

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS  
MISSÕES – CAMPUS DE ERECHIM**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**JAIR MARQUES DA SILVA**

**PROTOCOLO DE ANÁLISE RÁPIDA: ALTERNATIVA PARA AVALIAR  
QUALIDADE DE HABITATS EM RIACHOS NO SUL DO BRASIL**

**ERECHIM, RS**

**2017**

JAIR MARQUES DA SILVA

PROTOCOLO DE ANÁLISE RÁPIDA: ALTERNATIVA PARA AVALIAR  
QUALIDADE DE HABITATS EM RIACHOS NO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ecologia (Área de Concentração: Gestão e Conservação da Biodiversidade).

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação da Biodiversidade

Orientadores: Profa. Dra. Rozane Maria Restello

Prof. Dr. Vanderlei Secreti Decian

ERECHIM, RS

2017

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

JAIR MARQUES DA SILVA

PROTOCOLO DE ANÁLISE RÁPIDA: ALTERNATIVA PARA AVALIAR  
QUALIDADE DE HABITATS EM RIACHOS NO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ecologia (Área de Concentração: Gestão e Conservação da Biodiversidade).

BANCA EXAMINADORA

---

ROZANE MARIA RESTELLO (Orientador)  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Erechim

---

VANDERLEI SECRETI DECIAN (Orientador)  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Erechim

---

CRISTIANE BIASI  
Instituto Federal Farroupilha, Campus Panambi

---

LUIZ UBIRATAN HEPP  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Erechim

---

Erechim, setembro de 2017.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à Deus por sempre ouvir minhas orações, meus pedidos e me permitir ingressar nessa jornada. Por ter me ajudado e me dado força para continuar quando parecia que eu não mais conseguiria. Obrigada Deus!

Aos meus orientadores, Profa. Dra. Rozane Maria Restello e Prof. Dr. Vanderlei Secreti Decian, pela paciência, conselhos, compreensão e paciência, sendo que sem os empurrãozinhos não teria chego até aqui.

Ao Prof. Dr. Luiz Ubiratan Hepp e aos demais professores, pela imensa ajuda com contribuições para o trabalho, sugestões, motivação e entusiasmo que transmitiam como professores.

Obrigado aos membros do Laboratório de Biomonitoramento da URI, pela ajuda nas aplicações dos protocolos modelos e pelas sugestões de grande valia, bem como aos membros do LagePlam (Laboratório de Geoprocessamento) da URI – Erechim pelo auxílio quando do estudo da paisagem das áreas de drenagem da área de estudo.

A minha melhor amiga e companheira, meu amor, Daiane Poncio de Oliveira, obrigado pela compreensão, pelas muitas ausências minhas que foram perdoadas, por ter me ajudado sempre, por me esperar sempre com os braços abertos e um sorriso no rosto e por mesmo sobrecarregada, abraçar nossos outros compromissos. Te amo muitooooo!

Obrigado à minha Mãe, por compreender a falta de visitas mais frequentes, e de ligações mais longas, por entender a importância que esse trabalho teve para mim, e perdoar meus muitos momentos de mau humor pela carga que sentia, e mesmo depois destes, sempre me receber com um sorriso carinhoso e um abraço aconchegante.

Ao Subtenente Ivan Carlos Rex Batista e aos demais membro do 2º Gp/2º Pel/1ª Cia/2º BPMA – Concórdia, por toda compreensão e ajuda prestada, em especial quanto as escalas de serviço, permitindo que concluísse o Mestrado.

Aos meus colegas de curso, os quais me auxiliaram a todo tempo, incentivaram e mostraram que era possível chegar ao fim... Amigos, chegamos!!!

À UNIEDU por ter concedido nos últimos 6 meses a bolsa, a qual foi de grande auxílio no término do curso e realização desde trabalho.

Enfim, obrigado a todos que participaram de alguma forma na construção deste trabalho. Aos que me deram uma palavra amiga e de motivação quando eu precisei. Que me deram um abraço apertado e me disseram que eu era capaz. Aos que passaram pelo mesmo que eu passei e me mostraram que valeria a pena no final.

Obrigada novamente a Deus pelas pequenas coisas da vida que fazem muita diferença no final, e sem as quais nossa felicidade e renovação constante não seria a mesma.

## RESUMO

Protocolo de Análise Rápida: alternativa para avaliar qualidade de habitats em riachos no sul do Brasil

Discente: Jair Marques Da Silva

Orientadores: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Rozane Maria Restello e Prof. Dr. Vanderlei Secretti Decian

Os Protocolos de Avaliação Rápida foram criados em virtude da necessidade do monitoramento contínuo dos riachos. Porém, em virtude da grande diversidade de ecossistema aquáticos existentes no Brasil, há a necessidade de criação e/ou adaptação de modelos específicos a cada região. O objetivo deste estudo foi elaborar um Protocolo de Avaliação Rápida para trechos de riachos situados no Alto Uruguai gaúcho e catarinense visando a avaliação de habitats físicos como ferramenta para a gestão de bacias hidrográficas. Inicialmente foram selecionadas duas bacias hidrográficas uma em cada estado, semelhantes quanto ao tamanho, morfometria, uso e cobertura da terra. Para o mapeamento das duas bacias hidrográficas e seleção dos pontos, foram utilizadas imagens provenientes da base de dados digitais do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), da Plataforma LANDSAT TM 8, referente a setembro de 2015. Foram selecionados 4 pontos em cada bacia hidrográfica, onde observações criteriosas *in loco*, foram realizadas para o levantamento de características locais, para assim elencar parâmetros para avaliação. Com os parâmetros e suas respectivas características e pontuações, aplicações preliminares do Protocolo foram realizadas. Após várias aplicações e adequações chegou-se a um modelo consolidado, o qual apresenta 19 parâmetros, com três características, cuja pontuação pode ser 0 (zero) pontos, 2 pontos e 4 pontos. Após o somatório das pontuações se obtém a classificação do trecho avaliado, podendo ser considerado: Natural, Alterado ou Impactado. A validação do Protocolo foi realizada mediante a aplicação do mesmo em outros riachos pertencentes à região do Alto Uruguai gaúcho, sendo o resultado comparado com o índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), provenientes do Banco de Dados do Laboratório de Biomonitoramento da URI Erechim. Pela análise de Correlação de Pearson, pode-se dizer que a correlação foi positiva, apresentando um coeficiente de 0,856. Esse valor valida o protocolo elaborado e indica que os parâmetros analisados por este protocolo, refletem a qualidade dos riachos da região. Desta forma, a aplicação deste protocolo se constitui em importante ferramenta de participação social, sendo útil não apenas na avaliação de qualidade, mas também na identificação de trechos de riachos com potencial de degradação ou degradados, servindo para tomada de decisão por parte de órgão gestores.

**Palavras-chave:** diagnóstico ambiental, método de avaliação, habitats físicos, riachos de cabeceira, monitoramento ambiental.

## ABSTRACT

### **Rapid Analysis Protocol: alternative to assess quality of habitats in ribbons in the south of Brazil**

Student: Jair Marques Da Silva

Advisors: Prof<sup>a</sup>. Dra. Rozane Maria Restello and Prof. Dr. Vanderlei Secretti Decian

The Rapid Assessment Protocols were created due to the need for continuous monitoring of the streams, but due to the great diversity of ecosystems in our country, there is a need for creations and/or adaptations of specific models in Brazil. The objective of this study was to elaborate a Rapid Assessment Protocol for streams located in the Upper Uruguay Gaucho and Santa Catarina, aiming at the evaluation of habitats as a tool for the management of hydrographic basins. Initially, two hydrographic basins were selected, one in each state, similar in size, morphometry, use and land cover. For the mapping of the two basins and selection of the points, images from the digital database of INPE (National Institute of Space Research) of the LANDSAT TM Platform 8, referring to September of 2015, were used. Four points were selected in each river basin, where criterious observations “*in loco*” were made to survey local characteristics, thus listing parameters for assessments. With the parameters and their respective characteristics and scores, preliminary protocol applications were performed. After several applications and adjustments, a consolidated model was obtained, which presents 19 parameters, with three characteristics, which can be scored 0 (zero) points, 2 points and 4 points. After the sum of the scores the classification of the selected section, being it possible to be considered: Natural, Changed or Impacted. The validation of the Protocol was carried out by applying the same in other streams belonging to the region of the Upper Uruguay of Rio Grande do Sul, the result being compared with the Biological Monitoring Working Party (BMWP) index, from the Biomonitoring Laboratory Database of the URI Erechim. From the analysis of Pearson's Correlation, we can say that the correlation was positive, presenting an index of 0.856. This value validates the protocol elaborated and indicates that the parameters analyzed for this protocol reflect the quality of the streams in the region. In this way, the application of this protocol constitutes an important tool of social participation, being useful not only in the evaluation of quality, but in the identification of potential degradation or degraded, serving to decision making by the management agency.

**Keywords:** environmental diagnosis, assessment method, physical habitats, bedside streams, environmental monitoring.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização das Bacias Hidrográficas - Rio Tamanduá (Concórdia/SC) e Rio Dourado (Erechim/RS). .....	18
Figura 2: Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Dourado, Erechim/RS. Maio/2016.....	25
Figura 3: Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Tamanduá, Concórdia/SC. Maio/2016.....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros utilizados para avaliação morfométrica de bacias hidrográficas em conformidade com a metodologia apresentada por Christofolletti (2007) .....	19
Tabela 2: Classificação proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). .....	21
Tabela 3: Parâmetros morfométricos das áreas de drenagem das Bacias Hidrográficas Rio Dourado/RS e Rio Tamanduá/SC. Maio/2016. ....	24
Tabela 4: Área total e percentagem dos atributos de usos e cobertura da terra quantificados nas bacias hidrográficas Rio Dourado/RS e Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduá/SC. Maio/2016.....	25
Tabela 5: Resultados obtidos pelos avaliadores na primeira versão do Protocolo de Avaliação Rápida, para os municípios de Erechim/RS e Concórdia/SC.....	27
Tabela 6: Resultado obtido pelos avaliadores utilizando o Protocolo de Avaliação Rápida com e sem o uso de material de apoio. Concórdia/SC. ....	27
Tabela 7 – Valores totais correspondentes às diferentes categorias de condições ambientais, para riachos do Alto Uruguai gaúcho e catarinense. ....	28
Tabela 8 - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de <i>Características da Água</i> , para trechos de rios na área de estudo. ....	29
Tabela 9 - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de <i>Uso e Ocupação do Solo</i> , para trechos de rios na área de estudo. ....	32
Tabela 10 - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de <i>Morfologia do Canal</i> , para trechos de rios na área de estudo. ....	34
Tabela 11 - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de <i>Vegetação das Margens</i> , para trechos de rios na área de estudo. ....	37
Tabela 12 - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de <i>Substrato</i> , para trechos de rios na área de estudo.....	39
Tabela 13 - Resultado obtido pelo índice BMWP e pela aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida em riachos do município de Erechim RS.....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	Riacho e seu entorno .....	11
1.2	Avaliação da integridade ambiental de riachos e os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR).....	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1	Objetivo geral .....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1	Área de estudo .....	18
3.2	Caracterização morfométrica das Bacias Hidrográficas.....	19
3.3	Análise dos Usos e Cobertura da Terra das duas Bacias Hidrográficas.....	20
3.4	Elaboração do Protocolo.....	21
3.5	Participação de Avaliadores Voluntários.....	22
3.6	Validação do Protocolo Elaborado .....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
4.1	Desenvolvimento do Protocolo .....	24
4.2	Aplicação do Protocolo e Avaliação Ambiental dos Trechos Selecionados ...	26
4.3	Protocolo de Avaliação Rápida proposto para riachos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina .....	28
4.3.1	Características da Água .....	28
4.3.2	Uso e Ocupação do Solo.....	29
4.3.3	Morfologia do Canal.....	32
4.3.4	Vegetação das Margens .....	35
4.3.5	Substrato .....	37
4.4	Validação do Protocolo .....	40

<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXO 1: Protocolo de avaliação rápida para trechos de riachos do Alto Uruguai catarinense e gaúcho.....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXO 2: Guia de Uso.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Riacho e seu entorno

A história humana é fortemente marcada pela presença da água, a qual permitiu potencializar os meios de produção e aumentar o excedente de recursos, garantindo uma maior qualidade de vida às populações (FIRMINO et al., 2011). Expansões de áreas voltadas a agricultura, urbanização e industrialização ocasionaram remoção de vegetação, e dentre as áreas atingidas temos as de vegetação ripária que executam grande influência na qualidade hídrica e nas populações biológicas (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2004; VOGEL et al., 2009; SOUZA et al., 2013; COLZANI et al., 2013).

A remoção da vegetação ripária ocasiona perturbações aos riachos, pois há o carreamento de sedimentos e produtos químicos transportados pela chuva, podendo ocasionar processos de assoreamento e alterações limnológicas, tais como a diminuição de oxigênio dissolvido na água, mudanças no pH e diminuição da diversidade de habitats por meio da deposição de sedimento no leito dos riachos (TUNDISI et al., 1999; ARAGÃO et al., 2011; RAMALHO et al., 2014).

Um dos principais meios de avaliação ou monitoramento da qualidade da água são as análises físico-químicas, indicando a possibilidade de seu uso em diversas atividades humanas, dentre elas a potabilidade (FIRMINO, 2011). Estas avaliações são a principal fonte de dados para as políticas governamentais de recuperação e conservação de sistemas aquáticos, permitindo detectar vários desequilíbrios ambientais, como excesso de nutrientes, acidez, níveis de oxigênio, dentre outros (FRANÇA, 2010). Outra alternativa para o monitoramento dos recursos hídricos é o uso de análises biológicas, destacando-se o uso de macroinvertebrados bentônicos, diversos grupos destes, apresentam sensibilidade as alterações sofridas pelo meio, sendo considerados bioindicadores de qualidade de água (BAPTISTA, 2008; MOURA et al., 2008; RESTELLO et al., 2014).

A integração de informações biológicas, físicas e químicas é hoje uma das maneiras de se compreender e propor formas sustentáveis de monitoramento de recursos hídricos. Porém, é uma tarefa multidisciplinar, pois se faz necessário a integração de todos os fatores ecológicos envolvidos, englobando além de fatores de qualidade da água, os fatores de

qualidade do meio (SARAIVA, 1999; RODRIGUES; CASTRO, 2008a). Ecossistemas aquáticos são integrados por componentes e processos bem mais amplos do que apenas o componente água (RODRIGUES; CASTRO, 2008b).

Os processos de troca energética entre riachos e entorno apresentam significativa relevância para ambientes lóticos (HELFIELD et al., 2001), seja na presença de artrópodes aquáticos na dieta alimentar de animais terrestres (PAETZOLD et al., 2005), ou, na presença de artrópodes terrestres na dieta da fauna aquática, em especial de peixes (BARRETO et al., 2006; CHAN et al., 2007). A produtividade primária em áreas de riachos florestados apresenta-se relativamente baixa, sendo que a conexão trófica entre entorno e corpo hídrico permite o transporte de nutrientes do primeiro para o segundo, subsidiando as necessidades dos consumidores (POLIS et al., 1997; DE TONI et al. 2014; RESTELLO et al., 2014). Tal transporte de nutrientes juntamente com a presença de diferentes substratos (seixos, blocos, matacões, galhos, troncos), acarretam a formação de um ambiente heterogêneo, com a consequente criação de mesohabitats, beneficiando o desenvolvimento das populações de organismos aquáticos (BUCKUP et al., 2007).

Muito embora o ambiente aquático possa parecer um ambiente completamente autossuficiente, é um sistema aberto, componente de um ambiente maior, que pode ser definido como uma bacia hidrográfica, apresentando dependência das características dos ambientes adjacentes (solo, vegetação, cobertura de dossel, erosão e atividades antrópicas) (ODUM, 1983; TUNDISI et al., 1999). Ações antrópicas são uma grande ameaça à integridade dos ambientes aquáticos, podendo alterar as características químicas e físicas destes ambientes, afetando as interações entre as diferentes espécies que ali habitam (ALLAN et al., 2004; BUDKE et al., 2012; SENSOLO et al., 2012). Ambientes menos antropizados, no qual haja a presença constante de vegetação, de acordo com Hepp et al. (2010), apresentarão maior riqueza de organismos, maior diversidade de habitats e maior recursos tróficos, desta forma apontando para uma melhor qualidade da água.

Fatores topográficos como estabilidade das margens, sinuosidade do leito e uso e ocupação do entorno dos riachos, podem contribuir para uma maior ou menor entrada de material alóctone nos corpos hídricos afetando as comunidades que deles dependem (HEPP et al., 2010; SENSOLO et al., 2012). Locais com a existência de fontes pontuais de poluição, a exemplo de áreas urbanizadas ocasionam grande pressão nos ambientes aquáticos; e fontes difusas, como a agricultura são responsáveis por uma pressão menor,

porém, negativa como a exercida pelas fontes pontuais (HEPP et al., 2010; SENSOLO et al., 2012).

Numa visão mais ampla, a ocupação das bacias hidrográficas e o conseqüente uso e ocupação da terra, modificam as características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água e das margens ao longo de seus cursos. Os riachos integram tudo o que acontece nas áreas de entorno e isto significa, que eles estão intimamente conectados ao ambiente terrestre (CALLISTO et al., 2001), sendo poucos os que mantêm preservadas e íntegras suas condições naturais (ALLAN, 1995).

## **1.2 Avaliação da integridade ambiental de riachos e os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR)**

É crescente a necessidade de se avaliar e monitorar as alterações ambientais e seus efeitos sobre os recursos hídricos principalmente no que se refere ao desenvolvimento de metodologias, usadas como instrumentos para medir a “saúde” dos ecossistemas aquáticos., o monitoramento de recursos hídricos com ferramenta de avaliação da “saúde” dos riachos, tem fornecido subsídios para uma análise integrada da qualidade dos mesmos (RODRIGUES; CASTRO, 2008a), surgindo assim os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) largamente utilizados em países como Estados Unidos, Austrália e Reino Unido (HANNAFORD et al., 1997; BARBOUR et al., 1999).

Mesmo em países desenvolvidos como os Estados Unidos, até meados de 1970, o monitoramento ambiental utilizava-se de análises quantitativas. Todavia, além de possuírem um custo muito elevado, acabavam por apresentar demora na obtenção dos dados. Por volta de 1980, os órgãos ambientais passaram a definir métodos de avaliação qualitativos. A Environmental Protection Agency (EPA) e demais agências de monitoramento das águas superficiais, iniciaram em 1986, estudos com relação a qualidade da água e apresentaram seus resultados em 1987, os quais deram origem ao relatório “Surface Water Monitoring: A Framework for Change”. Este apresentava a reestruturação dos programas de monitoramento e o auxílio em pesquisas, possibilitando o início do desenvolvimento de protocolos de análise rápida com baixo custo (RODRIGUES; CASTRO, 2008b).

Os primeiro protocolos foram apresentados por Plafkin et al. (1989), desenvolvidos pela “Divisão de Avaliação e Proteção das Bacias Hídricas”, modelados para apresentar informações sobre a qualidade hídrica, fornecendo dados básicos sobre a vida aquática e deste modo, servindo de subsídio aos programas de monitoramento da qualidade da água (SILVEIRA, 2004).

Na Austrália, o governo estabeleceu um programa de avaliação da qualidade dos recursos hídricos chamado *Australian River Assessment System*, que atualmente realiza o monitoramento dos ecossistemas por meio de protocolos (PARSONS et al., 2002). Neste mesmo sentido o Rapid Bioassessment Protocols (RBP's) e o River Habitat Survey (RHS), que são protocolos que utilizam de avaliação visual para caracterizar a qualidade do ambiente em análise, são utilizados pelas agências ambientais dos Estados Unidos e do Reino Unido respectivamente (BARBOUR et al., 1999).

Estes primeiros protocolos serviram como base para o surgimento de diversos modelos, os quais são instrumentos que levam em consideração a análise integrada dos ecossistemas lóticos, e seu entorno, por meio de uma metodologia fácil, simples e viável para a aplicação pelas mais diferentes pessoas (CALLISTO et al., 2002).

No Brasil, diversos estudos utilizando-se PAR, analisando estruturalmente e funcionalmente os ecossistemas aquáticos foram elaborados, entre eles: Callisto et al. (2002) para Minas Gerais e no Rio de Janeiro, propôs a aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, utilizando como instrumento uma avaliação visual que possibilita caracterização *in situ* da qualidade física global do habitat nos segmentos fluviais. Rodrigues; Castro (2008b) também para Minas Gerais, elaboraram um protocolo para a avaliação do bioma Cerrado. Cajaiba et al. (2015) na Paraíba, avaliou riachos da zona urbana do município de Uruará-PA. Rigotti et al. (2016) para Santa Catarina na região da grande Florianópolis, sendo os resultado do protocolo comparados com resultados provenientes de métodos analíticos de avaliação da qualidade da água e de avaliação biológica (macroinvertebrados). Brito et al. (2016) para o semiárido brasileiro, o trabalho consistiu no monitoramento com o uso de um protocolo de avaliação rápida da qualidade ambiental de dois reservatórios de água, que são utilizados para o abastecimento urbano.

Estes protocolos foram criados visando a necessidade de monitoramento contínuo dos riachos, a fim de reduzir o dano ambiental ocasionado aos mesmos. Porém, em virtude da grande diversidade de ecossistemas existentes em nosso país, os mesmos acabam

necessitando de adaptações para melhor avaliarem a “saúde” dos recursos hídricos em nível local, já que existem grandes variações na estrutura desses ambientes (CALLISTO et al., 2002; FIRMINO et al., 2011).

A avaliação de habitats utilizando protocolos simplificados e de fácil aplicação, se mostram ferramentas potencialmente úteis de diagnóstico preliminar de cursos d’água, apresentando de forma rápida e coerente, informações sobre o seu estado e possíveis problemas (LEMOS et al., 2014). Os protocolos podem ser um componente importante em Programas de Monitoramento Ambiental, por considerar a análise integrada do sistema lótico, oferecendo oportunidade para avaliar os níveis de impactos antrópicos em trechos de bacias hidrográficas, ou contribuindo para a conservação de recursos naturais (CALLISTO et al., 2002; RODRIGUES; CASTRO, 2008c; FRANÇA et al., 2010). Para Hannaford et al. (1997) avaliar as condições de um rio, como tipo de margens, sedimento, disponibilidade de habitats, vegetação ripária, entre outros, são importantes uma vez que a biota aquática tem exigências específicas de habitats, que são independentes da qualidade da água.

Os PAR utilizam-se de metodologias com características qualitativas e semi-quantitativas. Cada característica apresenta subdivisões as quais buscam refletir o ambiente a ser avaliado, e os parâmetros selecionados apresentam significativa relevância no controle dos processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais (RODRIGUES; CASTRO, 2008a; RODRIGUES; CASTRO, 2008b).

O uso dos protocolos favorece a participação social, pois auxilia na construção de estruturas de relacionamento entre estado e sociedade, buscando melhorias a interesses da coletividade, sendo fundamental na consolidação da democracia (CARVALHO, 1998; NASCIMENTO, 1997; EVERSOLE, 2003). Permite assim, uma ampla participação da sociedade, que desta forma, poderá opinar sobre normas, políticas e programas de gerenciamento de recursos hídricos (FAUSTO NETO, 1993).

A aplicação dos PAR baseia-se em avaliar parâmetros abrangentes e interativos, tais como parâmetros geomorfológicos, sedimentológicos, ecológicos e biológicos. Cada parâmetro analisado apresenta uma pontuação que varia de acordo com valores pré-estabelecidos pelo próprio protocolo. A pontuação final para cada trecho do riacho que está sendo avaliado varia de “ótima” a uma condição “péssima” (RODRIGUES; CASTRO, 2008a).

Considerando a inexistência de Protocolos de Avaliação Rápida, voltados especificamente às características dos riachos do sul do Brasil, em especial, do Alto Uruguai Gaúcho e Catarinense, torna-se importante à elaboração e implementação de um protocolo que contribua de maneira eficiente no diagnóstico e monitoramento em nível estadual, servindo como ferramenta de avaliação da saúde dos riachos e subsidiando a gestão dos recursos hídricos, desta forma, o presente trabalho busca laborar um Protocolo de Avaliação Rápida para trechos de riachos situados no sul do Brasil, visando a avaliação rápida de habitats como ferramenta para a gestão de bacias hidrográficas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Elaborar um Protocolo de Avaliação Rápida para trechos de riachos situados no sul do Brasil, visando a avaliação rápida de habitats como ferramenta para a gestão de bacias hidrográficas.

### **2.2 Objetivos específicos**

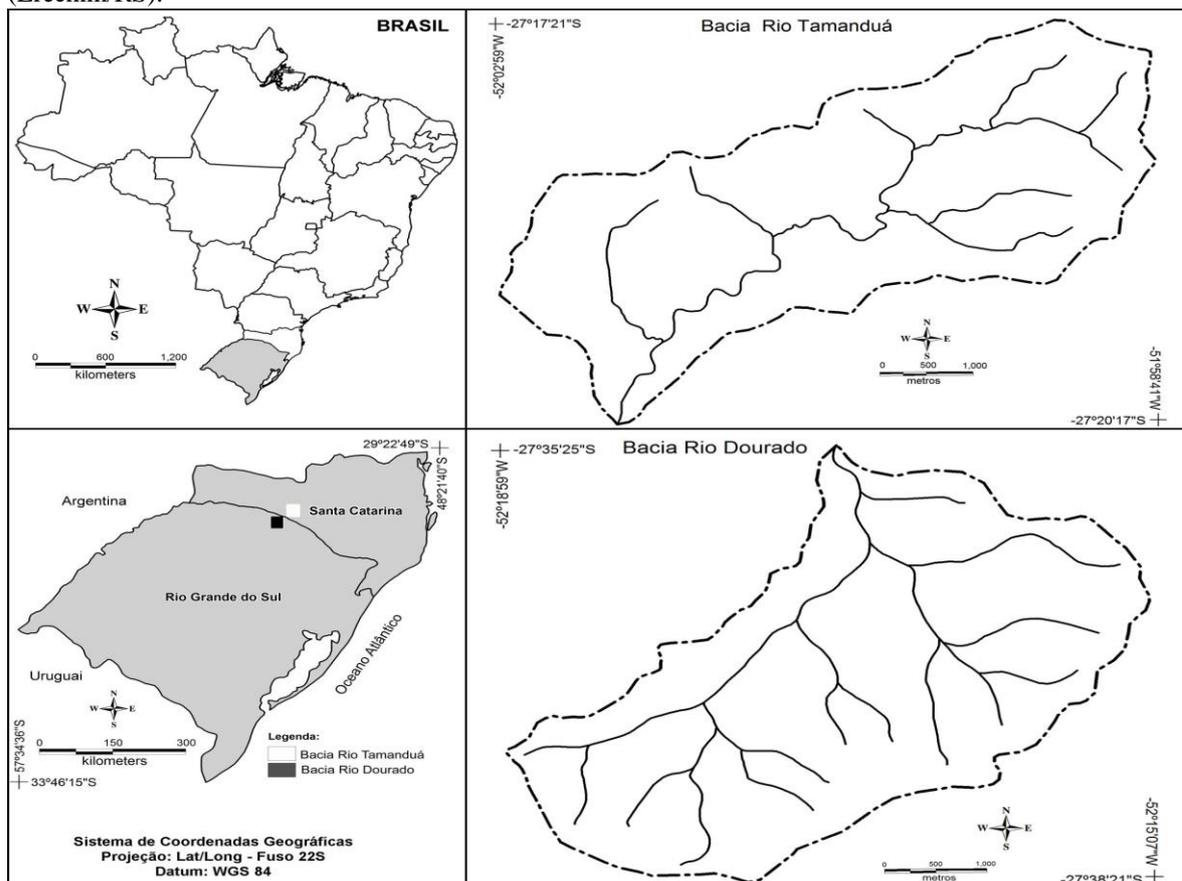
- Identificar e selecionar trechos de riachos em duas bacias hidrográficas, no sul do Brasil, para servirem de base para a realização do estudo;
- Realizar a avaliação ambiental, por meio do protocolo sugerido, de trechos de rios da área de estudo, e de outros riachos com diferentes níveis de impacto antrópico;
- Realizar a validação do protocolo elaborado por meio do uso de um índice biológico-BMWP (Biological Monitoring Working Party).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

Este trabalho foi realizado em duas bacias hidrográficas, uma no estado de Santa Catarina e outra no estado do Rio Grande do Sul (Alto Uruguai Gaúcho e Catarinense). No estado de Santa Catarina, selecionou-se a bacia hidrográfica do rio Tamanduá, localizado entre as coordenadas geográficas de 27°17'21" a 27°20'17" de latitude Sul e 51°58'41" a 52°02'59" de longitude Oeste, tendo suas nascentes localizadas em áreas rurais e urbanizadas do município de Concórdia/SC. Para o estado do Rio Grande do Sul, selecionou-se a bacia hidrográfica do rio Dourado, localizada entre as coordenadas de 27°35'25" a 27°38'21" de latitude Sul e 52°15'21" a 52°18'59" de longitude Oeste, com nascentes na área urbana e rural do município de Erechim/RS (Figura 1).

**Figura 1-** Localização das Bacias Hidrográficas - Rio Tamanduá (Concórdia/SC) e Rio Dourado (Erechim/RS).



As Bacias em estudo apresentam predomínio do clima subtropical úmido, com temperaturas variando de 13 a 25°C, possuindo chuvas bem distribuídas ao longo do ano e as estações bem definidas, com verões quentes e ensolarados e invernos frios (ALVARES et al., 2014). A vegetação é caracterizada por um misto de Floresta Estacional Perenifólia com Araucária e Estacional Semidecidual (OLIVEIRA-FILHO et al., 2015). A formação geológica e edáfica é constituída por basalto e o solo é composto predominantemente pela classe dos latossolos e neossolo, mais especificamente o Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (LVaf) (MORENO, 1961; STRECK et al., 2008).

### 3.2 Caracterização morfométrica das Bacias Hidrográficas

Esta caracterização apresenta dados físicos das áreas de drenagem referentes a topografia (clinografia) e geomorfologia de duas Bacias Hidrográficas, uma em cada estado (RS e SC), para definirmos pontos iniciais de coleta de dados para a elaboração do protocolo. Desta forma, utilizou-se de dados cartográficos já existentes no Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental (LagePlam) da URI Erechim, gerando como resultado a caracterização morfométrica de ambas as áreas de drenagem das duas bacias.

Os parâmetros avaliados para cada bacia hidrográfica (Rio Tamanduá e Rio Dourado) seguiram a metodologia apresentada por Christofolletti (2007) e foram os seguintes:

**Tabela 1:** Parâmetros utilizados para avaliação morfométrica de bacias hidrográficas em conformidade com a metodologia apresentada por Christofolletti (2007)

Parâmetro Avaliado	Descrição
Tamanho da Bacia	É calculado em ha (hectare) e refere-se a medida total da área da bacia.
Perímetro da Bacia	Comprimento total do perímetro delimitado pelos divisores topográficos da bacia.
Densidade de drenagens (Dd)	Capacidade de drenagem exercida pelo canal principal e afluentes da bacia hidrográfica.
Índice de Circularidade (Ic)	Verifica a forma da bacia, estabelecendo se esta é mais circular ou alongada.

Declividade Média (Dm)	Influencia a velocidade do fluxo de escoamento permitindo um maior ou menor aproveitamento da força gerada pela gravidade, sendo relacionado com a capacidade erosiva da Bacia Hidrográfica.
Coefficiente de Rugosidade (RN)	Parâmetro ambiental relacionado a probabilidade a erosão hídrica, apontando possíveis usos do solo em conformidade a suas características.
Gradiente do Rio Principal (G)	Detecta alterações do curso hídrico ocasionadas por anomalias com as de: confluência de tributários, variações na resistência à erosão do substrato rochoso ou ainda por deformações neotectônicas.

### 3.3 Análise dos Usos e Cobertura da Terra das duas Bacias Hidrográficas

Nesta etapa mapeou-se os usos e cobertura da terra para ambas as bacias hidrográficas, utilizando-se de imagens provenientes da base de dados digitais do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), da Plataforma LANDSAT TM 8, referente a data de 18 de setembro de 2015. A principal função da geração dos dados de uso e cobertura da terra, foi auxiliar a seleção de pontos para a coleta de informações referentes a aspectos físicos e ambientais, para a elaboração e aplicação do protocolo.

Desta forma, ocorreu o tratamento digital das imagens de satélite com intuito de melhorar o realce de cor, brilho e contraste visando analisar os padrões de uso e ocupação da terra. Para o georreferenciamento das imagens de satélite foi realizada a coleta de coordenadas (sistema de coordenadas UTM SIRGAS/2000 e fuso 22S, com escala de apresentação final de 1:35.000). Após, foi aplicado o módulo de classificação digital supervisionada pelo método de Maximaverrosimilhança (MaxVer) do Aplicativo IDRISI ANDES. Aplicou-se o índice de Kappa e verdade terrestre, para averiguar os padrões amostrais (obtendo-se índice ótimo, superior a 94%), para os quais categorizou-se as classes de uso da terra adaptando a classificação sistemática proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), conforme segue:

**Tabela 2:** Classificação proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

Uso e cobertura da terra	Descrição
Área Urbanizada	Composta por áreas antrópicas não agrícolas, incluindo vilas, cidades, complexos industriais, áreas urbano-industrial e outras áreas urbanizadas.
Agricultura implantada	Composta por áreas antrópicas agrícolas, incluindo culturas agrícolas temporárias e permanentes.
Solo Exposto	Composta por áreas antrópicas agrícolas, incluindo áreas sem cobertura do solo
Pastagem/pousio	Composta por áreas em descanso/preparadas para o cultivo agrícola, incluindo ainda pecuária de animais de grande, médio e pequeno porte.
Vegetação Arbórea	Composta por áreas de vegetação natural florestal, abrangendo florestas originais (primárias) e alteradas até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios sucessionais. Dentro da classe vegetação arbórea incluímos as áreas de silvicultura, abrangendo as áreas de reflorestamento e cultivo agroflorestal.
Lâmina D' Água	Composta por águas continentais, incluindo corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como: rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, passíveis de serem mapeados na escala adotada para o trabalho.

Para estruturação do banco de dados digital, foi utilizado o aplicativo MapInfo 8.5 que quantificou parâmetros numéricos de área, perímetro e porcentagem para as duas bacias propostas para o trabalho, partindo dos divisores topográficos que limitam as mesmas.

### 3.4 Elaboração do Protocolo

Baseado nos dados do mapeamento dos usos e cobertura da terra e da análise morfométrica das bacias hidrográficas, foram selecionados quatro pontos amostrais em cada bacia hidrográfica. Nestes, realizou-se um levantamento *in loco* de parâmetros que pudessem

auxiliar na elaboração do protocolo. De posse destes parâmetros, procedeu-se a caracterização dos mesmos e a possível pontuação para cada um deles. Dentre os parâmetros levantados citam-se: Erosão no entorno do ponto e/ou nas margens dos riachos, Odor na água, Transparência da água, Tipo de Habitat de Fundo, Deposição de Lama (Sedimentos finos), Agricultura, Criação de gado, suíno, frango/outros, Área industrial, Área urbanizada, Vegetação nativa em um raio de 30m, Vegetação exótica em um raio de 30m, Sinuosidade do leito, Estabilidade das margens, Presença de serapilheira nas margens, Alteração no canal do rio, Uso/alteração do solo do entorno, Corredeiras, Dossel (área com vegetação nativa arbórea) e Dossel (com vegetação nativa de campo natural).

. Para alguns parâmetros definimos como raio de observação 30m, isto, de acordo com o preconizado pela Lei 12.651/2012, do Código Florestal Federal, considerando as regras gerais relativo a faixa de vegetação ripária.

A primeira versão foi aplicada na bacia do rio Dourado no município de Erechim/RS. Ao final do procedimento os resultados foram analisados e comparados com o protocolo modelo de BARBOUR et al., 1999 e de CALLISTO et al., 2002. Em função dos resultados obtidos, foi necessário readequar o protocolo inicialmente elaborado, objetivando a melhor caracterização dos parâmetros, facilitar a interpretação dos mesmos por parte dos avaliadores e adequar a pontuação. Várias aplicações do protocolo aconteceram nestas bacias, e, a cada uma delas, adequações foram necessárias até se obter um resultado compatível com a situação do local.

Posteriormente, passou-se a utilizá-lo em outros riachos da região, uma vez que o mesmo deve servir para qualquer riacho desta. Em cada aplicação, após a somatória dos pontos, algumas adaptações ainda foram necessárias até chegar à conclusão que o protocolo estava pronto/adaptado para ser utilizado de forma sistemática em qualquer trecho de riachos do Alto Uruguai catarinense e gaúcho.

### **3.5 Participação de Avaliadores Voluntários**

A metodologia empregada por muitos programas de monitoramento, acaba por impedir a participação social neste processo, tendo em vista a complexidade dos dados obtidos, dificultando a participação ou mesmo a compreensão dos dados pelo público em

geral (FIREHOCK; WEST, 1995; FORE et al., 2001). Para estes autores, a utilização de parâmetros adequados, facilita o acesso a informação por parte da população, bem como, o levantamento de dados sobre a qualidade ambiental da região, gerando dados que servirão de embasamento para programas de monitoramento e gestão de bacias hidrográficas.

A aplicação do protocolo modelo e do protocolo adaptado foi realizada por voluntários, tendo em vista a necessidade de inclusão do público em geral na aplicação. Para tanto, foram selecionados um grupo de voluntários com formação acadêmica e outro sem formação.

### **3.6 Validação do Protocolo Elaborado**

A validação do protocolo deu-se mediante a aplicação deste, em vários pontos pertencentes a riachos onde já houve avaliação da qualidade de água mediante o uso de Macroinvertebrados Bentônicos como bioindicadores e a utilização do índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) Junqueira et al 2001. Esses resultados foram obtidos de trabalhos realizados por BIASI et al. (2010); KONIG et al. (2008); JANESKO et al. (2003) na região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul. Com os resultados obtidos no Protocolo, isto é, com o somatório dos pontos e a indicação da qualidade do local, estes foram comparados ao BMWP. Para verificar se os resultados obtidos pelo protocolo apresentavam correlação com os resultados obtidos pelo BMWP, utilizou-se uma análise de correlação de Pearson com o auxílio do pacote “Vegan” (OKSANEN et al., 2014) do software “R” (R CORE TEAM, 2014).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Desenvolvimento do Protocolo

Para a elaboração do protocolo inicialmente foram analisados os parâmetros morfométricos das áreas de drenagem das bacias hidrográficas do rio Dourado e do rio Tamanduá, localizadas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, para a elaboração do protocolo. Os dados resultados são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Parâmetros morfométricos das áreas de drenagem das Bacias Hidrográficas Rio Dourado/RS e Rio Tamanduá/SC. Maio/2016.

Item	Rio Dourado	Rio Tamanduá
Área (ha)	1.807	1.873
Perímetro (Km)	19,02	20,71
Valor Somatório do comprimento das Curvas de Nível (Km)	256,548	220,028
Equidistância (m)	20	20
Comprimento do Rio Principal (Km)	6,378	9,853
Altitude da Nascente do Rio Principal (m)	755	600
Altitude da Foz (m)	545	355
Somatório de Rios (Km)	25,52	20,69
Declividade Médio (%)	28,39	23,49
Densidade de Drenagem (m/ha)	14,122	11,04
Índice de Circularidade da bacia	0,627	0,5487
Coefficiente de Rugosidade (Km/Km <sup>2</sup> )	40,09	25,93
Gradiente do Canal Principal	32,92	24,86

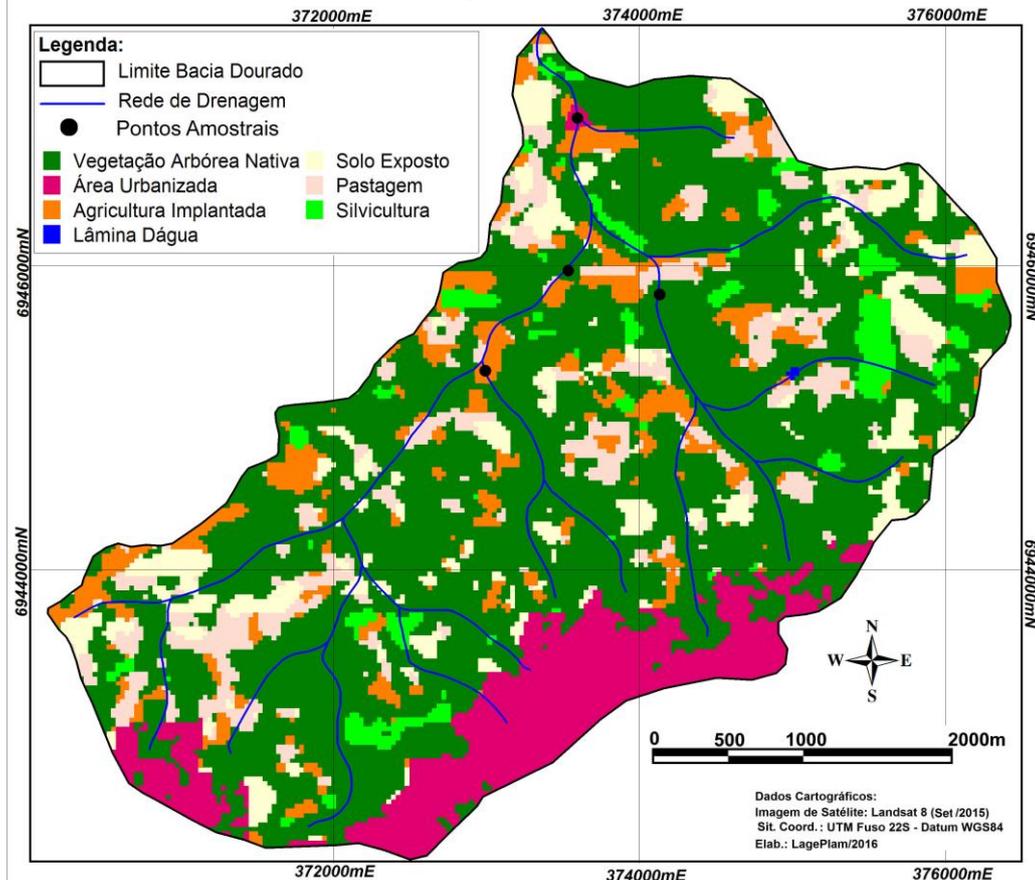
Desta análise verificou-se que as duas bacias hidrográficas (Dourado e Tamanduá) apresentavam características morfométricas semelhantes estando em mesma compartimentação geomorfológica regional, sendo, portanto, utilizadas para o levantamento de caracteres físicos e de habitats para a elaboração do Protocolo. Posteriormente, foram analisados os usos e cobertura da terra, de ambas as bacias hidrográficas, como apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Área total e percentagem dos atributos de usos e cobertura da terra quantificados nas bacias hidrográficas Rio Dourado/RS e Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduá/SC. Maio/2016.

Uso e Cobertura da Terra	Rio Dourado		Rio Tamanduá	
	Ha	%	Ha	%
Vegetação arbórea nativa	1060.62	58.73	900.2	48.06
Silvicultura	70.41	3.90	231.92	12.38
Pastagem	167.35	9.27	163.53	8.73
Lamina d'água	0.62	0.03	7.95	0.42
Agricultura implantada	154.96	8.58	400.45	21.38
Solo exposto	155.39	8.60	98.55	5.26
Área urbana	196.65	10.89	70.4	3.75
<b>Total</b>	<b>1806.00</b>	<b>100.00</b>	<b>1873.00</b>	<b>100.00</b>

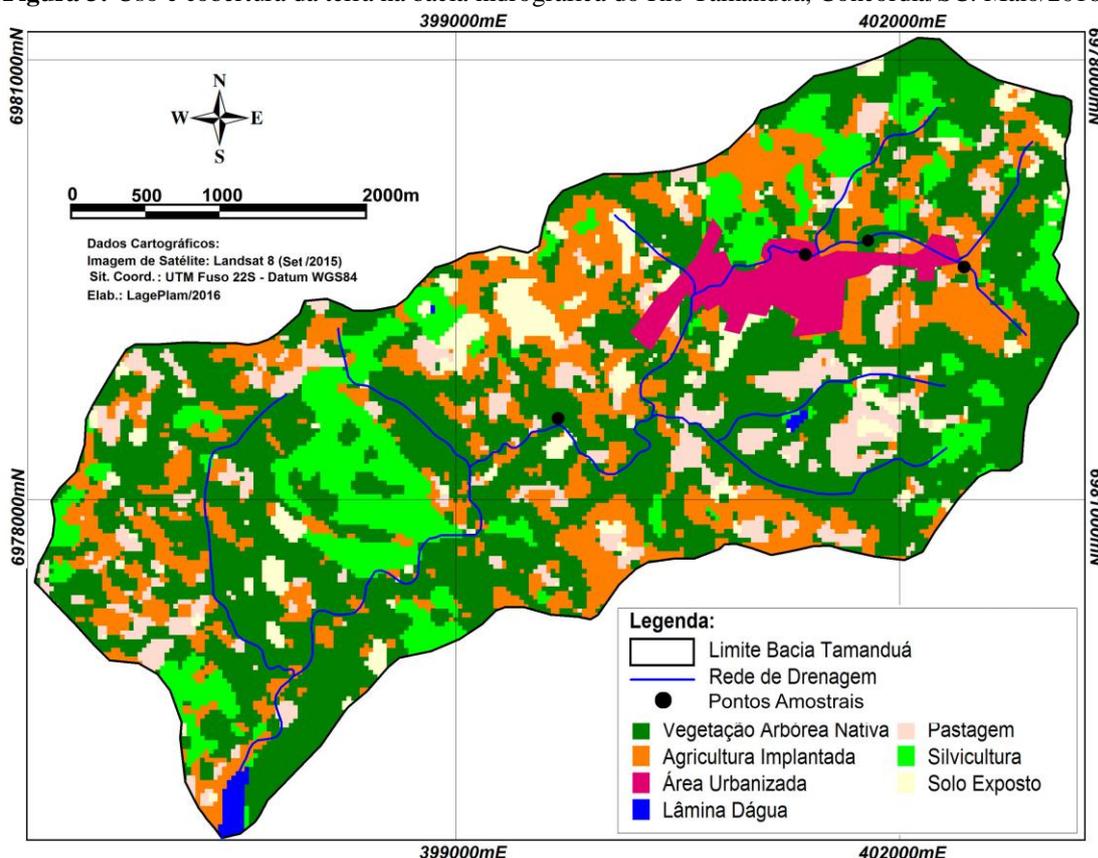
A bacia do Rio Dourado apresenta um predomínio de cobertura por vegetação arbórea nativa (58,73%), apresentando área urbanizada em 10,89% da área da Bacia, localizada na linha de cabeceira ao sul da bacia (Figura 2).

**Figura 2:** Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Dourado, Erechim/RS. Maio/2016.



A bacia do Rio Tamanduá também apresenta maior percentagem de vegetação arbórea nativa (48,06%), seguido pela agricultura implantada, 21,38%. A silvicultura nesta bacia perfaz um total de 12,38% da área (Figura 3).

**Figura 3:** Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Tamanduá, Concórdia/SC. Maio/2016.



Após estas análises selecionou-se 4 (quatro) pontos em cada uma das bacias, para o levantamento de caracteres físicos e de habitats dos riachos, um com presença de vegetação arbórea nativa, outro com influência urbana, o terceiro com influência agrícola e o quarto ponto com vegetação intermediária (Resolução CONAMA 004/ 94) (Figuras 2 e 3).

#### 4.2 Aplicação do Protocolo e Avaliação Ambiental dos Trechos Selecionados

Em cada um dos pontos selecionados, iniciou-se a aplicação do protocolo elaborado. No entanto, quando de sua primeira e segunda aplicação, verificou-se que alguns resultados eram inconsistentes, havendo variação quando aplicados por diferentes

avaliadores (Tabela 5). Desta forma passou-se a complementar e adequar as informações e novas aplicações sucederam.

**Tabela 5:** Resultados obtidos pelos avaliadores na primeira versão do Protocolo de Avaliação Rápida, para os municípios de Erechim/RS e Concórdia/SC.

Bacia do Rio Dourado: Erechim/RS									Bacia do Rio Tamanduá: Concórdia/SC								
Ponto	P 1		P 2		P 3		P 4		Ponto	P 1		P 2		P 3		P 4	
Versão	1	2	1	2	1	2	1	2	Versão	1	2	1	2	1	2	1	2
Avaliador 1	60	60	76	36	90	48	106	52	Avaliador 1	88	38	100	68	64	16	96	62
Avaliador 2	68	56	84	20	96	44	102	56	Avaliador 2	82	48	114	60	66	26	100	62
Avaliador 3	74	36	52	18	104	48	112	50	Avaliador 3	80	50	110	72	60	24	100	68
Avaliador 4	70		86		110		108		Avaliador 4	86		106		68		110	

Após várias aplicações e readequações chegou-se a um protocolo mais consistente, e apresentava pouca variação entre os resultados obtidos pelos avaliadores, gerando assim uma visão mais realista das características presentes nos ambientes avaliados. Porém, concluiu-se que seria necessário a elaboração de um material de apoio (Anexo 2), objetivando dirimir eventuais dúvidas, facilitando assim a utilização do protocolo. Porém verificou-se que com a utilização do material de apoio que os resultados obtidos na avaliação foram semelhantes (Tabela 6). Porém, há de se destacar que com o uso do material de apoio, houve um considerável ganho de tempo na aplicação do Protocolo junto aos locais selecionados, fator que demonstra que este material melhora a interpretação das características, bem como, a compreensão dos parâmetros a avaliar. Desta forma consolidou-se o protocolo.

**Tabela 6:** Resultado obtido pelos avaliadores utilizando o Protocolo de Avaliação Rápida com e sem o uso de material de apoio. Concórdia/SC.

Com material de Apoio					Sem material de Apoio				
Avaliador	P 1	P 2	P 3	P 4	Avaliador	P 1	P 2	P 3	P 4
1	42	64	18	64	1	40	62	22	66
2	44	66	20	62	2	42	64	18	64
3	44	66	20	64	3	44	64	20	62
4	42	68	20	64	4	40	66	18	64

Analisando-se a Tabela 6, verifica-se que os resultados são mais homogêneos e a diferença entre avaliadores não ultrapassa 4 pontos. O tempo médio de preenchimento do Protocolo elaborado foi de 12 minutos. Mesmo sem o uso de material de apoio o resultado

da avaliação mostrou pouca variação entre os diferentes avaliadores, porém o tempo do mesmo aumentou, sendo necessários 18 a 20 min por ponto para a avaliação.

Após a avaliação com os parâmetros propostos, constatou-se que na Bacia do Rio Tamanduá (Concórdia-SC), o Ponto 1 foi considerado Alterado (44 Pontos); o Ponto 2 foi considerado Natural (66 Pontos); o Ponto 3 foi considerado Impactado (20 Pontos) e o Ponto 4 foi considerado Alterado (64 Pontos). Já para a Bacia do Rio Dourado (Erechim-RS) o Ponto 1 foi considerado Alterado (56 Pontos); o Ponto 2 foi considerado Impactado (36 Pontos); o Ponto 3 foi considerado Alterado (44 Pontos) e o Ponto 4 foi considerado Natural (68 Pontos).

### 4.3 Protocolo de Avaliação Rápida proposto para riachos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina

Foram elencados 19 parâmetros com respectivas características. Para cada característica do parâmetro atribui-se uma pontuação que varia de 0 (zero), 2 ou 4 pontos. Os valores são distribuídos de acordo com uma condição de estresse ambiental, podendo variar de natural, alterado e impactado, conforme Tabela 7, sendo o somatório da pontuação dos parâmetros a indicação da condição do local analisado.

**Tabela 7** – Valores totais correspondentes às diferentes categorias de condições ambientais, para riachos do Alto Uruguai gaúcho e catarinense.

<b>Categorias das condições</b>	<b>Pontuação</b>
Natural	Mais de 65
Alterado	40 a 64
Impactado	0 a 39

Os parâmetros propostos, estão descritos detalhadamente a seguir:

#### 4.3.1 Características da Água

O odor da água sendo de fácil verificação, permite identificar alterações existentes na água tais como a presença de dejetos, detergentes, óleos, dentre outros poluentes que possam vir a comprometer a qualidade ambiental. A entrada destes componentes, faz com

que o processo de deterioração seja mais rápido. Isso porque estes efluentes geralmente ricos em matéria orgânica, que em pouco tempo começa a ser decomposto, acarreta déficits de oxigênio e em decorrência do aumento do número de bactérias que atuam na decomposição e da concentração de gases tóxicos e fétidos como o gás sulfídrico e o metano (ESTEVES, 2011), são responsáveis pela percepção do odor na água.

Alterações de transparência indicam a presença de substâncias em suspensão, as quais podem ser prejudiciais ao ambiente e aos seres vivos, podendo ser de origem natural como areia e argila, ou ter origem antrópica, sendo proveniente de esgotos (SAWYER et al., 2003). De acordo com o autor citado, tais alterações acabam gerando mudança de coloração na água e a diminuição da transmissão luminosa, pois esta, terá dificuldade de incidir em linha reta e acabará dispersando-se, sendo absorvida pelas partículas suspensas, prejudicando assim, os organismos fotossintetizantes.

A transparência da água pode ser ainda associada a fatores de escoamento superficial das chuvas pelo entorno dos riachos, tendo em vista que o material carregado influenciado pelos tipos de uso da terra praticados (ANDRADE et al., 2007). Além disso, para este autor, o aporte de efluentes e resíduos sólidos provenientes de locais de deposição inadequado as margens dos riachos, contribuem para alterar a transparência da água.

Uma condição natural seria a transparência da água e a ausência de odor no trecho do riacho analisado (Tabela 8).

**Tabela 8** - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de *Características da Água*, para trechos de rios na área de estudo.

<b>Parâmetro</b>	<b>4 pontos</b>	<b>2 pontos</b>	<b>0 pontos</b>
<b>Odor da água</b>	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
<b>Transparência da água</b>	Transparente	Turva/Cor de Chá Forte	Opaca ou colorida

#### 4.3.2 Uso e Ocupação do Solo

A agricultura ocasiona a fragmentação de habitats, interferindo na distribuição das espécies através de mudanças nos processos de dispersão, mortalidade e reprodução em virtude de os habitats serem envolvidos por áreas produtivas (THOMAS, 2000; PÜTTKER et al., 2011).

A implantação da atividade agrícola no entorno de riachos, ocasiona efeitos negativos. Em geral, os plantios ocorrem no início dos períodos chuvosos e sua colheita no início dos períodos de seca. Nestes intervalos, há momentos em que o solo se encontra exposto, facilitando assim os processos de erosão, havendo um aumento de sedimentos carregados aos riachos (TUCCI; CLARKE, 1997), podendo assim intensificar processos de assoreamento (XAVIER et al., 2010).

O uso das zonas ripárias para a agricultura ocasiona a diminuição da biodiversidade local, contaminação das águas superficiais e subterrâneas, em virtude do uso de defensivos e adubos químicos em excesso (JOHNSON et al., 1997; LAMMERT; ALLAN, 1999; ALLAN, 2004; SANTOS; TOSCANO, 2015; LEAL et al., 2016). Estes autores indicam ainda a possibilidade de alterações no canal e no fluxo de água, reforçando a entrada de luz e sedimentos, assim como poluentes oriundos de fontes não pontuais.

As atividades de criação intensiva são grandes fontes de impacto aos riachos (FLORIT, 2004). Segundo o mesmo autor, além de efeitos negativos que podem ser ocasionados por sua presença, tais como pisoteio e alterações no substrato, a má gestão dos dejetos pode ocasionar processos de poluição hídrica, tornando a água imprópria para vários usos. O contato destes efluentes com a água, aumenta a possibilidade de dispersão de doenças de contaminação hídrica (SEGANFREDO et al., 2003).

A atividade industrial é de grande relevância, porém, produtos químicos utilizados ou produzidos podem ocasionar danos a qualidade de água e a saúde (OYAKAWA; MENEZES, 2011). Segundo os mesmos autores, esses danos são intensificados pelo fato de serem lançamentos pontuais e concentrados, dificultando os processos de diluição e assimilação ambiental, isto pode gerar, problemas sócioambientais em virtude da necessidade de geração de renda, e, a dificuldade de tratamento dos resíduos gerados.

Áreas com a presença industrial tendem a possuir maiores concentrações de metais pesados em seus riachos, sendo estes contaminantes muito comuns em águas continentais (MOYO; PHIRI, 2002; CORBI et al., 2006). Nestes riachos é perceptível a diminuição de riqueza e diversidade da fauna aquática (DOI et al., 2007). Nestes ambientes, espécies de organismos como as Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera tornam-se raras, podendo até mesmo estar ausente (GRUMIAUX et al., 1998).

Os metais pesados apresentam efeitos nocivos ao ambiente, principalmente pela possibilidade de bioacumulação, podendo afetar os vários níveis da cadeia trófica (CUONG et al., 2005). Neste sentido, a Organização Mundial da Saúde (OMS) considera o

chumbo (Pb) um dos elementos químicos mais prejudiciais à saúde humana, podendo ocasionar déficit no sistema nervoso central e periférico, interfere na conversão de vitamina D, ocasiona problemas de memória e no sistema renal (RUBENS et al., 2001; MOREIRA; MOREIRA, 2004; CAPELLINI et al., 2008).

Uma condição tida como natural de acordo com o quadro 16, seria a ausência da influência industrial nos trechos dos riachos sendo avaliados.

A maior parte da população brasileira reside em áreas urbanas, segundo dados do IBGE a taxa de urbanização brasileira situa-se em 85% (IBGE, 2010), gerando uma série de conflitos ambientais, dentre eles a degradação dos mananciais hídricos, devido a poluição química e orgânica, oriunda do lançamento de efluentes cloacais, drenagem urbana inadequada e má gestão dos resíduos sólidos (TUCCI et al., 2003).

A produção de grandes volumes de esgoto, ocasionados pela urbanização e o lançamento dos mesmos sem tratamento em riachos, ocasiona efeitos negativos a biota aquática e a saúde pública, onde estas fontes pontuais de poluição alteram substancialmente a estrutura e o funcionamento destes ecossistemas (DODDS, 2006).

As modificações podem ser de origem física, química ou biológica, afetando a turbidez da água, condutividade elétrica e diminuição da oxigenação da água (DODDS, 2006; ARAUJO; OLIVEIRA, 2013). A impermeabilização dos solos, alterações de canal que juntamente com a ausência de vegetação ripária, acabam acentuando os processos de assoreamento (WENGER et al., 2009). O aumento da penetração da luz, em função da ausência de vegetação ripária, ocasiona maior proliferação de algas, diminuição do oxigênio dissolvido e consequente eutrofização, podendo a modificação da temperatura da água ocasionar alterações nas estruturas das comunidades (DODDS, 2006; NELSON et al., 2009; ARAUJO; OLIVEIRA, 2013).

Alterações no entorno do riacho influenciam na quantidade e qualidade da entrada de material alóctone, bem como, nos processos de decomposição e liberação de nutrientes (FRANÇA et al., 2009).

Os usos da terra de uma bacia hidrográfica impactam as comunidades aquáticas, em especial quando este uso é relacionado a zona ripária, ocasionando grandes perdas a qualidade de água dos riachos (ALLAN, 2004; CASATTI et al., 2006; CASATTI et al., 2012), sendo considerado o principal responsável pela degradação dos ecossistemas aquáticos (OMETO et al., 2000; NESSIMIAN et al., 2008).

De acordo com a Tabela 9, uma condição tida como natural é a inexistência de área agrícola, criação de gado, suíno, frango ou outras modalidades intensivas, inexistência de área urbanizada no entorno dos riachos e ausência de estradas em um raio de 30 m, ou qualquer outro tipo de alteração ou movimentação de terra no mesmo.

**Tabela 9** - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de *Uso e Ocupação do Solo*, para trechos de rios na área de estudo.

<b>Parâmetro</b>	<b>4 pontos</b>	<b>2 pontos</b>	<b>0 pontos</b>
<b>Agricultura</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30m.
<b>Criação de gado, suíno, frango/outras</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30m.
<b>Área industrial</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30 metros.
<b>Área urbanizada</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30 metros.
<b>Uso/alteração do solo do entorno</b>	Não apresentando presença de estrada em um raio de 30 m, ou qualquer outro tipo de alteração/obra no trecho.	Estradas a menos de 30 m do riacho, com movimentação de solo em uma das margens.	Estradas a menos de 30 m do riacho, com movimentação de solo nas duas margens.

#### 4.3.3 Morfologia do Canal

Processos erosivos ocorridos em bacias hidrográficas podem dar início a vários mecanismos de assoreamento, diminuindo tanto a quantidade como a qualidade dos recursos hídricos (GUIMARÃES; SANTOS, 2007). Oliveira (1994) associa o assoreamento, a diminuição da capacidade de armazenamento, a colmatção de pequenos lagos e açudes, a destruição de habitats aquáticos, obstrução de canais de cursos de água, aumento da turbidez, redução do potencial de utilização da água bem como, dos processos fotossintéticos.

Um dos principais fatores de aparecimento da erosão são as ações antrópicas, com a supressão da vegetação ripária, ocasionando um aumento significativo do volume de vazão

com redução do tempo de pico, aumento das áreas de saturação e consequente potencialização do escoamento superficial, que pode levar ao assoreamento (DIAS et al., 2005). Para este autor, o material erodido da bacia não é lançado diretamente no leito do rio, uma parte pode ficar retida em depressões naturais ou ainda, ser interceptada pela vegetação ou obstáculos existentes. Assim, uma condição natural seria a ausência de erosão no trecho do riacho analisado (Quadro 9).

A sinuosidade regula a velocidade da água do riacho, bem como o tempo de armazenamento deste em cada ponto de sua passagem, podendo ser responsável pelos processos erosivos, dependendo do formato e composição das margens que o curso hídrico apresentar (NARDINI et al., 2016). Segundo os mesmos autores, trechos retilíneos tendem a apresentar fluxo hídrico com maior intensidade, desta forma, ocasionando um maior carreamento tanto de organismos, como de solo.

A sinuosidade do canal principal é um fator controlador da velocidade do fluxo de água (NOVAES et al., 2004), pois quanto maior a sinuosidade, maior a dificuldade encontrada pelo deslocamento da água no seu caminho até a foz, implicando numa menor velocidade. Em escala local, os riachos sofrem influência do fluxo da água, velocidade da corrente, profundidade, largura, sinuosidade, pH, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido e da zona ripária. Esses fatores e suas inúmeras interações determinam a qualidade da água e as condições do habitat físico dos riachos (RICHARDS et al., 1996; JHONSON et al., 1997). Estas influenciam a composição e distribuição funcional da biota aquática (POFF, 1997; RICHARDS et al., 1997; LAMOUREUX et al., 2004).

Processos físicos e mecanismos de controle natural da erosão fluvial, exercem papel importante na manutenção do equilíbrio do canal do riacho (HOOKE, 1979), sendo relevantes o teor de argila, a vegetação ripária e a profundidade e densidade do enraizamento (NANSON; HICKIN, 1986; SIMON, 2005). Margens mais íngremes são mais suscetíveis a processo erosivos (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006) e o processo de retirada de vegetação das margens, favorece o assoreamento causado pela erosão. Para o mesmo autor, sinais como margens sem vegetação, desmoronamentos e raízes expostas são sinais típicos de erosão.

A energia da massa de água também interfere na presença de erosão, no carreamento de sedimentos e nos aspectos de forma do canal (NANSON; CROKE, 1992). Os mesmos autores comentam que ambientes com textura não coesa e taxas elevadas de material orgânico, serão mais propensos a erosão perante alterações antrópicas, dentre

estas a supressão de vegetação e alterações de uso da terra. Para Nanson; Hickin (1986) rios com composição de canal de maior granulometria, são mais resistentes a erosão.

As alterações antrópicas afetam negativamente os habitats do canal do rio, interferindo no fluxo de água, e, aumentando a entrada de poluentes oriundos de fontes não pontuais, por exemplo, sedimentares (LAMMERT; ALLAN, 1999; ALLAN, 2004). Alterações neste sistema complexo e delicado exercem efeitos deletérios sobre as populações de invertebrados mais sensíveis (ROSENBERG; RESH, 1993).

Reflexo desse fato, é o registro do declínio acentuado das populações sensíveis de invertebrados bentônicos nos riachos onde houveram obras de impermeabilização do solo e consequente, perda da qualidade da água (KING et al., 2011; KEIL et al., 2012).

Para o protocolo elaborado, de acordo com a Tabela 10, a condição natural refere-se a presença de curvas evidentes, proporcionando assim, diversidade de habitats, bem como, a presença de margens estáveis, com ausência ou mínima evidência de erosão (Menos de 5% das margens afetadas) e ausência de canalização, ou qualquer outra perturbação. O curso d'água segue o curso natural.

**Tabela 10** - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de *Morfologia do Canal*, para trechos de rios na área de estudo.

<b>Parâmetro</b>	<b>4 pontos</b>	<b>2 pontos</b>	<b>0 pontos</b>
<b>Erosão no entorno do ponto e/ou nas margens do rio</b>	Ausente	Moderada	Acentuada
<b>Sinuosidade do leito</b>	Presença de curvas evidentes, proporcionando diversidade de habitats.	A sinuosidade do canal é pouco evidente, podendo ser observadas curvas distantes.	O trecho apresenta-se retilíneo.
<b>Estabilidade das margens</b>	Estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão. Menos de 5% das margens afetada.	Estabilidade comprometida, apresentando de 5 a 50% das margens com probabilidade de erosão.	Instáveis, apresentando mais de 50% das margens com presença de erosão ou quedas de blocos de solo ou rocha.
<b>Alteração no canal do rio</b>	Ausência de canalização, ou qualquer outra perturbação. O curso d'água segue o padrão natural.	Presença de ponte.	Presença de canalização, “passador” ou outras formas de alteração (terraplanagem, aterros, barragens, margens revestidas).

#### 4.3.4 Vegetação das Margens

A vegetação ripária exerce grande importância para as comunidades aquáticas, como relatado em estudos desenvolvidos por Allan (2004); Casatti et al. (2006); Sensolo et al. (2012). Estes apontam a estabilização das margens, bem como, o fornecimento de abrigo e nutrientes a diversos organismos ao longo da cadeia trófica, como algumas das funções exercidas por esta vegetação. Pequenos riachos habitados por peixes de pequeno porte (10 a 15cm), apresentam grande dependência da vegetação ripária como fonte de alimento alóctone (OYAKAWA; MENEZES, 2011). Além disso, a vegetação atua como barreira física a entrada de sedimentos, fertilizantes e pesticidas carregados pelas chuvas impedindo o assoreamento, processos erosivos e a consequente eutrofização dos riachos (ALLAN, 2004; CASATTI et al., 2012). Esta é a principal fonte de entrada de energia em riachos de cabeceira (WALLACE et al., 1997).

Alterações na vegetação ripária afetam negativamente as comunidades aquáticas, limitando a entrada alóctone de folhas, frutos, galharias e troncos, simplificando assim os habitats, influenciando toda a cadeia trófica das comunidades (BARRELLA et al., 2001; ALLAN, 2004; CASATTI et al., 2006; ZENI; CASATTI, 2014). Em locais alterados as espécies com maior plasticidade alimentar predominam, tendo nas algas, detritos e os macroinvertebrados bentônicos sua base alimentar (FERREIRA et al., 2012).

A entrada alóctone tanto vertical, como lateral, exerce grande influência no sistema lótico (WALLACE et al., 1997). A vegetação exótica, entre elas a presença de *Pinnus* sp., *Eucaliptus* sp. e *Hovenia dulcis* Thunb impacta a composição da serapilheira, ocasionando alterações na estrutura das comunidades e no funcionamento dos ecossistemas (FRANÇA et al., 2009; FUREY et al., 2014). O impacto é causado devido à composição física e química das folhas, bem como, da quantidade de biomassa produzida pelo espécime, influenciando na taxa de ciclagem de nutrientes (FUREY et al., 2014). Os trabalhos desenvolvidos por Masese (2014) e Ferreira et al. (2015) demonstram a alteração ocorrida nas comunidades de microrganismos e invertebrados, no que diz respeito a diminuição da riqueza e diversidade. Segundo os mesmos autores, a taxa de decomposição do material vegetal é baixa, devido as folhas serem esclerófilas e ricas em polifenóis.

As espécies exóticas nas zonas ripárias podem interferir no fluxo luminoso, temperatura, quantidade e qualidade do material carregado para o riacho, reduzindo a biodiversidade e a ciclagem de nutrientes (MASESE et al., 2014). O aporte lateral de

matéria orgânica (serapilheira) sofre interferência pela inclinação do terreno, características de clima e largura do rio (NAIMAN et al., 2005). Após acessar o riacho, o material pode ser carregado ou ficar retido. Neste caso, tornando-se disponível para macroinvertebrados, microrganismos e mesmo vertebrados (SPEAKER et al., 1984), sendo em muitos casos a principal via de circulação de matéria e energia (BEGON et al., 2006). Galharias, folhas, frutos e flores constituem o particulado grosso e são importantes para a biota aquática, tendo em vista, afetarem a cadeia trófica do sistema, em especial para os detritívoros (LARRAÑAGA et al., 2003). Os detritos foliares são responsáveis por 41 a 98% do aporte alóctone (LISBOA et al., 2015). A entrada de matéria orgânica alóctone, a retenção e a decomposição dos detritos, constituem processos fundamentais para o metabolismo de riachos de pequeno porte (ABELHO, 2001; MINSHALL; RUGENSKI, 2007), sendo fundamental para a manutenção das comunidades biológicas (GONÇALVES et al., 2014).

Grande parte dos estudos considera o aporte vertical como o de maior relevância a manutenção dos processos ecológicos dos riachos (AFONSO et al., 2000; ELOSEGI; POZO, 2005; WANTZEN et al., 2008; GONÇALVES; CALLISTO, 2013; RESENDE et al., 2016).

Rios de pequena ordem apresentam diversas funções ecológicas, dentre elas, destacamos o transporte de matéria orgânica, regulação hidrológica, regulação térmica e atuam como corredores de fauna e flora (NAIMAN et al., 2005; BERKOWITZ et al., 2014). Por apresentarem pouca largura, a vegetação ripária acaba por fechar o dossel acima do sistema lótico (VANNOTE et al., 1980), sendo o aporte vertical e lateral as fontes predominantes de matéria orgânica alóctone (WALLACE et al., 1997). O material orgânico serve de alimento, sítio reprodutivo e refúgio, podendo ainda afetar a biota aquática ao atuar como barreira física e retenção de substâncias provenientes da zona ripária (TERESA; CASATTI, 2010).

Áreas com composição herbácea e arbustiva apresentam produção de matéria orgânica particulada grossa (MOPG) menor, quando comparado a áreas com a presença de vegetação ripária composta por florestas maduras (NUNES; PINTO, 2007; MARCZAK et al., 2010). Nestes ambientes o aporte vertical é substituído pelo aporte lateral, o qual é influenciado pela matéria orgânica acumulada nas margens (ELOSEGI; POZO, 2005; WANTZEN et al., 2008; LISBOA et al., 2015). O dossel aberto naturalmente auxilia no aumento da incidência luminosa, beneficiando a produção de energia autóctone em

detrimento da entrada alóctone, criando ambientes diferenciados, assemelhando-se a áreas com riachos de ordens maiores (VANNOTE et al., 1980; BRASIL et al., 2014).

Conforme a Tabela 11, a condição natural teria mais de 60% de vegetação ripária em ambas as margens, em uma faixa mínima de 30 metros, com ausência de vegetação exótica, presença de bastante serapilheira nas margens. Áreas com riachos de pequena ordem, com dossel fechado indicam uma condição ambiental melhor. Em áreas de campos naturais a condições natural óbvia, é o trecho se apresentar com dossel aberto.

**Tabela 11** - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de *Vegetação das Margens*, para trechos de rios na área de estudo.

<b>Parâmetro</b>	<b>4 pontos</b>	<b>2 pontos</b>	<b>0 pontos</b>
<b>Vegetação nativa em um raio de 30m</b>	Totalizando mais de 60% em ambas as margens.	Entre 20 e 60% em ambas as margens.	Menos de 20% em ambas as margens.
<b>Vegetação exótica em um raio de 30m</b>	Ausente.	Compondo até 30% da área.	Compondo mais de 30% da área.
<b>Presença de serapilheira nas margens</b>	Abundante.	Pouco abundante.	Inexistente.
<b>Dossel (áreas com vegetação nativa arbórea)</b>	Dossel fechado, apresentando cobertura superior a 60% do leito do rio.	Dossel apresenta cobertura entre 30 e 60% parcial do leito do rio.	Dossel aberto, cobertura inferior a 30%.
<b>Dossel (com vegetação nativa de campo natural)</b>	Dossel Aberto.		

#### 4.3.5 Substrato

O substrato é um meio complexo e de grande relevância para as comunidades aquáticas, por influenciar diretamente as comunidades de macroinvertebrados bentônicos, sendo o meio físico sobre o qual estes se movem, descansam, procuram alimentos, encontram abrigo e depositam seus ovos (RESH; ROSENBERG, 1984).

Substratos mais heterogêneos com uma composição mais variada, apresentam presença de galharias, frutos, folhas, seixos, blocos, troncos, dentre outros. Estes atendem

as necessidades de uma diversidade maior de organismos, por apresentarem uma gama maior de recursos disponíveis (HEPP et al., 2010; DE TONI et al., 2014). De acordo com estes autores, substratos homogêneos apresentam pouca diversidade em sua composição, tendo comunidades menos diversas que os substratos heterogêneos e complexos.

A diversidade e abundância das comunidades aquáticas estão relacionadas com a maior estabilidade dos substratos, e, com a presença de matéria orgânica no leito dos riachos (ALLAN, 1995). Diversos estudos que abordam a questão de substrato e organismos, indicam que o substrato é fundamental ao ambiente físico, sendo importante para a manutenção do ecossistema aquático e sua respectiva biota (HEINO et al., 2003).

Frente a complexa influência que os substratos possuem no funcionamento do ecossistema lótico, este foi incluído na elaboração deste protocolo.

A deposição de lama/argila afeta negativamente as comunidades aquáticas, tendo em vista a sua baixa granulometria e por preencher os espaços entre os demais constituintes do substrato, ocasionando a homogeneização local, e conseqüente redução da riqueza e diversidade da fauna aquática, por afetar diretamente a disponibilidade de habitats e alimento (ALLAN, 2004).

Para Sylte; Fischenick (2007) a avaliação visual da deposição de sedimentos fornece informações úteis, conforme a proposta do monitoramento. Altos níveis de deposição de lama, estão correlacionados também, com a baixa produtividade biótica (BARBOUR; STRIBLING, 1999). As corredeiras são indicativas de qualidade de habitat e da diversidade faunística, e o aumento em sua frequência aumenta a diversidade das comunidades aquáticas (BARBOUR et al., 1999). Para o autor citado, este parâmetro mede a seqüência de corredeiras ao longo do trecho em avaliação e acaba indicando a heterogeneidade de habitats no riacho.

As características físicas dos riachos variam ao longo de sua extensão, tanto em tamanho dos particulados do substrato, como em profundidade e correnteza, levando a formação de diferentes mesohabitats, como, poções, corredeiras e rápidos, distribuídos ao longo do rio (RINCÓN, 1999). Para o mesmo autor, corredeiras são compostas principalmente por blocos e matacões, ocasionando turbulência ao fluxo de água, podendo haver a formação de poções com menor correnteza e maior profundidade.

A maior estabilidade do substrato somado a presença de detritos orgânicos, ocasiona um aumento na riqueza, a abundância e distribuição da biota aquática (ALLAN; CASTILHO, 2007; UIEDA; RAMOS, 2007), tendo em vista a maior resistência deste tipo

de substrato ao movimento (DAVIS et al., 2015). O substrato de corredeiras, ocasiona uma maior heterogeneidade de habitats em virtude da retenção de detritos vegetais, influenciando diretamente a disponibilidade de recursos a fauna bentônica (CRISCI-BISPO et al., 2007).

Sendo assim, de acordo com a Tabela 12, uma condição natural seria atribuída aos trechos que apresentam mais de 50% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos e galhos. Observa-se também seixos, ou outros habitats disponíveis para a colonização e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios ou peixes. Quanto maior a heterogeneidade do ambiente, melhor sua condição ecológica. Quando o trecho avaliado apresenta corredeiras frequentes, a situação é considerada de boa qualidade, uma vez que a quantidade de habitats aumenta e se torna heterogêneo.

**Tabela 12** - Gradiente de estresse ambiental para parâmetros de *Substrato*, para trechos de rios na área de estudo.

<b>Parâmetro</b>	<b>4 pontos</b>	<b>2 pontos</b>	<b>0 pontos</b>
<b>Tipo de habitat de fundo</b>	Mais de 50% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos e galhos. Observa-se também, seixos, ou outros habitats disponíveis para a colonização e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios ou peixes.	Entre 20 e 50% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos. Há substratos adicionais (troncos ou galhos) inclinados, mas que ainda não fazem parte do fundo.	Menos de 20% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos. Pouca diversidade de habitats.
<b>Deposição de lama (sedimentos finos)</b>	A deposição de lama/sedimento afeta menos de 20% do substrato do riacho.	A deposição de lama/sedimento afeta de 20 a 50% do substrato do riacho.	A deposição de lama/sedimento afeta mais de 50% do substrato do riacho.
<b>Corredeiras</b>	Corredeiras frequentes. Entre as corredeiras há a formação de pequenos remansos, com aumento na quantidade de habitats.	Corredeiras frequentes e não há condições para a presença de habitats favoráveis.	Inexistência de corredeiras. A maior parte da superfície da água é plana, ou encontra-se parada em poços.

#### 4.4 Validação do Protocolo

Após a consolidação do protocolo, passou-se ao processo de validação do mesmo por meio da aplicação do índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) e os resultados foram comparados (Quadro 28). Desta forma, pode-se verificar que em quase todos os pontos os resultados foram semelhantes.

Pela análise de Correlação de Pearson, pode-se verificar que a correlação foi positiva, apresentando um coeficiente de 0,85. Esse valor, valida o Protocolo elaborado e indica que os parâmetros analisados refletem a qualidade dos riachos da região, sendo o mesmo adequado a aplicação para a avaliação rápida de trechos de pequena ordem.

**Tabela 13** - Resultado obtido pelo índice BMWP e pela aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida em riachos do município de Erechim RS.

<b>Comparativo entre Índices de BMWP e Resultados dos Protocolos de Avaliação Rápida</b>				
<b>Ponto</b>	<b>Protocolo Elaborado</b>	<b>Categoria Protocolo</b>	<b>BMWP</b>	<b>Resultado BMWP</b>
<b>P 1</b>	60	Alterado	90	Excelente
<b>P 2</b>	50	Alterado	65	Boa
<b>P 3</b>	38	Impactado	46	Regular
<b>P 4</b>	46	Alterado	70	Boa
<b>P 5</b>	72	Natural	99	Excelente
<b>P 6</b>	18	Impactado	2	Péssima
<b>P 7</b>	38	Impactado	74	Boa
<b>P 8</b>	22	Impactado	58	Regular
<b>P 9</b>	66	Natural	86	Excelente
<b>P 10</b>	32	Impactado	32	Ruim

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito embora já tenham sido realizados vários trabalhos com o uso de Protocolos de Avaliação Rápida no Brasil, estes ainda são pouco difundidos e utilizados, não atingindo todo o potencial de monitoramento que os mesmos possuem, uma vez que se trata de um método de análise com baixo custo, fácil aplicação e obtenção de respostas.

O protocolo elaborado apresenta linguagem clara e objetiva e de fácil interpretação dos resultados. A utilização desta ferramenta, permite que toda a sociedade possa participar de processos de monitoramento e gerenciamento dos recursos hídricos. Esta ferramenta demonstrou ser eficaz por permitir a apropriação de conceitos ecológicos, a sensibilização e observação da interação dos recursos hídricos com seu entorno, o que permite ser utilizado por pesquisadores, em escolas e ONGs e também auxiliar nas atividades de Educação Ambiental. Cabe salientar que os PARs devem ser adaptados as condições regionais devido a características próprias que integram os ambientes em níveis regionais.

Durante seu desenvolvimento pode-se perceber que a utilização do material de apoio gerado não interferiu significativamente nos resultados obtidos, porém, seu uso auxiliou os usuários a diminuir o tempo de aplicação, demonstrando maior agilidade e compreensão dos parâmetros e características ambientais que estão sendo analisadas. O resultado obtido na análise de correlação, demonstra que os parâmetros utilizados são adequados ao ambiente proposto, fornecendo dados confiáveis com relação a qualidade do ambiente avaliado.

Sendo assim, este protocolo apresenta-se como alternativa de avaliação preliminar tanto aos órgãos e entidades governamentais, entidades educacionais, centros de pesquisa e monitoramento, sociedade civil organizada em suas diversas modalidades, Comitês de Gerenciamento de Bacias e a sociedade como um todo. Este tipo de diagnóstico com uso de PARs facilita a inserção de todos na gestão dos recursos hídricos, conforme preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos visando uma gestão participativa e integrada.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABELHO, M. From litterfall to breakdown in streams: a review. **The Scientific World**, v. 1, p. 656- 680. 2001.
- AFONSO, A.A.O.; HENRY, R.; RODELLA, R.C.S.M. Allochthonous Matter Input in Two Different Stretches of a Headstream (Itatinga, São Paulo, Brazil). **Brazilian Archives Biology Technology**, v. 43, n. 3, p. 335-343, 2000.
- ALLAN, J. D. **Stream ecology**. Structure and function of running waters. Ed. Chapman & Hall, New York, 1995.
- ALLAN, J.D. Landscape and rivers capes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.35, p. 257-284, 2004.
- ALLAN, J.D.; CASTILHO, M.M. **Stream ecology**: structure and function of running waters. 2nd ed. Netherlands: Springer, 2007.
- ALVARES, C.A.; STAPE J.L.; SENTELHAS P.C.; GONÇALVES J.L.M.; SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2014.
- ANDRADE, E.M.; ARAÚJO, L.F.P.; ROSA, M.F.; GOMES, R.B.; LOBATO, F.A.O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Rural**, v. 37, n.6, p. 1791-1797, 2007.
- ARAGÃO, R.; ALMEIDA, J.A.P.; FIGUEIREDO, E.E.; SRINIVASAN, V.S. Mapeamento do potencial de erosão laminar na Bacia do Rio Japarutuba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n.7 p. 731-740, 2011.
- ARAUJO, M.C.; OLIVEIRA, M.B.M. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 3, p. 247-257, 2013.
- BAPTISTA, D.F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 425-441. 2008.
- BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers**: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2. ed. Washington: EPA 841-B-99-002, 339p. 1999.
- BARRELLA, W.; PETRERE, J.R.M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. (Org.). **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, p. 187-

208. 2001.

BARRETO, A.P.; ARANHA, J.M.R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho de Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 779-788, 2006.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. H.; JOHN, L.; COLIN, R. T.; JOHN, L. H. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**, 4 ed. Oxford/UK: Blackwell, 2006

BERKOWITZ, J. F.; SUMMERS, E. A.; NOBLE, C. V.; WHITE, J. R.; DELAUNE, R. D. Investigation of biogeochemical function proxies in headwater streams across a range of channel and catchment alterations. **Environmental Management**, v. 53, n. 3, p. 534 – 548. 2014.

BIASI, C.; KÖNIG, R.; MENDES, V.; TONIN, A. M.; SENSOLO, D.; SOBCZAK, J. R. S.; CARDOSO, R.; MILESI, S. V.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do Alto Uruguai (RS). **Perspectiva**, v. 34, n. 125, p. 67-77, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, da Presidência da República. **Diário Oficial da União**. Seção 1. p. 1, 28 de maio de 2012.

BRASIL, L.S.; JUAN J.; BATISTA, J.D.; PAVAM, M.G.; CABETTE, H.S.R. Longitudinal Distribution of the Functional Feeding Groups of Aquatic Insects in Streams of the Brazilian Cerrado Savan. **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 5, p. 421-428. 2014.

BRITO, M.T.S.; NASCIMENTO FILHO, S.L.; VIANA, G.F.S.; MELO JÚNIOR, M. Aplicação de um protocolo de avaliação ambiental rápida em dois reservatórios do semiárido brasileiro. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 1-5, 2016.

BUCKUP, L.; BUENO A.A. P.; BOND-BUCKUP, G.; CASAGRANDE, M.; MAJOLO, F. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 294-301, 2007.

BUDKE, J.C.; HEPP, L.U.; ZANIN, E.M.; DECIAN, V. The influence of land use on benthic macroinvertebrate composition and function towards connection among landscape, riverscape and community process. In: BILIBIO, C.; HENSEL, O.; SELBACH, J. (Org.). **Sustainable water management in the tropics and subtropics and cases studies in Brazil**. Jaguarão: Fund. UFPampa/UNIKASSEL, p. 933-954. 2012.

CAJAIBA, R.L.; SILVA, W.B.; FEITOSA, A.K.; BRUXEL, M. Avaliação ambiental de um curso d'água no município de Uruará, PA através de um protocolo de avaliação rápida. **Cadernos de Agroecologia** v. 10, n. 3, p. 1-5, 2015.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira Recursos Hídricos**, v. 6, n.1, p. 71-82, 2001.

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

CAPELLINI, V. L. M. F.; RODRIGUES, O. M. P. R.; MELCHIORI, L. E.; VALLE, T. G. M. Crianças contaminadas por chumbo: Estudo comparativo sobre desempenho escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 19, n. 39, p. 155-180, 2008.

CARVALHO, M.C. **Participação social no Brasil hoje**. São Paulo: Instituto Polis, 1998.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; SILVA, A.M; CASTRO, R.M.C. Stream fishes, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2b, p. 681-696, 2006.

CASATTI, L.; TERESA, F.B.; GONÇALVES-SOUZA, T.; BESSA, E.; MANZOTTI, A.R.; GONÇALVES, C.S.; ZENI, J.O.. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1, p. 205-214, 2012.

CHAN, E.K.W.; ZHANG, Y.; DUDGEON, D. Contribution of adult aquatic insects to riparian prey availability along tropical forest streams. **Marine and Freshwater Research**, v. 58, p. 725-732, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

COLZANI, E.; SIQUEIRA, T.; SURIANO, M. T.; ROQUE, F. O. Responses of Aquatic Insect Functional Diversity to Landscape Changes in Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 45, n. 3, p. 343-350, 2013.

CORBI, J.J.; STRIXINO, S. T.; SANTOS, A.; GRANDE, M. D. Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-de-açúcar (Estado de São Paulo, Brasil). **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1. p. 61-65, 2006.

CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic rainforest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 312-318, 2007.

CUONG, D.T.; BAYEN, S.; WURL, O.; SUBRAMANIAN, K.; WONG, K. K. S.; SIVASOTHI, N.; OBBARD, J. P. Heavy metal contamination in mangrove habitats of Singapore. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, p. 1713-1744. 2005.

DAVIS, A. M.; PEARSON, R. G.; KNEIPP, I. J.; BENSON, L. J.; FERNANDES, L. Spatiotemporal variability and environmental determinants of invertebrate assemblage structure in an Australian dry-tropical river. **Freshwater Science**, v. 34, n. 2, p. 634-647, 2015.

DE TONI, K. R.; NAVA, D.; RESTELLO, R. M.; DECIAN, V.; ROVANI, I. L.; HEPP, L. U. Integridade da paisagem e sua influência sobre a composição da comunidade de Chironomidae (Diptera) em riachos de pequena ordem. **Ecología Austral**, v. 24, n. 3, p. 335-342, 2014.

DIAS, N. W.; BATISTA, G. T.; TARGA, M. dos S.; CATELANI, C. de S. Análise da carga de sedimentos da Represa de Paraibuna com base em dados multiespectrais. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. **Anais**, 2005.

DODDS, W. K. Eutrophication and trophic state in rivers and streams. **American Society of Limnology and Oceanography**, v. 51, n. 1, p. 671–680, 2006.

DOI, H.; TAKAGI, A.; KIKUCHI, E. Stream macroinvertebrate community affected by point-source metal pollution. **International Review of Hydrobiology**, v. 92, n. 3, p. 258-266, 2007.

ELOSEGI, A.; POZO, J. Litter input. IN: GRAÇA, M.A.S.; BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M.O. **Methods to study litter decomposition a practical guide**. New Yorke. 2005.

ESTEVEES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 628 p

EVERSOLE, R. Managing the pitfalls of participatory development: some insight from Australia. **World Development**, v. 31, n.5, p. 781-795, 2003

FAUSTO N.; QUIROGA A.M. Revivendo mecanismos autoritários: as organizações de moradores da gestão de políticas públicas. In: BARREIRA, I.A.F.; NASCIMENTO, E.P. do (Orgs). **Brasil urbano: cenários da ordem e da desordem**. Rio de Janeiro: Notrya; Fortaleza: Sudene; UFC, p. 17-33. 1993.

FERREIRA, A.; PAULA, F.R.; FERRAZ, S.F.B.; GERHARD, P.; KASHIWAQUI, E.A.L.; CYRINO, J.E.P.; MARTINELLI, L.A.; Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 21, n. 1, p. 12–22, 2012.

FERREIRA, V.; LARRAÑAGA, A.; GULIS, V.; BASAGUREN, A.; ELOSEGI, A.; GRAÇA, M. A. S.; POZO, J. The effects of eucalypt plantations on plant litter decomposition and macroinvertebrate communities in Iberian streams. **Forest Ecology and Management**, v. 335, p. 129-138, 2015.

FIREHOCK, K.; WEST, J. A brief history of volunteer biological water monitoring using macroinvertebrate. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 14, p. 197-202. 1995.

FIRMINO, P.F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A.S.L. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos dos rios localizados no município de Ipameri, sudeste do estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v.15, n. 2, p. 1-12, 2011.

FLORIT, F.L. Objetivos ambientais versus objetivos econômicos e sociais: paradoxos das políticas de sustentabilidade na suinocultura catarinense. In: GUIVANT, G.J; MIRANDA, R.C. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura**. p. 201-223. Chapecó: Argos, 2004.

FORE, L. S.; PAULSEN, K.; O'LAUGHLIN, K. Assessing the performance of volunteers in monitoring streams. **Freshwater Biology**, v. 46, p. 109-123, 2001.

FRANÇA, J. S.; GREGÓRIO, R. S.; PAULA J. D.; GONÇALVES-JÚNIOR, J. F.; FERREIRA, F. A.; CALLISTO, M. Composition and dynamics of allochthonous organic matter inputs and benthic stock in a Brazilian stream. **Marine and Freshwater Research**, v. 60, p. 990-998, 2009.

FRANÇA, J; SALES, S. Avaliação ecológica da qualidade das águas (parâmetros físicos e químicos) dos riachos no RVS Mata do Junco, Capela, SE. In: III Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. 2010. **Anais**, Sergipe: 2010.

FUREY, C.; TECCO, P.A.; PEREZ-HARGUINDEGUY, N.; GEORGIS, M. A.; GROSSI, M. The importance of native and exotic plant identity and dominance on decomposition patterns in mountain woodlands of central Argentina. **Acta Oecologica**, v. 54, p.1-8, 2013.

GONÇALVES, J. F. JR.; CALLISTO, M. Organic-matter dynamics in the riparian zone of a tropical headwater stream in Southern Brazil. **Aquatic Botany**, v. 109, p. 8- 13. 2013.

GONÇALVES, J.F.JR.; REZENDE, R.S., GREGÓRIO, R.S.; VALENTIN, G.C. Relationship between dynamics of litterfall and riparian plant species in a tropical stream. **Limnologica**, v. 44, p. 40-48. 2014.

GRAÇA, M.A.S.; BARLOCHER, F.; GESSNER, M.O. **Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide**. Springer New York. 2005.

GRUMIAUX, F.; LEPRETRE, A.; COURTOIS, N.D. Effect of sediment quality on benthic macroinvertebrate community in streams in the north of France. **Hydrobiologia**, v. 385, n. 1-3, p. 33-46, 1998.

GUIMARÃES, L.J.R.; SANTOS, L.J.C. Levantamento das áreas potenciais à erosão laminar como suporte à detecção das áreas-fonte ao assoreamento na barragem Piraquarai. **Revista Eletrônica Geografar**, v.2, n.2, p.172-188, 2007.

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.

HELFIELD, J.M.; NAIMAN, R.J. Effects of salmon-derived nitrogen on riparian forest growth and implications for stream productivity. **Ecology**, v. 82, n. 9, p. 2403-2409, 2001.

HEINO, J.; MUOTKA, T.; PAAVOLA, R. Determinants of macroinvertebrate diversity in headwater streams: regional and local influences. **Journal of Animal Ecology** v. 72, p.

425–434. 2003.

HEINO, J. Functional biodiversity of macroinvertebrate assemblages along major ecological gradients of boreal headwater streams. **Freshwater Biology**, v. 50, p. 1578-1587. 2005.

HEPP, L.U.; MILESI, S.V.; BIASI, C. e RESTELLO, R.M. Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Zoologia**, v.27, n.1, p.106-113, 2010.

HOOKE J.M. An Analysis of the Processes of River Bank Erosion. **Journal of Hydrology**, v. 42, p. 39-62. 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

JOHNSON, L.B.; RICHARDS, C.; HOST, G.E.; ARTHUR, J.W. Landscape influences on water chemistry in Midwestern stream ecosystems. **Freshwater Biology**, v. 37, p. 193-208. 1997.

KEIL, J.; ARLE, J.; JÄHNIG, S.C. Limiting factors and thresholds for macroinvertebrate assemblages in European rivers: Empirical evidence from three datasets on water quality, catchment urbanization, and river restoration. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 63-72. 2012.

KING, R.S.; BAKER, M.E.; KAZYAK, P.F.; WELLER, D.E. How novel is too novel? Stream community thresholds at exceptionally low levels of catchment urbanization. **Ecological Applications**, v. 21, n. 5, p. 1659-1678. 2011.

KONIG, R.; SUZIN, C.R.H.; RESTELLO, R.M.; HEPP, L.U. Qualidade das águas de riacho da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.3, n. 1, p.84-93, 2008.

LAMMERT, M.; ALLAN, J.D. Assessing biotic integrity of streams, effects of scale in measuring the influence of land use/cover and habitat structure on fish and macroinvertebrates. **Environmental Management**, v. 23, n. 2, p. 257-270. 1999.

LAMOUREUX, N.; DOLÉDEC, S.; GAYRAUD, S. Biological traits of stream macroinvertebrate communities, effects of microhabitat, reach, and basin filters. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 23, n. 3, p. 449-466. 2004.

LARRAÑAGA, S.; DÍEZ, J. R.; ELOSEGI, A.; POZO, J. Leaf retention in streams of Aguera Basin (northern Spain). **Aquatic Sciences**, v. 65, n. 2, p. 158-166. 2003.

LEAL, C.G.; POMPEU, P.S.; GARDNER, T.A.; LEITÃO R.P.; HUGHES, R.M.; KAUFMANN, P.R.; et al.. Multi-scale assessment of human-induced changes to Amazonian instream habitats. **Landscape Ecology**, v. 31, n. 8, p 1725-1745. 2016.

LEMONS, R.; CARVALHO, V.L.M.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P.; POLIGNANO, M.V.; LOPES, F. Development of a protocol for rapid assessment of water courses and

application in urban areas of the sub-watershed of Pampulha river, Rio das Velhas, Minas Gerais-Brasil. In: III Seminário nacional sobre tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo. 2014. **Anais**. Belém do Pará: 2014.

LISBOA, L.K.; SILVA, A.L.L.; SIEGLOCH, A.E.; GONÇALVES JR, J.F.; PETRUCIO, M.M. Temporal dynamics of allochthonous coarse particulate organic matter in a subtropical Atlantic rainforest Brazilian stream. **Marine and Freshwater Research**, v. 66, n. 8, p. 674-680. 2015.

MARCZAK, L. B.; SAKAMAKI, T.; TURVEY, S. L.; DEGUISE, I., WOOD, S. L. R.; RICHARDSON, J.S. Are forested buffers an effective conservation strategy for riparian fauna? An assessment using meta-analysis. **Ecological Applications**, v. 20, n. 1, p. 126–134. 2010.

MASESE, F. O.; KITAKA, N.; KIPKEMBOI, J.; GETTEL, G. M.; IRVINE, K.; MCCLAIN, M. E. Litter processing and shredder distribution as indicators of riparian and catchment influences on ecological health of tropical streams. **Ecological Indicators**, v. 46, p. 23-37, 2014.

MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. **Revista Saúde & Ambiente**, v. 4, n. 2, p. 21-27, 2004.

MINSHALL, G. W.; RUGENSKI, A. Riparian processes and interactions. In: HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A. **Methods in Stream Ecology**. 2. ed. San Diego: Academic Press, p. 721-742. 2007.

MOREIRA, F.R.; MOREIRA, J.C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 15, n. 2, p. 119-128. 2004.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961.

MOURA E SILVA, M.S.G.; QUEIROZ, J.F.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Indicadores biológicos de qualidade. In: MOURA E SILVA, M.S.G.; QUEIROZ, J.F.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água**. Juaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. ed. 1, p. 26-34, 2008.

MOYO, N.A.G.; PHIRI, C. The degradation of urban streams in Harare, Zimbabwe. **African Journal of Ecology**, v. 40, n. 4, p. 401-406, 2002.

NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H.; MCCLAIN, M.E. Riparian Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities. **BioScience**, v. 50, p. 996-1011. 2005.

NANSON, G.C., HICKIN, E.J. Statistical analysis of bank erosion and channel migration in western Canada. **Geological Society of America Bulletin**, v. 97, n. 4, p. 497–504. 1986

NANSON, G.C.; CROKE, J.C. A genetic classification of floodplains. **Geomorphology**, v. 4, n. 6, p. 459-486. 1992.

NARDINI, R.C.; GOMES, L.N.; CAMPOS, S.; SILVEIRA, G.R. Caracterização morfométrica do córrego Santa Flora, município de Dracena (SP). **Geografia**, v. 25, n. 1, p.5-22. 2016.

NASCIMENTO, E.P. **Estado e Sociedade no Brasil: novos padrões de relacionamento?** Brasília: Conselho de Justiça Federal, 1997.

NELSON, K.C.; PALMER, M.A.; PIZZUTO, J.E.; MOGLEN, G.E.; ANGERMEIER, PL.; HILDERBRAND, R.H.; DETTINGER, M.; HAYHOE, K. Forecasting the combined effects of urbanization and climate change on stream ecosystems: from impacts to management options. **Journal of Applied Ecology**, v.46, n. 1, p.154–163, 2009.

NESSIMIAN, J.L.; VENTICINQUE, E.M.; ZUANON, J.; MARCO JR. P.D.; GORDO, M.; FIDELIS, L.; BATISTA, J.D.; JUEN, L. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiology** v. 614, n. 1, p. 117-131. 2008.

NOVAES, L.F.; AMARAL, L.G.H.; TERRA, A.A. Determinação das características físicas da bacia hidrográfica do rio Corrente. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 14, 2004, Porto Alegre. **Anais XIV CONIRD**. 2004.

NUNES, F.P.; PINTO, M.T. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 97–102. 2007.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogam, 1983.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H.; WAGNER, H. 2014. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.2-0. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

OLIVEIRA, A.M. dos S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do reservatório de capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado em Geografia Física). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BUDKE, J.C; JARENCOW, J.A; EISENLOHR, P.V.; NEVES, D. R. M. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of Plant Ecology**, v. 8, n. 3, p. 242-260, 2015.

OMETO, J.P.H.B.; MARTINELLI, L.A.; BALLESTER, M.V.; GESSNER, A.; KRUSCHE, A.V.; VICTORIA, R.L.; WILLIAMS, M. Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, south-east Brazil. **Freshwater Biology**, v. 44, n. 2, p. 327-337. 2000.

OYAKAWA, O.T.; MENEZES, N.A. Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 1-13. 2011.

PAETZOLD, A.; SCHUBERT, C.J.; TOCKNER, K. Aquatic terrestrial linkages along a braidedriver: riparian arthropods feeding on aquatic insects. **Ecosystems**, v. 8, p. 748–759, 2005.

PARSONS, M.; THOMS, M.; NORRIS, R. **Australian river assessment system: AusRivAS physical assessment protocol**. Monitoring river health initiative technical report number 22. Canberra: Commonwealth of Australia and University of Canberra, 2002.

PETTIT, N. E., DAVIES, T., FELLMAN, J. B., GRIERSON, P. F., WARFE, D. M.; DAVIES, P. M. Leaf litter chemistry decomposition and assimilation by macroinvertebrates in two tropical streams. **Hydrobiologia**, v. 680, n. 1, p. 63- 77. 2012.

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**. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C. EPA 440-4-89-001. 1989.

POFF, N.L. Landscape filters and species traits, towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 2, p. 391-409. 1997.

POLIS, G.A.; ANDERSON, W.B.; HOLT, R.D. Toward an integration of landscape and food web ecology: the dynamics of spatially subsidized food webs. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, p. 289–316, 1997.

PÜTTKER, T.; BUENO, A.A.; DOS SANTOS DE BARROS, C.; SOMMER, S.; PARDINI, R. Immigration rates in fragmented landscapes: empirical evidence for the importance of habitat amount for species persistence. **Plos One**, v. 6, n.11, e27963.

RAMALHO, W.P.; SUSÇUARANA, M.S.; ROJAS, J.J.L.; ROCHA, L.V.; KEPPELER, E. C.; VIEIRA, L.J.S. Impacto do assoreamento sobre a diversidade de peixes em igarapés de um complexo vegetacional de Campinarana no nordeste do Acre, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 9, n. 2, p. 9, 2014.

RESH, V.H.; ROSENBERG, D.M. **The ecology of aquatic insects**. New York, Praeger Publishers. 1984.

REZENDE, R.S.; GRACA, M.A.S.; DO SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.O.; SANTOS, P.F.; NUNES, Y.R.P.; GONÇALVES, J.F. Jr. Organic Matter Dynamics in a Tropical Gallery Forest in a Grassland Landscape. **Biotropica**, v. 48, n. 3, p. 301–310, 2016.

RESTELLO, R.M.; BIASI, C.; MOUTINHO, P.F.B.DE M.; GABRIEL, G.; HEPP, L.U. Composition and diversity of the Chironomidae in subtropical streams: effects of environmental predictors and temporal analysis. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 2, p. 215-226, 2014.

RICHARDS, C.; JOHNSON, L.B.; HOST, G.E. Landscape-scale influences on stream habitats and biota. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 53, n. 1, p. 295-311. 1996.

RICHARDS, C.; HARO, R.J.; JOHNSON, L.B.; HOST, G.E. Catchment and reach-scale properties as indicators of macroinvertebrate species traits. **Freshwater Biology**, v. 37, p. 219-230. 1997.

RIGOTTI, J.A. POMPÊO, C.A.; FONSECA, A.L.O. Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 1, p. 85-97. 2016.

RINCÓN, P. A. Uso do micro-habitat em peixes de riacho: métodos e perspectivas. In: CARAMACHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. Ecologia de Peixes de Riacho. **Oecologia Brasiliensis**, v. 6, p. 23-90, 1999.

RODRIGUES, A.S.L.; CASTRO, P.T.A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos. **Revista Ambiente e Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 3, n.3, p. 143-155, 2008a.

RODRIGUES, A.S.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.

RODRIGUES, A.S.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, 2008c.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Chapman and Hall, London, DC. 1993.

RUBENS, O.; LOGINA, I.; KRAVALE, I.; EGLITE, M.; DONAGHY, M. Peripheral neuropathy in chronic occupation inorganic lead exposure: A clinical and electrophysiological study. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 71, n. 2, p. 200- 204, 2001.

SANTOS, M.L.F.; TOSCANO, G.L.G. Análise de área propícia para criação de corredor ecológico, no, município de Mamanguape-PB. **Revista Ambiental**, v. 1, n. 3, p. 34-45, 2015.

SARAIVA, M.G.A.N. **O rio como paisagem**. Gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a ciência e Tecnologia, 1999.

SAWYER, C.N.; MCCARTY P.L.; PARKIN, G.F. **Chemistry for environmental engineering and science**. Ed. 5, p. 752, New York: McGraw-Hill, 2003.

SEGANFREDO, M.; SOARES, I.; KLEIN, C. Qualidade da água de rios numa região de pecuária intensiva de SC. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves**, p. 4, 2003. Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 341.

SENSOLO, D.; HEPP, L.U.; DECIAN, V.S.; RESTELLO, R.M. Influence of landscape on the assemblages of Chironomidae. **Annals of Limnologie**, v. 48, p. 391-400, 2012.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios. Jaguariúna, SP. **EMBRAPA Meio Ambiente**, 2004.

SIMON, .A.; POLLEN, N. Estimating the mechanical effects of riparian vegetation on stream bank stability using a fiber bundle model. **Water Resources Research**, v. 41, p. 1-11. 2005.

SOUZA, F.; ABREU, J. A. S.; SILVA, C. E.; GOUVEIA, A. A. Relação entre parâmetros ecológicos e qualidade ambiental em três córregos na bacia do alto rio Paraná. **Biotemas**, v. 26, n. 4, p. 101-110, 2013.

SPEAKER, R.; MOORE, K.; GREGORY, S. Analysis of the process of retention of organic matter in stream ecosystems. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 22, p. 1835-1841. 1984.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed., Porto Alegre- Emater/RS- Ascar, 2008.

SYLTE, T.L.; FISCHENICH, J.C. An Evaluation of Techniques for Measuring Substrate Embeddedness. **Streamline Watershed Management Bulletin**, v. 10, n, 2, p. 12-15. 2007.

TERESA, F. B.; CASATTI, L. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. **PanAmerican Journal of Aquatic Science**, v. 5, n. 3, p. 444 – 453. 2010.

THOMAS C.D. Dispersal and extinction in fragmented landscapes. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 267, p. 139-145. 2000.

TUCCI, C.; CLARKE, R. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 1, p, 135-152, 1997.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO, F.O. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”. **Revista Bahia Análise & Dados**, v. 13, n. especial, p. 357-370, 2003.

TUNDISI, J.G. **Limnologia no século XXI**: perspectivas e desafios. Instituto Internacional de Limnologia, São Carlos, SP, 1999.

UIEDA, V.S.; RAMOS, L.H.B. Distribuição espacial da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho tropical (Sudeste do Brasil). **Bioikos**, v. 21, n. 1, p. 3-9, 2007.

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, n. 1, p. 130 -137. 1980.

VOGEL, H.F.; ZAWADZKI, C.H.; METRI, R. Florestas ripárias: importância e principais ameaças. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 4, n. 1, p. 24-30, 2009.

WALLACE, J.B.; EGGERT, S.L.; MAYER, J.L.; WEBSTER, J.R. Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. **Science**, v. 277, n. 5322, p. 102–104. 1997.

WANTZEN, K.M.; YULE, C.M.; MATHOOKO, J.M.; PRINGLE, C.M. Organic Matter Processing in Tropical Streams. In: DUDGEON, D. & CRESSA, C. (Org). **Tropical Stream Ecology**. Elsevier, USA, p. 44-64. 2008.

WENGER, A.H.R; JACKSON, C.R.; BERNHARDT, E.S.; CARTER, T.L.; FILOSO, S.; GIBSON, C.A.; HESSION, W.C.; KAUSHAL, S.S.; MEYER, E.M.J.L.; PALMER, M.A.; Paul, M.J.; PURCELL, A.H.; RAMÍREZ, A.; ROSEMOND, A.D.; SCHOFIELD, K.A.; SUDDUTH, E.B. & WALSH, C. Twenty-six key research questions in urban stream ecology: an assessment of the state of the Science. **Journal of the North American Benthological Society**, v.2, n.4, p.1080-1098, 2009.

XAVIER, F.V.; CUNHA, C.L.; SILVEIRA, A.; SALOMÃO, F.X.T. Análise da susceptibilidade à erosão laminar na bacia do rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT.Utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 2, p. 51-60, 2010.

ZENI, J.O.; CASATTI, L. The influence of habitat homogenization on the trophic structure of fish fauna in tropical streams. **Hydrobiologia**, v. 726, n. 1, p. 259–270, 2014.

**ANEXOS**

**ANEXO 1:** Protocolo de avaliação rápida para trechos de riachos do Alto Uruguai catarinense e gaúcho.

<b>Nome do Avaliador:</b>					
<b>Local Avaliado:</b>				<b>Município:</b>	
<b>Bairro/Comunidade:</b>				<b>Estado:</b>	
<b>Largura do Corpo d'água:</b>				<b>Data:</b> / /	
<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Lat/ Log</b>	<b>Graus</b>		<b>Min</b>	<b>Seg</b>
	<b>Lat (S)</b>				
	<b>Long (W)</b>				
<b>Parâmetro</b>	<b>4 pontos</b>	<b>2 pontos</b>	<b>0 pontos</b>		
<b>Erosão no entorno do ponto e/ ou nas margens do rio</b>	Ausente.	Moderada.	Acentuada.		
<b>Odor da água</b>	Nenhum.	Esgoto (ovo podre).	Óleo/industrial.		
<b>Transparência da água</b>	Transparente.	Turva/Cor de Chá Forte.	Opaca ou colorida.		
<b>Tipo de habitat de fundo</b>	Mais de 50% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos e galhos. Observa-se também seixos, ou outros habitats disponíveis para a colonização e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios ou peixes.	Entre 20 e 50% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos. Há substratos adicionais (troncos ou galhos) inclinados, mas que ainda não fazem parte do fundo.	Menos de 20% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos. Pouca diversidade de habitats.		
<b>Deposição de lama (sedimentos finos)</b>	A deposição de lama/ sedimento afeta menos de 20% do substrato do riacho.	A deposição de lama/ sedimento afeta de 20 a 50% do substrato do riacho.	A deposição de lama/ sedimento afeta mais de 50% do substrato do riacho.		
<b>Agricultura</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30m.		

<b>Criação de gado, suíno, frango/ outros</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30m.
<b>Área industrial</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30 metros.
<b>Área urbanizada</b>	Inexistente.	Existente a um raio maior que 30m.	Existente a um raio menor que 30 metros.
<b>Vegetação nativa em um raio de 30m</b>	Totalizando mais de 60% em ambas as margens.	Entre 20 e 60% em ambas as margens.	Menos de 20% em ambas as margens.
<b>Vegetação exótica em um raio de 30m</b>	Ausente.	Compondo até 30% da área.	Compondo mais de 30% da área
<b>Sinuosidade do leito</b>	Presença de curvas evidentes proporcionando diversidade de habitats.	A sinuosidade do canal é pouco evidente, podendo ser observadas curvas distantes.	O trecho apresenta-se retilíneo.
<b>Estabilidade das margens</b>	Estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão. Menos de 5% das margens afetada.	Estabilidade comprometida, apresentando de 5 a 50% das margens com probabilidade de erosão.	Instáveis, apresentando mais de 50% das margens com presença de erosão ou quedas de blocos de solo ou rocha.
<b>Presença de serapilheira nas margens</b>	Abundante.	Pouco abundante.	Inexistente.
<b>Alteração no canal do rio</b>	Ausência de canalização, ou qualquer outra perturbação. O curso d'água segue o padrão natural.	Presença de ponte.	Presença de canalização, "passador" ou outras formas de alteração (terraplanagem, aterros, barragens, margens revestidas.

<b>Uso/alteração do solo do entorno</b>	Não apresentando presença de estrada em um raio de 30 m, ou qualquer outro tipo de alteração/obra no trecho.	Estradas a menos de 30 m do riacho com movimentação de solo em uma das margens.	Estradas a menos de 30 m do riacho com movimentação de solo nas duas margens.
<b>Corredeiras</b>	Corredeiras frequentes. Entre as corredeiras há a formação de pequenos remansos, com aumento na quantidade de habitats.	Corredeiras frequentes e não há condições para a presença de habitats favoráveis.	Inexistência de corredeiras. A maior parte da superfície da água é plana ou encontra-se parada em poços.
<b>Atenção:</b> Para o quesito de cobertura de dossel, leve em consideração as características da vegetação nativa de sua região, utilizando apenas um dos dois próximos parâmetros, sendo o 1º para áreas onde a vegetação nativa apresenta características arbóreas e o 2º para áreas de característica de campo natural.			
<b>Dossel (áreas com vegetação nativa arbórea)</b>	Dossel fechado, apresentando cobertura superior a 60% do rio.	Dossel apresenta cobertura entre 30 e 60% parcial do rio.	Dossel aberto, cobertura inferior a 30%.
<b>Dossel (com vegetação nativa de campo natural)</b>	Dossel Aberto.		
<b>Pontuação Total:</b>			
<b>Natural</b>			Mais de 65
<b>Alterado</b>			40 a 64
<b>Impactado</b>			0 a 39

**ANEXO 2:** Guia de Uso

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI  
E DAS MISSÕES - CAMPUS DE ERECHIM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**PROTOCOLO DE ANÁLISE RÁPIDA - ALTERNATIVA PARA  
AVALIAR QUALIDADE DE HABITATS EM RIACHOS NO SUL DO  
BRASIL**

**(Guia de Uso)**

**Erechim, novembro de 2016.**



Protocolos de Análise Rápida tem por objetivo auxiliar no monitoramento dos riachos, atuando como uma ferramenta de caracterização do estado de conservação dos mesmos.

Para a aplicação leva-se em consideração as características presentes dentro do leito do riacho e no uso e ocupação da terra de seu entorno, por um trecho de 30 metros ao longo da calha, avaliando as características presentes em ambas as margens, sendo que nestas utiliza-se uma faixa de 30 metros (partindo de ambas as margens).

Os primeiros campos do protocolo têm função de identificar o local e o aplicador do protocolo.

Em seguida são apresentados os parâmetros a serem avaliados, com as respectivas características e a pontuação que será dada.

Após a observação da área em análise, deve-se assinalar a característica que se enquadra tendo em cada uma pontuação específica.

O resultado final é obtido através do somatório das pontuações obtidas, podendo variar de 0 a 72 pontos correspondendo a uma categoria de qualidade em conformidade com o estresse ambiental, variando entre Natural, Alterado e Impactado, conforme quadro abaixo:

<b>Resultado</b>	<b>Pontuação total</b>
<b>Natural</b>	Mais de 65
<b>Alterado</b>	40 a 64
<b>Impactado</b>	0 a 39

**Natural:** Apresenta-se um ambiente com baixo nível de ação antrópica ou esta é inexistente. Maior parte das funções ecológicas ou sua totalidade encontram-se preservadas.

**Alterado:** Ambiente alvo de ações antrópicas, tendo uma parcela das funções ecológicas afetadas, todavia, uma parcela das funções ecológicas encontra-se preservada.

**Impactado:** Ambiente fortemente Antropizado, apresentando pouca ou nenhuma função ecológica mantida.

Os parâmetros a avaliar são os seguintes:

#### **1-Erosão no entorno do ponto e/ou nas margens do riacho:**

- **Ausente** – Não apresenta erosão nas margens do riacho. (4 pontos)

- **Moderada** – Erosão presente, mas em pequena quantidade. (2 pontos)
- **Acentuada** – Margens com grande nível de erosão, sendo que sinais da mesma são visíveis em mais de uma área e/ou atingem uma metragem superior a 15 metros de extensão quando somadas as metragens de ambas as margens. (0 Pontos)

## **2-Odor na água**

- **Nenhum** – Não apresenta qualquer tipo de odor proveniente da água. (4 pontos)
- **Esgoto (ovo podre)** – Presença de esgoto, dejetos e outros componentes orgânico, sendo que seu odor se assemelha ao de ovo podre. (2 pontos)
- **Óleo/Industrial** – Odor de óleos, solventes, produtos químicos, detergentes e outros que alterem o odor da água. (0 pontos)

## **3-Transparência da água:**

- **Transparente** – Pouca ou nenhuma substância em suspensão, possível visualizar o fundo do riacho com facilidade. (4 pontos)
- **Turva/Cor de Chá Forte** – Presença de partículas em suspensão dando a água um aspecto turvo ou mesmo com coloração semelhante à de chá forte, dependendo da profundidade do riacho o fundo fica pouco visível. (2 pontos)
- **Opaca ou colorida** – Características acentuadas de alteração na coloração da água, podendo apresentar mudança de cor ocasionada por tintas ou corantes. (0 pontos)

## **4-Tipo de habitat de fundo:** Observar a composição do fundo do riacho (pedras, cascalho, folhas...) e o seu respectivo percentual:

- Mais de 50% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos e galhos. Observa-se também seixos, ou outros habitats disponíveis para a colonização e abrigo para insetos aquáticos, anfíbios ou peixes. (4 pontos)
- Entre 20 e 50% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos. Há substratos adicionais (troncos ou galhos) inclinados, mas que ainda não fazem parte do fundo. (2 pontos)
- Menos de 20% com presença de pedras, cascalho, folhas, troncos. Pouca diversidade de habitats. (0 pontos)

**5-Deposição de lama (sedimentos finos):** Percentual de fundo coberto por lama

- **A deposição de lama/sedimento afeta menos de 20% do substrato do riacho** - A maior parte do fundo apresenta heterogeneidade, sendo a superfície coberta por lama inferior a 20% (4 pontos)
- **A deposição de lama/sedimento afeta de 20 a 50% do substrato do riacho** – A heterogeneidade encontra-se pouco abundante, sendo grande parte do substrato composto por lama. (2 pontos)
- **A deposição de lama/sedimento afeta mais de 50% do substrato do riacho** – Heterogeneidade comprometida, havendo homogeneização do ambiente pela ocupação superficial exercida pela lama. (0 pontos)

**6- Agricultura:** Verificar a presença de áreas utilizadas para a agricultura.

- **Inexistente** – Não há a presença de áreas agrícolas visíveis a partir do ponto de observação. (4 pontos)
- **Existente a um raio maior que 30m** – As áreas agrícolas existentes encontram-se fora do raio de 30 metros do riacho. (2 pontos)
- **Existente a um raio menor que 30m** – As áreas agrícolas existentes encontram-se dentro do raio de 30 metros do riacho. (0 pontos)

**7-Criação de gado, suíno, frango/outros:** Verificar a presença de áreas utilizadas para a criação de animais.

- **Inexistente** – Não há a presença de áreas com criação intensiva de animais visíveis. (4 pontos)
- **Existente a um raio maior que 30m** – Não existe presença de criação intensiva de animais no raio de 30m iniciais em ambas as margens. (2 pontos)
- **Existente a um raio menor que 30m** – Existe a presença de área com a criação intensiva de animais em um raio inferior a 30m do curso hídrico, podendo atingir o mesmo. (0 pontos)

**8-Área industrial:** Verificar a presença de indústrias ou qualquer outro meio de produção, processamento ou fracionamento de substâncias/materiais ou qualquer outro tipo de matéria que gere ou não resíduos em seus procedimentos.

- **Inexistente** – Não há a presença de indústrias visíveis. (4 pontos)

- **Existente a um raio maior que 30m** – Não existe presença de indústrias no raio de 30m iniciais em ambas as margens. (2 pontos)

- **Existente a um raio menor que 30m** – Existe a presença de indústrias em um raio inferior a 30m do curso hídrico, podendo atingir o mesmo. (0 pontos)

**9-Área urbanizada:** Verificar a presença de áreas Urbanizadas:

- **Inexistente** – Não há a presença de áreas urbanizadas visíveis. (4 pontos)

- **Existente a um raio maior que 30m** – Não existe presença de área urbanizadas no raio de 30m iniciais em ambas as margens. (2 pontos)

- **Existente a um raio menor que 30m** – Existe a presença de área urbanizadas em um raio inferior a 30m do curso hídrico, podendo até atingir o mesmo. (0 pontos)

**10- Vegetação nativa em um raio de 30m:** Percentual da área que apresenta cobertura por vegetação nativa:

- **Totalizando mais de 60% em ambas as margens** – Maior parte do raio de 30m encontra-se coberta por vegetação nativa atingindo um percentual superior a 60% em ambas as margens do curso hídrico. (4 pontos)

- **Entre 20 e 60% em ambas as margens** – A vegetação nativa realiza a cobertura de 20 a 60% do raio de 30m em ambas as margens do curso hídrico. (2 pontos)

- **Menos de 20% em ambas as margens** – A cobertura de vegetação nativa é inferior a 20% em ambas as nas margens do curso hídrico. (0 pontos)

**11-Vegetação exótica em um raio de 30m:** Percentual da área que apresenta cobertura por vegetação exótica (uva-japão, pinus...).

- **Ausente** – Não apresenta vegetação exótica dentro do raio de 30m em ambas as margens. (4 pontos)

- **Compondo até 30% da área** – A vegetação exótica apresenta uma cobertura vegetal de até 30% do raio de 30m em ambas as margens. (2 pontos)

- **Compondo mais de 30% da área** – A cobertura de vegetação exótica apresenta uma cobertura superior a 30% do raio de 30m em ambas as margens. (0 pontos)

**12-Sinuosidade do leito:** Presença de curvas ao longo do riacho. Características do trecho de calha do riacho analisado.

- **Presença de curvas evidentes proporcionando diversidade de habitats** – Apresenta curvas bem desenvolvidas e facilmente visualizadas. (4 pontos)
- **A sinuosidade do canal é pouco evidente, podendo ser observadas curvas distantes** – Apresenta curvas menos evidentes, todavia ainda perceptíveis. (2 pontos)
- **O trecho apresenta-se retilíneo** – O trecho não apresenta curvas. (0 pontos)

**13-Estabilidade das margens:** Presença de locais com maior probabilidade de erosão no entorno do riacho a ser avaliado levando-se em consideração o raio de 30m.

- **Estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão. Menos de 5% das margens afetada** – Características mínimas de erosão, apresentando um máximo de 5% do entorno de ambas as margens com sinais de erosão. (4 pontos)
- **Estabilidade comprometida, apresentando de 5 a 50% das margens com probabilidade de erosão** – Apresenta entre 5 e 50% da extensão do entorno do riacho com sinais de erosão. (2 pontos)
- **Instáveis, apresentando mais de 50% das margens com presença de erosão ou quedas de blocos de solo ou rocha** – Mais de 50% do entorno do riacho com sinais de erosão. (0 pontos)

**14-Presença de serapilheira nas margens:** Deposição ou acúmulo folhas, galhos, frutos, flores, raízes e resíduos animais, criando uma camada sobre o solo em áreas com a presença de vegetação arbórea.

- **Abundante** – Local com grande quantidade de serapilheira, estando está distribuída por toda a superfície do solo. (4 pontos)
- **Pouco abundante** – Local com serapilheira, distribuída de maneira não uniforme (2 pontos)
- **Inexistente** – Não há presença de serapilheira nas margens (0 pontos)

**15-Alteração no canal do rio:** Intervenções realizadas dentro do leito do riacho, afetando o mesmo.

- **Ausência de canalização, ou qualquer outra perturbação. O curso d'água segue o padrão natural** – Local com características naturais preservadas, não havendo qualquer tipo de alteração no leito do riacho. (4 pontos)

- **Presença de ponte** – Existe a presença de ponte ou pontilhão no local. (2 pontos)

- **Presença de canalização, “passador” ou outras formas de alteração (terraplanagem, aterros, barragens, margens revestidas** – O local apresenta canalização, terraplanagem, aterros, barragens ou outros tipos de barramento, revestimento nas margens ou mesmo ser utilizado como “passador” (local onde é feita a travessia por dentro do leito do riacho) ou qualquer outra forma de alteração que interfira nas características naturais do mesmo. (0 pontos)

**16- Uso/alteração do solo do entorno:** Alterações realizadas na área de entorno dentro de um raio de 30m, considerando-se áreas com preparação de solo para a agricultura ou mesmo outras movimentações que alterem suas características naturais.

- **Não apresentando presença de estrada em um raio de 30 m, ou qualquer outro tipo de alteração/ obra no entorno** – No local não há qualquer tipo de alteração dentro do raio de 30m. (4 pontos)

- **Estradas a menos de 30 m do riacho com movimentação de solo em uma das margens** – No local existe estrada a menos de 30m do riacho, podendo haver movimentação de solo/sedimentos em uma das margens. (2 pontos)

- **Estradas a menos de 30 m do riacho com movimentação de solo nas duas margens** – No local há presença de estradas no raio de 30m, havendo movimentação de solo/sedimentos nas duas margens. (0 pontos)

**17-Corredeiras:** Locais com a presença de águas turbulentas, sendo ocasionado pelo substrato composto por blocos (grande estrutura de pedra), matacões (rochas maiores geralmente com formato arredondado) e pedras, gerando o aumento de velocidade do fluxo de água. Entre as corredeiras pode haver a formação de remansos, que são locais onde a água encontra-se parada.

- **Corredeiras frequentes.** Entre as corredeiras há a formação de pequenos remansos, com aumento na quantidade de habitats – Existe a formação de corredeiras intercaladas com áreas de remanso. (4 pontos)

- **Corredeiras frequentes e não há condições para a presença de habitats favoráveis** – Existe a presença de corredeiras, porém, não ocorre a formação de remansos (2 pontos)

- **Inexistência de corredeiras. A maior parte da superfície da água é plana ou encontra-se parada em poços** – Não há presença de corredeiras no trecho.

**Atenção:** Para o quesito de cobertura de dossel, leve em consideração as características da vegetação nativa de sua região, utilizando apenas um dos dois próximos parâmetros, sendo o 1º para áreas onde a vegetação nativa apresenta características arbóreas e o 2º para áreas de característica de campo natural.

**18. 1-Dossel (área com vegetação nativa arbórea):** É o resultado da sobreposição de galhos e folhas das árvores (parte superior da floresta) formando uma cobertura na floresta.

- **Dossel fechado, apresentando cobertura superior a 60% do rio** – A sobreposição de galhos e folhas cobre mais de 60% da área ocupada pelo leito do riacho. (4 pontos)

- **Dossel apresenta cobertura entre 30 e 60% (parcial) do rio** – A sobreposição de galhos e folhas cobre entre 30 e 60% da área ocupada pelo leito do riacho. (2 pontos)

- **Dossel aberto, cobertura inferior a 30%** - A cobertura formada pelos galhos e folhas é inferior a 30% da área ocupada pelo leito do riacho. (0 pontos)

**18. 2-Dossel (área com vegetação nativa de campo natural):** Apresenta vegetação rasteira, constituída por gramíneas e livre de vegetação de porte maior, logo não há dossel.

- **Dossel Aberto** – Não há a presença de dossel na área

**Realizar o somatório das pontuações e comparar com o quadro da primeira página.**