

ANÁLISE AMBIENTAL DOS RIACHOS PAULO LOPES E CUIABÁ, MUNICÍPIO DE PAULO LOPES/SC

Environmental analysis of streams Paulo Lopes and Cuiabá, Paulo Lopes/SC

Dagoberto Port*
Eduardo Mendes Marchito**
Fabiane Fisch***
Neilson Luiz Ribeiro Modro****
Fernando Niemeyer Fiedler*****

***Universidade Vale do Itajaí – UNIVALI**

Centro de Educação Superior de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Laboratório de Biologia
Rua Uruguai, 458 – Centro – Bloco D8, sala 2 – Campus Itajaí, Santa Catarina, Brasil – CEP: 88302-901
dagoberto_port@hotmail.com

****Instituto Federal Goiano – IFGoiano**

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, s/n, Km 2,5 – Zona Rural – Campus Urutaí, Goiás, Brasil – CEP: 75790-000
dumarchito@yahoo.com.br

*****Universidade Vale do Itajaí – UNIVALI**

Professor pesquisador celetista / Pesquisadora associada colaboradora / Professora
Av. Mal. Floriano, 947 – Centro – Lages, Santa Catarina, Brasil – CEP: 88501-103
fabianebarragens@hotmail.com

******Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC**

Professor titular do curso de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia da Pesca
Rua Cel. Fernandes Martins, 270 – Progresso – Laguna, Santa Catarina, Brasil – CEP: 88790-000
neilson.luiz@gmail.com

*******Universidade Vale do Itajaí – UNIVALI**

Bolsista do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, Brasil
Rua Uruguai, 458 – Centro – Bloco D8, sala 104 – Campus Itajaí, Santa Catarina, Brasil – CEP: 88302-901
fnfiedler@hotmail.com

RESUMO

Cursos d'água são ecossistemas com valioso papel no ciclo da água e no fluxo contínuo de minerais e nutrientes. Porém, estes ambientes vêm sofrendo intervenções em sua paisagem decorrentes de ações antropogênicas, principalmente por processos de urbanização e atividade agrícola. Em Paulo Lopes/SC, as ações mais evidentes estão relacionadas ao uso inadequado do solo para agricultura e pecuária, retirada indevida da mata ciliar, erosão das margens, alteração da dinâmica hidrológica, retificação dos canais dos riachos, eutrofização dos riachos devido ao escoamento de esgoto doméstico não tratado, fertilizantes utilizados na rizicultura e fezes de animais. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar as condições ambientais dos riachos Paulo Lopes e Cuiabá, pertencentes a bacia hidrográfica do Rio da Madre, no município de Paulo Lopes, região centro-sul do estado de Santa Catarina. Para esta análise foi utilizado um "Protocolo de Avaliação Rápida" considerando os seguintes parâmetros: substrato de fundo; complexidade do habitat submerso; variação de velocidade e profundidade; sinuosidade do canal; flutuações de nível do canal; alterações no canal; estabilidade dos barrancos; proteção vegetal das margens; e estado de conservação da vegetação de entorno. Dos 15 pontos amostrais, sete foram considerados com condição de conservação "Boa"; seis "Regulares"; um "Péssimo"; e um "Ótimo". Estas informações podem auxiliar na tomada de decisões sobre a gestão dos recursos hídricos do município, melhorando a qualidade ambiental local.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Qualidade da água. Impactos ambientais. Protocolo de avaliação rápida.

ABSTRACT

Streams are ecosystems with valuable role in the water cycle and the continuous flow of minerals and nutrients. These environments are undergoing interventions in the landscape due to anthropogenic activities, primarily through processes of urbanization and agricultural activity. In Paulo Lopes, state of Santa Catarina, the most obvious actions are related to inappropriate use of land for agriculture and livestock, improper removal of riparian vegetation, erosion, alteration of hydrological dynamics, rectification and eutrophication of streams due to runoff untreated domestic sewage, fertilizers used in rice farming and animal feces. In this context, the aim of this study was to analyze the environmental condition of the streams Paulo Lopes and Cuiaba, located in hydrographic basin of Rio da Madre, in Paulo Lopes, state of Santa Catarina. For this analysis we used a "Protocol for Rapid Assessment" considering the following parameters: substrate; complexity of submerged habitat; variation of velocity and depth; channel sinuosity; fluctuations on the level of the canal; changes in canal; margins stability; protection of margins with plants; and conservation status of vegetation. The results show that seven sampling points were considered to conservation condition "Good"; six "Regular"; one "Poor"; and one "Great". This information can assist in making decisions about the management of water resources of the county, improving local environmental quality.

Keywords: Hydrographic basin. Water quality. Environmental impacts. Rapid assessment protocol.

1 INTRODUÇÃO

Rios e riachos são ecossistemas com valioso papel no ciclo da água e no fluxo contínuo de minerais e nutrientes, suprindo as necessidades humanas de água potável e possibilitando, dentre outras coisas, a vida de animais e plantas (ALLAN; FLECKER, 1993). Porém estes vêm sofrendo intervenções ambientais em sua paisagem decorrentes de ações antropogênicas, principalmente por processos de urbanização e atividade agrícola (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2004). Para Vogel et al. (2009) em alguns casos estas ações podem ser positivas, não resultando necessariamente em impactos negativos (*e.g.* alteração do tempo de residência das águas na superfície terrestre).

Algumas alterações na estrutura dos ecossistemas associados a rios tendem a ser ocasionadas por sua utilização excessiva para atender as necessidades sanitárias, de abastecimento, recreativas e de subsistência das áreas urbanas (ALLAN, 2004). Para Southwood (1977) o meio físico é um fator limitante para os organismos que se desenvolvem no entorno de um rio. As oscilações ambientais interferem de forma direta *in situ* e *ex situ* nas populações de organismos aquáticos que ocupam os rios (PRICE, 1975; COOPER, 1984). A ocupação desordenada altera as características físico-químicas-ambientais dos fluxos de água e de suas margens, tornando difícil a sua integridade (ALLAN, 1995).

No município de Paulo Lopes/SC, as ações antropogênicas mais evidentes estão relacionadas ao uso inadequado do solo para agricultura e pecuária, retirada indevida da mata ciliar, erosão das margens, alteração da dinâmica hidrológica, retificação dos canais dos riachos, eutrofização dos riachos devido ao escoamento de esgoto doméstico não tratado, fertilizantes utilizados na rizicultura e fezes de animais. Tais ações geram uma perda de qualidade da água e conseqüentemente, afetam o desenvolvimento de comunidades aquáticas.

De acordo com Saraiva (1999), a integração dos processos que regem o funcionamento deste ecossistema é hoje uma das maneiras de se compreender e propor formas mais sustentáveis de gerenciamento dos sistemas fluviais. Contudo, essa tarefa é bastante complexa e de caráter multidisciplinar, englobando aspectos geomórficos, sedimentológicos, ecológicos, físico-químicos e biológicos que se complementam e geram informações mais precisas sobre a qualidade dos corpos d'água (KARR; CHU, 1999). Estes estudos tendem a ser muitas vezes onerosos, demorados e com logística complicada (GALVES et al., 2007).

A utilização de métodos de avaliação que possam, de forma rápida e fácil, caracterizar o estado de um sistema ambiental é o grande desafio na busca por informações científicas úteis para a gestão e conservação do ambiente (DALE; BEYELER, 2001). Formas de avaliação rápida visam à diminuição dos custos sem perder o caráter técnico-científico (SILVEIRA, 2004), podendo gerar

resultados possíveis de serem utilizados em pesquisas, nos processos decisórios de gestão local e no desenvolvimento de novas metodologias, direcionado à conservação ambiental (KRUPEK, 2010).

Neste contexto, os *Protocolos de Avaliação Rápida* são ferramentas de grande importância para o diagnóstico das condições físicas destes habitats, podendo ser aplicados a partir de um treinamento básico de pesquisadores, técnicos ou mesmo pessoas leigas (PLAFKIN et al., 1989; BARBOUR; STRIBLING, 1991; BARBOUR et al., 1999; CALLISTO et al., 2002; PARSONS et al., 2002; MINNATI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; RODRIGUES; CASTRO, 2008). Apesar da subjetividade do método, sua aplicação é fácil, rápida e com baixo custo (LUIZ et al., 1998, CIONEK et al., 2011), gerando uma avaliação em escala de tempo menor, auxiliando no registro das informações frente aos acelerados processos de degradação ambiental, que muitas vezes inviabilizam uma pesquisa mais aprofundada no ambiente (BARBOUR et al., 1999; RODRIGUES et al., 2008).

Metodologias que englobem a avaliação das condições biológicas e químicas adequadas à utilização de protocolos visuais estão sendo utilizadas em inúmeras regiões do país, integrando estudos referentes às comunidades aquáticas (WILLINK et al., 2000) de invertebrados (WANTZEN et al., 2006; BUSS; BORGES, 2008; NESSIMIAN et al., 2008), vertebrados (VIEIRA; SHIBATTA, 2007) e plantas (MALTCHIK; CALLISTO, 2004; MAGNUSSON et al., 2005), comprovando a sua eficiência metodológica (CIONEK et al., 2011).

O objetivo do presente estudo foi analisar as condições ambientais de dois cursos d'água da região centro-sul do estado de Santa Catarina, através da utilização de um Protocolo de Avaliação Rápida.

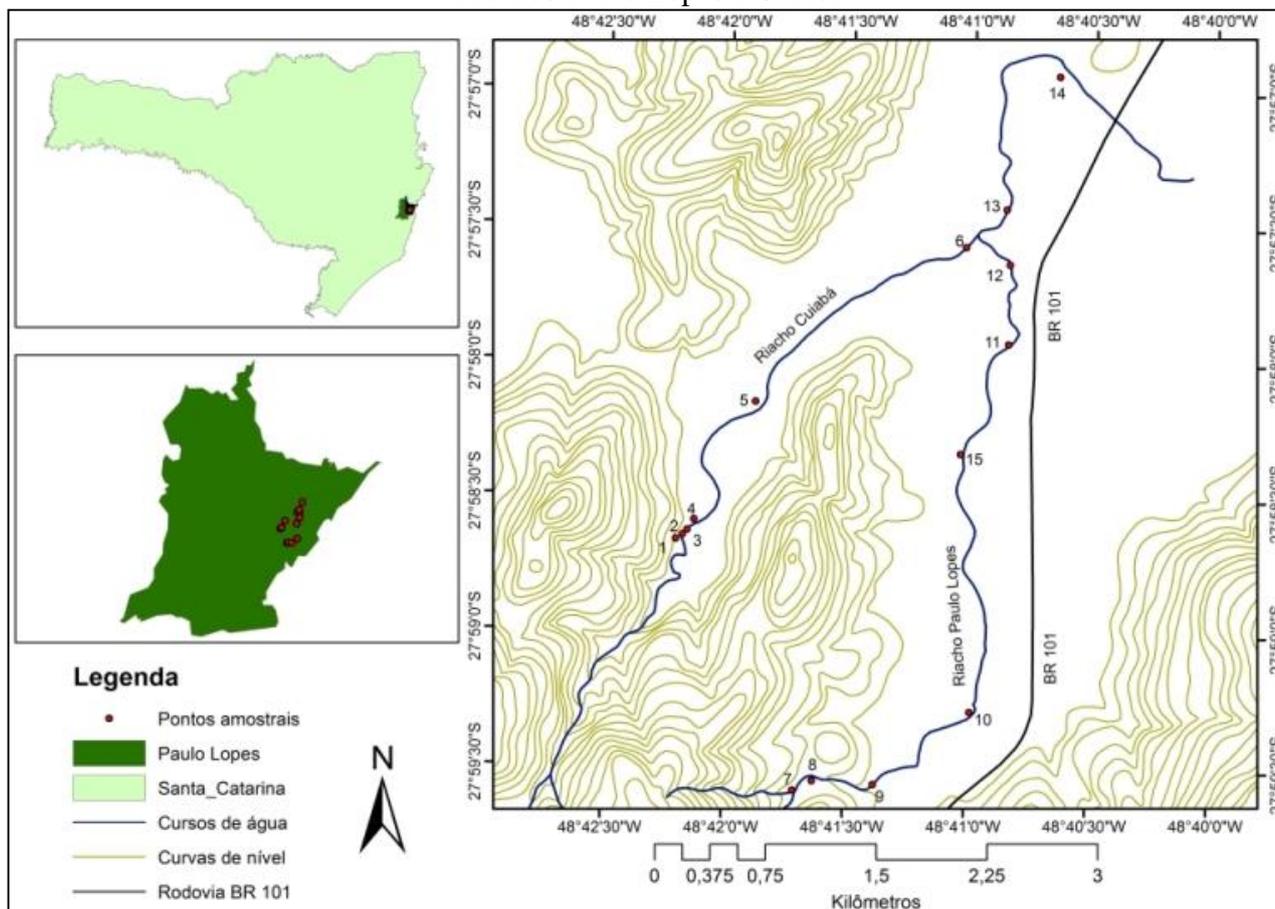
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O município de Paulo Lopes, fundado no ano de 1961, está localizado a aproximadamente 60 km da capital Florianópolis (PMPL, 2013), dentro da Unidade Geomorfológica da Serra do Tabuleiro e Planície Litorânea. Com cerca de 450,4 km², sua população é de 6.692 habitantes (4.820 na zona urbana e 1.872 na área rural) (IBGE, 2013). Possui clima mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média de 19,7°C. Sua economia é baseada na agricultura, pecuária e pesca (crustáceos e peixes), destacando-se o arroz, laranja, banana e produção de gado, codorna e galo (QUADROS; REBOLLAR, 2009; PMPL, 2013). A cidade é cortada por dois riachos, que fornecem água para a população, além de serem fundamentais para a produção agrícola e pecuária.

2.2 Localização dos Pontos Amostrais

A escolha dos pontos amostrais nos Riachos Paulo Lopes e Cuiabá foi realizada durante uma primeira saída para reconhecimento da área (21/04/2013), tendo como base imagens de satélite (Google Earth). Os pontos foram subdivididos de acordo com os critérios de heterogeneidade necessários para uma boa avaliação do ambiente, como distribuição espacial e rede hidrográfica (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006). Além disso, o critério acessibilidade também foi considerado, pois em alguns pontos o acesso era restrito pela presença de propriedades particulares. Ao todo foram selecionados inicialmente 14 pontos amostrais, sendo seis no Riacho Paulo Lopes (principal), seis no Riacho Cuiabá (afluente) e dois na região posterior a junção de ambos, que continua recebendo o nome de Riacho Paulo Lopes. Posteriormente, durante a saída para a aplicação do protocolo, foi possível acessar mais um ponto no Riacho Paulo Lopes, totalizando 15 pontos amostrais (Figura 1), cujas coordenadas foram registradas com o auxílio de um aparelho GPS (Global Position System) (Tabela 1).

Figura 1 – Mapa de Localização do município de Paulo Lopes - SC; e dos pontos amostrais nos Riachos Paulo Lopes e Cuiabá**Tabela 1** – Coordenadas Geográficas dos pontos amostrais nos Riachos Paulo Lopes e Cuiabá, município de Paulo Lopes/SC

Ponto	Coordenadas (Datum WGS84)		Ponto	Coordenadas (Datum WGS84)	
	Latitude	Longitude		Latitude	Longitude
P1	-27° 58' 40"	-48° 42' 12"	P9	-27° 59' 33"	-48° 41' 22"
P2	-27° 58' 39"	-48° 42' 10"	P10	-27° 59' 17"	-48° 40' 59"
P3	-27° 58' 38"	-48° 42' 09"	P11	-27° 57' 56"	-48° 40' 51"
P4	-27° 58' 35"	-48° 42' 08"	P12	-27° 57' 38"	-48° 40' 50"
P5	-27° 58' 09"	-48° 41' 53"	P13	-27° 57' 26"	-48° 40' 52"
P6	-27° 57' 34"	-48° 41' 01"	P14	-27° 56' 56"	-48° 40' 39"
P7	-27° 59' 35"	-48° 41' 42"	P15	-27° 58' 20"	-48 41' 02"
P8	-27° 59' 33"	-48° 41' 37"	-	-	-

2.3 Elaboração do Protocolo de Avaliação Rápida

Três *Protocolos de Avaliação Rápida* foram comparados com o objetivo de buscar informações sobre os parâmetros propostos em cada um (RODRIGUES, 2008; RODRIGUES; CASTRO, 2008; CIONEK et al., 2011). Posteriormente optou-se pela utilização do protocolo proposto por Cionek et al., (2011), por ter uma divisão de parâmetros mais adequada a necessidade local e que permitiram uma avaliação mais precisa dos cursos d'água amostrados.

Os parâmetros considerados neste trabalho são: 1 - Substrato de Fundo; 2 - Complexidade do Habitat Submerso; 3 - Variação de Velocidade e Profundidade; 4 - Sinuosidade do Canal; 5 - Flutuações de Nível do Canal; 6 - Alterações no Canal; 7 - Estabilidade dos Barrancos; 8 - Proteção

Vegetal das Margens; e 9 - Estado de Conservação da Vegetação de Entorno (ver descrição detalhada em CIONEK et al., 2011). Todos os parâmetros possuem pontuação de 0 até 20, sendo os parâmetros 7, 8 e 9 subdivididos em “Margem Esquerda” e “Margem Direita”, com pontuação de 0 até 10 em cada uma (totalizando 20).

2.4 Aplicação do Protocolo Rápido de Avaliação

Em uma segunda atividade de campo (24/05/2013), cada um dos cinco avaliadores recebeu uma tabela-guia com a descrição das categorias e a pontuação para cada parâmetro, além de uma tabela para preenchimento da avaliação. Sem haver interação entre os avaliadores, as tabelas foram preenchidas e o registro fotográfico foi realizado a montante e jusante de cada ponto.

Os dados foram inseridos em uma planilha Microsoft Excel e o valor final do *Protocolo de Avaliação Rápida* foi obtido a partir do somatório das médias das notas atribuídas por cada um dos cinco avaliadores em cada parâmetro. As condições de conservação dos riachos foram classificadas em quatro categorias (Tabela 2).

Tabela 2 – Amplitude da somatória das notas do *Protocolo de Avaliação Rápida*. Adaptado de Cionek et al. (2011)

Condição de Conservação	Nota	
Péssima	0	45
Regular	46	90
Boa	91	135
Ótima	136	180

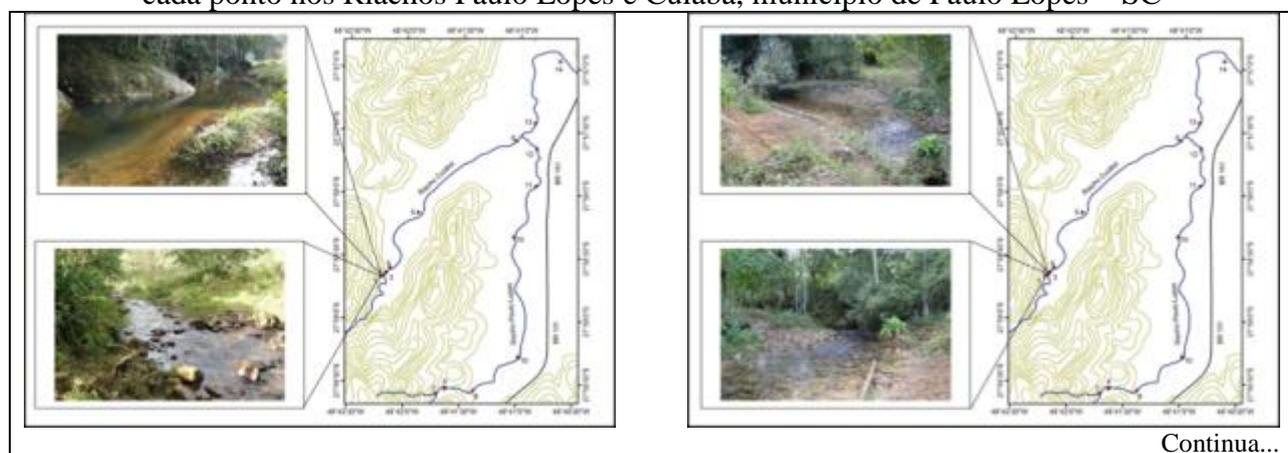
2.5 Análise dos Dados

Foi realizada uma análise de agrupamento (Cluster CityBlock Manhattan), com o método de Ward, que interpola os erros e diminui a distância das variâncias, com o auxílio do software Statistica 8.0.

3 RESULTADOS

Dos 15 pontos amostrais (Figura 2), sete foram considerados com condição de conservação “Boa”; seis “Regulares”; um “Péssimo”; e um “Ótimo” (Tabela 3).

Figura 2 – Mapa de localização dos 15 pontos amostrais e detalhe do leito a montante e jusante de cada ponto nos Riachos Paulo Lopes e Cuiabá, município de Paulo Lopes – SC



Continuação...

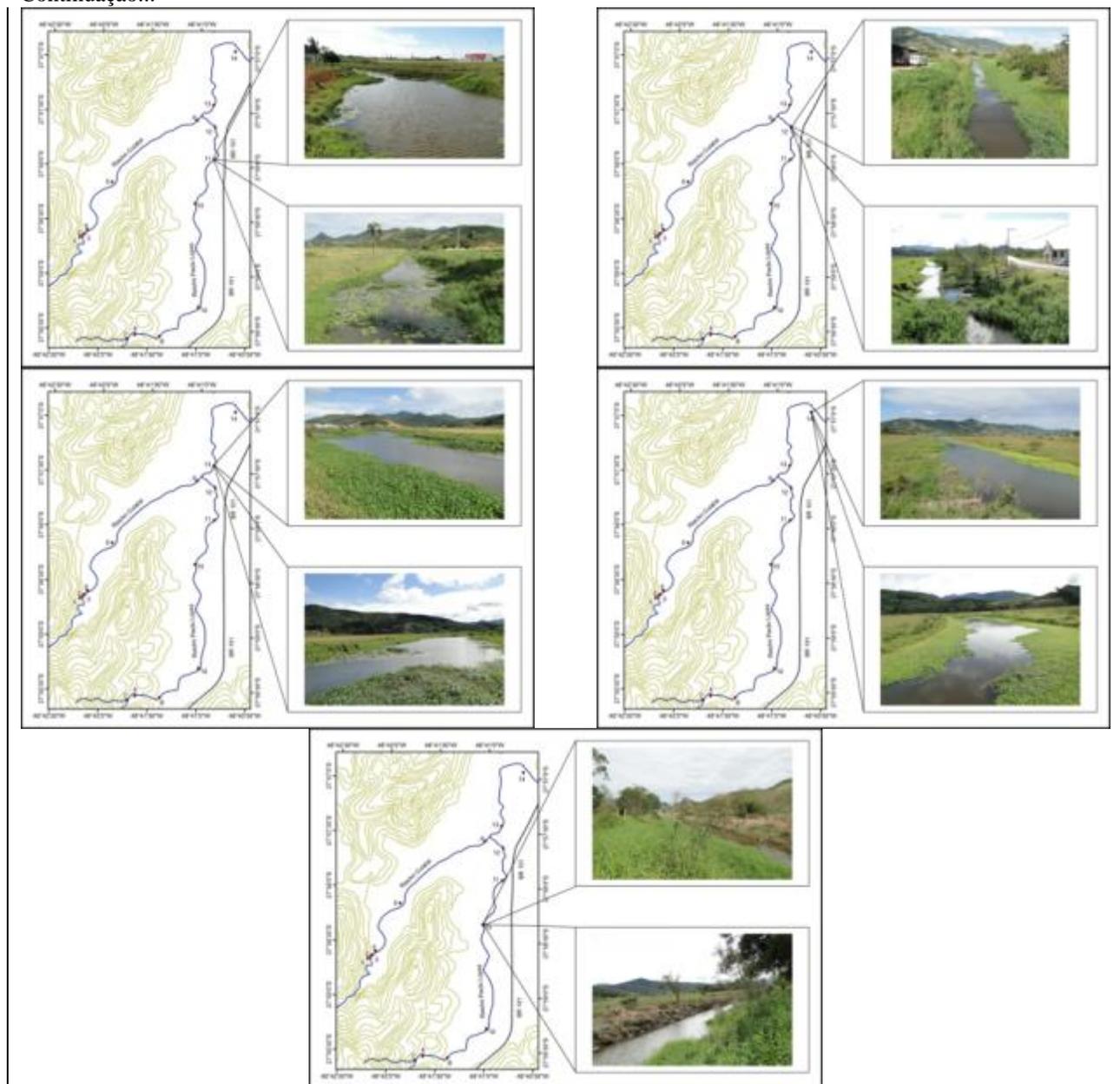


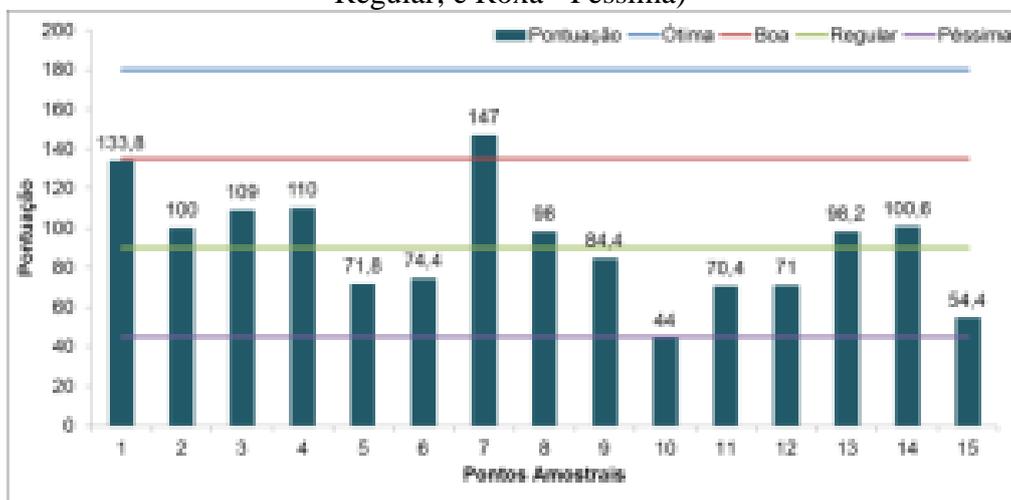
Tabela 3 – Pontuação média de cada um dos parâmetros por ponto amostral. Somatório das médias e condição de conservação. Em branco: Riacho Cuiabá. Em cinza claro: Riacho Paulo Lopes. Em cinza escuro: Riacho Paulo Lopes após junção com Riacho Cuiabá

Pontos Amostrais	Parâmetro									Somatório	Condição de Conservação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
#1	14	13	16	16	20	14	16	14	12	133,8	Boa
#2	7,4	8,6	9,8	10	17	14	13	11	8,4	100	Boa
#3	14	13	11	12	19	11	12	9,6	7,8	109	Boa
#4	14	14	11	9,4	18	12	14	10	8,2	110	Boa
#5	7,8	6,6	5	3	13	9,8	13	8,4	4,8	71,8	Regular
#6	11	8,8	1,2	3,2	18	9,6	12	7	4,4	74,4	Regular
#7	16	18	13	16	19	19	18	15	14	147	Ótima
#8	6,4	8,4	10	9,6	11	6,8	16	15	14	98	Boa
#9	14	7,8	0,2	5,2	16	9,8	16	9,6	6	84,4	Regular

#10	2	2,2	7,2	0,6	12	4,8	7,4	4,2	3,4	44	Péssima
#11	9,8	9,6	0	3,8	19	9	8,8	6,6	4	70,4	Regular
#12	8,8	5,8	0,8	5,4	16	9	14	7,6	4,4	71	Regular
#13	14	9,8	0,2	10	20	16	16	7,8	5,6	98,2	Boa
#14	14	13	0,2	8,4	19	14	17	9,6	4,8	100,6	Boa
#15	6	4,6	1	3,4	17	6	8	4,8	3,2	54,4	Regular

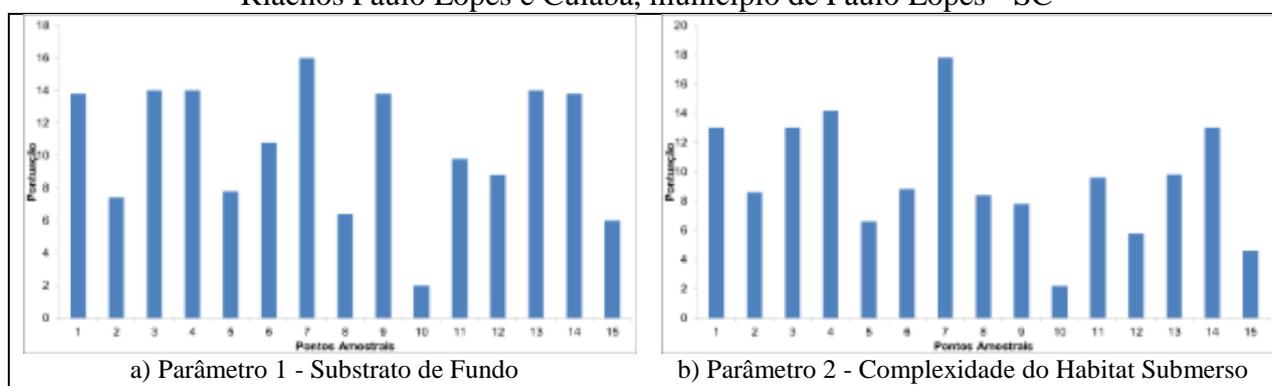
A aplicação do *Protocolo de Avaliação Rápida* demonstra que o valor final de pontuação indica o ponto amostral 10 como o mais impactado (condição de conservação péssima), seguido pelos pontos amostrais 5, 6, 9, 10, 11, 12 e 15 (condição de conservação regular), pontos amostrais 1, 2, 3, 4, 8, 13 e 14 (condição de conservação boa) e ponto amostral 7 (condição de conservação ótima) (Figura 3).

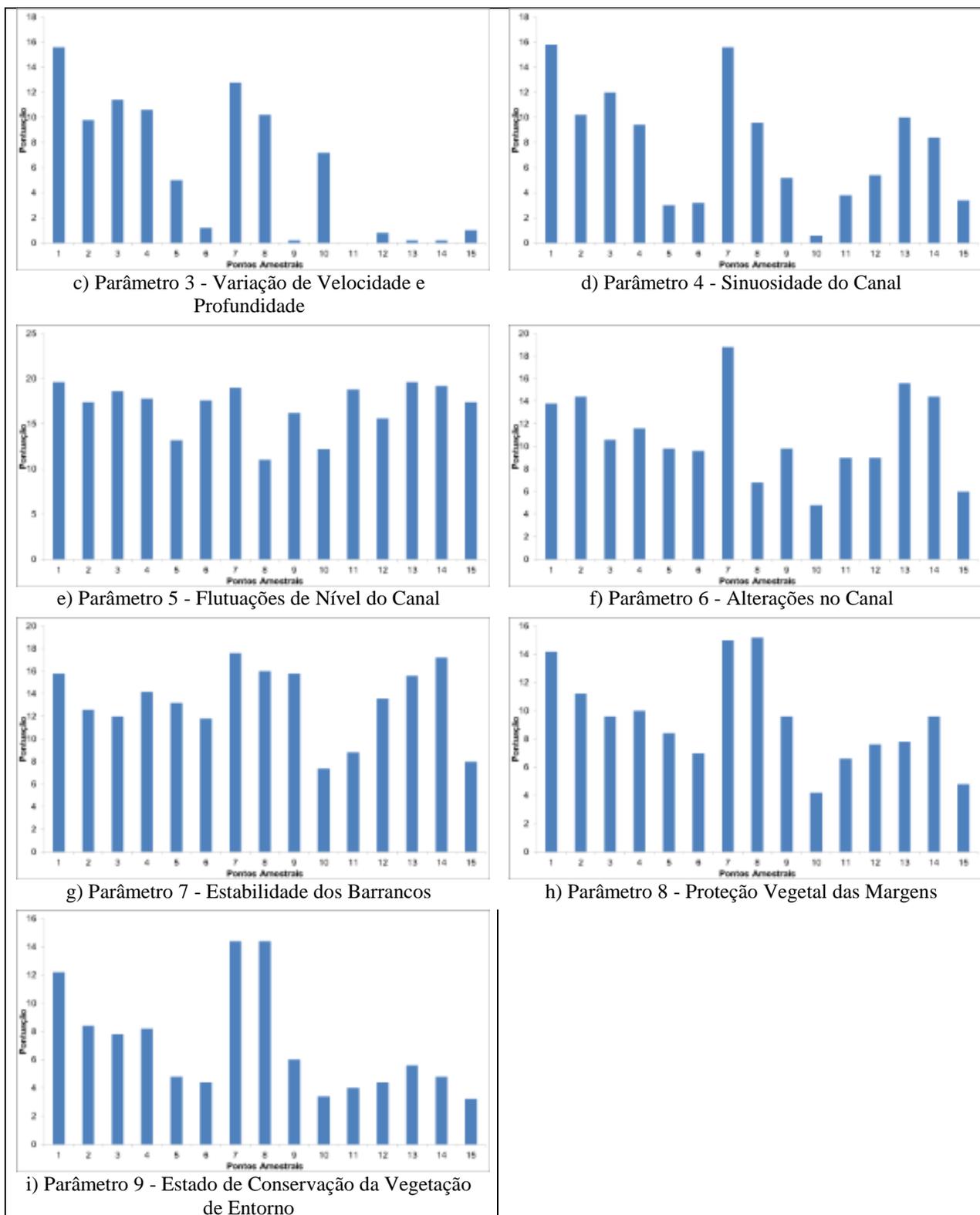
Figura 3 – Histograma da pontuação total de cada um dos pontos amostrais nos Riachos Paulo Lopes e Cuiabá, município de Paulo Lopes - SC e sua relação com a condição de conservação. Linhas coloridas representam a condição de conservação (Azul - Ótima; Vermelha - Boa; Verde - Regular; e Roxa - Péssima)



A pontuação final de cada um dos pontos amostrais permitiu a elaboração de um histograma, contendo os resultados de todos os parâmetros, o que facilita a visualização da relação pontuação *versus* condição de conservação (Figura 4).

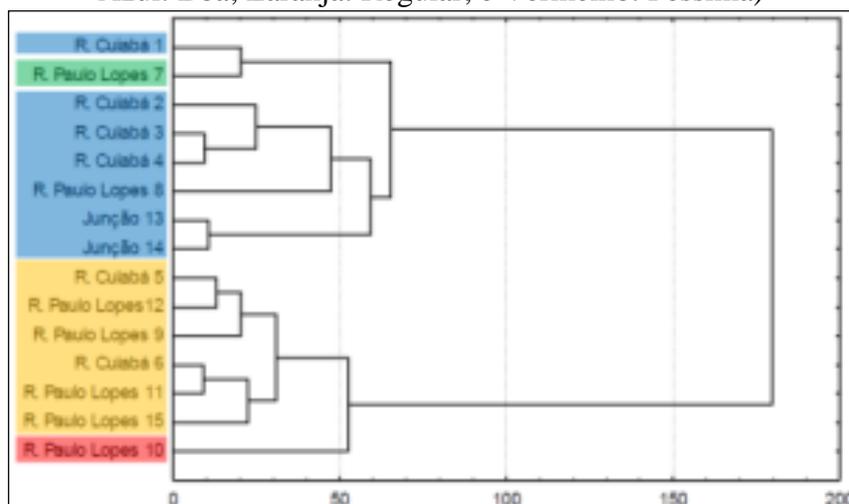
Figura 4 – Histograma da variação dos parâmetros em cada um dos 15 pontos amostrais nos Riachos Paulo Lopes e Cuiabá, município de Paulo Lopes - SC





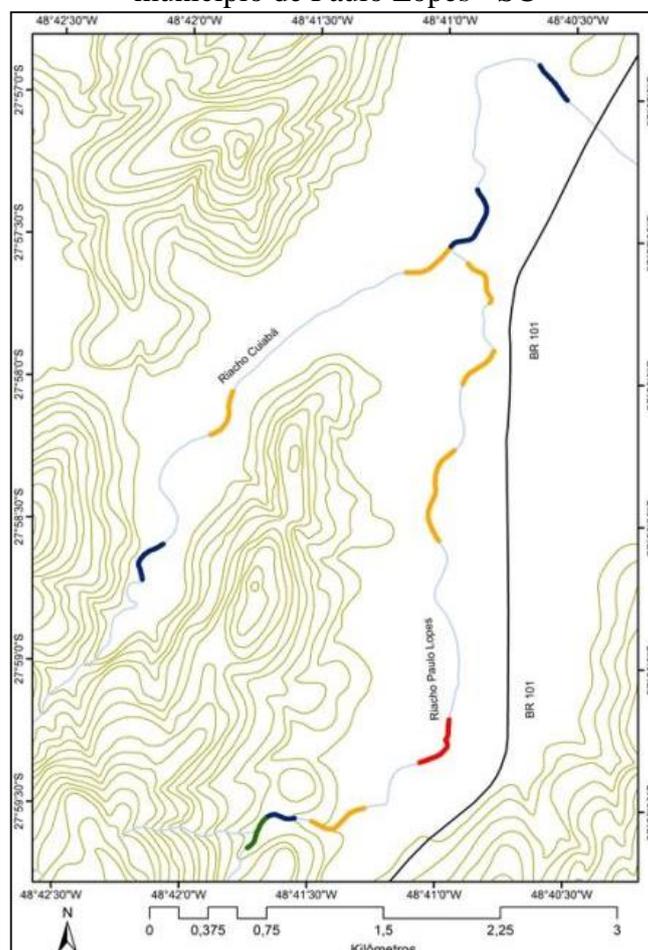
A análise de dissimilaridade agrupou os pontos amostrais de acordo com os valores totais atribuídos a cada um. Os pontos formaram dois grupos distintos, sendo um com os pontos que obtiveram os maiores valores (condição de conservação “ótima” e “boa”) e o segundo grupo com os pontos que obtiveram os menores valores (condição de conservação “regular” e “péssima”). Esta análise de agrupamento corrobora os resultados obtidos em campo (Figura 5).

Figura 5 – Análise de agrupamento dos 15 pontos amostrados nos Riachos Paulo Lopes e Cuiabá, município de Paulo Lopes - SC, com as respectivas condições de conservação (Verde: Ótima; Azul: Boa; Laranja: Regular; e Vermelho: Péssima)



O mapa de classificação da condição de conservação para os Riachos Cuiabá e Paulo Lopes permite uma melhor visualização da situação geral dos cursos d'água no Município de Paulo Lopes – SC (Figura 6).

Figura 6 – Mapa de classificação final da condição de conservação (Verde: Ótima; Azul: Boa; Laranja: Regular; e Vermelho: Péssima) dos pontos amostrais nos Riachos Cuiabá e Paulo Lopes, município de Paulo Lopes - SC



5 DISCUSSÃO

Os pontos amostrais analisados apresentaram uma grande variação de resultados ao longo de sua extensão onde foi possível identificar as ações antropogênicas que diretamente interferem nos cursos d'água analisados, tais como: atividade agrícola, pastoreio, retirada da mata ciliar, construções, canalização entre outros.

Os pontos amostrais de nº 1 a 4, localizados no Riacho Cuiabá, apesar de apresentarem uma condição de conservação “Boa”, possuem áreas de pastagens, parcelas de vegetação natural e introdução de espécies exóticas (braquiária). No ponto amostral nº 2 existe uma área de “bebedouro” do gado, com margem pisoteada. Ainda no ponto amostral nº 4, o avanço de espécies exóticas sobre as margens, principalmente gramíneas (braquiária), pode ser vista ocupando toda margem, inclusive avançando sobre as antigas áreas de “bebedouro”. Estas características justificam ser o parâmetro nº 9 (Cobertura Original das Margens) o de menor pontuação. Em contrapartida, o parâmetro com pontuação mais alta foi o nº 5 (Condição de Escoamento do Canal), já que na área predomina o substrato exposto, o que faz o preenchimento de água do canal ficar entre 25 e 75%.

O quinto ponto amostral fica em uma propriedade com intensa criação de gado, onde ocorreu uma grande modificação das características do riacho, com estreitamento de seu leito, gerando uma condição de conservação “Regular”. O parâmetro com pontuação mais baixa foi o nº 4 (Sinuosidade do Canal), já que o canal possui baixíssima sinuosidade. Os parâmetros nº 5 (Condições de Escoamento do Canal) e nº 7 (Estabilidade do Barranco) obtiveram as maiores pontuações e, apesar da intensa ocupação por espécies exóticas (braquiária), há uma boa estabilidade do barranco, fazendo com que a água flua normalmente pelo riacho.

O ponto amostral nº 6, localizado próximo à confluência dos riachos Cuiabá e Paulo Lopes, já próximo a parte urbana da cidade, apresenta a montante uma antiga retificação da margem esquerda. Sua condição de conservação foi considerada “Regular”, onde o parâmetro com pontuação mais baixa foi o nº 3 (Variação de Velocidade e Profundidade). O parâmetro nº 5 (Condições de Escoamento do Canal) foi o que obteve a maior pontuação. Igualmente aos pontos anteriores, as margens estão tomadas por espécies exóticas, em antigas áreas de bebedouro.

O ponto amostral nº 7 localiza-se no Riacho Paulo Lopes, na área mais afastada da cidade. Sua condição de conservação foi considerada “Ótima”, sendo o parâmetro com pontuação mais baixa o nº 3 (Variação de Velocidade e Profundidade). Porém, é importante ressaltar que sua pontuação foi muito superior ao ponto amostral nº 6, onde este parâmetro também foi o mais baixo. Já os parâmetros com pontuação mais alta foram o nº 5 (Condições de Escoamento do Canal) e nº 6 (Alterações no Canal), por encontrar-se em uma região preservada e longe de qualquer área de cultivo ou pecuária.

O oitavo ponto amostral fica em uma estação de coleta de água. Neste ponto há o represamento do riacho e várias estruturas de cimento e canos, porém sua condição de conservação foi considerada “Boa”. O parâmetro com pontuação mais baixa foi o nº 1 (Substrato de Fundo), que neste ponto é basicamente composto por grandes rochas formando o canal de escoamento, sem grande presença de cascalhos. O parâmetro nº 7 (Estabilidade dos Barrancos) foi o que obteve maior pontuação, justamente por ser formado quase que em sua totalidade por grandes pacotes rochosos.

O ponto amostral nº 9 fica em uma região urbanizada, com presença de casas e áreas de pecuária. Neste ponto o riacho é cortado por uma estrada e o fluxo d'água passa por uma tubulação subterrânea. Sua condição de conservação foi considerada “Regular”. O parâmetro com pontuação mais baixa foi o nº 3 (Variação de Velocidade e Profundidade) e o parâmetro nº 5 (Condições de Escoamento do Canal) e nº 7 (Estabilidade dos Barrancos), foram os com maior pontuação. Na porção a jusante há uma grande área de pastagem e o riacho está tomado por gramíneas (braquiária).

O ponto amostral nº 10 fica dentro de um Centro de Tradições Gaúchas – CTG, onde há uma extensa área de pastagem a montante e jusante. Sua condição de conservação foi considerada “Péssima”, sendo que o parâmetro nº 4 (Sinuosidade do Canal) obteve a pontuação mais baixa, haja vista que o canal foi completamente retificado. O parâmetro nº 5 (Condições de Escoamento do

Canal) foi o com maior pontuação. De uma maneira geral este ponto apresentou as menores médias de notas de todo estudo, reflexo da interferência humana na dinâmica do riacho. Na margem esquerda da porção jusante foram instaladas cercas e passado herbicida para evitar o acesso do gado à água.

O ponto amostral n° 11 localiza-se às margens da BR 101, em uma região urbanizada, com presença de casas e áreas de pecuária, sendo sua condição de conservação considerada “Regular”. O parâmetro com pontuação mais baixa foi o n° 3 (Variação de Velocidade e Profundidade) e o parâmetro n° 5 (Condições de Escoamento do Canal) foi o com maior pontuação. Na porção montante há uma extensa área de pastagem, com presença de gado e ocupação das margens e leito por gramíneas (braquiária) e macrófitas. Na porção jusante há uma área de remanso com margens expostas ou ocupadas por gramíneas (braquiárias).

O ponto amostral n° 12 localiza-se na entrada da cidade, em uma região urbanizada, com presença de casas e áreas de pecuária. Sua condição de conservação foi considerada “Regular” e o parâmetro com pontuação mais baixa foi o n° 3 (Variação de Velocidade e Profundidade). Já o parâmetro n° 5 (Condições de Escoamento do Canal) foi o com maior pontuação. Na margem esquerda da porção jusante há uma extensa área de pastagem, onde ambas as margens estão tomadas por gramíneas (braquiária) e em alguns pontos margens erodidas.

O ponto amostral n° 13 localiza-se na região posterior à confluência dos riachos Cuiabá e Paulo Lopes, em uma área mais afastada, porém com intensa atividade pecuária. Neste ponto há um alargamento do leito do riacho decorrente do aumento do aporte de água. Sua condição de conservação foi considerada “Boa”. O parâmetro com pontuação mais baixa foi o n° 3 (Variação de Velocidade e Profundidade), já que o riacho não apresenta variação neste aspecto e o parâmetro n° 5 (Condições de Escoamento do Canal) foi o com maior pontuação, atingindo a pontuação máxima possível. Suas margens estão tomadas por macrófitas aquáticas e gramíneas (braquiária).

O ponto amostral n° 14 localiza-se na região bastante afastada da cidade e neste ponto o leito do riacho mantém as mesmas características do ponto anterior (alargamento). Sua condição de conservação foi considerada “Boa”. Assim como o ponto amostral n° 13, o parâmetro com pontuação mais baixa foi o n° 3 (Variação de Velocidade e Profundidade), já que o riacho não apresenta variação neste aspecto e da mesma forma o parâmetro n° 5 (Condições de Escoamento do Canal) foi o com maior pontuação. Suas margens estão tomadas por macrófitas aquáticas e algumas gramíneas (braquiária). Neste ponto a área de pastagem fica um pouco afastada do leito do riacho, com alguma vegetação arbustiva fazendo essa divisão. Também se evidencia a presença de atracadouros de pequenas embarcações, utilizadas para pescarias no próprio riacho.

Finalmente, o ponto amostral n° 15, incluído durante a segunda saída de campo, é um ponto intermediário entre os pontos n° 10 e n° 11 do Riacho Paulo Lopes, região de difícil acesso devido a presença de casas e condomínios. Sua condição de conservação foi considerada “Regular”. O parâmetro com pontuação mais baixa foi o n° 3 (Variação de Velocidade e Profundidade), já que o riacho havia sido recentemente retificado, segundo informações de um morador local. O parâmetro n° 5 (Condições de Escoamento do Canal) foi o com maior pontuação, justamente pelo canal ter sido retificado e seu leito e margens “limpos”. Sua margem direita está tomada por gramíneas (braquiária) e há presença de alguma vegetação arbustiva e arbórea.

A condição ótima do ponto n° 7 provavelmente está associada à sua distância da zona urbana, das áreas de cultivo e de pecuária. Nos outros pontos as interferências são mais perceptíveis, variando, diferentemente entre os pontos, a questão da retirada de mata ciliar, a ocupação desordenada, as alterações (dragagens e retificações) no leito dos riachos, a erosão das margens e a destruição de habitats.

Nota-se que o parâmetro n° 5 foi o com menor variação entre os pontos amostrais, enquanto o parâmetro n° 3 foi o com maior variação. Estes parâmetros estão diretamente relacionados com a questão do fluxo da água (volume e velocidade) e a profundidade do canal. Na maioria dos pontos amostrados a água preenche mais de 75% do canal e em geral, menos de 25% dos substratos presentes estão expostos. Por sua vez, no que diz respeito à velocidade do fluxo de água e a profundidade do

canal, parâmetro no qual encontramos as maiores diferenças entre os pontos amostrais, verificamos que a grande variação é decorrente de ações antropogênicas (assoreamento, retificação e/ou aprofundamento do canal), as quais são mais acentuadas nos pontos mais distantes das nascentes, que normalmente apresentam apenas a prevalência de um tipo de regime (normalmente lento). Por outro lado, os pontos mais próximos as nascentes, em geral, apresentaram os três tipos de regime, com o tipo rápido/raso sempre presente.

Estas informações reunidas podem auxiliar numa tomada futura de decisões sobre a gestão dos recursos hídricos do município, melhorando a qualidade ambiental local e de qualidade de vida da população.

De uma maneira geral os Riachos Cuiabá e Paulo Lopes têm sofrido principalmente com a introdução e dispersão de espécies exóticas, principalmente gramíneas (braquiária) devido à atividade de pecuária. Além disso, pelo fato dos riachos passarem pela cidade de Paulo Lopes, ocorre o despejo de efluentes decorrente de esgotos domésticos e resultantes de atividades comerciais e industriais. Esta situação colabora para a degradação da qualidade da água dos dois cursos d'água avaliados. A existência de espécies exóticas, áreas com erosão e acúmulo de sedimentos foram os parâmetros que representaram as diferenças mais significativas entre os pontos amostrados.

É de suma importância que as condições de conservação destes riachos sejam constantemente monitoradas, já que a população local possui grande dependência destes corpos d'água para consumo direto e também para a agricultura, pecuária, comércio e indústria.

AGRADECIMENTOS

E. M. Marchito agradece ao IFGoiano pela liberação em tempo integral para sua capacitação; F. Fisch agradece a CAPES/PROSUP e D. Port e F. N. Fiedler agradecem a CAPES (Edital Ciências do Mar 09/2009 – Projeto IGEPESCA) pelas bolsas de doutorado.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D.; FLECKER, A. S. Identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. Biodiversity conservation in running waters. **Bio Science**, v. 43, n. 1, p. 32-42, 1993.

ALLAN, J. D. **Stream ecology. Structure and function of running waters**. Ed. Chapman & Hall, New York, 1995, 388p.

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

BARBOUR, M. T.; STRIBLING, J. B. Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities. In: **U. S. EPA. Biological criteria: research and regulation**. EPA. 440/5-91-005, p. 25-38, 1991.

BARBOUR, M. T.; GERRISTSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish** (2 ed). EPA. 841-B-99-002 U.S. Environmental Protection Agency Office of Water, Washington D.C., 1999, 339p.

BUSS, D. F.; BORGES, E. L. Application of rapid bioassessment protocols (RBP) for benthic macroinvertebrates in Brazil: Comparison between sampling techniques and mesh sizes. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 288-295, 2008.

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

CIONEK, V. M.; BEAUMORD, A. C.; BENEDITO, E. **Protocolo de Avaliação Rápida do Ambiente para riachos inseridos na região do arenito Caiuá – Noroeste do Paraná**. Coleção Fundamentum, EDUEM, Maringá, nº 72, 2011, 47p.

COOPER, J. E. Vanishing species: The dilemma of resources without price tags, In: **Threatened and Endangered Plants and Animals of Maryland**, (Norden, A.W., D.C. Forester, and G.H. Fenwick, eds.). Maryland Natural Heritage Program Special Publication, v. 84, n.1, 1984, p.7-32.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v.1, p. 3-10, 2001.

GALVES, W.; JEREP, F. C.; SHIBATTA, O. A. Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Londrina, PR, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 1, p. 55-65, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de maio 2013.

KARR, J. R.; CHU, E. W. **Restoring life in running waters: better biological monitoring**. Washington: Inland Press, 1999.

KRUPEK, R. A. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n. 1. p.147-158, 2010.

LUIZ, E. A.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES; L. C.; HAHN, N. S. Ecologia trófica de peixes em dois riachos da bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 2, p. 273-285, 1998.

MALTCHIK, L.; CALLISTO, M. The use of rapid assessment approach to discuss ecological theories in wetland systems, Southern Brazil. **Interciência**, v. 29, n. 4, p. 219-223, 2004.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C.V.; KINUPP, V. F. Rapeld: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-6, 2005.

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 e Ambiente**, v. 5, n.2,

p. 21-27, 2004.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v.7, n.1, p. 39-47, 2006.

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

PARSONS, M.; THOMS, M. C.; NORRIS, R. H. **Australian River Assessment System: Review of Physical River Assessment Methods – A Biological Perspective, Monitoring River Health.** Initiative Technical Report n. 21, Canberra: Commonwealth of Australia and University of Canberra, 2002. 65p.

PMPL - Prefeitura Municipal de Paulo Lopes/SC. **Histórico, Aspectos Econômicos e Geográficos.** Disponível em: <<http://www.paulolopes.sc.gov.br>>. Acesso em: 22 de maio de 2013.

PRICE, P. W. **Insect ecology.** New York: John Wiley and Sons. 1975.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish.** Washington, DC.; USEPA/EPA. 440/4-89-001, 1989.

QUADROS, C.; REBOLLAR, P. M. Avaliação Ambiental de Atividades Agrícolas em Bacias Hidrográficas no Município de Paulo Lopes – SC. **Revista de Estudos Ambientais (Online)**, v.11, n. 2, p. 6-18, 2009.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de estudos Ambientais**, v.10, n. 1, p. 74-83, 2008.

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, 2008.

SARAIVA, M. G. A. N. **O rio com paisagem.** Gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia, 1999. 512p.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios.** Jaguariúna: Embrapa, 2004. 68 p.

SOUTHWOOD, T. R. E. Habitat, the templet for ecological strategies? **Journal of Animal Ecology**, v. 46, p. 337-365, 1977.

VIEIRA, D. B.; SHIBATTA, O. A. Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p. 57-65, 2007.

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

WANTZEN, K. M.; SIQUEIRA, A.; CUNHA, C. N.; SÁ, M. F. P. Stream-valley systems of the Brazilian Cerrado: impact, assessment and conservation scheme. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 16, p. 713-732, 2006.

WILLINK, P. W.; CHERNOFF, B.; ALONSO, L. E.; MONTAMBAULT, J. R.; LOURIVAL, R. (Eds). **RAP Bulletin of Biological**: A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Washington DC: Conservation International, 2000. 307 p.

Data de submissão: 24.11.2014

Data de aceite: 27.07.2016

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.