladas pela inteligência humana” (VINK, 1975<sup>1</sup> *apud* NAVEH; LIEBERMAN, 1984, p. 9).

Em 1984, Naveh e Lieberman introduziram a Ecologia da Paisagem nos EUA e em outros países de língua inglesa, com o primeiro trabalho publicado em inglês (NUCCI, 2007). Segundo eles, o termo Paisagem era utilizado até então com um sentido mais restrito nos EUA que na Europa, uma vez que nas línguas germânicas a Paisagem já era dotada do sentido geográfico e espacial da terra (NAVEH; LIEBERMAN, 1984).

A escola norte-americana da Ecologia da Paisagem, diferente das europeias, muitas vezes exclui propositadamente o ser humano de suas pesquisas (NUCCI, 2007). Exemplo disso está na definição abrangente e de viés naturalista de Forman e Godron (1986, p. 595) sobre a Ecologia da Paisagem como “o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos”.

Embora alguns trabalhos sigam uma abordagem reducionista, existe a tendência dos estudos mais recentes da Ecologia da Paisagem serem pautados em uma concepção holística que só pode ser de fato compreendida no contexto mais amplo do paradigma científico emergente. Tal concepção tem seus conceitos formalizados em termos de sistemas transdisciplinares e complexos, que estão relacionados com as capacidades de auto-organização e auto-regulação e com os processos co-evolucionários na natureza e nas sociedades humanas, que, por sua vez derivam principalmente do reconhecimento de sistemas dinâmicos e instáveis ou de ‘estruturas dissipativas’ nas quais a ordem e a desordem surgem em relações íntimas (NAVEH, 2000).

O pensamento complexo ergue-se em oposição ao paradigma de ‘simplificação’ cartesiano (MORIN, 2011), na busca de dialogar com o real ao invés de dominá-lo. Morin define complexidade da seguinte forma:

---

<sup>1</sup> VINK, A. P. A.: Land use in advancing agriculture. Springer, Berlin 1975.

A um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (complexus: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Num segundo momento, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico. Mas então a complexidade se apresenta com os traços inquietantes do emaranhado, do inextricável, da desordem, da ambiguidade, da incerteza... Por isso o conhecimento necessita ordenar os fenômenos rechaçando a desordem, afastar o incerto, isto é, selecionar os elementos da ordem e da certeza, precisar, clarificar, distinguir, hierarquizar... Mas tais operações, necessárias à inteligibilidade, correm o risco de provocar a cegueira, se elas eliminam os outros aspectos do complexus; e efetivamente, como eu o indiquei, elas nos deixaram cegos (MORIN, 2011, p.7-8).

A trama tecida pela complexidade é a rede de interconexões onde se apoia a transdisciplinaridade (NASCIMENTO, 2008), que “diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento” (NICOLESCU et al, 2000, p. 15). A complexidade e a transdisciplinaridade articulam-se e complementam-se, uma vez que “para revelar-se, a complexidade dos fenômenos exige do observador uma postura transdisciplinar” (SANTOS, 2008, p. 75).

Os sistemas naturais por si só são complexos, característica que é potencializada pelas mudanças e crises ambientais vivenciadas no mundo contemporâneo, marcadas pela transição da era industrial para a era da informação. A humanidade atingiu um ponto de virada crucial em sua relação com a natureza, levando à necessidade de pensarmos, ou repensarmos, os princípios e valores que alicerçam a nossa sociedade.

Os princípios da Ecologia da Paisagem, principalmente quando pautados nesta concepção holística, podem auxiliar no desafio de compreender a paisagem e de planejá-la de forma sustentável. Segundo Naveh (2000), ela não só pode como já é utilizada para encontrar soluções para uma ampla gama de problemas prementes na pesquisa, planejamento e gerenciamento da paisagem, visto que é a base conceitual de alguns métodos de planejamento da paisagem desenvolvidos e aplicados na Europa.

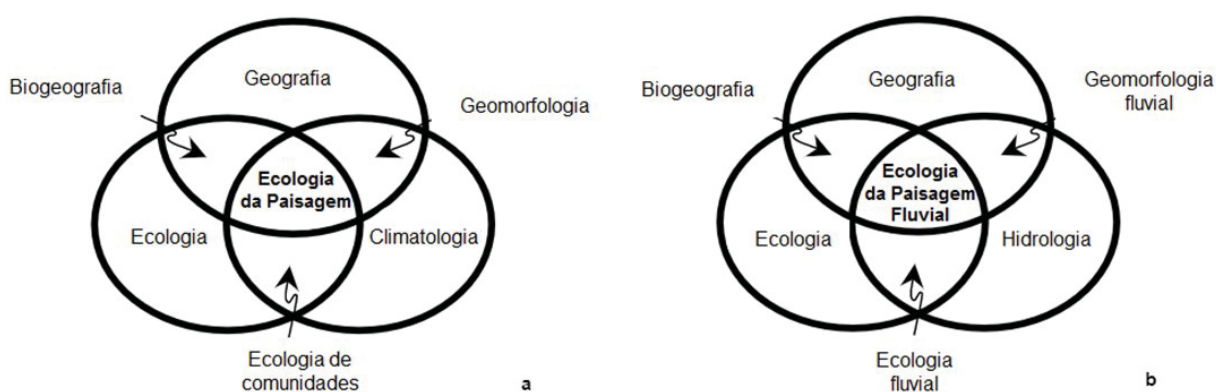
Uma definição de Ecologia da Paisagem que abrange os conceitos em voga na ciência e os anseios da aplicação prática no planejamento e gestão da paisagem é apresentada por Metzger (2001):

[...] uma disciplina holística, integradora de ciências sociais (sociologia, geografia humana), geo-físicas (geografia física, geologia, geomorfologia) e biológicas (ecologia, fitossociologia, biogeografia), visando, em particular, a compreensão global da paisagem (essencialmente “cultural”) e o ordenamento territorial (METZGER, 2001, p. 3).

## 2.2 ECOLOGIA DA PAISAGEM FLUVIAL

A Ecologia da Paisagem Fluvial pode ser compreendida como uma vertente da Ecologia da Paisagem, que busca atender as especificidades das paisagens fluviais, que operam e se estruturam de acordo com um conjunto de regras particular. Para Poole (2002), este campo de estudo deveria inclusive ser organizado em uma disciplina específica, pois os conhecimentos fundamentais necessários para abordar as questões relevantes para as paisagens fluviais são diferentes daqueles necessários para as paisagens terrestres, conforme demonstrado na FIGURA1.

FIGURA1 – COMPARAÇÃO ENTRE AS DISCIPLINAS FUNDAMENTAIS PARA OS CAMPOS DA (a) ECOLOGIA DA PAISAGEM E (b) ECOLOGIA DAS PAISAGENS FLUVIAIS

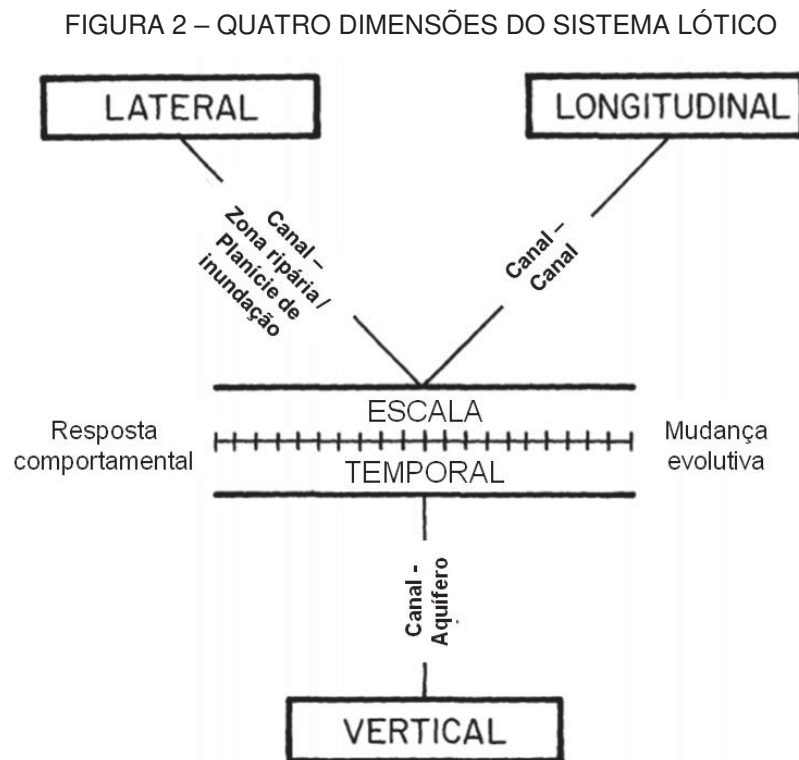


FONTE: adaptado de POOLE (2002).

A perspectiva das paisagens fluviais reconhece a necessidade de integração entre as disciplinas existentes, mas exige conceitos e métodos desenvolvidos dentro

de um arcabouço baseado na dinâmica do ecossistema fluvial, que revelem os processos subjacentes em diversas escalas (POOLE, 2002).

Uma das particularidades dos ecossistemas fluviais é a elevada heterogeneidade espaço-temporal, que se manifesta pela interação de quatro dimensões: longitudinal, lateral, vertical e temporal (FIGURA 2) (WARD, 1989).



FONTE: adaptado de WARD (1989).

Muitas teorias e modelos foram propostos para explicar os padrões de complexidade estrutural e funcional dos ecossistemas fluviais por meio de escalas espaciais e temporais. Rigotti (2015) compilou as principais teorias e modelos, relacionando-os às quatro dimensões do sistema lótico.

À dimensão lateral está atrelado o Conceito de Pulso de Inundação – *Flood Pulse Concept (FPC)*, segundo o qual a existência, produtividade e interação da biota nos sistemas rio-planície de inundação é determinada pelo pulso de inundação, uma força motriz produzida pelas condições hidrológicas e geomorfológicas atuantes nestes sistemas e que podem ser de curta ou longa duração, previsíveis ou imprevisíveis (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989).



O conceito de Corredor Hiporréico, associado à dimensão vertical, descreve gradientes dinâmicos na zona hiporréica, uma região de interação entre a água superficial e água subterrânea, onde ocorrem trocas de água, nutrientes e matéria orgânica em resposta a variações de vazão, na topografia e porosidade do leito fluvial. Os gradientes dinâmicos variam temporalmente e existem em todas as escalas, nas quais o significado funcional da zona hiporréica refere-se à sua atividade e conexão com o fluxo de superfície (BULTON, 1998).

Relativos à dimensão longitudinal estão as teorias de Espiral de Nutrientes – *Spiraling Concept* (WEBSTER, 1975), do Padrão Físico do Habitat – *Physical Habitat Template (PHT)* (SOUTHWOOD, 1977) e o Conceito do Rio Contínuo – *River Continuum Concept (RCC)* (VANNOTE et al., 1980), que engloba as duas primeiras teorias. O Conceito do Rio Contínuo basicamente descreve a estrutura e função das comunidades ao longo de um sistema fluvial pressupondo sua relação com o gradiente físico formado pela rede de drenagem. Para tanto, foi levado em consideração que a estrutura física associada ao ciclo hidrológico formam um Padrão Físico do Habitat e que os ajustes de massa e energia seguem um equilíbrio dinâmico, por isso as características estruturais e funcionais de comunidades fluviais distribuídas ao longo dos gradientes físicos do rio são selecionadas para estar em conformidade com a posição mais provável ou estado médio do sistema físico. Além disso, seguindo os preceitos da teoria de Espiral de Nutrientes, as comunidades assumem estratégias de processamento que envolvem perda mínima de energia, além das comunidades a jusante serem formadas de forma a capitalizar as ineficiências do processo a montante (VANNOTE et al., 1980).

De acordo com Rigotti (2015), o trabalho de Poole (2002) contribuiu para a discussão do Conceito de Rio Contínuo ao ressaltar a importância ecológica de cada rio dentro da configuração da rede de drenagem nas transições de habitat ao longo dos vetores longitudinais, laterais ou verticais, demonstrando que as confluências na bacia hidrográfica causam descontínuos pontuais pela mudança repentina nas características dos rios, criando um salto nos padrões esperados, que, por sua vez, podem ser melhor compreendidos no contexto da Dinâmica Hierárquica dos Fragmentos – *Hierarchical Patch Dynamics (HPD)*.

A Dinâmica Hierárquica dos Fragmentos integra a hierarquia e a heterogeneidade espacial (WU, 1999, WU; LOUCKS, 1995), contemplando as relações entre padrão, processo e escala em um contexto da paisagem (THORP; TOMS; DELONG, 2006). Trata-se de um modelo terrestre que foi aplicado a sistemas lóticos por Thorp, Toms e Delong (2006), contribuindo para a construção de uma teoria que engloba vários outros modelos, denominada Síntese do Ecossistema Fluvial – *Riverine Ecosystem Synthesis (RES)*.

Buscando também integrar paisagens fluviais e terrestres, Saraiva (1999) propôs a utilização do conceito de Corredor Fluvial, ou Corredor-Rio, em um contexto de ordenamento e gestão dos sistemas fluviais. Segundo a autora, este conceito considera as perspectivas de unidade e globalidade simultaneamente e unifica a complexidade dos ecossistemas fluviais, equacionando as relações mútuas entre o sistema fluvial e sua área terrestre de influencia direta, subsidiando a adoção de medidas de gestão. A compreensão da dinâmica e estrutura dos sistemas fluviais é importante tanto para sua gestão e ordenamento quanto para o Planejamento da Paisagem.

### 2.3 PLANEJAMENTO DA PAISAGEM

O Planejamento da Paisagem tem uma longa tradição na Alemanha e está bem estabelecido como um instrumento central de planejamento de conservação da natureza (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2008). Seus objetivos foram sendo moldados, desde sua origem até os dias atuais, conforme as necessidades práticas e o aprimoramento teórico da base conceitual. De forma geral, suas metas são:

salvaguardar a diversidade animal e vegetal e suas biocenoses por meio do desenvolvimento de uma rede interligada de áreas protegidas, renaturalização de cursos d'água, revegetação, reflorestamento, etc. Nesse item a Cartografia de Biótopos é a parte mais importante nesta tarefa de proteção de espécies e biótopos; salvaguardar as paisagens, seus elementos e os espaços livres em áreas urbanas para fornecer a oportunidade de contato contemplativo e recreativo na natureza em contraste com as atividades recreativas comerciais. As áreas precisam ser designadas e protegidas do impacto visual, dos ruídos e da poluição; salvaguardar o solo, a água e o clima por meio da regulamentação de seus usos e regeneração dos recursos; controle do escoamento superficial, da permeabilidade dos solos, dos aquíferos e da poluição utilizando a vegetação como forma de controle (NUCCI, 2008, p. 9).

Nucci (2008) apresenta um resumo do histórico e dos objetivos do Planejamento da Paisagem, redigido com base no documento elaborado por Kiemstedte Gustedt (1990) após a Conferência Internacional sobre o tema, realizada no mesmo ano. Na linha do tempo do Planejamento da Paisagem, destacam-se os seguintes pontos: 1) a sua origem está associada ao aspecto estético da paisagem; 2) esta concepção prevalece até o início da Revolução Industrial, quando a atenção se volta para as necessidades de planejamento dos espaços livres, devido às preocupações advindas do desenvolvimento caótico das cidades e a destruição da natureza; 3) em meados do século XX, o conceito relacionado com o desenvolvimento espacial da paisagem suscita as inter-relações ecológicas entre os elementos do ambiente; 4) no período pós-guerra, com a necessidade de reconstruir o país, foram estimulados os programas de "arquitetura da paisagem" nas universidades, incorporando as novas questões relacionadas com a proteção dos recursos naturais; 5) mesmo com os esforços, na década de 1950, o Planejamento da Paisagem continuou limitado a estudos e projetos de preservação da qualidade estética da paisagem e ao desenvolvimento de áreas para recreação na zona rural; 6) o aumento dos problemas ambientais na década de 1960, decorrente do desenvolvimento espacial desordenado, principalmente na cidade, levou a uma campanha para se definir o Planejamento da Paisagem como "contribuição ecológica e de design para o planejamento do espaço", consolidando os programas de Planejamento da Paisagem nas universidades em três áreas de concentração: Manejo da Paisagem (*Landschaftspflege*) na zona rural, Planejamento de Espaços Livres (*Grünordnung*) em zona urbana e Proteção da Natureza (*Naturschutz*); 7) a interdisciplinaridade aparece na associação do design e ecologia, bem como na integração Planejamento da Paisagem com outros setores do planejamento geral; 8) na década de 1970, os estudos ambientais publicados, as conferências internacionais e ONGs influenciaram a política ambiental da Alemanha, levando ao surgimento de leis de proteção da natureza e de planejamento da recreação que regulamentaram a atuação do Planejamento da Paisagem com uma visão ecológica e de *design* nas questões administrativas no país, com destaque para o Ato Federal de Proteção da Natureza (*Bundesnaturschutzgesetz*), aprovado em 20 de dezembro

de 1976, e os Atos Estaduais de Proteção da Natureza, que regulamentam as leis federais.

Desde a aprovação da Lei Federal de Conservação da Natureza, em 1976, foram elaborados programas estaduais e planos regionais de paisagem para praticamente toda a Alemanha, e estão sendo elaborados planos a nível local. As informações levantadas representam uma base importante para o sucesso da conservação da natureza nas últimas décadas (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2008).

Contrastando com a realidade alemã, o Planejamento da Paisagem é muito insipiente ainda no Brasil, a começar pela segregação dos aspectos econômicos e sociais dos aspectos ambientais da paisagem, culminando em vertentes de planejamento – territorial, regional, urbano, ambiental – que priorizam ora um ora outro aspecto, negligenciando a importância da relação da integridade do ecossistema com o bem-estar social. Além disso, não existe uma estrutura de planejamento consolidada e as ações existentes são fragmentadas espacialmente e descontinuadas ao longo do tempo.

Até a década de 1980, a estrutura de planejamento brasileiro estava fortemente ligada ao Estado, devido ao seu papel preponderante nas políticas de desenvolvimento e intervenção no território. Os planos elaborados neste período eram de viés desenvolvimentista e apresentavam quase sempre uma perspectiva socioeconômica (PELLEGRINO, 2000), desconectada da dimensão ambiental da paisagem. O projeto nacionalista do Governo Vargas, por exemplo, priorizava a industrialização e a centralização da atividade planejadora no nível do executivo federal, além de apresentar um movimento de interiorização (VITTE, 2015).

Com a crise econômica e política na década de 1980, a capacidade financeira do Estado foi afetada e as políticas de desenvolvimento e intervenção deixam de ser sua prioridade. A partir de 1985, com o fim do regime autoritário, a estrutura de planejamento foi desmantelada, restringindo as ações de planejamento basicamente à legislação ambiental. No entanto, as ferramentas legais, como o licenciamento e avaliação de impacto ambiental, demonstraram-se insuficientes para compreender a ocupação e garantir as demandas sociais de uso do espaço, considerando as condicionantes naturais (PELLEGRINO, 2000; VITTE, 2015).

Na década de 1990 começa a despontar uma nova perspectiva de planejamento no Brasil, com novas escalas e intenções, inspiradas na experiência europeia de abordagem territorial (VITTE, 2015). Esta década também marca o início do processo de reforma da administração pública na América Latina, a qual inclui a participação social no processo decisório de algumas políticas públicas, em especial no âmbito local, como um princípio político-administrativo (MILANI, 2008).

Ainda assim, para Vitte (2015), na verdade não existe planejamento territorial no Brasil, apenas opções políticas que afetam o território. Tampouco existe um Planejamento da Paisagem, embora existam estudos que se propõem a espacializar de forma integrada os componentes do ambiente, mas também são poucos no Brasil, em especial para paisagens urbanas (PECCIOLI FILHO, 2005).

## 2.4 OS RIOS NO PLANEJAMENTO DA PAISAGEM

O rio constitui uma paisagem com múltiplas representações para a sociedade. A história dos rios está ligada à história da humanidade e os valores estéticos e ecológicos atribuídos aos sistemas fluviais estão associados aos paradigmas dominantes (SARAIVA, 1999).

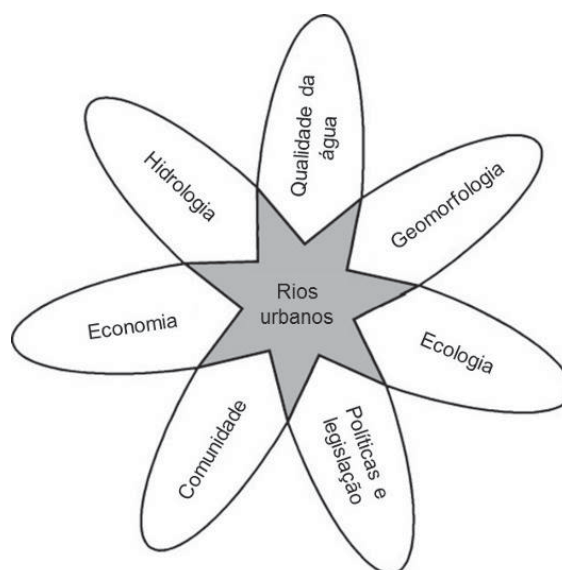
Saraiva (1999) classifica os usos dos rios através dos tempos em cinco fases: 1) Temor e sacralização – associada aos ritos de purificação como batismo, de perdão, de vida e de morte, e à mitificação de um fenômeno com significado de um todo, como o dilúvio; 2) Harmonia e ajustamento – constituída de uma relação harmônica e sinérgica de uma sociedade com o rio, como a demonstrada pelas “civilizações hidráulicas” do Antigo Egito; 3) Controle e domínio – exercida pela civilização hidráulica suméria, com a regularização dos rios Tigre e Eufrates e irrigação no vale Fértil da Mesopotâmia, até as grandes obras de regularização fluviais e barragens da atualidade; 4) Degradação e sujeição – representada pela artificialização dos sistemas fluviais, com modificação do seu regime e dinâmica, alterando e destruindo as comunidades bióticas destes ecossistemas, bem como pela alteração da qualidade das águas por contaminação pontual e difusa; 5) Recuperação e sustentabilidade – caracterizada pela mudança de atitudes e de valores na gestão dos sistemas fluviais com vistas à sustentabilidade.

A fase atual, de recuperação e sustentabilidade, surge da necessidade de reparar os impactos negativos herdados da fase precedente, na qual os rios foram utilizados e administrados como um recurso para benefício humano, incluindo abastecimento de água, lançamento de efluentes e mitigação de inundações, desconsiderando o funcionamento e a integridade ecológica dos mesmos (FINDLAY; TAYLOR, 2006). As intervenções antrópicas artificializaram os rios a tal ponto que muitos deles perderam suas funções naturais (SILVA, 2017).

Existem inúmeras razões para recuperar as funções e características naturais dos rios urbanos, como a melhoria da qualidade da água e controle de erosão, além dos benefícios sociais e econômicos. Estes, no entanto, são mais difíceis de enumerar, uma vez que a manutenção da integridade ecológica e dos serviços ecossistêmicos não é prontamente alcançada e identificável em áreas urbanas (FINDLAY; TAYLOR, 2006).

Diante disso, Findlay e Taylor (2006) estudaram os fatores de base tripla (econômico, social e ambiental) que influenciam a tomada de decisão em relação à recuperação e gestão de rios urbanos, e elencaram os principais fatores (FIGURA3) que, coletivamente, fornecem uma justificativa sólida para projetos de recuperação de rios urbanos.

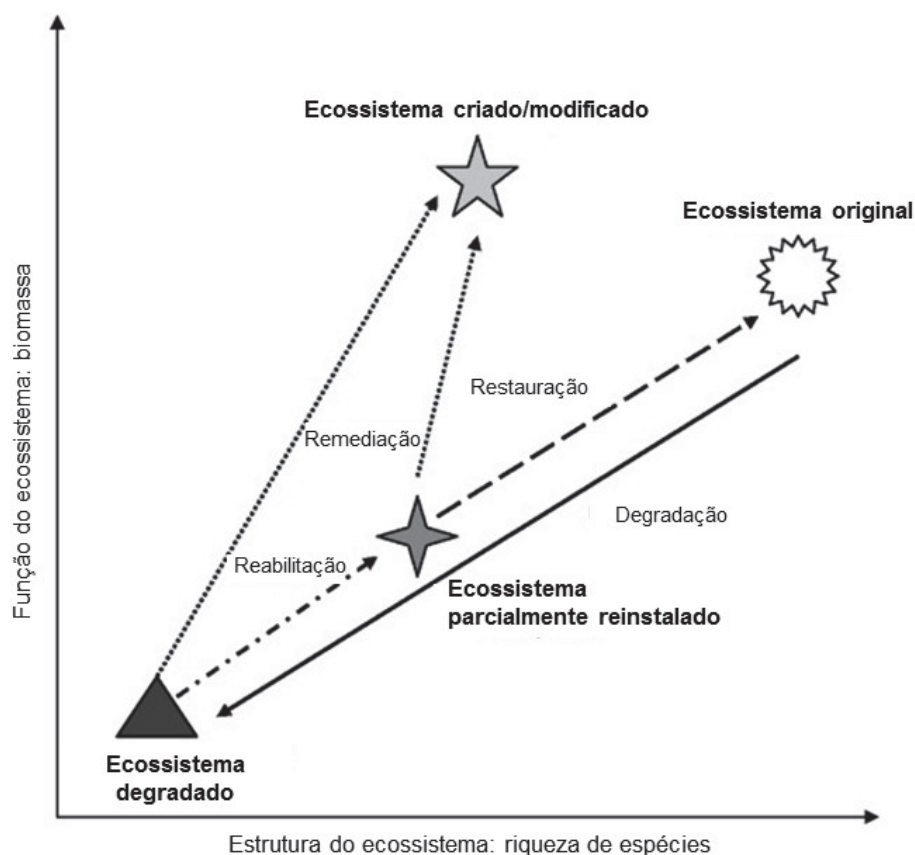
FIGURA3 – ILUSTRAÇÃO CONCEITUAL DOS DIFERENTES FATORES QUE INFLUENCIAM AS DECISÕES DE GERENCIAMENTO RELACIONADAS À RECUPERAÇÃO DOS RIOS URBANOS



FONTE: adaptado de Findlay e Taylor (2006).

A recuperação dos rios pode ser parcial ou total, podendo ser classificada de acordo com o processo e objetivo em: restauração, reabilitação e remediação. A restauração visa restabelecer o estado original do rio em relação à qualidade da água, estrutura e estabilidade, regime de fluxo e comunidades de plantas e animais. Já a reabilitação descreve um aprimoramento do ecossistema, sendo uma condição intermediária para a restauração, onde alguns elementos do sistema biofísico natural são retornados e outros não, podendo resultar em um ecossistema criado ou modificado. Na remediação, por sua vez, o rio é gerenciado para desenvolver alguma melhoria em termos de aumento da função dos ecossistemas e da riqueza de espécies (FINDLAY; TAYLOR, 2006, RUTHERFURDL; JERIE; MARSH, 2000). Para ilustrar as diferenças entre as formas de recuperação, Findlay e Taylor (2006), baseados na publicação de Rutherfordl, Jerie e Marsh (2000), elaboraram um diagrama esquemático, apresentado na FONTE.

FIGURA 4 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO MOSTRANDO A DISTINÇÃO ENTRE RESTAURAÇÃO, REABILITAÇÃO E REMEDIAÇÃO



FONTE: adaptado de Findlay e Taylor (2006).

Cengiz (2013) acrescenta e diferencia outra categoria de recuperação dos rios, a renaturalização, que representa um método de recuperação das condições naturais do rio. A renaturalização não anseia pelo estado intocado e de pré-perturbação, estando conceitualmente mais próxima da reabilitação. Ainda para este mesmo autor, este termo, reabilitação, tem se mostrado mais adequado aos rios urbanos do que restauração, pois nem sempre é possível retomar o estado original dos rios nas paisagens urbanas.

No Brasil, o termo comumente empregado nos estudos de recuperação de rios tem sido revitalização, que, de acordo com Garcias e Afonso (2013, p. 132), “consiste na preservação, conservação e na recuperação ambiental dos rios, por meio de ações integradas que proporcionem a melhoria da qualidade da água para os usos múltiplos, bem como a melhoria das condições ambientais e o uso sustentável dos recursos naturais”.

Muitas experiências de recuperação de rios são encontradas ao redor do mundo. Um exemplo famoso é o rio Tâmis (FIGURA5), que corta o centro de Londres, na Inglaterra, e sua principal função é o abastecimento de água potável, com a captação a montante da cidade, apesar de também ser um importante meio de transporte de cargas e de pessoas. O processo de desenvolvimento urbano e industrial durante os séculos XIX e XX e as intervenções no canal para navegação levaram à degradação do rio. Inúmeras iniciativas foram tomadas para recuperação do rio, com destaque para a construção de estações de tratamento de esgoto para o controle das cargas poluidoras pontuais, resultando em uma melhoria da qualidade da água, com recuperação da biota aquática, a partir da década de 1960 (SILVA, 2017; GARCIAS; AFONSO, 2013, MACHADO et al., 2010).



FIGURA5 – RIO TÂMISA



FONTE: Machado et al. (2010).

Outro caso emblemático é o do rio Isar (FIGURA6), localizado em Munique, na Alemanha. Este rio foi amplamente explorado e modificado, desde 1889, para geração de energia elétrica e proteção contra enchentes, chegando a ser classificado como “rio morto” pelos ambientalistas em 1980. Procurando reverter esta situação, o conselho civil da cidade de Munique para a seção urbana do rio (*State Office of Water Management Munich*) aprovou, no ano de 2000, o *Isar plan*, um projeto com o objetivo de reestruturar as barragens no rio, aumentar a capacidade de retenção da várzea, recuperar o rio e suas margens como espaços habitados e permitir que dinâmicas naturais formassem e enriquecessem a planície de inundação para a vida selvagem. Entre as ações deste plano estão a retirada dos diques de concreto para aumentar a capacidade de retenção de água e evitar enchentes a jusante, além do aproveitamento do concreto removido como substrato para o desenvolvimento de novos habitats, melhorando as funções ecológicas do rio (CENGIZ, 2013; GARCIAS; AFONSO, 2013).

FIGURA6 – RIO ISAR



FONTE: Cengiz (2013)

Das experiências brasileiras, destaca-se o projeto Manuelzão, idealizado pela Universidade Federal de Minas Gerais, com o objetivo de promover iniciativas de preservação e recuperação de rios deste estado, especialmente o rio das Velhas (FIGURA7), um dos principais afluentes do rio São Francisco. O projeto teve início em 1997 e apresenta uma visão sistêmica e transdisciplinar da revitalização dos rios, incluindo a gestão participativa. Entre as ações desenvolvidas neste projeto estão: a implantação de sistema de coleta e esgoto nos municípios a montante de Belo Horizonte; a melhoria da cobertura vegetal nas bacias de drenagem, principalmente das matas ciliares; o manejo integrado de sub-bacias, incluindo a implantação de microbacias de contenção do escoamento superficial e proteção das nascentes; a implantação de Unidades de Conservação; a mobilização e comunicação social; e a capacitação de gestores municipais (SILVA, 2017, GARCIAS; AFONSO, 2013, MACHADO et al., 2010).

FIGURA7 – RIO DAS VELHAS



FONTE: Machado et al. (2010).

A recuperação e a gestão sustentável dos sistemas fluviais requerem sua conservação. E, no âmbito da conservação da natureza, o sistema fluvial é enquadrado no conceito de corredor fluvial, cuja linearidade e conectividade conferem a estes sistemas características e funções específicas, fundamentais para a análise da estrutura, diversidade e dinâmica da paisagem (SARAIVA, 1999).

Tanto a conservação, quanto a valorização e recuperação dos sistemas fluviais devem ser inseridas em uma política integrada de gestão, cujo processo deve envolver multidisciplinaridade, visão integrada e holística, além de ser participativo, envolvendo diversos atores sociais (SARAIVA, 1999).

Poucos países, no entanto, possuem uma tradição de planejamento integrado como a Alemanha. De modo geral, existe pouca articulação entre as instituições e instrumentos regulamentadores que incidem sobre os sistemas fluviais.

Em Portugal, por exemplo, a gestão dos sistemas fluviais está vinculada a políticas de intervenção, enquadradas em: Ordenamento do Território, Política de Proteção do Ambiente, Gestão de Recursos Hídricos e Recursos Naturais e Defesa Contra Cheias e Proteção Civil. As duas primeiras políticas possuem um caráter mais abrangente, horizontal e integrador, enquanto as duas últimas são setoriais. Por vezes, estas distinções de atuação resultam em sobreposições e contradições entre objetivos e instrumentos de sua aplicação (SARAIVA, 1999).

Assim como em Portugal, apesar dos esforços de articulação, os instrumentos e instituições que prevalecem nos processos de decisões sobre os recursos hídricos no Brasil ainda são compartimentados em diferentes níveis (políticas nacionais e setoriais) e objetos de atuação (gestão dos recursos hídricos e gestão territorial).

A instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), pela Lei Nº 9433/97, constituiu um avanço em direção à gestão integrada dos recursos hídricos, principalmente no que tange a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação desta política e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídrico, bem como a gestão descentralizada dos recursos hídricos, que prevê a participação das comunidades e dos usuários, além do Poder Público.

A utilização da bacia hidrográfica para planejamento e ordenamento territorial está no escopo dos Planos de Bacia Hidrográfica, mas não expandiu para

outros instrumentos de gestão territorial, que adotam suas próprias unidades territoriais. Nos Planos Diretores, por exemplo, adota-se o limite político-administrativo do município, que contém e é contido por uma ou mais bacias hidrográficas, dependendo da escala de delimitação. Estas sobreposições podem gerar conflitos e distorções de informações.

Um dos desafios da articulação da gestão das águas com a gestão urbana é justamente a construção de interfaces dos Planos de Bacia com os Planos Diretores (FARIA, 2008). Outro desafio é a gestão compartilhada das águas de uma bacia hidrográfica comum a mais de um município e, neste caso, Tucci (2008) atenta para a necessidade do plano de bacia hidrográfica estabelecer condicionantes externos ao município (ou região metropolitana, dependendo da delimitação de gestão territorial adotada) que envolvam a transferência de impactos, como alterações quali-quantitativas nos recursos hídricos. Neste sentido, um mecanismo previsto na legislação vigente para gestão dos impactos da qualidade da água externa às cidades é o enquadramento do rio dentro dos padrões do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Ainda sobre a bacia hidrográfica como unidade territorial, apesar de representar uma conexão entre a gestão dos recursos hídricos e gestão territorial, ela por si só não garante que a paisagem seja analisada de forma integrada e holística. A análise da paisagem está relacionada a uma questão metodológica, por isso depende do método adotado em cada estudo.

## 2.5 URBANIZAÇÃO E SAÚDE DOS RIOS

A urbanização reflete em crescimento e concentração populacional, que leva ao uso excessivo de recursos naturais, poluição ambiental e aumento das desigualdades sociais e regionais, gerando impactos socioambientais que extrapolam os limites urbanos.

Os efeitos da urbanização são categorizados por Jaakson (1977) como primários, secundários, terciários e quaternários. Os efeitos primários são impactos diretos nas áreas urbanas como a poluição do ar e das águas e a perda da biodiversidade, além da influência de sua expansão sobre as áreas adjacentes e a

interface urbano-rural, com o aumento de demanda de recursos destas áreas. Os efeitos secundários estão relacionados aos problemas sociais e ambientais derivados da diminuição da população do campo e desvalorização das áreas rurais pela população urbana, expressa no uso dessas áreas para depósito de resíduos sólidos urbanos, por exemplo. Os efeitos terciários, por sua vez, estão relacionados à falta de auto-suficiência das cidades de recursos tanto materiais, como alimento e energia, quanto imateriais, como áreas de lazer e recreação. Por fim, os efeitos quaternários decorrem do papel influenciador da urbanização nas atitudes, valores e comportamentos. Estes efeitos considerados catalisadores, pois além de serem efeitos por si só, eles compõem os efeitos primário, secundário e terciário.

A influência dos valores urbanos na percepção da paisagem é também abordada por Hough (1995), quando demonstra uma contradição de valores entre o que ele denominou de paisagem formal e paisagem natural. A primeira é planejada, tem prioridade estética, pouca conexão com as dinâmicas naturais e depende de muita energia, tecnologia e engenharia; a segunda, por outro lado, representa a vitalidade dos processos naturais e sociais que, mesmo alterados, atuam na cidade.

Mesmo coexistindo com a paisagem formal, a paisagem natural é muitas vezes ignorada, denotando uma concepção antagônica da cidade e da natureza, que, se analisada por princípios ecológicos, torna-se um paradoxo (HOUGH, 1995).

O valor ecológico das paisagens urbanas foi ignorado até ficar evidente, nas ruínas das cidades destruídas durante a Segunda Guerra Mundial, a resiliência da natureza (SMITH, 1984). Esta, segundo Burns (1986), está relacionada à capacidade de recuperação do ecossistema após ser alterado. E, os ecossistemas que mais sofrem alterações pela exposição contínua a drásticas e rápidas mudanças são os urbanos. Apesar disso, os ecossistemas urbanos seguem os mesmos princípios de outros ecossistemas (SMITH, 1984).

As mudanças são expressas tanto na estrutura como no funcionamento das paisagens urbanas. Os processos, sejam eles antrópicos ou naturais, refletem nos rios, que drenam toda a área de influência de seu escoamento (SARAIVA, 1999).

São as ações antrópicas, no entanto, que alteram as paisagens a tal ponto que ameaçam a integridade ecológica dos ecossistemas fluviais, impactando o habitat, a qualidade da água e a biota aquática (KARR, 1999, ALLAN, 2004).

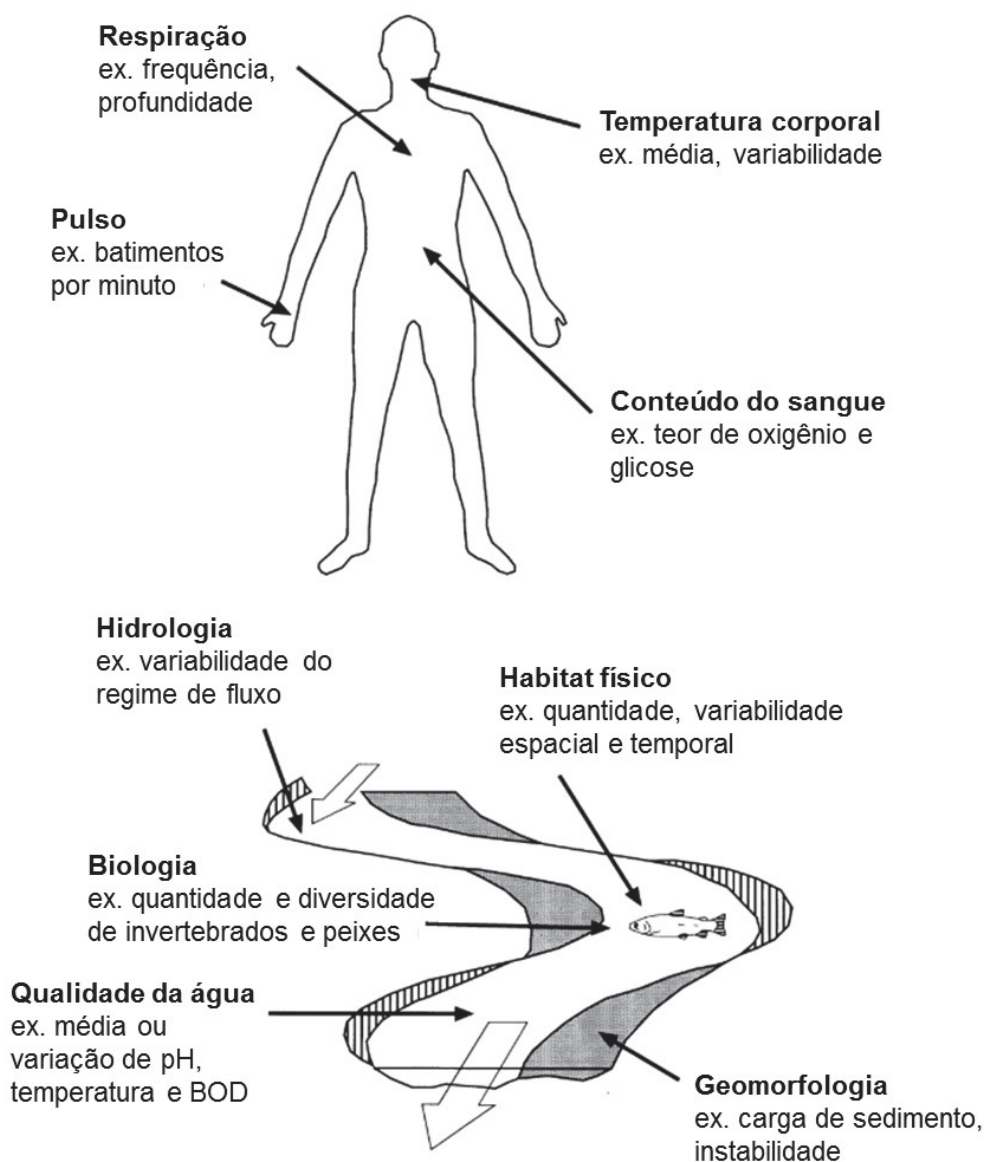
Tucci (1999) faz uma relação dos principais impactos da urbanização nos ecossistemas aquáticos, dentre os quais se destacam: (i) o aumento da vazão máxima dos rios devido à impermeabilização das superfícies e ao aumento da capacidade de escoamento através de dutos e canais pluviais, bem como à intensificação das precipitações críticas de baixa duração, dada pelo aumento da temperatura ambiente e produção de ilhas de calor nas áreas urbanas; (ii) o aumento da produção de sedimentos e material sólido ocasionado pela desproteção das superfícies dada pela supressão da vegetação, que provocam o assoreamento da drenagem e redução da capacidade de escoamento dos rios; (iii) deterioração da qualidade da água, pelo aporte de poluição difusa e pontual ao rio. Adicionalmente a estes, existem os impactos causados pela forma desorganizada de implantação da estrutura urbana, como projetos e obras de drenagem inadequados ou a utilização em larga escala da canalização dos rios, sem o devido estudo dos efeitos à jusante.

A integridade ecológica está relacionada à capacidade adaptativa, que permite apoiar e manter uma comunidade de organismos equilibrada e integrada, com uma composição e diversidade de espécies e organização funcional comparável à condição natural do rio (KARR; DUDLEY, 1981).

Karr et al. (1986) fazem uma analogia entre a mensuração da integridade ecológica com a saúde humana, e utilizam o termo “saúde dos rios” para relacionar as condições dos ecossistemas fluviais em resposta às interferências humanas. Neste contexto, um rio é considerado saudável quando sua condição é estável, a capacidade autorregulação é preservada e as ações de manejo necessárias são mínimas; em suma, um rio saudável é aquele que atingiu sua condição natural ou seu potencial inerente.

A saúde do rio pode ser influenciada por vários fatores, incluindo a presença e condição da biota aquática, a qualidade da água, a hidrologia, a geomorfologia e o habitat físico. Estes são indicadores que exigem medidas específicas de avaliação, assim como em um diagnóstico de saúde humana, conforme exemplificado na FIGURA 8 (MADDOCK, 1999).

FIGURA 8 – ANALOGIA ENTRE AS FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO PARA AVALIAR A SAÚDE HUMANA E A SAÚDE DOS RIOS



FONTE: adaptado de Maddock (1999).

Dos fatores que interferem na saúde do rio, o habitat físico é um elemento particularmente importante, pois é determinante para a presença, desenvolvimento, organização e sobrevivência da biota aquática (KARR; DUDLEY, 1981, FRISSEL et al., 1986, MADDOCK, 1999).

Habitat é um termo abrangente utilizado para descrever o ambiente físico de plantas e animais (JOWETT, 1997). O habitat fluvial, por sua vez, pode ser definido



como as características físicas, químicas e biológicas do rio que fornecem um ambiente para a biota aquática (BARBOUR et al., 1998, MADDOCK, 1999).

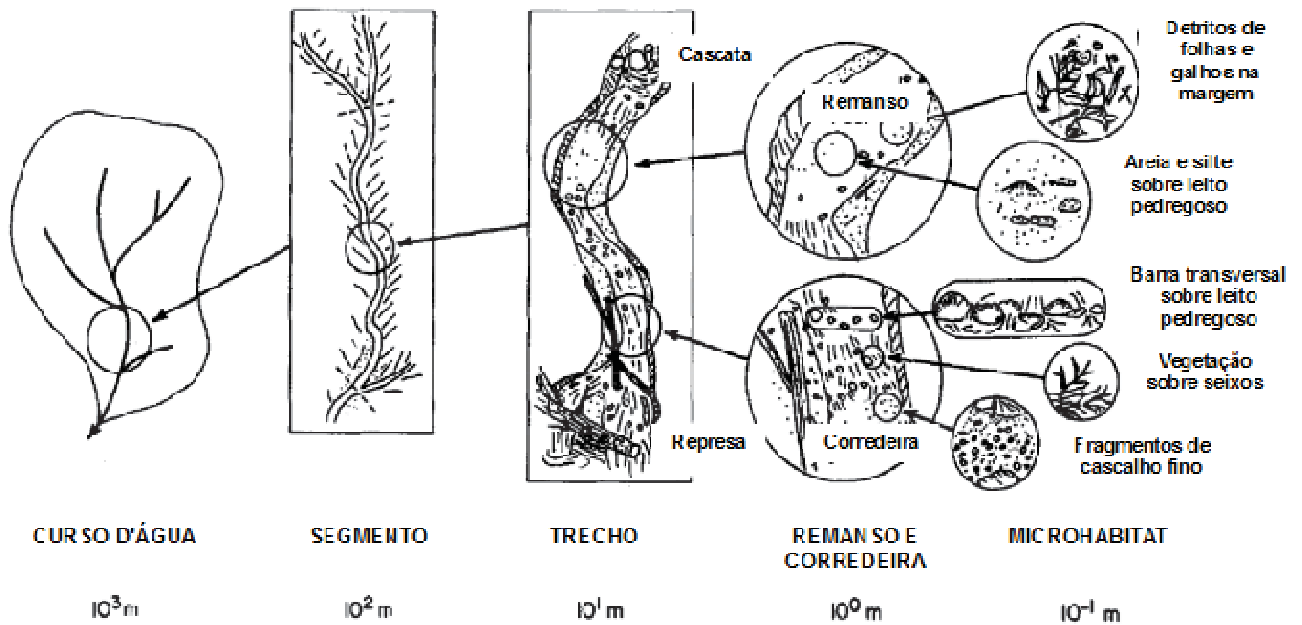
As características físicas do habitat resultam da interação entre o regime hidrológico e os componentes estruturais do canal fluvial (tamanho e formato do canal, gradiente altimétrico, estrutura das margens, tamanho do substrato, etc.) (MADDOCK, 1999). E, enquanto algumas características do habitat físico estão diretamente relacionadas ao fluxo, como profundidade e velocidade, outras descrevem o rio e seu entorno (JOWETT, 1997).

Alterações antrópicas nos rios, tais como regulação de fluxo, canalização do leito fluvial e estabilização das margens, interrompem os regimes naturais de fluxo, desestabilizam gradientes ambientais e cortam rotas interativas, eliminando conexões a jusante e isolando canais fluviais da planície ribeirinha, das várzeas e dos aquíferos subterrâneos, interferindo nas trajetórias sucessionais, diversificação de habitats, vias migratórias e outros processos, reduzindo assim a biodiversidade (WARD, 1998) e os potenciais serviços ecossistêmicos desempenhados (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

Tendo em vista a importância do habitat físico para a biota aquática e da influência da bacia hidrográfica sobre a estrutura e dinâmica do ecossistema fluvial, Frissel et al. (1986) propuseram um modelo hierárquico de sistemas fluviais (FIGURA 9), no qual buscaram abordar de forma integrativa as diferentes escalas que compõe a paisagem, levando em consideração a relação de ambos os ecossistemas, terrestre e aquático. O modelo proposto foi baseado em uma visão conceitual de como os sistemas fluviais são organizados no espaço e de como mudam através do tempo.

Os rios são tanto um ecossistema por si só, caracterizado por um complexo mosaico de tipos de habitat e gradientes ambientais, quanto um ecossistema fortemente influenciado por seu entorno em múltiplas escalas, com alta conectividade e complexidade espacial, que tem a paisagem fluvial como uma unidade capaz de estudar uma ampla gama de escalas (ALLAN, 2004).

FIGURA 9— ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA DE UM SISTEMA FLUVIAL E SEUS SUBSISTEMAS DE HABITATS, COM INDICAÇÃO DE ESCALA ESPACIAL LINEAR APROXIMADA PARA UM CURSO D'ÁGUA DE SEGUNDA OU TERCEIRA ORDEM



FONTE: adaptado de Frissel et al. (1986).

A discussão dos elementos da paisagem levanta tanto a questão de escala quanto o nível de resolução espacial percebida e considerada (FORMAN; GODRON, 1986). Em se tratando de sistemas fluviais, em uma análise *in locu*, verticalizada e a olho nu, a paisagem é percebida na escala espacial de remanso e corredeira, conforme denominação dada por Frissel et al. (1986), mas estes sistemas devem ser considerados desde o nível de microhabitat até a bacia como um todo.

## 2.6 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS

O estudo da paisagem fluvial envolve compreender o padrão espacial dado pelo equilíbrio dinâmico de seus processos e estrutura. Uma das premissas destes estudos, portanto, é a caracterização dos habitats fluviais.

Os métodos de caracterização de habitats fluviais diferem principalmente em três pontos: (1) os objetivos para os quais foram projetados, (2) o tempo necessário para sua aplicação e (3) se medem ou avaliam as características físicas (FERNANDEZ; BARQUÍN; RAVEN, 2011).

Um método que visa avaliar tanto a estrutura quanto o funcionamento dos ecossistemas fluviais (CALLISTO et al, 2002), de baixo custo, cientificamente válidos e que geram resultados rápidos, em comparação a outros métodos, para as decisões de gestão (BARBOUR et al., 1999) são os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs).

O PAR tem sua origem no Protocolo de Avaliação Visual de Habitat – *Visual-based Habitat Assessment* – que integra os Protocolos de Bioavaliação Rápida – *Rapid Bioassessment Protocols (RBPs)*, desenvolvidos para atender a necessidade de reestruturação dos programas de monitoramento norte-americanos, de forma a suprir as demandas que despontaram na década de 1980, que incluíam, por exemplo, os contaminantes tóxicos e poluição difusa. O propulsor para o desenvolvimento destes protocolos foi o relatório "*Surface Water Monitoring: A Framework for Change*" (U.S. EPA 1987), no qual foi evidenciada a necessidade de abordagens de baixo custo para identificação de problemas e avaliação de tendências, bem como de acelerar o desenvolvimento e aplicação de técnicas de monitoramento biológico promissoras (BARBOUR et al., 1999).

Esse foi um marco importante para o monitoramento biológico nos EUA, até então pouco utilizado, por duas razões principais: (i) a prevalência do monitoramento de parâmetros físico-químicos nos cursos d'água devido à extensiva poluição química, especialmente nas décadas de 1950 e 1960 e (ii) as técnicas tradicionais de pesquisa biológica eram muito rigorosas e de uso intensivo de recursos, dificultando uma ampla aplicação do monitoramento biológico (BARBOUR, 1997).

Os RBPs são essencialmente uma síntese de métodos de monitoramento da biota aquática e avaliação do habitat que eram empregados por Agências Estaduais de Recursos Hídricos e foram projetados como ferramentas de baixo custo e de triagem para determinar se um rio suporta ou não o uso para o qual foi designado, com foco na vida aquática. No final da década de 1980 foi formado um grupo de especialistas com o intuito de revisar e refinar os projetos originais de protocolos, cujo trabalho resultou nos RBPs originais (PLANFKIN et al. 1989), que foram amplamente distribuídos e testados nos Estados Unidos. Uma série de workshops foi conduzida em todo o país desde 1989, direcionados para treinamento e discussões sobre o conceito e abordagem para a rápida avaliação biológica. Os

resultados destas discussões e da oportunidade de aplicar as técnicas em vários cursos d'água permitiram o aprimoramento e refinamento dos procedimentos, mantendo o conceito básico das RBPs. Uma das atualizações dos RBPs, que reflete estas melhorias, é apresentada no documento "*Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*" (BARBOUR et al., 1999).

O grupo de trabalho formado em 1980, composto por especialistas e revisores do "*Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*", apontou para outras aplicações além da prevista inicialmente para os RBPs, incluindo a caracterização da existência e o grau do comprometimento do recurso hídrico, a identificação de fontes e causas de danos e a avaliação da eficácia das ações de controle e atividades de restauração. Estas aplicações podem auxiliar no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente na definição de prioridades, nas avaliações pontuais e não pontuais, nas análises de capacidade de uso e monitoramento de tendências, bem como triagem inicial (BARBOUR et al., 1999).

O aumento das discussões sobre a importância da utilização de métodos de análise integrada dos recursos hídricos repercutiu em outras iniciativas de protocolos padronizados de avaliação da condição ecológica dos sistemas fluviais, como o Sistema Britânico de Classificação e Predição de Invertebrados em Rios – *River Invertebrate Predication British and Classification System (RIVPACS)* e o Sistema Australiano de Avaliação de Rios – *Australian River Assessment System (AURIVAS)* (CALLISTO; MORENO, 2006, RADTKE, 2015). Ambos são modelos preditivos que avaliam a condição ecológica do rio através da presença de famílias de macroinvertebrados esperadas em determinados habitats, que são caracterizados por critérios físicos e químicos. No AURIVAS são utilizados os critérios do Protocolo de Avaliação Visual do Habitat dos RBPs para avaliação da característica física do habitat (WRIGHT, 2000, PARSONS; TOMS; NORRIS, 2000, SILVEIRA, 2004).

Apesar da ampla utilização por órgãos ambientais dos protocolos de avaliação física dos habitats para monitoramento de recursos hídricos em diversos países, estes protocolos chegam ao Brasil através de trabalhos acadêmicos e não

de programas governamentais. Callisto, Moretti e Goulart (2001), fizeram uma adaptação do *Visual-based Habitat Assessments* de Hannaford et al (1997), que denominaram de Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats, e utilizaram como ferramenta complementar em seus estudos dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da Saúde dos Riachos. Depois, com enfoque na utilização do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em atividades de ensino e pesquisa, Callisto et al. (2002), fizeram adaptações no protocolo para as condições dos ecossistemas fluviais nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro e, juntamente com estudantes de graduação em Ciências Biológicas e pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), aplicaram-no em trechos de rios no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e no Parque Nacional da Bocaina (RJ).

Desde então, muitos estudos envolvendo técnicas qualitativas de avaliação rápida das condições físicas do habitat foram desenvolvidos no Brasil, sendo atribuídas a estas técnicas diferentes denominações – além de Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (DILLENBURG, 2007, KRUPEK, 2010, FRANÇA et al., 2010), como Protocolos para Avaliação Rápida de Integridade Ambiental de Rios e Riachos (MINATTI-FERREIRA; BEAMOUND, 2004, MINATTI-FERREIRA; BEAMOUND, 2006) e Protocolo de Caracterização de Condições Ecológicas (CALLISTO; MORENO, 2006), Protocolo de Avaliação Ecológica Rápida (PIMENTA; PENA; GOMES, 2009) e, por fim, Protocolo de Avaliação Rápida de Rios, principal termo empregado nos estudos mais recentes encontrados e adotado neste estudo como sinônimo dos demais termos.

A maioria dos estudos brasileiros utilizam o protocolo de Callisto et al. (2002), na íntegra ou adaptado, ou o de Rodrigues e Castro (2008a), que se trata de uma adaptação do protocolo de Barbour et al. (1999) para rios em campos rupestres.

Há registro de aplicação de PARs em várias partes do país, mas principalmente nas regiões sul e sudeste, conforme demonstrado no QUADRO1.

QUADRO1 – ESTUDOS COM APLICAÇÃO DE PARs NO BRASIL

Região	Unidade federativa	Referência bibliográfica
Sudeste	Minas Gerais	Callisto, Moretti e Goulart (2001) Callisto et al. (2002) Callisto e Moreno (2006) Rodrigues (2008) Rodrigues, Malafaia e Castro (2008) Rodrigues e Castro (2008a) Rodrigues e Castro (2008b) Rodrigues et al. (2012) França, Rodrigues e Malafaia (2013) Faria et al. (2013) Machado et al. (2015)
	Rio de Janeiro	Callisto et al. (2002) Bersot, Menezes e Andrade (2015)
	Espírito Santo	Oliveira e Nunes (2015)
Sul	Santa Catarina	Minatti-Ferreira e Beamound (2004) Minatti-Ferreira e Beamound (2006)
	Paraná	Dillenburg (2007) Krupek (2010) Cionek (2011)
	Rio Grande do Sul	Bergamann e Pedrozo (2008) Lobo et al. (2011) Radtke (2015)
Centro-oeste	Goiás	Pimenta, Pena e Gomes (2009) Firmino, Malafaia e Rodrigues (2010)
	Distrito Federal	Padovezi- Fonseca et al. (2010)
	Mato Grosso do Sul	Carvalho, Bentos e Pereira (2014)
Nordeste	Sergipe	França et al. (2010)
Norte	Tocantins	Morais et al. (2015)

FONTE: a autora.

Dos 28 estudos listados no QUADRO1, somente dois foram desenvolvidos especificamente em rios urbanos, o de Moraes et al. (2015) e o de Radtke (2015). O primeiro comparou a utilização do protocolo de Callisto et al. (2002) por dois grupos, um considerado não técnico (professores da rede municipal de ensino) e outro técnico (estudantes de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins), que avaliaram o Córrego Suçuapara localizado na área urbana de Palmas (TO), e também comparou os resultados do PAR com parâmetros físico-químicos e biológicos definidos pela Resolução N° 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005), mostrando similaridade entre os respondentes e uma conexão indireta entre os resultados do PAR e dos parâmetros físico-químicos e biológicos, revelada na associação dos resultados de ambos os métodos com a contribuição da drenagem urbana para a poluição das águas do Córrego Suçuapara. No segundo estudo, com o objetivo de analisar o PAR enquanto ferramenta de avaliação participativa de

cursos d'água urbanos, o protocolo de Lobo et al. (2011) – uma adaptação de Callisto et al. (2002) para sistemas lóticos sul brasileiros – foi aplicado no Arroio Laranjeiras, na cidade de Candelária (RS), por um grupo composto por 10 voluntários; os resultados demonstram a influência negativa das ações antrópicas e urbanização no rio analisado e reforçam a necessidade de adequação do PAR para diferentes características de corpos d'água, mesmo assim o revelam como uma importante ferramenta de educação ambiental e de participação social na avaliação ambiental de rios.

Tendo em vista as particularidades das paisagens urbanas, Campos e Nucci (2019) fizeram um ensaio de adaptação do PAR para rios urbanos inseridos na formação Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), por meio de levantamento bibliográfico de referências sobre o tema. Os critérios de dois protocolos tomados com base – Rodrigues e Castro (2008a) e Callisto et al. (2002) – foram compatibilizados e selecionados e novos critérios foram criados, buscando representar as paisagens fluviais em áreas urbanas; além disso, os parâmetros indicativos das condições do rio foram adaptados para uma linguagem mais acessível ao público geral, resultando no PAR apresentado no QUADRO2.

QUADRO2–PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA RIOS URBANOS (continua)

	CRITÉRIO	CONDIÇÃO DO RIO E PONTUAÇÃO		
		Boa (10 pontos)	Regular (5 pontos)	Ruim (0 pontos)
Margens	Estabilidade das margens (A e B)	Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas.	Margens moderadamente estáveis, com erosões cicatrizadas.	Margens instáveis e muitas áreas erodidas. Erosão frequente ao longo da seção reta e nas curvas.
	Largura da mata ciliar (A e B)	Maior que 30 metros.	-	Menor que 30 metros.
	Tipo de uso e ocupação predominante no entorno (A)	Mata ciliar em estágio médio/avançado de sucessão.	Agricultura com práticas de manejo e conservação dos solos.	Uso residencial, comercial, industrial ou mineração, agricultura sem práticas de conservação dos solos, solo exposto, pastagens.

QUADRO2– PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA RIOS URBANOS (conclusão)

Leito fluvial	Poluição pontual	Lançamento não perceptível de efluentes líquidos e resíduos sólidos no rio.	-	Pontos de lançamento de efluentes líquidos e de resíduos sólidos no rio.
	Alterações antrópicas na estrutura do rio (A e B)	Sem alterações no rio, como aterros, barragens e estabilização artificial das margens.	Pouca modificação presente no leito e nas margens.	Leito e margens bastante modificados.
	Deposição de sedimentos (A e B)	Feições deposicionais (ilhas ou barras) ausentes ou alargamento não perceptível.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino, com pouca alteração nas feições deposicionais.	Elevada deposição de cascalhos novos, areia ou sedimento fino e aumento no desenvolvimento de feições deposicionais.
	Condições de escoamento do leito fluvial (A e B)	A água preenche todo o leito menor e há uma quantidade mínima de substratos expostos.	A água preenche parte do leito menor e a maioria dos substratos nas corridas estão expostos.	Pouquíssima água no leito menor, sendo a maioria de água parada em poços.
Coluna d'água	Odor na água (A)	Não perceptível.	-	Perceptível.
	Óleos, graxas e espumas na água (A)	Não perceptível.	-	Perceptível.
	Cor ou turbidez da água (A)	Não perceptível.	Levemente turva.	Turva, opaca ou colorida.
Fundo	Substratos e/ou habitat disponíveis (A e B)	Vários tipos e tamanhos de substratos para a epifauna e abrigo para insetos, anfíbios ou peixes, tais como rochas, troncos, margens escavadas ou outros habitats estáveis.	Habitats estáveis mesclados. A velocidade da água não permite a estabilização dos substratos.	Habitats monótonos ou com pouca diversificação. Não há presença de galhos, cascalhos, seixos rolados ou vegetação aquática.
	Soterramento (A e B)	Fundo pouco ou nada coberto por sedimentos finos.	Cerca de metade do fundo coberto por sedimentos finos.	Quase todo o fundo é coberto por sedimentos finos.

FONTE: Campos e Nucci (2019) adaptado de (A) Callisto et al. (2002) e (B) Rodrigues e Castro (2008a).



### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para Bertrand (2004, p. 141), “estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método”, ainda mais quando em uma abordagem sistêmica, visto as mudanças de perspectiva intrínsecas a este paradigma.

Para facilitar o entendimento e seu desenvolvimento, os procedimentos foram divididos em três etapas principais: 1) aplicação, 2) avaliação e 3) aprimoramento do PAR para paisagens urbanas.

A aplicação do PAR refere-se à coleta de dados, enquanto a avaliação trata da análise sistemática destes. Estas duas etapas juntas podem ser compreendidas como um estudo de caso, que é uma estratégia de pesquisa, definida por Yin (2001) como:

uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.[...] a investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados (YIN, 2001, p. 32-33).

Este estudo de caso pode ainda ser compreendido no que Yin (2001) classificou como “meta-avaliação”, ou um estudo de um estudo de avaliação, uma vez que trata da avaliação de um PAR, que por sua vez é um método de avaliação dos ecossistemas fluviais.

O PAR utilizado como base para o estudo foi desenvolvido por Campos e Nucci (2019) e, como mencionado anteriormente, foi concebido por um método pautado em pesquisa teórica. O estudo de caso permitiu tanto a avaliação quanto o aprimoramento do protocolo a partir de uma base empírica. O aprimoramento do PAR é um processo recursivo e sistemático de movimentos da análise para síntese e da síntese para análise, ou seja, os dados da aplicação são analisados e subsidiam alterações no protocolo, que é novamente aplicado, reiniciando o ciclo.

A pesquisa de Silva (2004) sobre a experiência da *ActionAid* Brasil na construção participativa de um sistema de planejamento, monitoramento e avaliação

reforça a ideia de um processo cíclico, ressaltando ainda o sentido de aprendizagem que deve promover, conforme demonstrado na FIGURA 10.

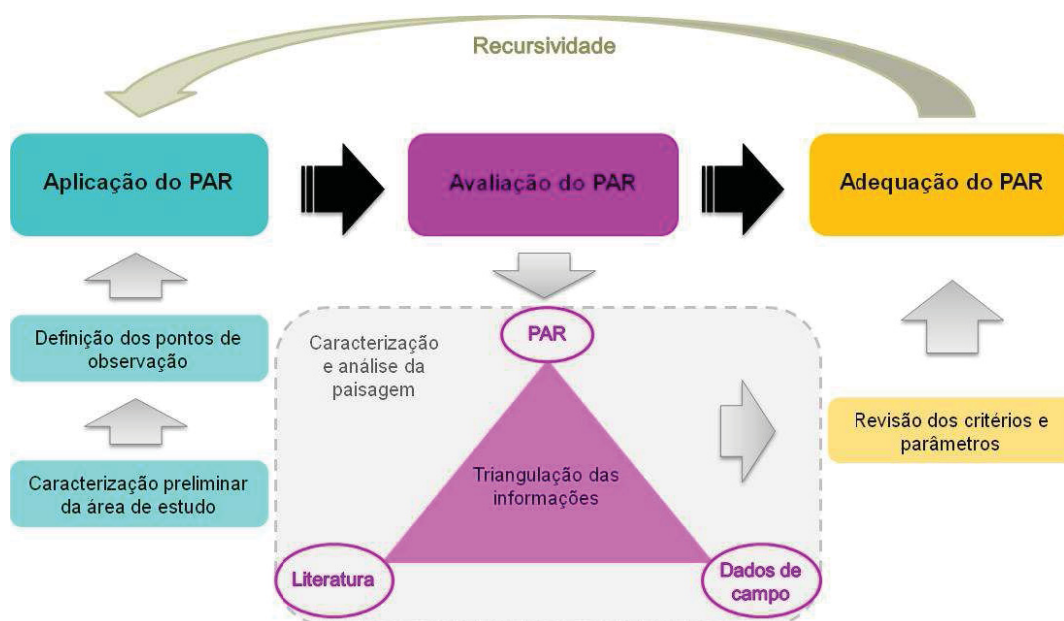
FIGURA 10 – OS INSTRUMENTOS E A DINÂMICA DO SISTEMA DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DA ACTIONAID BRASIL



FONTE: Silva (2004).

Por ser um constante aprendizado, o processo de pesquisa é também dinâmico. Ainda mais em se tratando de uma pesquisa de análise da paisagem que busca uma abordagem sistêmica. Tentando exprimir o movimento e interação dos procedimentos metodológicos desta pesquisa, foi elaborado um fluxograma que pode ser conferido na FIGURA 11.

FIGURA 11 – FLUXOGRAMA METODOLÓGICO



FONTE: A autora (2020).

### 3.1 APLICAÇÃO DO PAR

O protocolo foi aplicado no dia 23 de março de 2019, no rio Palmital, localizado na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), no estado do Paraná. A aplicação foi precedida, evidentemente, pela escolha da área de estudo e definição dos pontos de observação. A premissa para a seleção do rio foi atender o recorte espacial explícito no objetivo de adaptar o PAR para paisagens urbanas. As informações preliminares levantadas, como a localização geográfica, qualidade da água e outras que denotem a condição do rio, estão relatadas no item 3.1.1 e são complementadas pelas informações acerca dos pontos de observação que estão em sequência, no item 3.1.2.

Sobre as condições hidrometeorológicas, pode-se dizer que não houve precipitação no dia da aplicação, nem nas 48h que a antecederam. Um dos pontos observados, o ponto 8, coincide com a estação Vargem Grande (65006055) do Instituto das Águas do Paraná, mas a última medição de vazão ocorreu em novembro de 2016, impossibilitando a utilização desta estação como referência. Na ausência dos dados de vazão, buscaram-se dados pluviométricos por proporcionam informações, mesmo que indiretas, acerca da condição de fluxo e preenchimento do canal fluvial. Dados da estação pluviométrica Curitiba, código 02549006 do INMET, localizada na Bacia do Alto Iguaçu, demonstram que a precipitação média mensal em março de 2019 foi de 65,6 mm. De acordo com o estudo de pluviometria apresentado no Plano de Bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira (SUDERHSA, 2007), que levou em consideração a análise pluviométrica de um período de 30 anos (1976 a 2006), a precipitação média mensal na Estação Curitiba é de 144,4 mm. Isto significa que a precipitação em março de 2019 representa 45% do total esperado, corroborando com a observação visual de que o nível do rio estava baixo no dia da aplicação do protocolo.

### 3.1.1 Caracterização preliminar da área de estudo: localização geográfica e informações sobre as condições do rio

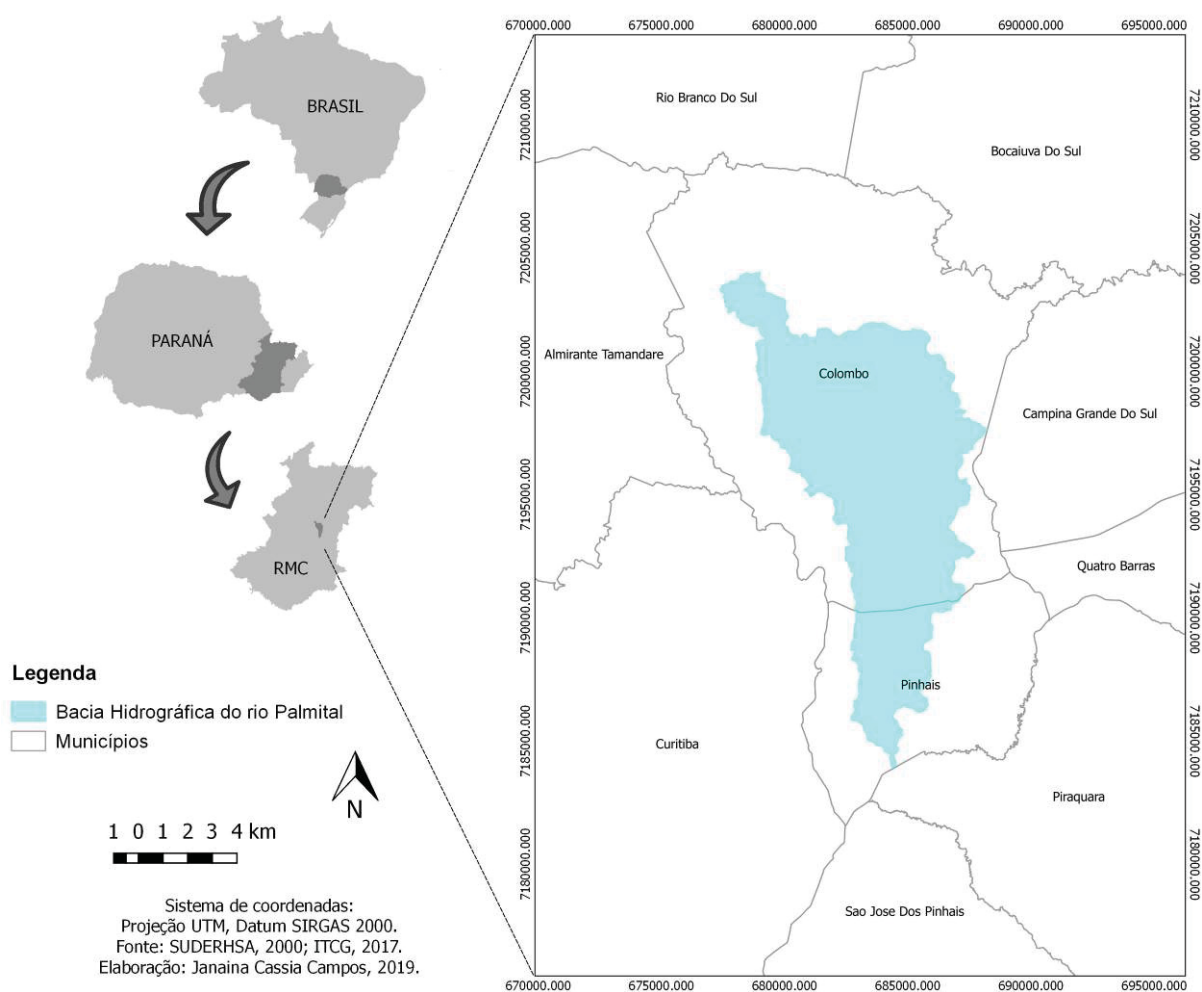
O rio Palmital é afluente da margem direita do rio Iraí, que, ao encontrar o rio Atuba na parte leste do município de Curitiba, na divisa com o município de Pinhais, formam o rio Iguaçu, o maior rio totalmente paranaense. Ao longo de seus 1.320 km de extensão, o rio Iguaçu passa pelos três planaltos paranaenses até desaguar no rio Paraná (SUDERHSA, 2002, SEMA-PR, 2010).

Para fins de planejamento e gestão, a bacia hidrográfica do rio Iguaçu foi dividida em Baixo, Médio e Alto Iguaçu, configurando Unidades Hidrográficas, instituídas pela Resolução Nº 49/06 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR) (PARANÁ, 2006). O Alto Iguaçu foi agrupado aos afluentes do Rio Negro e afluentes do Rio Ribeira, constituindo a Unidade Hidrográfica do Alto Iguaçu, afluentes do Rio Negro e afluentes do Rio Ribeira, uma das mais complexas em termos de gestão dos recursos naturais no Estado do Paraná, sobretudo em decorrência dos impactos da expansão urbana e das dinâmicas de uso e ocupação da terra na RMC sobre a disponibilidade quantitativa e qualitativa de água (SUDERHSA, 2007).

O rio Palmital tem uma vazão de 372 l/s e sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de aproximadamente 93 km<sup>2</sup>, na qual estão inseridos parte do município de Colombo, em sua montante, e parte do município de Pinhais, na região de jusante (ANDREOLI, 1999, SUDERHSA, 2002), conforme pode ser observado na FIGURA 12.

A bacia de drenagem do rio Palmital apresenta diversos usos, predominando o uso urbano, exceto na porção superior da bacia onde o uso rural é preponderante, embora com ocorrência de núcleos urbanos dispersos (SUDERHSA, 2002). As áreas urbanas da bacia são densamente povoadas e influenciam negativamente na qualidade da água do rio Palmital, que, apesar disso, integra a área de interesse de proteção dos mananciais de abastecimento da RMC, definida pelo Decreto Estadual Nº 4435/2016 (PARANÁ, 2016).

FIGURA 12 – LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PALMITAL



De acordo com o Relatório da Qualidade das Águas dos Rios da RMC elaborado pelo IAP (2009), a água do rio Palmital foi classificada como “poluída” a “extremamente poluída”, sendo que os parâmetros da Resolução CONAMA Nº 357/05 mais comumente violados foram OD, DBO, fósforo total, nitrogênio amoniacal e coliformes, todos indicadores de contaminação orgânica. As classes preponderantes de qualidade da água no rio Palmital para o período analisado no relatório do IAP, 2005 a 2009, foram “Classe 4” ou “Fora de Classe”, sendo que o rio Palmital está enquadrado como “Classe 2”, segundo Portaria SUREHMA Nº 20/92 (PARANÁ, 1992).

Na tentativa de reverter o processo de degradação do rio Palmital foi criada a Área de Proteção Ambiental (APA) de Pinhais, pelo Decreto Municipal Nº 134/94

(ANDREOLI, 1999) e, recentemente, foi autorizada a construção do Parque Linear do Palmital, em Colombo (portal.colombo.pr.gov.br).

### 3.1.2 Definição dos pontos de observação

Os pontos de observação deste estudo (FIGURA 13) foram definidos com base em dois critérios: 1) acessibilidade aos pontos de observação e 2) envolvimento de diferentes Unidades da Paisagem (UPs) ao longo do rio, no alcance da abrangência visual requerida pelo PAR.

Foram utilizadas as UPs da bacia do rio Palmital determinadas por Peccioli Filho (2005) oriundas do cruzamento dos seguintes mapas temáticos: adequabilidade para implantação de loteamentos residenciais, aptidão agrícola, hipsometria, declividade, rede hidrográfica e curva de inundação, uso e ocupação da terra, parcelamento do solo, densidade, evolução da ocupação urbana, sistema viário, abastecimento de água e rede de esgoto. Na FIGURA 14 é possível identificar os pontos de observação nas Unidades da Paisagem, cujas características estão descritas no QUADRO 3.

FIGURA 13 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO

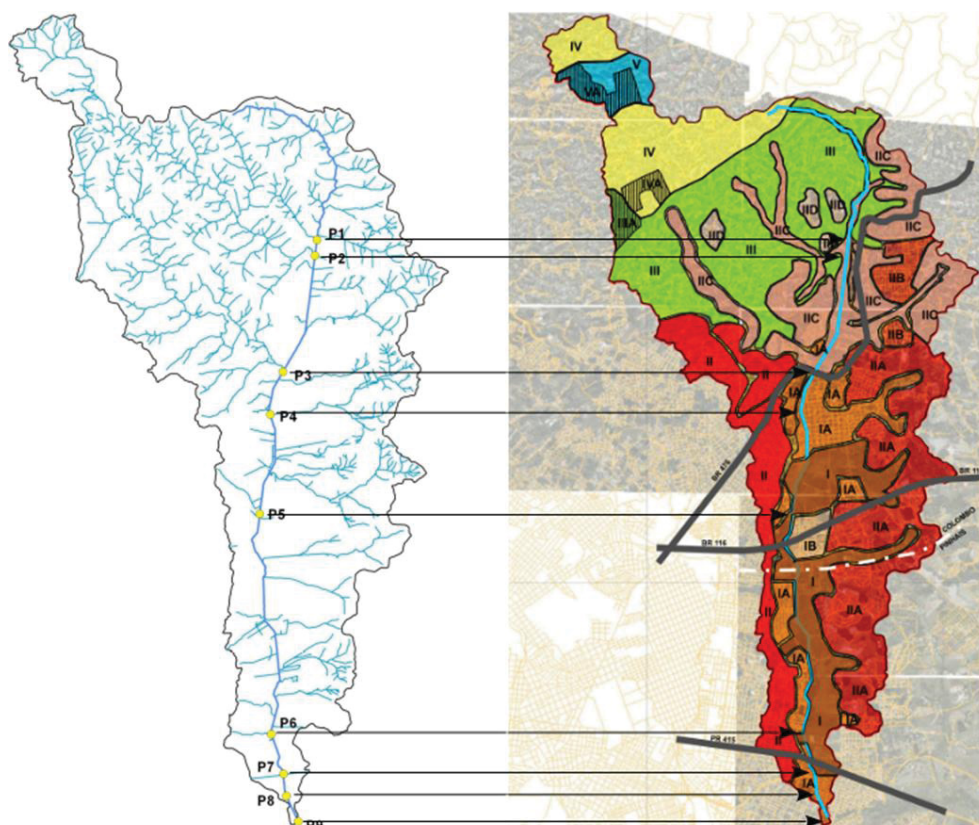


**Legenda**

- Pontos
- Rio Palmital
- Afluentes

Sistema de coordenadas:  
Projeção UTM, Datum SIRGAS 2000.  
Fonte: SUDERHSA, 2000; Google Satellite @2015.  
Elaboração: Janaina Cassia Campos, 2019.

FIGURA14 – PONTOS DE OBSERVAÇÃO E UNIDADES DA PAISAGEM



FONTE: adaptado de Peccioli Filho (2005).

QUADRO3 – CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES DA PAISAGEM RELACIONADAS AOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO

UP	Pontos	Características
I	5, 6* e 7*	Área não parcelada e com baixa densidade de ocupação; exploração agrícola; ausência de mata ciliar; nível freático aflorante; suscetibilidade a enchentes, inundações e assoreamento; área de recarga de aquíferos superficiais e subterrâneos, vulneráveis à poluição do lençol freático; potencial suscetibilidade a afundamento de terreno; declividade de 0 a 5%
IA	3*, 4, 6*, 7*, 8 e 9	Ocupação urbana irregular sobre aluvião; carência de infraestrutura; solo impermeabilizado; ausência de mata ciliar; nível freático aflorante; suscetibilidade a enchentes, inundações e assoreamento; área de recarga de aquíferos superficiais e subterrâneos, vulneráveis à poluição do lençol freático; potencial suscetibilidade a afundamento de terreno; declividade de 0 a 5%
IIC	1, 2 e 3*	Área rural com pressão por ocupação urbana em função das ocupações isoladas e da infraestrutura viária; presença de vegetação da Floresta Ombrófila Densa e/ou Mista; alta suscetibilidade à erosão por ravinamento com retirada da camada superficial do solo em áreas sem proteção vegetal; declividade de 0 a 20%.

FONTE: adaptado de Peccioli Filho (2005).

LEGENDA: \* transição entre duas Unidades da Paisagem.



### 3.2 AVALIAÇÃO DO PAR

A avaliação do PAR se deu pela análise sistemática dos dados de campo e de seus critérios e parâmetros, e pode ser segmentada em três etapas:

- 1) Tabulação dos dados;
- 2) levantamento das divergências e similaridades entre os critérios e parâmetros do PAR e a paisagem observada;
- 3) triangulação das informações, comparando os dados de campo com informações da literatura especializada.

Na primeira etapa, os dados de campo foram organizados em uma tabela, mostrando as notas atribuídas por ponto, por critério e o total. Tal disposição permite a comparação entre a condição geral do rio em cada ponto e sua distribuição ao longo do rio, bem como entre os critérios de um mesmo ponto e de um mesmo critério entre os pontos.

No dia da coleta foi realizado um registro fotográfico nos pontos de observação. As imagens capturadas foram também ordenadas com os dados da aplicação do PAR em tabelas, ilustrando as condições observadas. Este é por si só um esboço da próxima etapa.

Os dados da aplicação comparados com os registros de campo (anotações e fotografias) subsidiaram o levantamento das divergências e similaridades entre os critérios e parâmetros do PAR e a paisagem observada. Embora ambas, divergências e similaridades, sejam importantes na avaliação e adequação do protocolo, a primeira foi o ponto de partida para as mudanças, por isso, um quadro-síntese foi elaborado com vistas a facilitar o desenvolvimento do trabalho.

A última etapa foi denominada de triangulação das informações, por confrontar os dados de campo com a literatura especializada e com o próprio PAR (também elaborado com base na literatura), buscando a convergência entre eles. Yin (2001) define triangulação como sendo um fundamento lógico para se utilizar várias fontes de evidências, com a vantagem de desenvolver linhas convergentes de investigação.

A triangulação de diferentes fontes de informações de dados é apontada por Creswell (2007) como uma estratégia de validação dos dados, assim como uma descrição rica e densa, entre outras.

Juntas, as três etapas proporcionaram uma caracterização da paisagem fluvial em estudo.

### 3.3 ADEQUAÇÃO DO PAR PARA PAISAGENS URBANAS

A adequação do PAR para paisagens urbanas foi pautada nos resultados de sua avaliação (item 3.2) e buscou levar em consideração os atributos característicos da paisagem urbana, dentro de uma abordagem interescalar necessária para a compreensão da realidade de forma multidimensional, corroborando com uma visão holística da paisagem, além de ponderar sobre as limitações do método.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PAR

A aplicação do PAR surtiu nos dados apresentados a seguir (TABELA 1 a TABELA 10). Para cada ponto foi organizada uma tabela com os dados da avaliação e imagens do rio no dia da aplicação do PAR. Estão indicados nas imagens os principais critérios observados e a diferenciação de alguns parâmetros. Os dados de todos os pontos foram compilados na última destas tabelas para, juntamente com a FIGURA 15, auxiliar nas análises comparativas dos pontos entre si e de todo trecho analisado.

Com relação à soma da pontuação e classificação da condição geral do rio, no artigo de Campos e Nucci (2019) é indicada a seguinte divisão: de 80 a 120 pontos, condição boa; de 40 a 80 pontos, regular; e de 0 a 40 pontos, ruim. Esta divisão, entretanto, gera um conflito na classificação quando os valores são transitórios entre duas classes de condição do rio, por isso uma nova divisão foi adotada: de 81 a 120 pontos, condição boa; de 41 a 80 pontos, regular; e de 0 a 40 pontos, ruim.

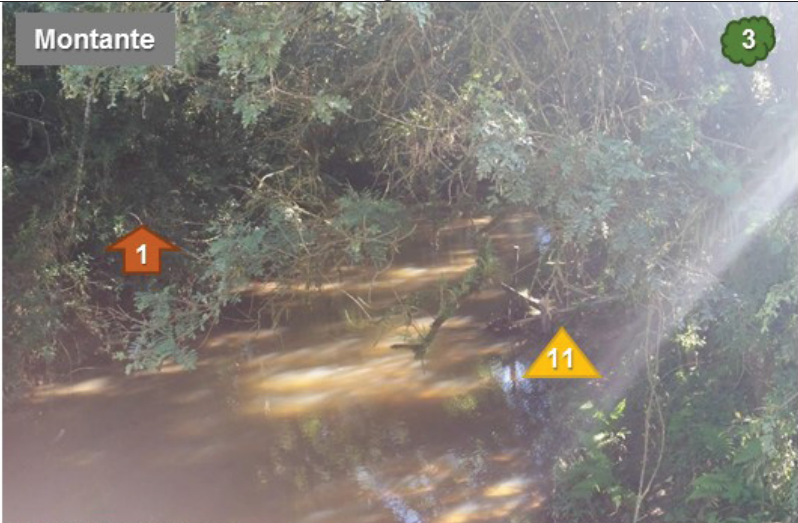
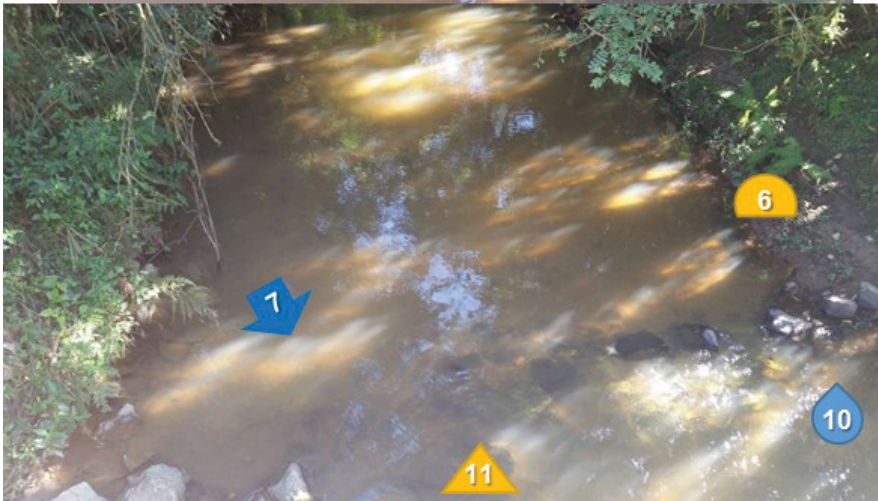

Iniciando pela análise individual de cada ponto, os dados indicam uma condição geral “boa” no ponto 1, apesar da presença de alguns fragmentos de saco plástico e outros resíduos sólidos nas margens (poluição pontual), da deposição de sedimentos e da instabilidade das margens. E foi este último critério, de estabilidade das margens, que diferenciou a avaliação entre os pontos 1 e 2. Além disso, embora também tenha sido observada a deposição de sedimentos no ponto 2, a área de deposição era menor que no ponto 1.

TABELA 1 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 1

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑ 1 ↓ 1	0	
Largura da mata ciliar (2)	10	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	10	
Poluição pontual 4	5	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	10	
Deposição de sedimentos 6	5	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	10	
Cor ou turbidez da água 10	10	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	10	
Soterramento 12	10	
<b>Total</b>	<b>95</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Boa</b>	


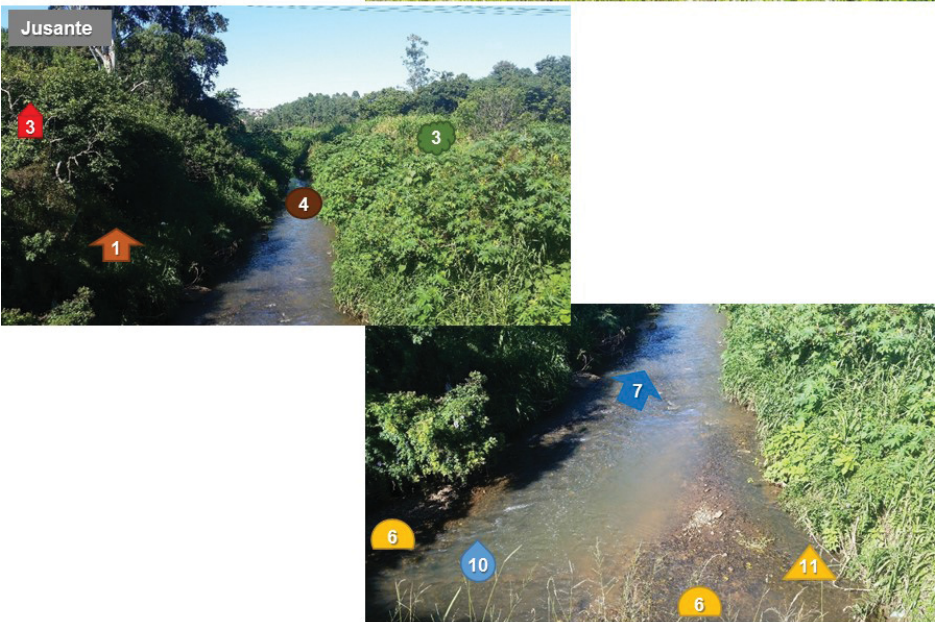

FONTE: A autora (2020).

TABELA 2 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 2

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑ 1 ↓ 1	10	
Largura da mata ciliar (2)	10	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	10	
Poluição pontual 4	5	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	10	
Deposição de sedimentos 6	5	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	10	
Cor ou turbidez da água 10	10	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	10	
Soterramento 12	10	
<b>Total</b>	<b>105</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Boa</b>	

FONTE: A autora (2020).

TABELA 3 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 3

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑ 1 ↓ 1	10	  
Largura da mata ciliar (2)	10	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	0	
Poluição pontual 4	0	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	5	
Deposição de sedimentos 6	5	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	0	
Cor ou turbidez da água 10	5	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	5	
Soterramento 12	5	
<b>Total</b>	<b>60</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Regular</b>	






FONTE: A autora (2020).

No ponto 3, os efeitos da urbanização na paisagem fluvial se tornam mais evidentes e a condição do rio passa para “regular”. Nas proximidades do rio há residências e comércios, além de uma pequena horta na margem direita; apesar disso, a mata ciliar ultrapassa a largura de 30 metros na maior parte da área observada, principalmente à jusante. Na margem direita foi constatada uma tubulação de lançamento de esgoto doméstico, assim deduzido pela espuma formada no rio. Outros indícios de poluição pontual são os resíduos sólidos presentes tanto dentro do rio como nas margens. Foi também observada deposição de sedimentos à jusante e soterramento à montante. O ponto 3 está localizado na rodovia BR 476, também conhecida como Estrada da Ribeira, onde o trânsito de veículos é intenso, por isso a ponte sobre a qual foi realizada a observação da paisagem fluvial apresenta estruturas de sustentação que foram consideradas como alterações antrópicas na estrutura do rio.

A avaliação do ponto 4 pouco difere do ponto 3. A água apesar de menos turva que no ponto anterior, apresenta uma coloração levemente esverdeada. A ocupação do entorno é predominantemente residencial e algumas residências estão bem próximas ao rio, mesmo assim, a mata ciliar apresenta mais de 30 metros. Também há deposição de sedimentos e soterramento, além de evidências de poluição pontual, embora não tenha sido detectada a presença de espumas, óleos ou graxas na água.

O ponto 5 apresentou a segunda pior nota dos pontos avaliados. O entorno é de ocupação predominantemente residencial, com residências muito próximas ao rio. A vegetação das margens é herbácea e arbustiva e não foram identificados substratos e habitats disponíveis para a biota aquática, principalmente pela grande quantidade de sedimento no fundo do leito do rio e também pela turbidez da água. Não foi possível capturar nas imagens, mas foi detectada a presença de óleo na água.














TABELA 4 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 4

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑ 1 ↓ 1	10	
Largura da mata ciliar (2)	10	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	0	
Poluição pontual 4	0	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	5	
Deposição de sedimentos 6	5	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	10	
Cor ou turbidez da água 10	5	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	5	
Soterramento 12	5	
<b>Total</b>	<b>70</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Regular</b>	

FONTE: A autora (2020).



TABELA 5 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 5

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens 	10	
Largura da mata ciliar (2)	0	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 	0	
Poluição pontual 	0	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 	5	
Deposição de sedimentos 	5	
Condições de escoamento do leito fluvial 	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	0	
Cor ou turbidez da água 	5	
Substratos e/ou habitat disponíveis 	0	
Soterramento 	0	
<b>Total</b>	<b>40</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Regular</b>	

FONTE: A autora (2020).

TABELA 6 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 6

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑ 1 ↓ 1	5	
Largura da mata ciliar (2)	10	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	0	
Poluição pontual 4	0	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	5	
Deposição de sedimentos 6	5	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	10	
Cor ou turbidez da água 10	5	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	5	
Soterramento 12	5	
<b>Total</b>	<b>65</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Regular</b>	

FONTE: A autora (2020).

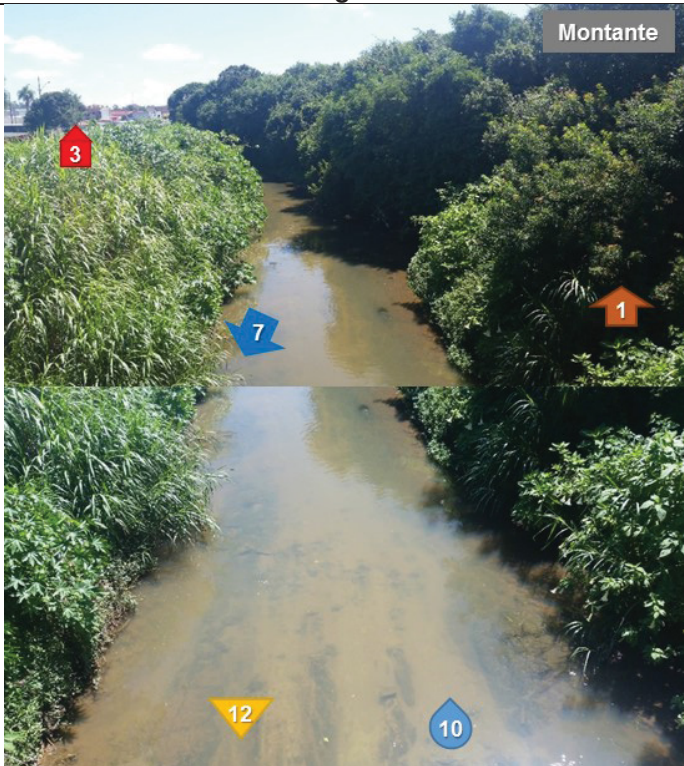



A nota no ponto 6 aumenta em relação ao ponto anterior, principalmente pelos seguintes aspectos: há mais substratos disponíveis para a biota aquática e menos soterramento; a mata ciliar tem mais de 30 metros e é composta por espécies arbustivas e arbóreas; e, não foram vistos óleos, graxas ou espumas na água. Por outro lado, foi evidenciada a presença de erosão na margem direita do rio.

O ponto 7 apresenta a menor nota de todos os pontos observados. Foram encontrados muitos resíduos ao longo do rio e nas margens e vários pontos de lançamento de esgoto doméstico. Além da ponte para transporte rodoviário, sob a qual foi realizada a observação, há outra ponte rodoviária e também uma ponte férrea a jusante. Há deposição de sedimentos com formação de ilhas e barras e soterramento dos habitats disponíveis. A mata ciliar está mais bem preservada na margem esquerda do rio, mas não atinge 30 metros.

A mata ciliar no ponto 8 apresenta melhor estado de conservação ora na margem direita ora na margem esquerda do rio, sem atingir, no entanto, 30 metros. Neste ponto há alguns substratos disponíveis, apesar do encobrimento de parte do material de fundo por sedimentos, a água estava levemente turva e foi observado óleo na água.

O ponto 9, por fim, apresenta margens moderadamente estáveis, deposição de sedimentos bastante aparente, soterramento e falta habitats disponíveis. A mata ciliar apresenta menos de 30 metros e a ocupação do entorno é predominantemente urbana. Este ponto está na foz rio Palmital e a imagem da TABELA 9 mostra a junção com o rio Iraí.

TABELA 7 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 7

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑ 1 ↓ 1	10	 <p>Montante</p>
Largura da mata ciliar (2)	0	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	0	
Poluição pontual 4	0	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	0	
Deposição de sedimentos 6	0	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	 <p>Jusante</p>
Óleos, graxas e espumas na água (9)	0	
Cor ou turbidez da água 10	0	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	0	
Soterramento 12	0	
<b>Total</b>	<b>25</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Ruim</b>	

FONTE: A autora (2020).

TABELA 8 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 8

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑ 1 ↓ 1	10	
Largura da mata ciliar (2)	0	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	0	
Poluição pontual 4	0	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	5	
Deposição de sedimentos 6	5	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	0	
Cor ou turbidez da água 10	5	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	5	
Soterramento 12	5	
<b>Total</b>	<b>50</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Regular</b>	

FONTE: A autora (2020).

TABELA 9 – DADOS DA AVALIAÇÃO DO RIO PALMITAL NO PONTO 9

Critério	Nota	Imagens
Estabilidade das margens ↑1 ↓1	5	
Largura da mata ciliar (2)	0	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno 3 3	0	
Poluição pontual 4	0	
Alterações antrópicas na estrutura do rio 5	10	
Deposição de sedimentos 6	0	
Condições de escoamento do leito fluvial 7 7	5	
Odor na água (8)	10	
Óleos, graxas e espumas na água (9)	10	
Cor ou turbidez da água 10	5	
Substratos e/ou habitat disponíveis 11	0	
Soterramento 12	0	
<b>Total</b>	<b>45</b>	
<b>Condição Geral</b>	<b>Regular</b>	

FONTE: A autora (2020).

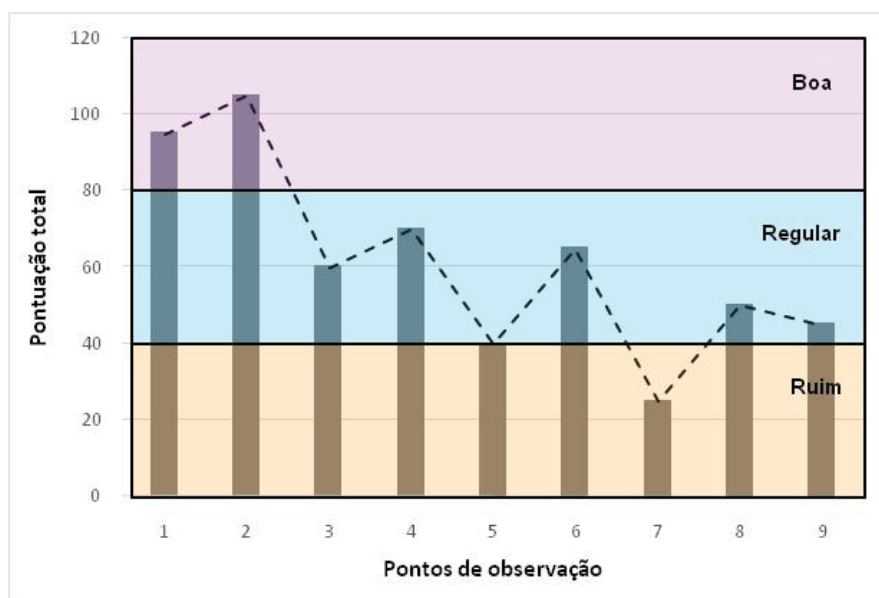
A condição geral oscila de um ponto para outro, mas de forma geral há um declínio da qualidade do rio de montante para jusante, conforme demonstrado na TABELA 10 e na FIGURA 15. O rio apresenta melhores condições nos pontos 1 e 2 e as piores condições nos pontos 5 e 7, dos quais se destoa o ponto 6. A mata ciliar bem preservada entre os pontos 5 e 6 – que, inclusive, impossibilitou o adensamento dos pontos de observação – justifica a elevação da nota, pois além de ser critério e parâmetro do PAR é um componente importante para vários processos do ecossistema fluvial, influenciando os demais critérios e parâmetros.

TABELA 10 – DADOS GERAIS DA APLICAÇÃO DO PAR NO RIO PALMITAL

Critério	Pontos de observação								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estabilidade das margens	0	10	10	10	10	5	10	10	5
Largura da mata ciliar	10	10	10	10	0	10	0	0	0
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno	10	10	0	0	0	0	0	0	0
Poluição pontual	5	5	0	0	0	0	0	0	0
Alterações antrópicas na estrutura do rio	10	10	5	5	5	5	0	5	10
Deposição de sedimentos	5	5	5	5	5	5	0	5	0
Condições de escoamento do leito fluvial	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Odor na água	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Óleos, graxas e espumas na água	10	10	0	10	0	10	0	0	10
Cor ou turbidez da água	10	10	5	5	5	5	0	5	5
Substratos e/ou habitat disponíveis	10	10	5	5	0	5	0	5	0
Soterramento	10	10	5	5	0	5	0	5	0
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>105</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>40</b>	<b>65</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>45</b>
<b>Condição Geral</b>	<b>Boa</b>	<b>Boa</b>	<b>Regular</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Regular</b>	<b>Regular</b>

FONTE: A autora (2020).

FIGURA 15 – CONDIÇÃO GERAL DO RIO PALMITAL



FONTE: A autora (2020).

De 1 a 5 os pontos estão localizados no município de Colombo e de 6 a 9 em Pinhais. Os pontos 1 e 2 estão inseridos no perímetro da Embrapa Florestas, onde são encontradas tanto parcelas experimentais de reflorestamento, com espécies nativas e exóticas, quanto parcelas de floresta nativa; a Embrapa Florestas está no limiar das zonas rural e urbana do município de Colombo. Do ponto 3 em diante os reflexos da urbanização na paisagem fluvial tornam-se mais evidentes. Notadamente, o ponto 3 marca um dos extremos do Parque Linear a ser implantado em Colombo.

O tipo de ocupação predominante no entorno dos pontos localizados nas áreas urbanas é residencial, apesar de serem avistados alguns comércios e indústrias. Mesmo presente, a mata ciliar aparentemente não conseguiu neutralizar os impactos diretos e indiretos da ocupação do entorno. Foi constatada a deposição de sedimentos nestes pontos, além da presença acentuada de poluição pontual, tanto de resíduos sólidos quanto de esgoto doméstico.

A deposição de sedimentos é evidente também nos pontos com melhor qualidade do rio. E, apesar disso, a água preenche boa parte do leito fluvial e tem boas condições de escoamento em todos os pontos.

Não foi possível detectar odor na água em nenhum ponto, apesar do lançamento de esgoto doméstico aparente em diversos deles.



## 4.2 O PAR E A PAISAGEM OBSERVADA

Os resultados da aplicação do PAR (item 4.1) foram comparados com o próprio protocolo, permitindo o levantamento e análise sistemática das divergências e similaridades entre os seus critérios e parâmetros e a paisagem observada.

Sem perder de vista a análise integrada e holística da paisagem, a discussão aqui apresentada foi segmentada em tópicos, sendo um para cada critério, para facilitar estruturação dos resultados e também sua leitura e compreensão.

### 1) Estabilidade das margens

Da forma como estão descritos os parâmetros do PAR é possível identificar de maneira simples e direta se as margens são instáveis ou estáveis, pois se fundamentam na evidência ou não de erosão. No entanto, em campo surgiram algumas dúvidas, principalmente em como dimensionar as áreas erodidas. Por exemplo, sobre a área erodida na margem direita do rio no ponto 1, se considerada a área de visão como uma circunferência, a área erodida é pequena se considerada em relação ao todo, mas grande se a referência for o quadrante de observação. Além disso, embora a área seja pouco extensa em relação ao todo, a erosão não está cicatrizada. Na ausência de um parâmetro que contemple a paisagem observada, por eliminação das condições descritas nos parâmetros bom e ruim, a estabilidade das margens foi avaliada com uma condição regular, mesmo com erosões não cicatrizadas.

### 2) Largura da mata ciliar

Uma das questões a serem consideradas sobre este critério é a tomada das medidas da mata ciliar. A largura foi estimada por passos, que, por sua vez, foram convertidos em metros. É possível fazer uma medição mais precisa com o uso de uma trena, mas isso aumenta o tempo de observação em cada ponto, além da possibilidade de haver obstáculos que dificultem ou impeçam tal procedimento.

Foram observadas assimetrias entre as duas margens e em trechos de uma mesma margem, tanto na questão métrica – ora com mais, ora menos que 30

metros de largura – quanto no estado de conservação e estágio de sucessão da mata ciliar.

Sobre os parâmetros, a ausência de uma condição regular torna muito abrupta a diferenciação da largura da mata ciliar em boa ou ruim. Ademais, o valor de 30 metros, estabelecido como largura mínima de Área de Preservação Permanente (APP) de curso d'água natural em áreas urbanas no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), aumenta – segundo esta mesma Lei – gradativamente conforme a largura do rio, o que não é contemplado nos parâmetros.

### 3) Tipo de uso e ocupação predominante no entorno

Além de ser um critério, a mata ciliar também é um parâmetro do critério tipo de uso e ocupação predominante no entorno. Algumas dificuldades encontradas na avaliação da largura da mata ciliar se repetiram na determinação do tipo de uso e ocupação no entorno, como a assimetria do uso/ocupação nas margens direita e esquerda.

A descrição de todos os parâmetros deste critério precisa ser revisada. A começar pelo parâmetro que indica a condição boa, pois a utilização do termo 'mata ciliar em estágio médio/avançado de sucessão' pode dificultar o entendimento e, conseqüentemente, a avaliação por pessoas que não estejam com ele acostumadas.

A condição regular do rio é dada pelo parâmetro detalhado como 'agricultura com práticas de manejo e conservação dos solos'. Mesmo tendo sido evidenciada a presença de uma pequena horta no ponto 3, esta descrição não é representativa da paisagem em estudo, tampouco de outras paisagens urbanas. Isto leva a uma polarização da avaliação, mesmo quando não são encontradas mata ciliar em estágio médio/avançado de sucessão ou uso e ocupação da terra que apresente um alto potencial de impacto sobre os ecossistemas aquáticos.

O parâmetro que qualifica o rio em condição ruim, agrupa usos com diferentes graus de impacto ambiental, como uso residencial e mineração, e precisa, por isso, ser reformulado.

#### 4) Poluição pontual

A primeira observação sobre este critério é a distorção na avaliação causada pela análise conjunta dos resíduos sólidos com os efluentes líquidos, uma vez que a presença de apenas um deles tem impacto diferente no ecossistema aquático do que a presença de ambos.

Segregação do critério à parte, a ausência de um parâmetro de condição regular torna a diferença da caracterização da paisagem muito abrupta, assim como relatado no critério da largura da mata ciliar.

Em se tratando especificamente dos resíduos sólidos, em campo foram avistados não somente no leito do rio, como está descrito nos parâmetros, mas também nas margens e até na mata ciliar. É necessário, portanto, rever a descrição dos parâmetros para adequá-los ao observado *in locu*.

#### 5) Alterações antrópicas na estrutura do rio

A seleção de pontos de observação foi um desafio neste estudo pela dificuldade de acesso ao rio Palmital, em muito pela configuração da ocupação em áreas urbanas. O acesso mais viável para observação do rio foi sobre pontes, que podem representar por si só uma alteração antrópica na estrutura do canal, quando exigem a construção de estruturas de sustentação.

As alterações antrópicas estruturais são facilmente visíveis, tornando a avaliação deste critério de fácil assimilação e observação *in locu*. Apesar disso, determinar o que é muita ou pouca modificação exige um referencial e a falta de orientação neste sentido pode dificultar a avaliação e aumentar a subjetividade.

#### 6) Deposição de sedimentos

A avaliação da deposição de sedimentos foi relativamente simples, pois os parâmetros estão bem detalhados. A diferença de condições encontradas a montante e jusante do ponto de observação foi o que exigiu mais atenção na avaliação deste critério. Em alguns casos, de um lado da ponte não havia deposição nenhuma e do outro lado a deposição de sedimentos era moderada, por exemplo.

#### 7) Condições de escoamento do leito fluvial

As condições de escoamento do canal estão diretamente relacionadas à deposição de sedimentos, mas a observação em campo não foi tão simples quanto deste critério. Começando pela dificuldade de distinção do leito menor e depois pelas condições diferenciadas de escoamento à montante e à jusante do ponto de observação.

Ponderando novamente sobre as observações em pontes, as estruturas de sustentação destas podem levar ao barramento da água, justificando a diferença de escoamento à montante e à jusante.

#### 8) Odor na água

Odor é uma propriedade organoléptica, facilmente compreendida, mas não facilmente captada. Além de a capacidade olfativa ser particular a cada indivíduo, a percepção do odor na água depende das condições ambientais, como a velocidade e direção do vento e a temperatura ambiente. O calor pode ressaltar o odor enquanto a direção ou velocidade do vento podem diminuir e até ocultá-lo.

Uma descrição mais detalhada sobre as características do odor a que o critério se refere facilitaria a avaliação e uma condição intermediária graduaria tal critério, diferenciando melhor um ponto de outro.

#### 9) Óleos, graxas e espumas na água

Grande parte das substâncias conhecidas na natureza é solúvel em água em determinadas concentrações, por isso é difícil perceber a presença de contaminantes apenas olhando as águas dos rios. Os óleos, incluindo as graxas, apresentam pouca solubilidade em água – pela diferença de polaridade – e, por apresentarem menor densidade que esta, tendem a ficar na superfície. Além disso, dependendo da sua composição, podem formar reflexos brilhantes com efeito de arco-íris, fenômeno óptico conhecido como iridescência. A posição na superfície da água e iridescência facilitam a visualização do óleo no rio, pelo menos teoricamente, pois na prática foi possível constatar a presença de camadas tão finas de óleo que não foram capturadas nas fotos. Tal presença foi evidenciada pela sombra produzida pela própria camada de óleo no fundo do leito fluvial.

As espumas consistem em um gás disperso em um líquido e são naturalmente encontradas em rios onde há turbulência, por resultar na mistura de gases atmosféricos na água. Elas dispersam rapidamente, mas podem ser duradouras na presença de surfactantes (ou tensoativos), como os detergentes domésticos, por exemplo. Quando duradouras são identificadas sem dificuldades.

Tanto óleos como espumas foram avistados não só na coluna d'água, como traz a especificação do critério, mas também no sedimento. Tendo em vista que, com o nível de água mais elevado no canal fluvial, os óleos e espumas avistados no sedimento estariam (ou estiveram) na superfície da água, eles foram considerados na avaliação.

A classificação em perceptível e não perceptível facilita a avaliação, mas um maior detalhamento dos parâmetros e o acréscimo de uma condição intermediária podem exprimir mais adequadamente as diferentes possibilidades encontradas em campo.

#### 10) Cor e turbidez da água

Este é um conceito simples e de fácil assimilação, mas durante a observação de campo suscitou a dúvida da necessidade de um referencial, uma vez que os rios podem ter naturalmente coloração escura, como o rio Negro (afluente do rio Amazonas), e turbidez natural, como o rio Turvo (localizado em São Paulo).

#### 11) Substratos e/ou habitats disponíveis

O critério substratos e/ou habitats disponível está bem descrito e foi prontamente interpretado nos pontos de observação. Contudo, como em outros critérios, a falta de referência pode aumentar a subjetividade da avaliação.

Os substratos e habitats disponíveis estão diretamente relacionados à deposição de sedimentos e, assim como neste critério, a diferença de condições encontradas a montante e jusante do ponto de observação foi o que exigiu mais atenção na avaliação.

Vale destacar que a avaliação deste critério está condicionada à condição de visibilidade do leito fluvial, por isso é influenciado por fatores como a cor, a turbidez e o nível de água do rio.

## 12) Soterramento

O soterramento também tem relação direta com a deposição de sedimentos e, por sua vez, aos substratos e/ou habitats disponíveis. Tal como nestes critérios, o detalhamento dos parâmetros facilitou a interpretação da paisagem observada e circunstâncias de condições distintas na paisagem no mesmo ponto de observação foram as que demandaram mais cuidado na avaliação, sendo que esta depende da visibilidade do leito fluvial.

## 13) Outros

Durante o trabalho de campo foram notados alguns elementos que podem ser indicadores de qualidade do ecossistema aquático e não estão contemplados no PAR de Campos e Nucci (2019), como aves e plantas aquáticas. A ocorrência de algumas plantas foi observada inclusive nos locais com maior evidência de poluição por esgoto doméstico.

Mesmo que as similaridades sejam tão importantes quanto às divergências, são estas que nortearão a adequação do PAR, por isso foram sintetizadas e estão apresentadas no QUADRO 4.

De forma geral, das questões levantadas sobre o PAR e a paisagem observada, destaca-se a necessidade de melhorar a descrição dos parâmetros em quase todos os critérios, possibilitando tanto uma caracterização mais genuína da paisagem quanto uma avaliação mais coerente e compreensível em campo.

Outra questão recorrente foi a dubiedade na avaliação de alguns critérios pela falta de um parâmetro de caracterização intermediária. A título de exemplo, o odor na água foi sutilmente percebido em um ponto e fortemente percebido em outro, mas os parâmetros só classificam o critério em perceptível ou não perceptível. Se os dois pontos forem avaliados da mesma forma, a diferença entre eles será desconsiderada.

Também é relevante refletir sobre a distribuição dos pesos dos critérios, que podem ser alterados com o desmembramento, exclusão ou acréscimo de critérios. Por exemplo, o desmembramento da poluição pontual em dois critérios aumenta o peso dele e diminui o peso dos demais.

QUADRO 4— SÍNTESE DAS DIVERGÊNCIAS DOS CRITÉRIOS E PARÂMETROS DO PAR COM A PAISAGEM OBSERVADA EM CAMPO

CRITÉRIO	CONDIÇÃO DO RIO (PARÂMETROS)			DIVERGÊNCIAS
	Boa	Regular	Ruim	
Estabilidade das margens	Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas.	Margens moderadamente estáveis, com erosões cicatrizadas.	Margens instáveis e muitas áreas erodidas. Erosão frequente ao longo da seção reta e nas curvas.	Difícil dimensionar as áreas erodidas.
Largura da mata ciliar	Maior que 30 metros.	-	Menor que 30 metros.	Ausência de uma condição intermediária de avaliação. Não considera assimetria entre as margens e na mesma margem. Não considera o aumento gradativo da largura da mata ciliar conforme largura do rio.
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno	Mata ciliar em estágio médio/avançado de sucessão.	Agricultura com práticas de manejo e conservação dos solos.	Uso residencial, comercial, industrial ou mineração, agricultura sem práticas de conservação dos solos, solo exposto, pastagens.	Dificuldade de delimitar o que é o entorno. Não considera assimetria entre as margens e na mesma margem. Parâmetros não condizem com a paisagem observada.
Polição pontual	Lançamento não perceptível de efluentes líquidos e resíduos sólidos no rio.	-	Pontos de lançamento de efluentes líquidos e de resíduos sólidos no rio.	Ausência de uma condição intermediária de avaliação. A presença de resíduos sólidos nas margens e mata ciliar não está contemplada nos parâmetros. Avaliação conjunta de resíduos sólidos dos efluentes líquidos causa distorção na avaliação.
Alterações antrópicas na estrutura do rio	Sem alterações no rio, como aterros, barragens e estabilização artificial das margens.	Pouca modificação presente no leito e nas margens.	Leito e margens bastante modificados.	Falta de referencial.
Deposição de sedimentos	Feições deposicionais (ilhas ou barras) ausentes ou alargamento não perceptível.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino, com pouca alteração nas feições deposicionais.	Elevada deposição de cascalhos novos, areia ou sedimento fino e aumento no desenvolvimento de feições deposicionais.	Condições de deposição de sedimento diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.
Condições de escoamento do leito fluvial	A água preenche todo o leito menor e há uma quantidade mínima de substratos expostos.	A água preenche parte do leito menor e a maioria dos substratos nas corridas estão expostos.	Pouquíssima água no leito menor, sendo a maioria de água parada em poços.	Dificuldade de distinguir o leito menor. Condições de escoamento diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.
Odor na água	Não perceptível.	-	Perceptível.	Falta de uma condição intermediária de avaliação. Falta de detalhamento dos parâmetros.
Óleos, graxas e espumas na água	Não perceptível.	-	Perceptível.	A presença de óleos, graxas e espumas nas margens não está contemplada no critério.
Cor ou turbidez da água	Não perceptível.	Levemente turva.	Turva, opaca ou colorida.	Falta de referencial.
Substratos e/ou habitat disponíveis	Vários tipos e tamanhos de substratos para a epifauna e abrigo para insetos, anfíbios ou peixes, tais como rochas, troncos, margens escavadas ou outros habitats estáveis.	Habitats estáveis mesclados. A velocidade da água não permite a estabilização dos substratos.	Habitats monótonos ou com pouca diversificação. Não há presença de galhós, cascalhos, seixos rolados ou vegetação aquática.	Condições diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.
Soterramento	Fundo pouco ou nada coberto por sedimentos finos.	Cerca de metade do fundo coberto por sedimentos finos.	Quase todo o fundo é coberto por sedimentos finos.	Condições diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.
Outros				Presença de aves no rio.
FONTE: A autora (2020).				Presença de plantas aquáticas nos locais de maior evidência de poluição por esgoto doméstico.

### 4.3 TRIANGULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

A triangulação das informações começa na etapa anterior, com o levantamento das similaridades e divergências dos critérios e parâmetros do PAR de Campos e Nucci (2019) com a paisagem observada em campo, no dia 23 de março de 2019. As divergências, listadas no QUADRO 4, foram contrastadas com a literatura especializada, arrematando a base das informações utilizadas para a avaliação do referido PAR. As similaridades também foram consideradas nesta etapa, embora não de forma sistemática como as divergências.

Foram revisitados os PARs que deram origem ao protocolo de Campos e Nucci (2019) – Rodrigues e Castro (2008a) e Callisto et al. (2002) – e foram analisados mais dois outros, que propõe adaptações destes também: Lobo et al. (2011) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012). Tendo como partida o QUADRO 4, os critérios e parâmetros dos PARs foram analisados, buscando suprir as divergências apontadas, adequando assim o protocolo à paisagem em questão. Nas situações em que permaneceram lacunas, outras bibliografias foram consultadas. O resultado comparativo entre as divergências do PAR e a paisagem observada com os PARs citados pode ser observado no QUADRO 5.

Algumas divergências são comuns a mais de um critério. As condições diferentes à montante e à jusante, por exemplo, aparecem relacionadas aos critérios deposição de sedimentos, condições de escoamento do leito fluvial, substratos e/ou habitats disponíveis e soterramento. Nos protocolos analisados não há considerações a este respeito, mas foi constatado que os pontos de observação da pesquisa aqui apresentada estão localizados em pontes construídas em ruas e rodovias, levando a uma segregação da paisagem, cuja interferência pode ocorrer em diferentes escalas, influenciando tanto a dinâmica terrestre-fluvial, quanto dentro do próprio rio. O uso e ocupação do solo de um lado da rodovia pode ser consideravelmente diferente do lado oposto, e este critério interfere direta ou indiretamente nos demais. Além disso, a própria estrutura da ponte pode também interferir no fluxo da água, alterando a dinâmica fluvial e os critérios e parâmetros a ela relacionados.



QUADRO 5 – TRIANGULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

CRITÉRIO	DIVERGÊNCIAS		PARs ORIGINÁRIOS		OUTROS PARs	
	Campos e Nucci (2019)	Callisto et al. (2002)	Rodrigues e Castro (2008a)	Lobo et al. (2011)	Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012)	
Estabilidade das margens	Difícil dimensionar as áreas erodidas.	A estabilidade das margens aparece em dois critérios. Em um deles os parâmetros classificam a erosão em ausente, moderada e acentuada; no outro os parâmetros são descritos em termos percentuais.	Parâmetros descritos em termos percentuais. Diferencia margem esquerda e direita. Diferenciada em alto e baixo curso do rio.	Equivalente aos PARs de Callisto et al. (2002) e Rodrigues e Castro (2008a).	Os parâmetros diferem a ausência de erosão da erosão em uma ou ambas as margens.  Critério: erosão.	
Largura da mata ciliar	Ausência de uma condição intermediária de avaliação. Não considera assimetria entre as margens e na mesma margem. Não considera o aumento gradativo da largura da mata ciliar conforme largura do rio.	Parâmetros descritos em termos percentuais.  Critério: presença da mata ciliar.	Dois critérios: proteção das margens pela vegetação e estado de conservação da vegetação do entorno. Diferencia margens direita e esquerda. Parâmetros do critério proteção das margens descrito em termos percentuais.	Equivalente aos PARs de Callisto et al. (2002) e Rodrigues e Castro (2008a).	X	
Tipo de uso e ocupação predominante no entorno	Dificuldade de delimitar o que é o entorno. Não considera assimetria entre as margens e na mesma margem. Parâmetros não condizem com a paisagem observada.	Critério: tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade). Praticamente igual.	X	Idem ao de Callisto et al. (2002).	Critério: ocupação das margens do rio. Apresenta uma linguagem mais simples, mas o conteúdo é o mesmo.	
Polição pontual	Ausência de uma condição intermediária de avaliação. A presença de resíduos sólidos nas margens e mata ciliar não está contemplada nos parâmetros. Avaliação conjunta de resíduos sólidos dos efluentes líquidos causa distorção na avaliação.	X	X	Presente em parâmetros dos critérios impactos antrópicos na margem e impactos antrópicos no leito.	Critérios: lixo e esgoto doméstico ou industrial. Análise a presença de resíduos sólidos no fundo e nas margens.	
Alterações antrópicas na estrutura do rio	Falta de referencial.	Apresenta maior detalhamento dos parâmetros.	Apresenta maior detalhamento dos parâmetros.	Critério: alterações no canal do rio. E também um parâmetro do critério impactos antrópicos na margem. No critério alterações no canal do rio os parâmetros são descritos em termos percentuais.	Critério: alterações no canal do riacho. Apresenta maior detalhamento dos parâmetros.	
Deposição de sedimentos	Condições de deposição de sedimento diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.	Parâmetros descritos em termos percentuais. Diferencia alto e baixo curso do rio.	Parâmetros descritos em termos percentuais. Diferencia alto e baixo curso do rio.	Critério: deposição da lama. Descrito em termos percentuais.	Critério: sedimentos no fundo do rio. Apresenta maior detalhamento dos parâmetros.	
Condições de escoamento do leito fluvial	Dificuldade de distinguir o leito menor. Condições de escoamento diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.	Critério: características dos fluxos das águas. Analisa o canal e não o leito menor. Parâmetros descritos em termos percentuais. Os parâmetros relacionam lâmina d'água, fluxo e substratos expostos.	Diferencia período de chuva e estiagem. Analisa o canal e não o leito menor. Parâmetros descritos em termos percentuais. Os parâmetros relacionam lâmina d'água, fluxo e substratos expostos.	X	X	
Odor na água	Falta de uma condição intermediária de avaliação. Falta de detalhamento dos parâmetros.	Pouco detalhamento dos parâmetros. Avalia em nenhum, esgoto (ovo podre), óleo/industrial.	X	Critério: odor na água e/ou sedimento. Avalia em ausente, moderada e acentuada.	X	
Óleos, graxas e espumas na água	A presença de óleos, graxas e espumas nas margens não está contemplada no critério.	Não se refere às margens.	X	Critério: oleosidade na água e/ou sedimento. Avalia a presença de oleosidade em ausente, moderada e acentuada.	Critério: oleosidade na água. Pouco detalhamento dos parâmetros. Não tem avaliação intermediária.	
Cor ou turbidez da água	Falta de referencial.	Praticamente igual.	X	X	X	
Substratos e/ou habitat disponíveis	Condições diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.	Os substratos e habitats disponíveis são avaliados separadamente, em três critérios distintos: tipo de fundo, tipos de fundo e tipos de substratos. No critério tipos de fundo os parâmetros descritos em termos percentuais.	Não faz menção à diferença de paisagem à montante e à jusante do ponto. Diferencia alto e baixo curso do rio. Parâmetros descritos em termos percentuais.	Os substratos e habitats disponíveis são avaliados separadamente, em dois critérios distintos: tipos de fundo e diversidade de habitats. No critério diversidade de habitats os parâmetros descritos em termos percentuais.	Critério: características do fundo do rio.	
Soterramento	Condições diferentes à montante e à jusante do ponto de observação.	Outro critério: deposição de lama. Parâmetros descritos em termos percentuais.	Diferencia soterramento e substratos em poços, sendo o primeiro para alto curso e o segundo para baixo curso do rio. Parâmetros descritos em termos percentuais.	Critério: deposição da lama. Descrito em termos percentuais.	Critério: sedimentos no fundo do rio. Apresenta maior detalhamento dos parâmetros.	
Outros	Presença de aves no rio.	X	X	X	Critério: animais. Analisa a presença de peixes, anfíbios ou insetos aquáticos.	
	Presença de plantas aquáticas nos locais de maior evidência de poluição por esgoto doméstico.	Critério: presença de plantas aquáticas.	X	X	Critério: presença de plantas aquáticas.	Critério: plantas aquáticas.

FONTE: A autora (2020).

Outras divergências recorrentes estão relacionadas à dificuldade de delimitar ou dimensionar algum parâmetro, à falta de referencial e à insuficiência de detalhamento dos parâmetros. A resolução deste último pode auxiliar a dos demais, uma vez que pode conter as referências necessárias para analisar parâmetros ou podem suprir a necessidade de delimitar ou dimensionar a paisagem. Os critérios estabilidade das margens e alterações antrópicas na estrutura do rio dos PARs analisados possuem os parâmetros mais detalhados e, assim como nos critérios tipo de uso e ocupação predominante no entorno e largura da mata ciliar, a margem direita e esquerda são analisadas separadamente, o que não foi realizado no PAR de Campos e Nucci (2019).

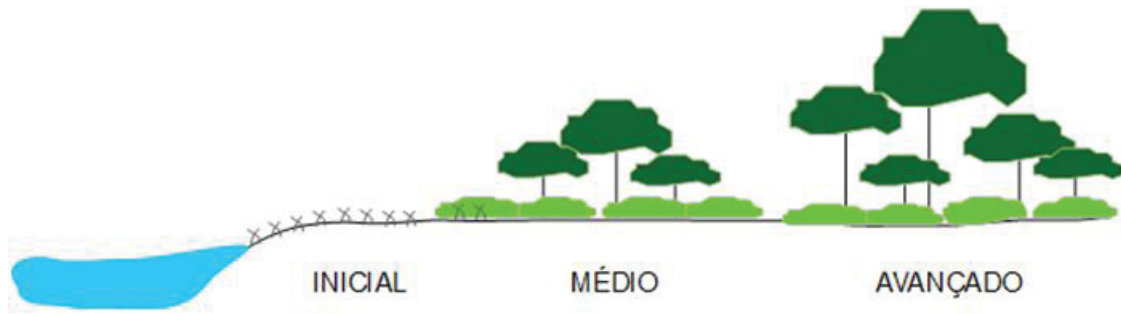
No PAR de Rodrigues e Castro (2008a), ao invés da largura é avaliado o percentual de mata ciliar presente e também o seu estado de conservação. São dois critérios separados, mas que podem ser unificados, se necessário.

No critério tipo de uso e ocupação predominante no entorno, um dos parâmetros refere-se ao estado de conservação da mata ciliar, sendo a condição considerada boa quando a mata ciliar encontra-se em estágio médio/avançado de sucessão. Foram considerados no PAR de Campos e Nucci (2019) os estágios de sucessão da vegetação do Paraná determinados pela Resolução CONAMA Nº 002, de 18 de março de 1994 (BRASIL, 1994). Contudo a utilização desta classificação pode ser um preciosismo desnecessário, visto que para o PAR é a funcionalidade ecossistêmica da mata ciliar que importa, não sendo necessário o detalhamento em nível de composição taxonômica.

Ainda sobre os estágios de sucessão de vegetação, a FIGURA 16 foi inserida na Ficha de Campo (vide APÊNDICE 2 – FICHA DE CAMPO (VERSO) para exemplificar e simplificar o disposto na Resolução CONAMA Nº 002/1994. Embora a figura tenha facilitado a análise em campo, trata-se de um conceito técnico que pode ser simplificado, pensando na utilização do PAR por pessoas com diferentes níveis de conhecimento sobre o assunto.

Além da questão da mata ciliar, outro problema do critério tipo de uso e ocupação do entorno nos PARs é a descrição de características de paisagens rurais nos parâmetros. A mesma situação é observada nos PARs comparados, por isso são necessários outros referenciais que contemplem a paisagem urbana, sejam eles bibliográficos ou a própria paisagem observada durante a aplicação do PAR de Campos e Nucci (2019).

FIGURA 16 – ESTÁGIOS DE SUCESSÃO VEGETACIONAL



FONTE: A autora (2019).

Um critério representativo da paisagem urbana é a poluição pontual. Não foi considerado por Callisto et al. (2002) e nem por Rodrigues e Castro (2008a), mas 'Lixo' e 'esgoto' aparecem como parâmetros nos critérios 'impactos antrópicos nas margens' e 'impactos antrópicos no leito' do PAR de Lobo et al. (2011) e são critérios, propriamente ditos, do PAR de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012). Como uma das divergências apontadas foi a distorção na avaliação conjunta dos resíduos sólidos e esgoto doméstico, considerar a separação em dois critérios é inevitável. Também é essencial a consideração das margens na descrição dos parâmetros, assim como a inclusão de uma condição intermediária.

Um indicador da presença de esgoto doméstico é o odor na água. Este critério, no entanto, é subjetivo tanto no contexto da paisagem como do observador, pois pode ser perceptível a uma pessoa e não a outra, dependendo da sensibilidade. Os autores que consideram estes critérios, Callisto et al. (2002) e Lobo et al. (2011), apresentam uma condição intermediária de avaliação, mas com pouco detalhamento dos parâmetros.

Óleos, graxas e espuma na água é outro critério que pode indicar a poluição pontual, assim como pode ser indicativo de poluição difusa também. É necessário pormenorizá-lo com as condições encontradas em campo, inclusive incluindo a presença de óleos e espumas no sedimento.

Dos PARs analisados, o critério cor e turbidez da água está presente apenas no de Callisto et al (2002). A cor e turbidez são importantes indícios de alterações na água, mas estabelecer se as condições observadas *in locu* indicam desequilíbrio do ecossistema fluvial é difícil sem referências, tendo em vista que os rios não são todos cristalinos mesmo em condições naturais.

A falta de referencial prejudica ainda a avaliação das condições de escoamento do leito fluvial. De acordo com Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012, p. 248), este critério "apresenta descrição subjetiva, cuja medição pode ser dificultada ou sujeita a erros utilizando-se apenas a visibilidade do avaliador". Por isso, deve ser avaliada a pertinência da manter este critério.

Dois elementos observados em campo que foram colocados como possíveis indicadores das condições do ecossistema aquático: plantas aquáticas e aves no rio. As plantas aquáticas estão presentes enquanto critério nos PARs comparados, com exceção do protocolo de Rodrigues e Castro (2008a). Diferente do observado *in locu*, cuja presença foi percebida em locais com maior evidência de poluição por esgoto doméstico, a presença de plantas aquáticas nos PARs de Callisto et al. (2002) e de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) está associada à boa condição do rio. No PAR de Lobo et al. (2011) a presença parcial de plantas aquáticas indica uma condição boa, mas a total é avaliada como uma condição intermediária, denotando associação com a proliferação de macrófitas aquáticas pela presença de excesso de matéria orgânica proveniente de esgotos domésticos.

Como visto, sem diferenciação em nível de espécie, as macrófitas podem indicar tanto condições de um ecossistema em equilíbrio quanto contaminado por esgotos domésticos, por isso a inclusão deste critério deve ser reconsiderada.

Nos PARs verificados não há nenhuma menção à presença de aves como parâmetro ou critério, todavia, Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) consideram animais (peixes, anfíbios e insetos aquáticos) como um critério de seu PAR. Considerando que os animais, principalmente aquáticos, são importantes indicadores das condições ecológicas do rio, torna-se oportuno incluí-los como critério de avaliação.

Além da avaliação dos critérios e parâmetros, a comparação com outros PARs incitou a avaliação da pontuação e classificação atribuída aos parâmetros e da condição geral do rio. A começar pela pontuação e classificação dos parâmetros, Rodrigues e Castro (2008a), por exemplo, trabalham com quatro parâmetros por critério, que são pontuados em uma escala gradativa de 0 a 10, sendo zero a pior condição e dez a melhor condição, além de considerarem a avaliação da margem esquerda e direita separadamente, conforme observado na FIGURA 17.

FIGURA 17 – ESCALA GRADATIVA DE PONTUAÇÃO EM PARs

Critério: Estabilidade das margens.											
Excelente		Boa			Regular			Ruim			
Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas nas margens; pouco potencial para problemas futuros. Menos de 5% da extensão das margens estão afetadas.		Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas e de 5 a 30% da extensão das margens estão erodidas.			Margens moderadamente instáveis. De 30 a 60% da extensão das margens estão erodidas e o potencial de erosão é alto no período de cheias.			Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas. De 60 a 100% da extensão das margens estão erodidas.			
MD*	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ME**	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

\* margem direita; \*\* margem esquerda.

FONTE: adaptado de Rodrigues e Castro (2008a).

Uma escala gradativa de pontuação tem a vantagem de favorecer a diferenciação das condições entre os pontos de observação de um rio, mas deve ser averiguada a possibilidade de aumentar a subjetividade.

Callisto et al. (2002) e Lobo et al. (2011) utilizam três parâmetros para alguns critérios e quatro para outros. São atribuídas as mesmas notas para os parâmetros nos dois PARs, mas o número de critérios é diferente, por isso o somatório da pontuação varia, porém, as categorias de classificação geral do rio (ou de nível de perturbação, como denominada pelos autores) são as mesmas: impactado, alterado e natural. Esta denominação não foi utilizada por Campos e Nucci (2019), que classificam o rio em condição boa, regular ou ruim, tal como os parâmetros.

#### 4.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO PARA RIOS URBANOS

Após o processo sistemático de análise dos dados e informações, obtidos em campo e na literatura, o aprimoramento do PAR foi concretizado na síntese do protocolo aqui apresentado. As observações feitas durante a etapa de triangulação foram resumidas para facilitar a efetivação das alterações do PAR e estão apresentadas no QUADRO 6. Por intentar atender às especificidades da paisagem urbana, o protocolo adaptado passa a ser intitulado de Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARu).

QUADRO 6– OBSERVAÇÕES FINAIS PARA A ADAPTAÇÃO DO PAR

	CRITÉRIO	OBSERVAÇÕES
Campos e Nucci (2019)	Estabilidade das margens	Usar como referência a descrição existente com a de Lobo et al. (2011) e de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) para reformulação dos parâmetros e analisar separadamente a margem direita e esquerda.
	Largura da mata ciliar	A largura da mata ciliar seria mais bem avaliada por uma visão horizontal (aérea) da paisagem, fazendo o uso de ferramentas de geoprocessamento. Avaliar a possibilidade de mudar o critério para "presença e estado de conservação da mata ciliar" e incluir o estágio de sucessão da vegetação nos parâmetros. Incluir pelo menos uma condição intermediária de avaliação e analisar separadamente a margem direita e esquerda.
	Tipo de uso e ocupação predominante no entorno	Existe a necessidade de adaptação dos parâmetros para as paisagens urbanas. Também devem ser analisadas as margens (separadamente a margem direita e esquerda) e não o entorno. Para avaliar o entorno, a visão horizontal da paisagem é mais adequada, pois amplia o campo de visão.
	Poluição pontual	Separar este critério em dois: um para resíduos sólidos e outro para esgoto doméstico e industrial. E incluir pelo menos uma condição intermediária. Também avaliar a possibilidade de incluir na análise de esgoto doméstico, a presença de odor, cor, óleo e espuma na água. Utilizar o PAR de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) na melhoria da descrição dos parâmetros.
	Alterações antrópicas na estrutura do rio	Usar como referência a descrição existente com a de Lobo et al. (2011), de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) e de Rodrigues e Castro (2008a) para reformulação dos parâmetros.
	Deposição de sedimentos	Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) mesclaram este critério com o soterramento. Analisar a pertinência de manter este critério. Se mantido, utilizar a descrição de Rodrigues e Castro (2008a) na melhoria da descrição dos parâmetros.
	Condições de escoamento do leito fluvial	De acordo com Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012, p. 248), este critério "apresenta descrição subjetiva, cuja medição pode ser dificultada ou sujeita a erros utilizando-se apenas a visibilidade do avaliador". Analisar a pertinência de manter este critério.
	Odor na água	O odor é um critério subjetivo, tanto no contexto da paisagem como do observador. Apesar disso, é um bom indicador de presença de esgoto doméstico. Então avaliar a possibilidade de analisar conjuntamente odor e esgoto doméstico.
	Óleos, graxas e espumas na água	Melhorar a descrição dos parâmetros, incluindo as condições observadas em campo, inclusive a presença de óleos e espumas no sedimento. Também incluir pelo menos um parâmetro intermediário de avaliação. E avaliar a possibilidade de analisar conjuntamente com cor e turbidez da água, buscando caracterizar a poluição difusa.
	Cor ou turbidez da água	Avaliar a possibilidade de analisar conjuntamente com cor e óleos, buscando caracterizar a poluição difusa.
	Substratos e/ou habitat disponíveis	Usar como referência a descrição existente com a de Lobo et al. (2011), de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) e de Rodrigues e Castro (2008a) para reformulação dos parâmetros.
Soterramento	Utilizar como referência a descrição existente com a de Lobo et al. (2011) e de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012).	
Outros	Aves no rio	Os animais são importantes bioindicadores das condições ecológicas do rio, por isso considerar a criação de um critério baseado em Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012).
	Plantas aquáticas	Diferente do observado <i>in locu</i> , cuja presença foi percebida em locais com maior evidência de poluição por esgoto doméstico, a presença de plantas aquáticas nos PARs de Callisto et al. (2002) e de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) está associada à boa condição do rio. No PAR de Lobo et al. (2011) a presença parcial de plantas aquáticas indica uma condição boa, mas a total é avaliada como uma condição intermediária, denotando associação com a proliferação de macrófitas pela presença de excesso de matéria orgânica proveniente de esgotos domésticos. Portanto, não incluir este critério.

FONTE: A autora (2020).

A maioria dos critérios do PAR de Campos e Nucci (2019) foi mantida, mas os parâmetros passaram por alterações. Foram utilizados como referência principalmente os PARs de Lobo et al. (2011) e Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), uma vez que já são adaptações dos protocolos de Callisto et al. (2002) e Rodrigues e Castro (2008a).

Ao descrever os parâmetros, primeiro foram determinadas as condições extremas, ou seja, qual a melhor e a pior condição possível para o rio relativa ao respectivo critério, para depois serem examinadas as possíveis condições intermediárias. Sobre a melhor condição de referência, ou a condição 'ideal' do rio, de acordo com Minnati-Ferreira e Beaumord (2004, p. 4), ela deve ser "baseada na premissa de que os rios e riachos pouco afetados pela ação humana irão exibir melhores condições biológicas, considerando para isto o critério de que a região apresente características pouco alteradas". Mesmo se tratando de rios urbanos, com suas estruturas e funções ecossistêmicas profundamente alteradas, a condição ideal adotada foi pautada na potencialidade dos ecossistemas fluviais, tendo em vista sua capacidade de resiliência.

Sobre as condições intermediárias, há uma importante alteração na estrutura do protocolo. Além de serem incluídas as condições medianas nos critérios que não tinham, foi incluído um parâmetro a mais em todos os critérios. O acréscimo deste parâmetro amplia as possibilidades de avaliação *in locu*, diminuindo a subjetividade, e melhorando a diferenciação da avaliação entre os pontos de observação, além de influenciar na pontuação.

Outra alteração que influenciou na descrição dos parâmetros e também na pontuação é a avaliação diferenciada das margens do rio, para os critérios que convém. A nota da avaliação de cada um destes critérios deverá ser composta pela média da avaliação da margem direita e da margem esquerda.

Foi feita a opção de não utilizar porcentagem na descrição dos parâmetros, por considerar que dificulta a avaliação de quem não é familiarizado com essa forma de representação. Na medida do possível foi substituída por uma caracterização qualitativa da paisagem, sendo que nos critérios estabilidade das margens e largura da mata ciliar (renomeado como 'presença e estado de conservação da mata ciliar'), por falta de outra forma de representação mais adequada, foi utilizada fração na descrição dos parâmetros intermediários.

Ainda pensando na acessibilidade do protocolo, foi priorizada a utilização de termos mais comuns e menos técnicos, todavia sem perder o conceito principal. Para se referir às feições deposicionais, no critério deposição de sedimentos, por exemplo, foi utilizado o termo 'bancos de areia', abrangendo tanto as ilhas quanto as barras formadas nas margens.

Em um panorama geral, após a adequação do PAR foram mantidos sete critérios, dos quais alguns tiveram não só os parâmetros como também os nomes alterados, um foi excluído e quatro foram modificados, sendo que um foi desmembrado em dois e três foram agrupados a um.

O desmembramento se deu no critério poluição pontual, pois, conforme demonstrado na análise de divergências, a avaliação conjunta do lançamento de efluentes líquidos e esgoto doméstico, pode incorrer em distorções sobre a condição da paisagem analisada. Os efluentes líquidos passaram a ser avaliados no critério denominado 'esgoto doméstico e efluente industrial', que foi reformulado com a inclusão da avaliação conjunta da alteração da cor, presença de óleo e espuma e odor na água.

Como a turbidez e presença de óleo na água podem ter origem difusa, foi considerada a possibilidade de utilizá-las como critério indicador deste tipo de poluição, mas tal opção foi descartada, principalmente porque o aporte de óleo e sólidos em suspensão pelo escoamento superficial da água depende da precipitação e isto condicionaria a aplicação do PAR às condições hidrometeorológicas.

Sobre a turbidez e a cor também foi levantada outra questão, mencionada nas divergências, que vale ser retomada: a falta de referencial. Mesmo considerando que os rios urbanos não tenham a cor alterada pelo aporte de nutrientes orgânicos de origem natural como o rio Negro, sem o conhecimento prévio sobre o rio ou outra forma de referência, torna-se difícil identificar a presença e intensidade de alteração. A elaboração de uma tabela de cores para a comparação de amostras de água pode ser uma alternativa para diminuir a subjetividade, mas é uma possibilidade que precisa ser explorada de forma mais aprofundada.

Odor na água, cor e turbidez na água e óleos, graxas e espuma na água são, portanto, os critérios que foram agrupados à poluição pontual desmembrada, passando a compor o critério 'esgoto doméstico e efluente industrial' no PARu.

Sobre o outro critério desmembrado da poluição pontual, os resíduos sólidos, foi sondada a possibilidade de detalhar quais causam mais e menos



impactos nos ecossistemas aquáticos, visto que alguns resíduos são inertes, assim classificados de acordo com a norma NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004), por não apresentarem biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. É o caso de alguns resíduos sólidos oriundos da construção civil, que podem servir inclusive como substrato e habitat para biota aquática. Esta questão, no entanto, também precisa ser explorada com cautela, para que não torne a avaliação da condição do rio muito complexa, contrariando o objetivo dos PARs.

Justamente em se tratando de facilitar a avaliação da paisagem, foi excluído o critério condições de escoamento do canal fluvial. Corrobora com a opinião de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), acerca da subjetividade deste critério, a experiência de aplicação do PAR. Na tentativa de diminuir esta subjetividade, foi testada a análise conjunta com a deposição de sedimentos, mas nos casos em que as condições de escoamento do canal são afetadas por fatores outros que não a deposição de sedimentos, como estiagem ou barramento da água a montante, a avaliação pode ser afetada, pois os parâmetros não contemplam estas opções.

Seguindo a análise do critério deposição de sedimentos em separado, nos PARs de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) e de Lobo et al. (2011), este critério é análogo ao que Campos e Nucci (2019) consideraram como outro critério, o soterramento. Embora estes critérios tenham em comum a deposição de sedimentos no fundo, o foco do soterramento é o encobrimento dos substratos e habitats disponíveis por sedimentos finos. Além disso, a deposição dos sedimentos engloba a avaliação da formação de ilhas e barras nas margens, cujos processos não são restritos ao fundo do rio. Inclusive, a possibilidade de visualizar as ilhas e barras acima da coluna d'água faz com que o alcance de observação seja maior, diferente do que acontece com o soterramento que é visível a uma curta distância do ponto de observação. Diante disso, os critérios deposição de sedimentos e soterramento foram mantidos separados.

O escoamento do canal fluvial, embora tenha sido excluído como critério, está presente na descrição dos parâmetros da deposição de sedimento do PARu. A pior condição considerada foi de um rio com alto nível de assoreamento e escoamento da água prejudicado e a melhor condição, mesmo que a deposição de

sedimentos seja um processo natural, foi de ausência de bancos de areia, por levar em consideração os procedimentos de dragagens em rios urbanos.

No critério soterramento, em substituição ao termo 'sedimentos finos', foi adotado 'lama e areia', conforme utilizado por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) e, para a descrição dos parâmetros intermediários, foi utilizado o PAR de Lobo et al (2011) como comparação. Estes autores empregaram, respectivamente, as denominações 'sedimentos no fundo do rio' e 'deposição de lama', entretanto foi mantida a intitulação de soterramento para diferenciar do critério deposição de sedimentos.

O nome indica a pior condição do critério: soterramento. Que, por sua vez, representa a ausência de substratos e/ou habitats disponíveis para a biota aquática. Um rio saudável possui alta diversidade de animais, aquáticos ou não, por isso a importância de considerá-los como um critério do PARu. Além dos animais citados por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), foram incluídos outros animais que tem a água como seu habitat, como as capivaras, e também as aves, conforme observação em campo.

Por fim, tendo sido incluído um parâmetro a mais em cada critério, as condições precisaram ser reclassificadas. A condição 'boa' passou a ser denominada de 'ótima' e as demais foram mantidas; da melhor para a pior condição, a sequência ficou a seguinte: ótima, boa, regular e ruim.

Com a reclassificação dos parâmetros, a revisão da pontuação foi indispensável. De qualquer forma, esta demanda já havia sido levantada durante a triangulação das informações. Foi adotada a escala gradativa da pontuação, conforme utilizada por Rodrigues e Castro (2008a), por ampliar a possibilidade de escolha diante da paisagem observada e comparada em campo. Durante a aplicação dos PARs, a paisagem avaliada no ponto anterior se torna parâmetro de comparação para a próxima e assim por diante. Além do mais, a escolha varia dentro de um mesmo parâmetro, o que diminui a diferença em relação à pontuação que seria atribuída ao parâmetro com valor único fixado.

O PARu passa a ser composto por dez critérios, apresentados junto com seus respectivos parâmetros e a pontuação na TABELA 12. A pontuação máxima possível é de 100 pontos e a mínima de zero ponto, sendo a condição geral do rio classificada conforme TABELA 11.

TABELA 11 – CONDIÇÃO GERAL DO RIO CONFORME PONTUAÇÃO TOTAL DO PARu

<b>PONTUAÇÃO</b>	<b>CONDIÇÃO GERAL DO RIO</b>
81 – 100	Ótima (recuperado)
51 – 80	Boa (alterado)
21 – 50	Regular (impactado)
0 – 20	Ruim (muito impactado)

FONTE: A autora (2020).

A condição ótima indica um rio recuperado, enquanto a boa aponta um rio alterado, mas com alguns serviços ecossistêmicos preservados. Na condição regular o rio apresenta impactos relevantes, com perda significativa dos serviços ecossistêmicos, os quais são inexpressivos na condição ruim, em virtude do elevado impacto sobre os sistemas fluviais.

TABELA 12– PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS URBANOS (PARu)

CRITÉRIO	CONDIÇÃO DO RIO (PARÂMETROS)			
	Ótima	Boa	Regular	Ruim
Estabilidade das margens	Margem estável, sem evidência de erosão.	Margem moderadamente estável, com pequena evidência de erosão somente nas curvas ou com erosão em menos de 1/4 do trecho observado.	Margem moderadamente estável, com deslizamentos nas curvas ou erosão em menos da metade do trecho observado.	Margem instável, com evidência de erosão em mais da metade de sua extensão. Margens canalizadas ou reificadas sem vegetação restabelecida.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Presença e estado de conservação da mata ciliar	A vegetação ocupa quase toda a margem e é composta predominantemente por espécies arbustivas e arbóreas, sem sinais de degradação causados por atividades humanas.	A vegetação ocupa mais de 3/4 da margem e as espécies arbóreas e arbustivas são predominantes em relação às herbáceas.	A vegetação ocupa mais da metade da margem e a vegetação herbácea é abundante.	A vegetação é praticamente inexistente. O solo está exposto à intempéries naturais ou está impermeabilizado ou ocupado por edificações.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Ocupação das margens do rio	A mata ciliar compreende toda (ou quase toda) a margem do rio e é composta principalmente por espécies arbóreas e arbustivas.	Mais da metade da margem é composta por mata ciliar, independentemente do tipo de vegetação.	Mais da metade da margem tem solo exposto ou é ocupada por estruturas urbanas, como residências, comércio, indústrias, sistema viário, etc.	A margem é ocupada prioritariamente por estruturas urbanas, como residências, comércio, indústrias, sistema viário, etc.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Resíduos sólidos (lixo)	Não se observam resíduos sólidos no fundo nem nas margens do rio.	Existem resíduos sólidos em pouca quantidade nas margens, que aparentemente ainda não alcançaram o canal fluvial. São em geral recentes e estão próximos às pontes e ruas.	Existem resíduos sólidos em pequena quantidade no fundo do rio ou nas margens. Podem estar concentrados em pequenas porções ou dispersos.	Existe uma grande quantidade de resíduos sólidos no fundo e/ou nas margens do rio.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Esgoto doméstico e efluente industrial	Não se observam canalizações, nem odor ou presença de espuma, mancha escura ou óleo na água ou sedimento.	Existem uma das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte na água.	Existem duas das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento.	Existem três ou mais das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Alterações antrópicas no canal fluvial	Ausência de alterações antrópicas no canal fluvial, como dragagens, pontes, diques e estabilização artificial das margens.	Pouca modificação presente, em geral em área de apoio de pequenas pontes ou evidência de canalizações antigas, mas com ausência de canalizações recentes.	Presença de pontes com grande estrutura de sustentação, estruturas que dificultem o fluxo de água no rio (diques, tubos, etc.) ou de escoramento nas margens e evidências de dragagem.	O rio encontra-se retificado e canalizado, com as margens totalmente (ou quase totalmente) cimentadas.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Deposição de sedimentos	Ausência de bancos de areia (feições deposicionais que podem aparecer na forma de ilhas ou de barras que se desenvolvem ao longo das margens). As águas correm normalmente.	Há pequenos bancos de areia recentes ou pequenos alargamentos existentes que não afetam as condições de escoamento da água.	Os bancos de areia são extensos e podem interferir no escoamento da água no rio. A deposição de novos sedimentos mostra que os bancos estão se desenvolvendo.	Há muito sedimento depositado no rio, indicando alto nível de assoreamento. Os bancos de areia se estendem ao longo das margens e do rio e atrapalham o escoamento da água.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Substratos e/ou habitat disponíveis	Existem vários tipos e tamanhos de substratos e habitats estáveis para a biota aquática, tais como galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas.	Existem muitos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, mas estão totalmente disponíveis.	Existem poucos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, e não estão totalmente disponíveis.	Ausência de substratos e habitats estáveis disponíveis. Não existem galhos ou troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, ou estão soterrados.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Soterramento	Não se observa acúmulo de lama ou areia no fundo do rio.	Pouca quantidade de lama e areia cobrem o fundo do rio, sendo possível ver bastante substratos e habitats disponíveis.	Boa parte do fundo do rio está coberto por lama ou areia, mas ainda é possível ver substratos e habitats disponíveis.	O fundo do rio apresenta muita lama ou areia, cobrindo os substratos e habitats disponíveis.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1
Animais	Observam-se com facilidade peixes, insetos aquáticos, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas).	Observam-se poucos peixes, insetos aquáticos, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou mamíferos silvestres (como a capivara) no rio ou nas margens.	Observam-se apenas aves no rio ou nas margens.	Não é visível nenhum animal aquático ou silvestre no rio ou margens.
	MD 10	8	5	2
ME 10	9	7	4	1

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: MD - margem direita; ME - margem esquerda.

## 5 CONCLUSÃO

O PAR de Campos e Nucci (2019) foi avaliado e aprimorado a partir da sua aplicação no Rio Palmital em áreas urbanizadas e de transição urbano/rural, resultando em um protocolo adaptado para paisagens urbanas, que recebeu a denominação de Protocolo de Avaliação Rápida para Rios Urbanos (PARu).

Da análise sistemática dos dados de campo e informação da literatura fez-se a síntese em um novo protocolo, reformulado em conteúdo e estrutura. Em um panorama geral, dos doze critérios do PAR de Campos e Nucci (2019) foram mantidos sete, um foi excluído e quatro foram modificados, sendo que destes um foi desmembrado em dois e três foram agrupados a um. Além disso, foi criada mais uma categoria de condições intermediárias, modificando as condições do rio para ótima, boa, regular e ruim, sendo que a condição que era boa passou a ser classificada como ótima no PARu.

Com a reclassificação dos parâmetros foi também revisada a pontuação. A começar pela variação da condição geral do rio que passou a ser de zero a 100 pontos, mudando os intervalos de classificação de cada condição do rio em relação ao protocolo precedente. A mudança mais significativa, no entanto, foi a adoção de uma escala gradativa da pontuação nos critérios, que permite a escolha de diferentes notas para um mesmo parâmetro, ampliando as possibilidades de avaliação da paisagem observada em campo.

Alguns dos critérios mantidos no protocolo após reformulação foram renomeados e praticamente todos os parâmetros foram reescritos. A descrição dos parâmetros intentou atender às especificidades da paisagem urbana, sempre com o maior detalhamento possível, para diminuir a subjetividade.

Durante a pesquisa foram elencadas algumas limitações do PARu, relativas à análise verticalizada da paisagem, dada pela observação *in locu*. São elas: i) a dificuldade de acesso ao rio em áreas urbanas limita os pontos de observação, levando a uma descontinuidade da abrangência observada; ii) inviabilidade da análise de rios (ou trechos de rios) canalizados; iii) a espacialização dos dados é linear e, apesar da bacia de drenagem refletir diretamente nos ecossistemas fluviais, não pode ser extrapolada para a bacia hidrográfica, pelo menos sem estudos com este fim.

Apesar das limitações apresentadas por ser um método de análise visual do rio, é justamente esta uma das vantagens do PARu, e de outros PARs. Não são necessários equipamentos sofisticados e onerosos e nem conhecimento técnico específico para utilizar este método, podendo ser utilizado como ferramenta de monitoramento dos ecossistemas aquáticos, assim como para a educação formal e informal da população.

A educação ambiental assume uma dimensão tão importante quanto o monitoramento diante da participação popular nas tomadas de decisão que envolvem o planejamento da paisagem no Brasil. Os Planos de Bacia e Planos Diretores são instrumentos norteadores do planejamento da paisagem urbana que podem, portanto, ser beneficiados com o PARu.

No aspecto acadêmico, este protocolo pode contribuir com pesquisas sobre a Qualidade Ambiental Urbana, visto que os rios são elementos transversais aos processos atuantes na paisagem urbana.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ter por objetivo o estudo da paisagem por meio de uma abordagem sistêmica é excitante e incitante. É preciso ter sempre em vista a essência da interpretação holística, integrada, interdisciplinar e interescalar da paisagem. Quanto mais aprofundado o estudo em determinada área do conhecimento ou menor a escala de análise necessária para a compreensão dos critérios e parâmetros, mais difícil é manter o elo com o todo.

A subjetividade dos PARs é outro desafio recorrente. Esta é uma característica inerente aos métodos qualitativos e pode ser positiva ou negativa, dependendo de como for analisada e trabalhada. Considerando a interpretação do observador sobre a paisagem fluvial, por exemplo, à medida que a descrição desta é refinada, a subjetividade diminui.

Os rios são fundamentais para o planejamento da paisagem, considerando suas funções naturais por si só. E estes elementos, que conectam os ecossistemas e paisagens, podem também ser o agente articulador de políticas públicas.

Um aspecto previsto nas legislações ambientais e políticas públicas que está em voga são os Pagamentos por Serviços Ambientais. Considerando que os PARs classificam e atribuem um valor à paisagem, e que estes estão relacionados aos seus serviços ecossistêmicos, cabe uma investigação de sua aplicabilidade para este fim.

O caráter participativo dos PARs remete aos Diagnósticos Rápido Participativos (DRPs), mas no referencial teórico utilizado nesta pesquisa não foi possível identificar uma convergência entre os dois métodos. Uma sugestão para trabalho futuro é ampliar as fontes de busca e traçar um elo entre eles, se realmente houver.

Nas discussões foi abordada a dificuldade de determinar a cor do rio sem um referencial, então outra proposta de estudo é a elaboração de uma tabela de cores para a comparação de amostras de água.

Também pode ser investigada a mudança da estrutura para uma espécie de “chave dicotômica”. Para o critério soterramento, por exemplo, primeiro avalia se o rio está soterrado. Se sim, a condição é ruim. Se não, avalia se os substratos disponíveis são abundantes em quantidade e diversidade. Se sim, a condição é ótima. Se não, a condição é boa ou regular. E assim por diante.

Outra possibilidade de investigação é a aplicação dos PARs com o auxílio de veículos aéreos não tripulados (drones). Este é um recurso que pode levar a uma reinterpretação de algumas das limitações do PARu.

E, especificamente para o PARu, foram levantadas outras recomendações para trabalhos futuros. A começar por sua aplicação, que pode variar geograficamente, assim como pode variar o público-alvo. É possível fazer também uma consulta à especialistas para avaliação ou atribuição de pesos aos critérios e parâmetros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, J. D. Landscapes and rivers capes: The influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v. 35, p. 257-284, 2004.

ANDREOLI, C. et al. Os Mananciais de Abastecimento do Sistema Integrado da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). **Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, v.12, n. 12, 1999. Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/V12/Mananciais/mananciais.html>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

AQUI TEM MATA? Disponível em: <<https://aquitemmata.org.br>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARBOUR, M. T. The re-invention of biological assessment in the U.S. **Human and Ecological Risk Assessment**, v. 3, n. 6, p. 933-940, 1997. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807039709383737>>. Acesso em: 11 mar. 2019. <https://doi.org/10.1080/10807039709383737>.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers**: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2 ed. Washington, D.C: Environmental Protection Agency, Office of Water, 1999. Relatório Técnico.

BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 nov. 2008. Seção 1, p. 1.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 002, de 18 de março de 1994**. Define formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 59, 28 mar. 1994. p. 4513-4514.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

BERGMANN, M.; PEDROZO, C. S. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-53, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n3/a11v14n3.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BRASIL. Código Florestal. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

BULTON, A. J.; FINDLAY, S.; MARMONIER, P.; STANLEY, E. H.; VALETT, H. M. The Functional Significance of the Hyporheic Zone in Streams and Rivers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 59-81, 1998. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.59>>. Acesso em: 6 jul. 2019. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.59>.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ. **Landscape planning**: the basis of sustainable landscape development. Leipzig: Bundesamt für Naturschutz, 2008. Relatório Técnico. Disponível em: <[https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landschaftsplanung/landscape\\_planning\\_basis.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landschaftsplanung/landscape_planning_basis.pdf)>. Acesso em: 27 mai. 2019.

BURNS, R. Landscape Change. In: FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. p. 427-459.

CALLISTO, M.; MORENO, P. **Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental**. In: SIMPÓSIO SUL DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, 2., 2006, Erechim. Disponível em: <[http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/Callisto&Moreno-2006.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Callisto&Moreno-2006.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2019.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002. Disponível em: <[http://ablimno.org.br/acta/pdf/acta\\_limnologica\\_contents\\_1401E\\_files/Artigo\\_10\\_14\(1\).pdf](http://ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents_1401E_files/Artigo_10_14(1).pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2019.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001. Disponível em: <[http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/callisto.et.al.2001.RBRH.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/callisto.et.al.2001.RBRH.pdf)>. Acesso em: 3 jul. 2019.

CAMPOS; J. C.; NUCCI, J. C. Proposta de um protocolo de avaliação rápida para rios urbanos. **Revista Geografar**, v. 14, n. 2, p. 267-286, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/59176/39924>>. Acesso em: 08 jan. 2020.

CAPRA, F.; LUISI, P. L. **A visão sistêmica da vida**: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. São Paulo: Cultrix, 2014, 615 p.

CENGIZ, B. **Urban River Landscapes**, Advances in Landscape Architecture, Murat Özyavuz, IntechOpen, 2013. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/urban-river-landscapes>. Acesso em: 06 ago. 2019. <https://doi.org/10.5772/56156>.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services, **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800902000897>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

DILLENBURG, A. K. A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio – estudo de caso – Mercedes, PR. **Revista Urutágua**, n. 12, 2007. Disponível em: <<http://www.urutagua.uem.br/012/12dillenburger.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

FARIA, G. G. O município e a gestão das águas: interfaces e desafios. 2008. 395 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96706>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

FERNÁNDEZ, D.; BARQUÍN, J.; RAVEN, P. J. A review of river habitat characterisation methods: indices vs. characterisation protocols. **Limnetica**, v. 30, n. 2, p. 217-234, 2011. Disponível em: <[http://limnetica.net/Limnetica/Limne30/L30b217\\_River\\_habitat\\_characterisation\\_methods.pdf](http://limnetica.net/Limnetica/Limne30/L30b217_River_habitat_characterisation_methods.pdf)>. Acesso em: 22 mai. 2019.

FINDLAY, S. J.; TAYLOR, M. P. Why rehabilitate urban river systems?. **Area**, v. 38, n. 3, p. 312-325, 2006. Disponível em: <<https://rgs-ibq.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1475-4762.2006.00696.x>>. Acesso em: 05 ago. 2019. doi:10.1111/j.1475-4762.2006.00696.x

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619 p.

FRANÇA, J.; SALES, S.; CRUZ, V.; RESENDE, F.; SANTOS, R. C.; SOUZA, R.; FREITAS, A.; RIBEIRO, A.; CALLISTO, M. **Avaliação ecológica rápida da qualidade das águas (parâmetros físicos e químicos) dos riachos**. In: Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, 3., 2010, Aracaju. Disponível em: <[http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/2010/Francaetal2010-ERHS.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2010/Francaetal2010-ERHS.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2019.

FRANCIS, R. A. Positioning urban rivers within urban ecology. **Urban Ecosyst**, v. 15, p. 285 – 291, 2012. Disponível em:

<<https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-012-0227-6#article-info>>. Acesso em: 18 fev. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0227-6>

FRISSEL, C. A.; LISS, W. J.; WARREN, C. E.; HURLEY M.D. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. **Environmental Management**, v. 10, n. 2, p. 199-214, 1986. Disponível em: <[http://faculty.washington.edu/cet6/pub/Temp/CFR521e/Frissell\\_etal\\_1986.pdf](http://faculty.washington.edu/cet6/pub/Temp/CFR521e/Frissell_etal_1986.pdf)>. Acesso em: 25 jun. 2019.

GARCIAS, M. C; AFONSO, J. A. C. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7111/4883>>. Acesso em: 06 ago. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.17565/gesta.v1i1.7111>.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of The North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1468176>>. Acesso em: 13 mar. 2019. <https://doi.org/10.2307/1468176>.

HOUGH, Michael. *Cities and Natural Processes*. Londres: Routledge, 1995.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Relatório de qualidade da água dos rios da Bacia do Alto Iguaçu**, na Região Metropolitana de Curitiba, no período de 2005 a 2009. Curitiba: IAP, 2009. Relatório Técnico.

JAAKSON, R. Urbanization and natural environments: a position paper. **Urban Ecology**, v. 2, p. 245-257, 1977. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304400977900109?via%3Dihub>>. Acesso em: 22 jun. 2019. [https://doi.org/10.1016/0304-4009\(77\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0304-4009(77)90010-9).

JUNK W.J.; BAYLEY P.B.; SPARKS R.E. The flood pulse concept in river-floodplain system. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, 106, p. 110-127, 1989.

KARR, J. R. Defining and measuring river health. **Freshwater Biology**, v. 41, p. 221-234, 1999. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2427.1999.00427.x>>. Acesso em: 27 fev. 2019. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00427.x>.

KARR, J. R.; DUDLEY, D.R. Ecological perspective on water quality goals. **Environmental Management**, v. 5, p. 55-68, 1981. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01866609>>. Acesso em: 25 jun. 2019. <https://doi.org/10.1007/BF01866609>.

KARR, J. R., FAUSCH, K. D., ANGERMEIER, P. L., YANT, P. R., SCHLOSSER, I. J. Assessing Biological Integrity in Running Waters: A Method and its Rationale. **Illinois Natural History Survey**, Champaign, v. 5, 1986. Disponível em: <<https://semspub.epa.gov/work/01/554353.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

KIEMSTEDT, H.; GUSTEDT, E. **Landschaftsplanung als Instrument umfassender Umweltvorsorge**, Alemanha (Conferência Internacional), 1990.

KRUPEK, R. A. Análise Comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência**, v. 6, n. 1, p. 147-158, 2010. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/981/989>>. Acesso em: 27 fev. 2019.

LOBO, E. A.; VOOS, J. G.; ABREU JÚNIOR, E. F. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. Caderno de Pesquisa, Série Biologia, Santa Cruz, v. 23, n. 1, p. 18-33, 2011.

MACHADO, A. T. G. M.; LISBOA, A. H.; ALVES, C. B. M.; LOPES, D. A.; GOULART, E. M. A.; LEITE, F. A.; POLIGNANO, M. V. **Revitalização de rios no mundo**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/arquivosgerais/revitalizacao-de-rios.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

MACHADO, C. S.; ALVES, R. I. S.; FREGONESI, B. M.; BEDA, C. F.; SUZUKI, M. N.; TREVILATO, R. B.; NADAL, M.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Integrating three tools for the environmental assessment of the Pardo River, Brazil. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 187, n. 9, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10661-015-4788-8>>. Acesso em: 10 jul. 2019. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4788-8>.

MADDOK, I. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. **Freshwater Biology**, v. 41, p. 373-391, 1999. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2427.1999.00437.x>>. Acesso em: 11 mar. 2019. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00437.x>.

METZGER, J. P. **O que é Ecologia de Paisagens?** Biota neotropica, v.1, n.1, p. 1-9, 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt>>. Acesso em 27 fev. 2019.

MEZZOMO, M. D. M. Considerações sobre o termo "paisagem" segundo o enfoque Geoecológico. In: NUCCI, J. C.(Org.). **Planejamento da paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano**. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade - Curitiba/PR. Curitiba: LABS/ DGEOG/UTFPR, 2010. p.1-13.

MILANI, C. R. S. O princípio da participação social na gestão de políticas públicas locais: uma análise de experiências latino-americanas e europeias. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 551-579, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-76122008000300006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122008000300006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 fev. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122008000300006>.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Avaliação rápida de integridade ambiental das subbacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 21-27, 2004.

\_\_\_\_\_. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 39-47. 2006.

MONTEIRO, C. A. de F. Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 14, n. 19, p. 67-101, 1996. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revistacfh/article/view/23500>>. Acesso em 27 fev. 2019. <https://doi.org/10.5007/%25x>.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000. 64 p.

MORIN, E. Introdução ao pensamento complexo. Porto Alegre: Sulina, 2011. 120 p.

NAVEH, Z. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. **Landscape and Urban Planning**, v. 50, n. 1-3, p. 7-26, 2000. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204600000773>>. Acesso em: 23 mai. 2019. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00077-3](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00077-3).

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape Ecology**: theory and application. New York / Berlin / Heidelberg / Tokyo: Springer Series on Environmental Management, 1984.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.77-99, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/7722>>. Acesso em: 18 mai. 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v2i1.7722>.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2ª ed. Curitiba: O autor, 2008. 150 p. Disponível em: <<http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

PARANÁ (Estado). Decreto nº 4435, de 29 de junho de 2016. Declara as Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Paraná. Curitiba, PR, DOEPR nº 9730 de 30 de junho de 2016. Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=158763&codItemAto=982298>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA/PR). Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR). **Resolução CERH/PR nº 49, de 20 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a instituição de Regiões Hidrográficas, Bacias Hidrográficas e Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.recursoshidricos.pr.gov.br/arquivos/File/r492006.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

PARANÁ (Estado). Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA). **Portaria nº 20, de 12 de maio de 1992**. Dispõe sobre o enquadramento dos cursos d'água da Bacia do rio Iguaçu. Disponível em:

<<http://www.recursoshidricos.pr.gov.br/arquivos/File/enquadramento-b-iguacu.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

PARSONS, M.; THOMS, M.; NORRIS, R. **Australian River Assessment System: Review of Physical River Assessment Methods - A Biological Perspective**. Canberra: Environment Australia, 2000. Relatório Técnico. Retrieved from <https://ausrivas.ewater.org.au/review/download/protocol-2.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

PECCIOLI FILHO, R. C. **Planejamento da Paisagem na bacia hidrográfica do rio Palmital** - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/3091>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

PELLEGRINO, P. R. M. Pode-se Planejar a Paisagem?. **Paisagem E Ambiente**, n. 13, p. 159-179, 2000. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/paam/article/view/134128>>. Acesso em: 22 mai. 19. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i13p159-179>.

PIMENTA, M. S; PEÑA, A. P.; GOMES, P. S. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio São Tomás, município de Rio Verde - Goiás. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 3, p. 393-412, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n3/a13v21n3.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132009000300013>.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR M. T.; PORTER K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES R. M. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish**. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, 1989. Relatório Técnico.

PREFEITURA MUNICIPAL DE COLOMBO. **Colombo terá um dos maiores parques da RMC**. Disponível em: <<http://portal.colombo.pr.gov.br/colombo-tera-um-dos-maiores-parques-da-rmc/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

RIGO, D. Gestão das informações ambientais – parte 2. UFES, Vitória, 2005. Apostila. Curso de Especialização em Gestão Ambiental.

RODRIGUES, A. S. de L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Programa de Pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: [http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2140/1/DISSERTAÇÃO\\_AdequaçãoProtocoloAvaliação.pdf](http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2140/1/DISSERTAÇÃO_AdequaçãoProtocoloAvaliação.pdf). Acesso em: 18 mai. 2019.

RODRIGUES, A. S. de L. Uma visão holística sobre os ecossistemas fluviais. **Revista da Biologia**, v. 2, p. 8-11, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/>

[revbiologia/article/view/108562](#)>. Acesso em: 28 jun. 2019. <https://doi.org/10.7594/revbio.02.02>.

RODRIGUES, A. S. de L.; CASTRO, P. T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadows. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 4, p. 291-303, 2008a. Disponível em: <[http://ablimno.org.br/acta/pdf/03\\_200409.pdf](http://ablimno.org.br/acta/pdf/03_200409.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2019.

RODRIGUES, A. S. de L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008b. Disponível em: <[https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8285/1/ARTIGO\\_ProtocolosAvalia%C3%A7%C3%A3oR%C3%A1pida.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8285/1/ARTIGO_ProtocolosAvalia%C3%A7%C3%A3oR%C3%A1pida.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2019.

RODRIGUES, A. S. de L., MALAFAIA, G., CASTRO, P. T. A. Avaliação ambiental em trechos de rios na região de Ouro Preto (MG) através de um Protocolo de Avaliação Rápida. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/904/683>>. Acesso em: 17 mar. 2019.

RODRIGUES, A. S. de L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; NALINI JUNIOR, H. A. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 2, p. 231-244, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2012000200018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2012000200018&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 27 fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.872>.

RUTHERFURDL, J.; JERIE, K.; MARSH, N. A rehabilitation manual for Australian streams, v. 2. Co-operative Research Centre for Catchment Hydrology, Brisbane, 2000.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMA-PR). **Bacias hidrográficas do Paraná: série histórica**. Curitiba: SEMA-PR, 2010. Relatório Técnico.

SILVA, A. G. A experiência da ActionAid Brasil: Construção participativa de um sistema de planejamento, monitoramento e avaliação participativa. In: BRASIL. **Monitoramento e avaliação de projetos: métodos e experiências** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Coordenação da Amazônia, Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Projeto de Apoio ao Monitoramento e Análise. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/168/publicacao/168\\_publicacao30012009115158.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/168/publicacao/168_publicacao30012009115158.pdf)>. Acesso em 13 jan. 2020.

SILVA, J. C. A. **Bacias hidrográficas urbanizadas: renaturalização, revitalização e recuperação**. Um estudo da bacia do Jaguaré. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde->



[01092017-150153/pt-br.php](http://01092017-150153/pt-br.php)>. Acesso em: 02 ago. 2019. doi:10.11606/T.3.2017.tde-01092017-150153.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5804/1/documentos\\_36.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5804/1/documentos_36.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2019.

SMITH, D. P. **Urban ecology**. London: George Allen & Unwin, 1984. 78 p.

SOS MATA ATLÂNTICA. Observando os rios: o retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica. 2019.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL (SUDERHSA). **Plano Diretor de Drenagem para Bacia do Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba**. Relatório final, v. 4, tomo 4.10: Modelagem das linhas de inundação da Bacia do Rio Palmital. Curitiba: SUDERHSA, 2002. Relatório Técnico.

SUDERHSA. **Plano Bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira**. Relatório de Diagnóstico. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.recursohidricos.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>. Acesso em: 27 nov. 2018.

THORP, J. H.; THOMS, M. C.; DELONG, M. D. The riverine ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. **River Research & Applications**, v. 22, n. 2, p. 123-147. <http://dx.doi.org/10.1002/rra.901>.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escritura Editora, 1999.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 7 jun. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (U.S. EPA). **Surface water monitoring: A framework for change**. Washington, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Policy Planning and Evaluation, 1987. Relatório Técnico.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 37, p. 130-137, 1980.

VITTE, C. C. S. O planejamento territorial e a dimensão espacial do desenvolvimento: algumas das experiências recentes no Brasil. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 01-18, 2015. Disponível em: <<http://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/O-planejamento-territorial-e-a>

[dimensao-espacial-do-desenvolvimento-algumas-das-experiencias-recentes-no-Brasil.pdf](#)>. Acesso em: 20 jun. 2019.

WARD J.V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 8, 2–8, 1989.

WARD, J. V. Riverine Landscapes: Biodiversity Patterns, Disturbance Regimes, and Aquatic Conservation. **Biological conservation**, v. 83, n. 3, p. 269-278, 1998. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320797000839>>. Acesso em: 5 jul. 2019. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00083-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00083-9).

WRIGHT, J. F. An introduction to RIVPACS. In: WRIGHT, J. F.; SUTCLIFFE, D. W.; FURSE, M. T. Assessing the biological quality of freshwaters: RIVPACS and other techniques. Ambleside. Ambleside: Freshwater Biological Association, 2000. p. 1-24.  
WU, J. Hierarchy and scaling: extrapolating information along a scaling ladder. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 25, n. 4, p. 367-380, 1999. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.118.3087&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 9 jul. 2019.

WU, J; LOUCKS, O. L. From balance of nature to hierarchical patch dynamics: a paradigm shift in ecology. **Quarterly Review of Biology**, v. 70, n. 4, p. 439-466, 1995. Disponível em: <[https://pdfs.semanticscholar.org/3313/1d23f7dfb98b69c9ebad883942fb2e5ce4c3.pdf?\\_ga=2.107655810.103934347.1562698101-507088369.1562698101](https://pdfs.semanticscholar.org/3313/1d23f7dfb98b69c9ebad883942fb2e5ce4c3.pdf?_ga=2.107655810.103934347.1562698101-507088369.1562698101)>. Acesso em 9 jul. 2019.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## APÊNDICE 1– FICHA DE CAMPO (FRENTE)



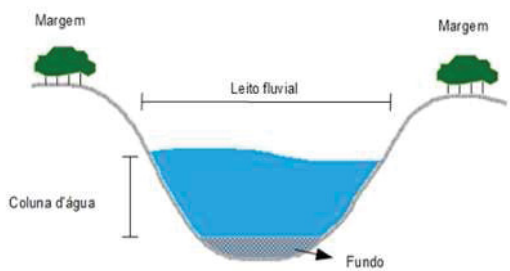


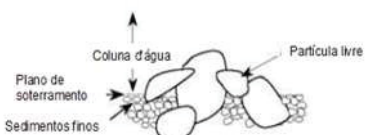
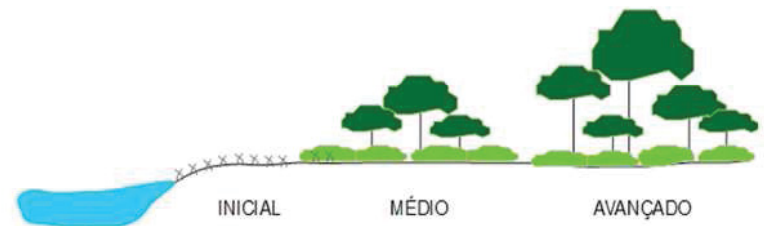
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



### PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PAR)

CRITÉRIO	CONDIÇÃO/PONTUAÇÃO			NOTA		
	Boa (10)	Regular (5)	Ruim (0)			
Margens	Estabilidade das margens	Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas; baixo potencial para problemas futuros.	Margens moderadamente estáveis, com erosões cicatrizadas.	Margens instáveis e muitas áreas erodidas. Erosão frequente ao longo da seção reta e nas curvas.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
	Largura da mata ciliar	Maior que 30 metros	-	Menor que 30 metros	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
	Tipo de uso e ocupação predominante no entorno	Mata ciliar em estágio médio/avançado de sucessão.	Agricultura com práticas de manejo e conservação dos solos.	Uso residencial, comercial, industrial ou mineração, agricultura sem práticas de conservação dos solos, solo exposto, pastagens.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
Leito fluvial	Poluição (pontual)	Lançamento não perceptível de efluentes líquidos e resíduos sólidos no rio.	-	Pontos de lançamento de efluentes líquidos e de resíduos sólidos no rio.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
	Alterações antrópicas na estrutura do rio	Sem alterações no rio, como aterros, barragens e estabilização artificial das margens.	Pouca modificação presente no leito e nas margens.	Leito e margens bastante modificados.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
	Deposição de sedimentos	Feições deposicionais (ilhas ou barras) ausentes ou alargamento não perceptível.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino, com pouca alteração nas feições deposicionais.	Elevada deposição de cascalhos novos, areia ou sedimento fino e aumento no desenvolvimento de feições deposicionais.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
	Condições de escoamento do leito fluvial	A água preenche todo o leito menor e há uma quantidade mínima de substratos expostos.	A água preenche parte do leito menor e a maioria dos substratos nas corridas estão expostos.	Pouquíssima água no leito menor, sendo a maioria de água parada em poços.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
Coluna d'água	Odor na água	Não perceptível.	-	Perceptível.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
	Óleos, graxas e espumas na água	Não perceptível.	-	Perceptível.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
Fundo	Substratos e/ou habitat disponíveis	Vários tipos e tamanhos de substratos para a epifauna e abrigo para insetos, anfíbios ou peixes, tais como rochas, troncos, margens escavadas ou outros habitats estáveis.	Habitats estáveis mesclados. A velocidade da água não permite a estabilização dos substratos.	Habitats monótonos ou com pouca diversificação. Não há presença de galhos, cascalhos, seixos rolados ou vegetação aquática.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )
	Soterramento	Fundo pouco ou nada coberto por sedimentos finos.	Cerca de metade do fundo coberto por sedimentos finos.	Quase todo o fundo é coberto por sedimentos finos.	P1 ( ) P2 ( ) P3 ( ) P4 ( ) P5 ( )	P6 ( ) P7 ( ) P8 ( ) P9 ( ) P10 ( )

## APÊNDICE 2 – FICHA DE CAMPO (VERSO)

 <p>Figura 1 – Perfil transversal do rio segmentado conforme o PAR Fonte: CAMPOS e NUCCI (2019)</p>	 <p>Figura 2 – Partes de um canal meandrante Fonte: BIGARELLA et al. (1979).</p>
 <p>Figura 3 – Tipos de leitos fluviais Fonte: CHRISTOFOLETTI (1980).</p>	 <p>Figura 4 – Representação esquemática de soterramento Fonte: adaptado de SYLTE e FISCHENICH (2007, p. 12).</p>
 <p>Figura 5 – Estágios de sucessão vegetal. Fonte: A autora (2019).</p>	
<p>OBSERVAÇÕES:</p>	