



APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITATS AQUÁTICOS EM CÓRREGOS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON (PR)

FARIA, Roseli Teresinha Lorenzetti¹; FERNANDEZ, Oscar Vicente Quinonez²

RESUMO

Este trabalho é resultado de um estudo realizado nas bacias que drenam as áreas urbanas e rurais de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do Paraná. O estudo teve como objetivo avaliar preliminarmente as condições físicas de habitats aquáticos nos córregos em trechos urbanos e rurais através da aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats. O Protocolo foi aplicado em 18 pontos distribuídos ao longo dos cursos dos córregos Peroba, Matilde-cuê, Guará, Guavirá, Borboleta e Bonito, cujas cabeceiras estão localizadas na sede urbana do município. A aplicação do protocolo classificou os pontos de monitoramento situados nas áreas urbanas nas categorias de Impactado e Alterado, evidenciando a deterioração das condições físicas dos habitats, enquanto que os pontos localizados nas áreas rurais, a melhoria dos índices permitiu classificá-los na categoria de Natural. Os resultados encontrados servirão como subsídio à futuros trabalhos sobre os efeitos da urbanização nas condições físicas dos habitats e também como auxílio no planejamento e gestão mais adequado dos córregos do município.

Palavras-chave: Córrego urbano; Monitoramento; Habitat aquático.

APPLICATION OF RAPID ASSESSMENT PROTOCOL OF HABITAT DIVERSITY IN STREAMS AT MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PARANÁ STATE, BRAZIL

ABSTRACT

This work is the result of a study carried out at the watersheds that drain the urban and rural areas of Marechal Cândido Rondon, western region of Paraná state, Brazil. The study aimed to apply the Protocol for the Rapid Assessment of Habitat Diversity, proposed by Callisto et al. (2001) to carry out a preliminary assessment of the physical conditions of aquatic habitats. The protocol was applied in 18 points distributed in the Peroba, Matilde-cuê, Guará, Guavirá, Borboleta and Bonito streams, whose headwaters are located in the urban area. The result of the application of the protocol helped to classify the monitoring points located in the urban areas in the categories of Impacted and Altered, showing the deterioration of the physical conditions of the habitats, while the points located downstream in the rural areas, the improvement of the indices allowed classification them in the category of Natural. The study developed serves as a reference for future work and database for future works and as a source for planning and more appropriate management of the streams of the municipality.

Key words: Urban stream; Monitoring; Channel habitat.

¹ Licenciada em Geografia (Unioeste-campus de Francisco Beltrão). Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Núcleo Regional de Educação de Toledo. E-mail: rosi_loren@yahoo.com.br.

² Doutor em Geociências (Unesp). Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), campus de Marechal Cândido Rondon, curso de Geografia. E-mail: oscar.fernandez@unioeste.br.

1. INTRODUÇÃO

Apesar da importância fundamental dos recursos hídricos, a preocupação com a questão ambiental só ganhou destaque a partir da década de 1960, tornando-se objeto de atenção de diversos movimentos sociais e ambientais. A partir desse período, as discussões ambientais tornaram-se mais frequentes, assumindo cunho científico mediante realização de análises criteriosas, de pesquisas laboratoriais e de estudos acadêmicos coordenados por pesquisadores de diferentes países do mundo. Essa preocupação é constante e se mantém em debate na atualidade. Aliado a isso, inúmeras técnicas de monitoramento têm surgido com a preocupação de contribuir para os estudos ambientais.

Até a década de 1970 a ênfase no monitoramento ambiental realizado nos Estados Unidos seguiu a tradição das análises quantitativas (RESH; JACKSON, 1993 *apud* RODRIGUES, 2008). Em meados da década de 1980, os órgãos ambientais perceberam a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação qualitativos devido aos altos custos das pesquisas quantitativas. Em 1986, o órgão federal estadunidense *Environmental Protection Agency* (EPA), iniciou estudos a respeito da qualidade da água juntamente com outras agências de monitoramento de águas superficiais. Desse estudo resultou um relatório (EPA, 1987) que enfatiza a reestruturação dos programas de monitoramento praticados, além de recomendar que fosse dada atenção especial à toxicologia, aos impactos de fontes não pontuais e ao registro dos resultados ambientais. O relatório ainda recomenda o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de monitoramento biológica, e aliado a isso a elaboração de um guia de avaliação do meio físico que além de ser de baixo custo, fosse capaz de identificar os problemas existentes. Com base nesta sugestão, surgiram os protocolos de avaliação rápida (PAR) que fornecem dados básicos sobre a vida aquática para fins da qualidade da água e gerenciamento dos recursos hídricos.

Foram propostos vários protocolos que envolvem diferentes atributos de habitats. A primeira foi o de EPA (1987) Plafkin *et al.* (1989), Barbour e Stribling (1991), Hannaford *et al.* (1997) e Parsons *et al.* (2002). O primeiro protocolo empregado no Brasil foi o de Callisto *et al.* (2001) organizado a partir das sugestões de EPA (1987) e do trabalho de Hannaford *et al.* (1997) e visou o levantamento das condições dos ecossistemas lóticos brasileiros e em especial aos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. O protocolo de Callisto *et al.* (2001) foi adotado por Dillenburg (2007), Pimenta *et al.* (2009), Padovesi-Fonseca *et al.* (2010), Krupek (2010), Lobo *et al.* (2011), Vargas e Ferreira Júnior (2012), Fernandez e Luz (2014), Bersot *et al.* (2015) dentre outros. Minatti-Ferreira e Beaumord (2004, 2006) propuseram um modelo simplificado de Barbour *et al.* (1999) utilizado nos rios do estado de Santa Catarina. Por fim, Rodrigues (2008) desenvolveu um novo protocolo para avaliar cursos d'água inseridos no bioma Cerrado

do estado de Minas Gerais. Esta última proposta foi modificada por Firmino *et al.* (2011) para aplicar nos rios da região sudeste de Goiás.

No presente trabalho foi escolhido, devido a sua ampla aceitação, o Protocolo proposto por Callisto *et al.* (2001) para avaliar as condições ambientais nos córregos que drenam a sede urbana de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do estado do Paraná. A cidade encontra-se num processo de expansão e estruturação urbana contínuo e crescente desde sua criação em 1960, e com uma infraestrutura frágil que não acompanha tal crescimento (FERRARI, 2009).

2. MATERIAIS E MÉTODO

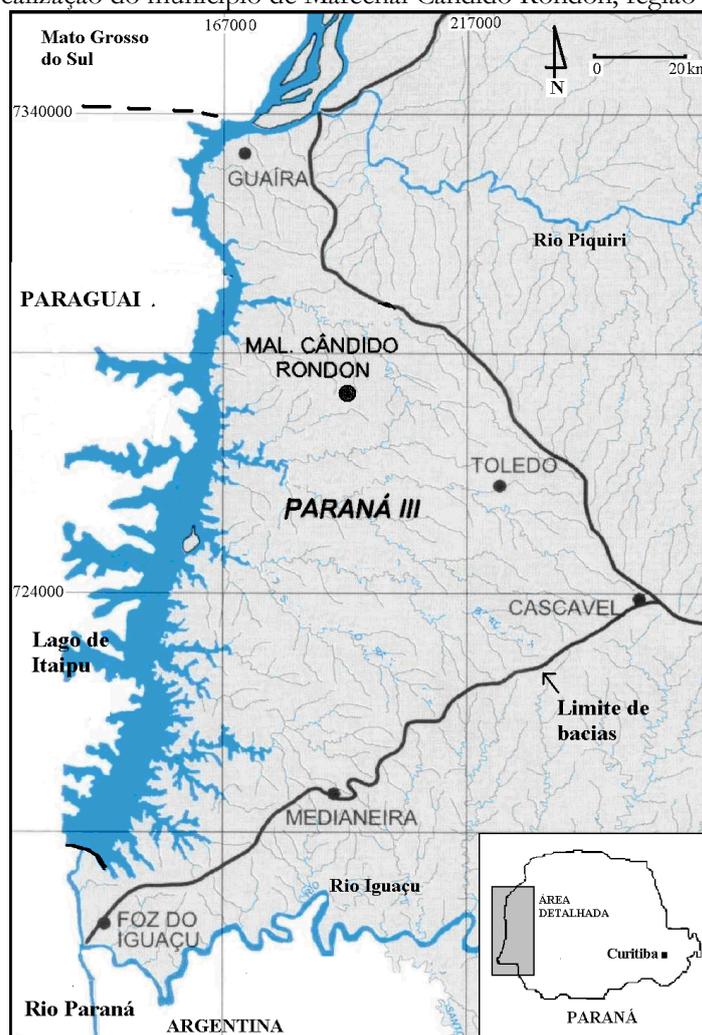
2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na sede do município de Marechal Cândido Rondon, que pertence a mesorregião geográfica Oeste do Paraná (Figura 1). A área do município é de 748 km², a população estimada para 2018 é de 52.379 habitantes e a economia é baseada nas atividades agrícola (soja e milho) e pecuária (suínos e produção de leite) (IBGE, 2018).

Na região Oeste do Paraná afloram rochas basálticas de idade Cretácea agrupadas na Formação Serra Geral (NARDY *et al.*, 2002) e mais recentemente congregadas no Grupo Serra Geral (MINEROPAR, 2013). A região está inserida na unidade morfoescultural denominada Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 2012), cujo relevo regional é caracterizado por um grau de dissecação média e alta, topos alongados com cristas e, vertentes convexas e retilíneas (SANTOS *et al.*, 2006; BADE, 2014). A evolução da citada unidade está relacionada com o levantamento epirogenético da Plataforma Sulamericana ocorrida desde o Cretáceo Superior até o limite Paleógeno-Neógeno (FRANCO-MAGALHÃES *et al.*, 2010) que soergueu toda a região até altitudes superiores a 1000 m na parte centro-sul do estado, submetendo a área de estudo a um contínuo processo de dissecação.

O clima no município de Marechal Cândido Rondon, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa, clima subtropical mesotérmico, subtropical úmido (IAPAR, 2000). O relevo é constituído por 15% de áreas planas, 45% de áreas com suave ondulação, 30% ondulado e 10% com forte ondulado. O intervalo da cota altimétrica no município é de 215 a 485 m (MORESCO, 2007).

Figura 1 – Localização do município de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná.



Fonte: IAPAR (2000)

A colonização do extremo Oeste do Paraná começou na primeira metade do século XX com a entrada da Companhia de Maderas del Alto Paraná, empresa formada por ingleses residentes em Buenos Aires que visava a exploração de erva mate e madeira (FOWERAKER, 1982). As terras pertencentes a esta companhia, foram adquiridas pela imobiliária gaúcha Industrial Madeireira e Colonizadora Rio Paraná S.A. (MARIPÁ) em 1946 (WACHOWICZ, 1987). A venda das terras para colonizadores catarinenses e gaúchos começou em 1949, permitindo a ocupação sistemática da região a partir de 1951 (NIEDERAUER, 1955; SILVA *et al.*, 1988 *apud* GÜTHS, 2000). Em 1960, o distrito de General Rondon pertencente ao município de Toledo, foi elevado para categoria de município passando a denominar-se Marechal Cândido Rondon (SAATKAMP, 1985). A partir dessa década começa no município recém-formado o processo de ocupação e expansão.

A expansão da área urbana em direção as cabeceiras de drenagens, iniciou-se a partir da década de 1970 (PFLUCK, 2009) sendo o resultado da migração dos agricultores para a cidade devido ao

processo de mecanização da agricultura (ROSSONI, 2017) e, mais tarde, pela inundação de sítios e fazendas para formação do reservatório de Itaipu em 1982 (ZAAR, 1999).

2.2 Procedimentos Metodológicos

O Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats proposto por Callisto *et al.* (2001) se baseia na quantificação de 22 parâmetros listados nas Tabelas 1 e 2. Os 10 primeiros parâmetros procuram avaliar as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. Os parâmetros de 11 a 22 foram adaptados do protocolo utilizado por Hannaford *et al.* (1997) e buscam avaliar as condições de habitat e níveis de conservação. A pontuação para cada parâmetro é atribuída através da observação em campo das condições dos *habitats*.

A somatória das notas atribuídas para cada parâmetro fornece a pontuação final do protocolo para o trecho monitorado. Os valores extremos da pontuação do protocolo podem variar de 0 (avançado estado de degradação) a 150 (condições prístinas ou sem degradação). Callisto *et al.* (2001, 2002) definem três níveis de preservação: 0 a 40 pontos indicam trechos impactados, 41 a 60 pontos trechos alterados e superior a 61 pontos trechos naturais. Este protocolo foi aplicado em 18 pontos de monitoramento escolhidos nos córregos que drenam a área urbana e periurbana de Marechal Cândido Rondon (Figura 2 e Tabela 3).

Tabela 1 – Descrição dos parâmetros no protocolo de avaliação rápida da diversidade de *habitats* (primeira parte).

Parâmetros	Pontuação		
	Quatro Pontos	Dois pontos	Zero Ponto
1-Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade).	Vegetação natural	Campo de pastagem, agricultura, monocultura, reflorestamento	Residencial/comercial/industrial
2-Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3-Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial (fábricas, siderurgias), retificação do rio
4-Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5-Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6-Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7-Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida
8-Odor do sedimento de fundo	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9-Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10-Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

Fonte: Callisto *et al.* (2001)

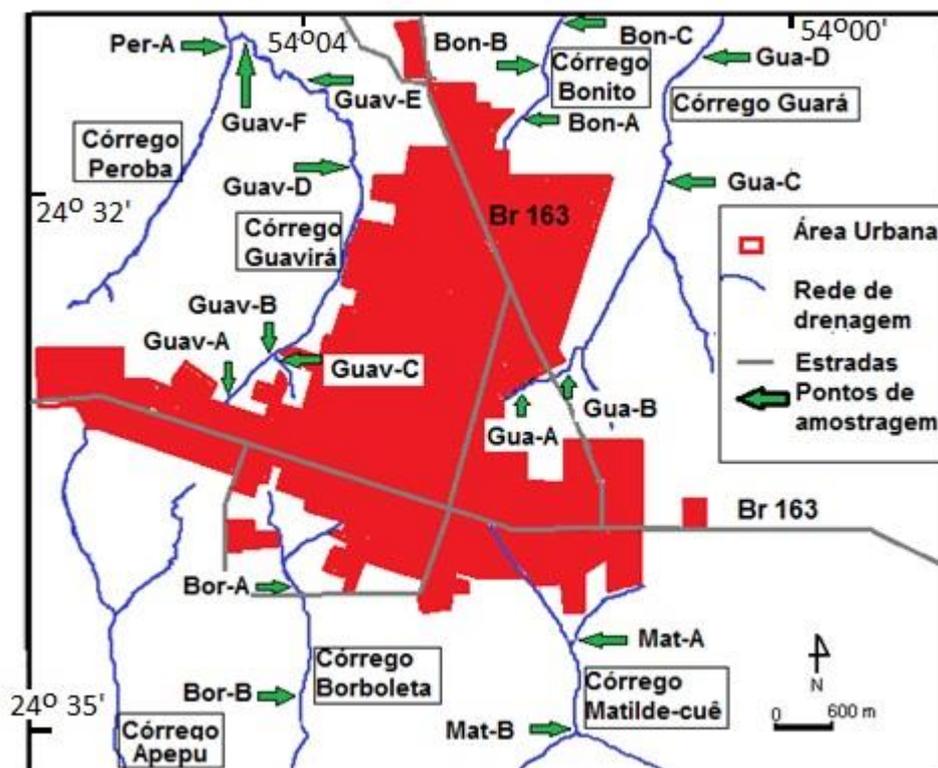
Tabela 2 – Descrição dos parâmetros no protocolo de avaliação rápida da diversidade de *habitats* (segunda parte).

Parâmetros	Pontuação			
	Cinco pontos	Três pontos	Dois pontos	Zero ponto
11-Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados (pedaços de troncos, submersos, cascalhos e estáveis).	30 a 50 % de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30 % de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente, substratos frequentemente modificados.	Menos que 10 % de habitats diversificados; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12-Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidos; remansos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menos do que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menos que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13-Frequências de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água 'lisa' ou com rápidos rasos, pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio > 25.
14-Tipos de substrato	Seixos abundantes (principalmente em nascentes de rios).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15-Deposição de lama	Entre 0 e 25 % do fundo coberto por lama (silte e argila).	Entre 25 e 50 % do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75 % do fundo coberto por lama	Mais de 75 % do fundo coberto por lama.
16-Depósitos sedimentares	Menos de 5 % do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos. Provavelmente, a correnteza arrasta tudo o material fino.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30 % do fundo afetado, suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 e 50 % do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Depósitos de lama, margens assoreadas; mais de 50 % do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17-Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificação há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80 % do rio modificado.	Margens cimentadas; acima de 80 % do rio modificado.
18- Características do fluxo das águas	Fluxo igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75 % do canal do rio; ou menos de 25 % do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75 % do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos rápidos exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19- Presença de vegetação ripária.	Acima de 90 % com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas, mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura 'normal'.	Entre 70 e 90 % com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura 'normal'.	Entre 50 e 70 % com vegetação ripária nativa, deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura 'normal'.	Menos de 50 % da vegetação ripária nativa; deflorestamento muito acentuado.

20-Estabilidade das margens.	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5 % da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30 % da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60 % da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão, frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100 % da margem.
21-Extensão da vegetação ripária.	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária < 6 m; vegetação restrita ou ausente pela atividade antrópica
22-Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com pexifitron.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, pexifitron abundantes e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas

Fonte: Callisto *et al.* (2001)

Figura 2 – Distribuição espacial dos pontos de monitoramento nas áreas urbana e periurbana de Marechal Cândido Rondon (PR).



Fonte: Pfluck (2009).

Tabela 3 – Localização e altitude dos pontos pesquisados nos córregos que drenam a sede do município de Marechal Cândido Rondon (PR).

Nomenclatura dos pontos		Coordenadas Geográficas	Córregos	Altitude (m)
Neste trabalho	Trabalhos anteriores (*)			
Per-A	Per 1	24°31'23"S; 54°04'25"W	Peroba	318
Guav-A	Gua 1	24°33'20"S; 54°04'27"W	Guavirá	391
Guav-B	Gua 2	24°33'04"S; 54°04'06"W	Guavirá	371
Guav-C	Gua 3	24°33'04"S; 54°04'05"W	Preferida (afluente do Guavirá)	371
Guav-D		24°32'05"S; 54°03'39"W	Guavirá	307
Guav-E	Gua 4	24°31'27"S; 54°04'12"W	Guavirá	318
Guav-F	Gua 5	24°31'17"S; 54°04'24"W	Guavirá	312
Bon-A		24°32'06"S; 54°02'36"W	Bonito	373
Bon-B		24°31'60"S; 54°02'45"W	Bonito	356
Bon-C		24°30'37"S; 54°01'52"W	Bonito	324
Gua-A		24°33'17"S; 54°20'37"W	Guará	388
Gua-B		24°33'07"S; 54°02'16"W	Guará	390
Gua-C	Guar-1	24°34'45"S; 54°01'38"W	Guará	353
Gua-D		24°31'24"S; 54°01'26"W	Guará	329
Mat-A		24°34'28"S; 54°02'20"W	Beija-Flor (afluente do Matilde-Cuê)	336
Mat-B	Mat 1	24°34'54"S; 54°02'12"W	Matilde-cuê	327
Bor-A		24°34'29"S; 54°04'02"W	Borboleta	290
Bor-B	Bor 1	24°35'12"S; 54°04'03"W	Borboleta	286

Trabalhos anteriores (*): Alguns pontos de observação escolhidos neste trabalho receberam outras nomenclaturas em trabalhos publicados anteriormente (Fernandez, 2007; Bortoluzzi e Fernandez, 2008, 2012; Bortoluzzi, 2009; Fernandez e Bortoluzzi, 2009).

Fonte: os autores.

A delimitação das bacias hidrográficas foi realizada com auxílio do aplicativo Global Mapper (versão 12) na carta topográfica Folha Marechal Cândido Rondon SG.21-X-B-VI-2 (MI-2816/2) escala 1:50.000. Para analisar os efeitos da urbanização sobre as condições físicas dos habitats aquáticos, foi adotado como variável proxy a relação da área impermeabilizada à montante dos pontos de monitoramento (Au) e respectiva área da bacia (A). A área urbanizada foi calculada a partir de imagens do Google Earth (abril de 2011) utilizando o aplicativo Global Mapper. Para estimar a área impermeabilizada foram consideradas as superfícies urbanizadas com edificações e sistemas viários com também os terrenos destinados as atividades industriais e comerciais (IBGE, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 4 apresenta o resultado da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats no córrego Peroba (Per A), localizado na zona rural do município (Figura 2). A coleta foi realizada dia 28/08/2010 e de acordo com a pontuação final, o trecho estudado foi classificado na categoria de Alterado. O córrego Peroba não sofre influência direta da urbanização e sua condição de Alterado se deve a retirada da mata ciliar, construção de açude e intensas atividades agropecuárias. Também na Tabela 4 apresenta-se o resultado da aplicação do Protocolo ao longo do córrego Guavirá (Ver figura 2). O ponto Guav-A localizado na zona urbana do município foi classificado como Alterado em função da retificação do canal. Os demais pontos situados na área rural (Guav-B ao Guav-F) foram classificados como Natural.

Tabela 4 – Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats na bacia dos córregos Peroba (Per) e Guavirá (Guav).

Parâmetros	Per-A	Guav-A	Guav-B	Guav-C	Guav-D	Guav-E	Guav-F
1	2	2	4	4	4	2	4
2	0	2	2	2	2	0	2
3	2	0	2	2	2	2	2
4	0	0	0	0	0	0	0
5	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4
7	2	4	4	4	2	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4
10	2	4	4	4	4	4	4
11	3	0	3	0	3	3	2
12	3	2	3	3	3	3	5
13	3	2	5	2	5	5	5
14	0	0	3	3	3	3	3
15	2	5	5	5	5	5	5
16	3	5	3	3	3	3	3
17	5	2	5	5	5	5	5
18	2	3	5	3	3	5	2
19	0	0	3	3	3	2	3
20	0	3	3	3	3	2	3
21	0	0	2	2	2	2	5
22	0	0	0	0	0	0	0
Total	45	50	72	64	68	66	73
Avaliação	Alterado	Alterado	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural

Fonte: os autores.

Os resultados da aplicação do Protocolo realizado nos pontos localizados nas bacias dos córregos Bonito e Guará (ver Figura 2) são apresentados na Tabela 5. Os dados de todos os pontos no córrego Bonito foram obtidos em 17/04/2010. O ponto Bon-A localizado no Bairro Primavera, zona urbana do município, foi classificado como Alterado. O ponto Bon-B, localizado próximo ao poço de captação de

água da autarquia municipal SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto), e o ponto Bon-C situado na zona rural foram classificados como Natural.

Os dados nos quatro pontos do córrego Guará (Figura 2, Tabela 5) foram obtidos em 17/04/2010. O ponto Gua-A localizado próximo a nascente, na zona urbana do município, foi classificado como Alterado. O ponto Gua-B situado próximo a ponte da BR 163, também foi inserido na categoria de Alterado. Os pontos Gua-C e Gua-D ambos localizados na zona rural foram classificados como Natural.

Tabela 5 – Resultados da aplicação do protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats nas bacias dos córregos Bonito (Bon) e Guará (Gua).

Parâmetros	Bon-A	Bon-B	Bon-C	Gua-A	Gua-B	Gua-C	Gua-D
1	0	4	4	0	0	4	2
2	0	4	2	0	0	4	0
3	0	2	4	2	2	2	2
4	4	2	0	0	0	0	0
5	4	4	4	4	2	4	4
6	2	4	4	4	2	4	4
7	4	4	4	4	2	2	2
8	4	4	4	4	2	4	4
9	2	0	4	4	2	4	4
10	4	4	4	4	4	4	4
11	3	3	3	3	2	3	5
12	2	3	3	0	3	3	5
13	2	5	5	0	2	5	5
14	0	5	3	5	2	2	2
15	0	5	5	2	3	5	5
16	2	5	5	2	3	5	3
17	2	5	3	5	5	5	5
18	3	5	2	2	3	5	5
19	0	2	3	0	0	3	0
20	3	5	5	0	3	5	2
21	0	5	2	2	0	5	0
22	5	5	0	0	0	0	0
Total	46	85	73	47	46	78	63
Avaliação	Alterado	Natural	Natural	Alterado	Alterado	Natural	Natural

Fonte: os autores.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da aplicação do Protocolo nas bacias córregos Matilde-cuê e Borboleta (Figura 2). O ponto Mat-A localizado na zona urbana do município foi classificado como Impactado. O ponto Mat-B localizado na zona rural do município em área de pastagem, foi classificado como Alterado. Por sua vez, os pontos pesquisados na bacia do córrego Borboleta (Bor-A e Bor-B) localizados na zona rural, foram classificados como Natural.

A Figura 3 resume a classificação obtida nos pontos de monitoramento. Dentre os 18 pontos pesquisados, o ponto Mat-A, localizado logo à jusante da zona urbana e industrial, foi o único a ser classificado como Impactado. Isso se deve a retirada da mata ciliar, ocupação das margens por atividades de pecuária, a presença de lixo doméstico e industrial e, coloração escura da água. Seis pontos classificados

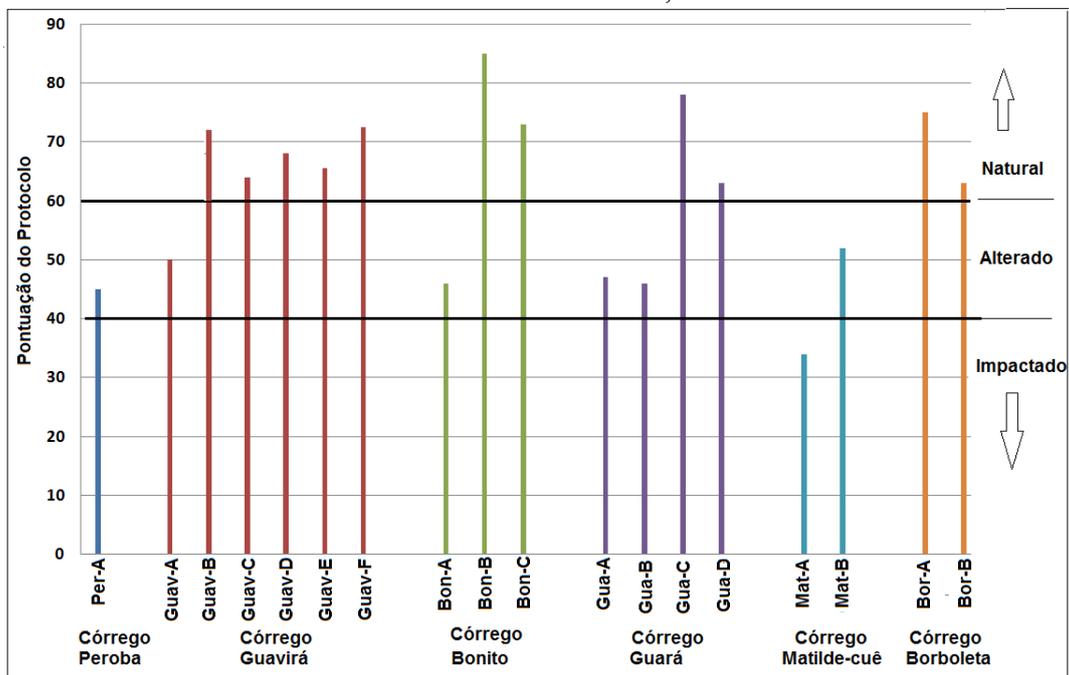
como Alterado (Per-A, Guav-A, Bon-A, Gua-A, Gua-B, Mat-B) recebem influência da zona urbana do município, suas margens são ocupadas por moradias, os canais foram retificados (Guav-A, Gua-A, Gua-B) e precária recomposição da mata ciliar. Os demais pontos localizados na área rural (Guav-B, Guav-C, Guav-D, Guav-E, Guav-F, Bon-B, Bon-C, Gua-C, Gua-D, Bor-A, Bor-B), foram classificados como Natural. A Figura 4 exibe exemplos de pontos de monitoramento classificados nas três categorias de avaliação.

Tabela 6 – Resultados da aplicação do protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats nas bacias dos córregos Matilde-cuê (Mat) e Borboleta (Bor).

Parâmetros	Mat-A	Mat-B	Bor-A	Bor-B
1	2	2	2	2
2	0	2	2	2
3	0	2	2	2
4	0	0	0	0
5	0	4	4	4
6	2	4	4	4
7	2	2	4	4
8	0	4	4	4
9	2	4	4	4
10	4	4	4	4
11	2	2	5	2
12	3	2	5	5
13	3	2	5	5
14	0	3	5	3
15	3	3	5	5
16	2	2	5	3
17	5	5	5	5
18	2	3	2	3
19	0	2	3	0
20	2	0	2	2
21	0	0	3	0
22	0	0	0	0
Total	34	52	75	63
Avaliação	Impactado	Alterado	Natural	Natural

Os efeitos da urbanização sobre as condições da diversidade dos habitats aquáticos são analisados relacionando o quociente entre a área urbanizada à montante dos pontos (Au) e a área da bacia correspondente (A) e, a pontuação final do Protocolo (Tabela 7). Esta relação (Figura 5) mostra uma correlação negativa entre as variáveis, isto é, conforme aumenta a proporção da área urbanizada nas bacias, diminui a qualidade e a diversidade dos habitats aquáticos. Assim, é possível estabelecer uma tendência de diminuição nas condições ambientais dos córregos com o avanço da urbanização. Os baixos valores da pontuação no Protocolo nos pontos Bon-A, Guav-A, Gua-A, Gua-B e Mat-A podem ser explicados em grande medida pela maior proporção da área urbanizada nas bacias.

Figura 3 – Pontuação final do protocolo nos pontos de monitoramento nos córregos urbanos e rurais de Marechal Cândido Rondon, PR.



Fonte: os autores.

Figura 4 – Registro fotográfico dos pontos Mat-A (Classificação Impactado) (A), Guav-A (Classificação Alterado) (B) e Bor-A (Classificação Natural) (C). Data: agosto/2010.



Fonte: os autores.

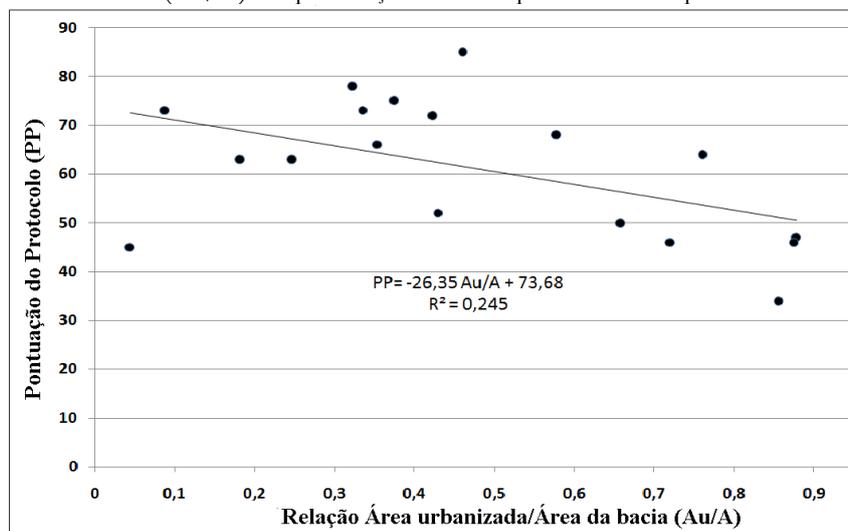
No entanto, o baixo valor do coeficiente de determinação definido na relação ($R^2=0,245$), indica a influência de outras variáveis relacionadas às atividades antrópicas na deterioração dos habitats aquáticos, além da urbanização. Como exemplo, é indicado o ponto Per-A situado numa bacia com pouca urbanização, porém com pontuação baixa no Protocolo (46 pontos), sendo classificado na categoria de trecho Alterado (Tabela 7). Este resultado é consequência da intensa intervenção antrópica no canal próximo ao ponto de monitoramento, que consiste na construção de açude, canalização do canal e retirada da vegetação ciliar.

Tabela 7 – Dados referentes a área urbanizada à montante dos pontos de monitoramento e as respectivas pontuações no protocolo.

Pontos	Área da bacia à montante do ponto de monitoramento (A) (km ²)	Área urbanizada à montante do ponto de monitoramento (Au) (km ²)	Relação Au/A	Pontuação final no Protocolo (PP)
Per-A	5,651	0,250	0,044	45
Guav-A	0,263	0,173	0,658	50
Guav-B	1,243	0,526	0,423	72
Guav-C	0,978	0,745	0,761	64
Guav-D	8,804	5,085	0,578	68
Guav-E	10,148	3,598	0,354	66
Guav-F	10,697	3,598	0,336	73
Bon-A	1,323	0,953	0,720	46
Bon-B	1,605	0,740	0,461	85
Bon-C	8,350	0,740	0,088	73
Gua-A	1,066	0,936	0,878	47
Gua-B	2,485	2,175	0,875	46
Gua-C	8,633	2,795	0,323	78
Gua-D	11,330	2,795	0,247	63
Mat-A	1,324	1,133	0,856	34
Mat-B	5,726	2,464	0,430	52
Bor-A	1,921	0,720	0,375	75
Bor-B	4,769	0,867	0,182	63

Fonte: os autores.

Figura 5 – Relação entre o quociente da área urbanizada à montante dos pontos de monitoramento e a respectiva área da bacia (Au/A) e a pontuação final do protocolo nos pontos monitorados (PP).



Fonte: os autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho reporta a avaliação da qualidade dos habitats aquáticos em trechos urbanos e rurais de bacias hidrográficas em Marechal Cândido Rondon (PR). O Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats evidenciou baixos índices de qualidade dos habitats nos trechos situados nas áreas urbanas e uma crescente melhora dos índices conforme os cursos d'água se distanciam da área urbanizada em direção ao setor rural. Apesar do resultado da aplicação do protocolo não ser conclusivo, ele pode ser empregado como ponto de partida em estudos mais aprofundados. Nesse sentido, o estudo desenvolvido serve como uma base de dados para trabalhos futuros, e também, como fonte para planejamento e gestão mais adequada dos córregos que drenam a sede do município de Marechal Cândido Rondon.

5. REFERÊNCIAS

- BADE, M.R. **Definição e caracterização das unidades de paisagem das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai)**. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), campus de Marechal Cândido Rondon. 2014.
- BARBOUR, M.T.; STRIBLING J. B. **Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities**. Biological criteria: Research and regulation. EPA-440-5-91-005: 25-38. Washington. 1991.
- BERSOT, M.R.O.R.; MENEZES, J.M.; ANDRADE, S.F. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé-RJ. **Revista Ambientia**, Guarapuava, v. 11, N.2, p. 277-294, 2015.
- BORTOLUZZI, L.N. **Efeitos da urbanização sobre os canais fluviais de Marechal Cândido Rondon (PR)**. 2009. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), campus de Marechal Cândido Rondon. 2009.
- BORTOLUZZI, L.N.; FERNANDEZ, O.V.Q. Medição da vazão líquida em pequenos cursos de água de Marechal Cândido Rondon, PR. Geografia. **Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 12, p. 4265-4275, 2008a.
- BORTOLUZZI, L.N.; FERNANDEZ, O.V.Q. Análise comparativa de seções transversais em córregos de Marechal Cândido Rondon (PR). In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 15, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo. 2008b.
- BORTOLUZZI, L.N.; FERNANDEZ, O.V.Q. Variações morfológicas em córregos que drenam a área urbana de Marechal Cândido Rondon, Paraná. **Revista Geoinf**, Maringá, v. 2, n. 2, p. 3-27, 2012.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.
- 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 Limnológica Brasileira**, v.34, p. 91-97, 2002.

FARIA, R.T.L.; FERNANDEZ, O.V.Q. *Aplicação do protocolo de avaliação rápida de habitats aquáticos em córregos de Marechal Cândido Rondon (PR). Geomae, Campo Mourão, v.10, n.2, p.63-79, 2019.*

DILLENBURG, A.K. A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio – estudo de caso – Mercedes, PR. **Revista Urutágua**, Maringá, v. 12, p. 1-10, 2007.

EPA (Environmental Protection Agency) **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Columbus, Ohio: Division of Water Quality Monitoring Assessment, v. 1-III, 120 p., 1987.

FERNANDEZ, O.V.Q. Aplicación del sistema de clasificación fluvial de Rosgen en arroyos urbanos de la región oeste del Estado de Paraná (Brasil). In: SIMPOSIO SOBRE HIDRÁULICA DE RÍOS, 3, 2007, Córdoba (Argentina). **Resumen...** Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2007. p. 15-16.

FERNANDEZ, O.V.Q.; BORTOLUZZI, L.N. Monitoramento do canal fluvial em seções transversais nos córregos urbanos de Marechal Cândido Rondon (PR). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 13. 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo. 2009.

FERNANDEZ, O.V.Q.; LUZ, C.E. Manejo de vales fluviais: resultados de um projeto paisagístico no córrego Urutago, parque de exposições de Francisco Beltrão (PR). **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v.5, n.1, p. 277-288, 2014.

FERRARI, W.J. **A expansão territorial urbana de Marechal Cândido Rondon-PR: a produção da cidade a partir do campo**. 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados (MS). 2009.

FIRMINO, P.F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A.S.L. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de 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**, Itajaí, v. 15, n. 2, p. 1-12, 2011.

FLOWERAKER, J. **A luta pela terra: a economia política da fronteira pioneira no Brasil em 1930 aos dias atuais**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

FRANCO-MAGALHÃES, A.O.B.; HACKSPACHER, P.C.; SAAD, A.R. Exumação tectônica e reativação de paleolinhamentos no Arco de Ponta Grossa: termocronologia por traços de fissão em apatitas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n.2, p. 184-195, 2010.

GÜTHS, L.D. Zona Bonita nos caminhos da colonização da fronteira. In: M.A. Lopes (Ed.) **Espaços da memória: fronteiras**. Cascavel: Edunioeste, 2000. p. 135-160.

HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal North American Benthol. Soc.**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

IAPAR (Fundação Instituto Agrônômico do Paraná). **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Curitiba. 2000.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual técnico de uso da terra**. 3ª Ed., Rio de Janeiro, 2013. 171 p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **População**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pr/marechal-candido-rondon/panorama>>. Acesso em setembro de 2018.

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.

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

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. 4ª. Ed., Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526 p.

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**, Joinville, 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 & Ambiente**, Joinville, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.) **O Grupo Serra Geral no estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2013. 454 p.

MORESCO, M.D. **Estudo de paisagem no município de Marechal Cândido Rondon-PR. 2007**. 137 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá (UEM). 2007.

NARDY, A.J.R.; OLIVEIRA, M.A.F.; BETANCOURT, R.H.S.; VERDUGO, D.R.H; MACHADO, F.B. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 21, n. 1/2, p. 15-32, 2002.

PADOVESI-FONSECA, C.; CORRÊA, A.C.G.; LEITE, G.F.M.; JOVELI, J.C.; COSTA, L.S.; PEREIRA, S.T. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 5, n.1, p. 43-56, 2010.

PARSONS, M.; THOMAS, M.; NORRIS, R. Australian river assessment system: review of physical river assessment methods – a biological perspective. **Monitoring River Health Technical Report Number 21**. Environment Australia. 2002.

PFLUCK, L.D. **Riscos ambientais: enxurradas e desabamentos na cidade de Marechal Cândido Rondon – PR. 1980 a 2007**. 2009. 239 f. Tese (Doutorado em Geografia) – UFSC, Florianópolis. 2009.

PIMENTA, S.M.; PENA, A.P.; GOMES, P.S. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio São Tomás, município de Rio Verde - Goiás. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 393-412, 2009.

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, D.C., U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA/444/4-89-001. 1989.

RODRIGUES, A.S.L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres**. 2008. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto. 2008.

ROSSONI, R.A. **A modernização da agricultura do Paraná**. 2017. 82f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Rural) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *campus* de Francisco Beltrão, 2017.

SAATKAMP, V. **Desafios, lutas e conquistas: história de Marechal Cândido Rondon**. Cascavel: Assoeste. 1985. 232 p.

SANTOS, L.J.C.; FIORI, C.O. CANALI, N.E. FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T. da; SILVA, J.M.F. da; ROSS, J.L.S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, p. 3-12, 2006.

FARIA, R.T.L.; FERNANDEZ, O.V.Q. *Aplicação do protocolo de avaliação rápida de habitats aquáticos em córregos de Marechal Cândido Rondon (PR). Geomae, Campo Mourão, v.10, n.2, p.63-79, 2019.*

VARGAS, J.R.A.; FERREIRA JUNIOR, P.D. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012.

WACHOWICZ, R. **Obrageros, mensus e colonos: história do oeste do Paraná**. Curitiba: Ed. Vicentina. 1987.

ZAAR, M. H. **A Produção do Espaço Agrário: da colonização, à modernização e formação do Lago de Itaipu**. Cascavel (PR): Edunioeste, 1999.