

O USO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR) PARA AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE AMBIENTAL DE UM TRECHO URBANO DO CÓRREGO SUSSUAPARA, TOCANTINS, BRASIL

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo testar um protocolo de avaliação rápida (PAR) para avaliação da microbacia do Córrego Sussuapara, um córrego urbano em Palmas, Tocantins. A integridade de ecossistemas aquáticos em áreas urbanas é ameaçada pelas atividades humanas em sua bacia. Assim, PAR podem ser ferramentas auxiliares ao monitoramento microbiológico e físico-químico das águas. O protocolo elaborado teve como atributos os parâmetros substrato de fundo, complexidade do habitat, qualidade dos remansos, velocidade da corrente, proteção e estabilidade dos barrancos, cobertura vegetal das margens, extensão da mata ciliar e ação antrópica, para os quais foram atribuídos uma entre quatro qualificações conforme a percepção das pessoas envolvidas. Dois grupos de aplicadores foram selecionados, estudantes de graduação do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins e professores do ensino fundamental do município, com diferentes formações em ensino superior. O resultado foi comparado com o monitoramento físico-químico e microbiológico. O protocolo aplicado mostrou-se de fácil entendimento e rápida aplicação por ambos os grupos, mostrando resultados similares da avaliação da integridade ambiental de um trecho do Córrego Sussuapara, situado em área urbana de Palmas. A avaliação feita pelos dois grupos refletiu os impactos resultantes das falhas da drenagem urbana de Palmas sobre o córrego, refletido na baixa qualidade do substrato de fundo, na qualidade da proteção e estabilidade dos barrancos e no grau de atividade antrópica, atributos com classificação razoável e ruim pelos atores envolvidos.

PALAVRAS-CHAVES: Integridade Ambiental; Protocolos de Avaliação Rápida e Córrego Sussuapara.

USE OF A RAPID ASSESSMENT PROTOCOL FOR THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL INTEGRITY OF AN URBAN SEGMENT OF CÓRREGO SUSSUAPARA, TOCANTINS STATE - BRAZIL

ABSTRACT

The present study aimed to test a Rapid Evaluation Protocol (REP) to evaluate the Sussuapara Creek basin, an urban stream in Palmas, Tocantins State. The integrity of aquatic ecosystems in urban areas is threatened by human activities in the basin. Since, REP can be an auxiliary tools to the physical-chemical and microbiological monitoring. The protocol was build comprising the attributes: substrate quality, habitat complexity, pool quality, channel flow status, bank protection and stability, vegetative protection, riparian vegetative zone width and human activity for which it was attributed one among four qualifications according to the perception of the evaluators. Two groups of analysts/actors: environmental engineering students at the Universidade Federal do Tocantins and primary school teachers of the municipality, with different graduation courses. Results of the Rep evaluation were compared to the physical-chemical monitoring. The REP was easily understood by both groups and presented similar results to the physical-chemical monitoring by reflecting the impacts resulting from failures in urban drainage on the stream. This was reflected in the poor quality of substrate, bad bank protection and low stability, and the degree of human interference. These attributes received low grades varying from average to bad by both groups of actors.

KEYWORDS: Environmental Integrity; Rapid Evaluation Protocols; Sussuapara Creek.

Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.6, n.2, Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov 2015.

ISSN 2179-6858

SECTION: *Articles*
TOPIC: *Recursos Hídricos*



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0014

Paula Benevides de Morais

Fundação Universidade Federal do Tocantins, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8545749738251622>
moraispb@uft.edu.br

Olívia Bazzetti Marques

Centro de Tecnologia de Edificações, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6002331808145052>
omarques@cte.com.br

Gisele Fernandes Bessa

Universidade Federal do Tocantins, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8277962623501585>
bessaaf@yahoo.com.br

Francisca Maria Pinheiro de Sousa

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7454878505438286>
franpinheiros@yahoo.com.br

Weilan Gomes da Paixão Melo

Universidade Estadual Paulista, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0068705076520134>
weilan@rc.unesp.br

Received: 13/02/2015

Approved: 14/10/2015

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

MORAIS, P. B.; MARQUES, O. B.; BESSA, G. F.; SOUZA, F. M. P.; MELO, W. G. P.. O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.6, n.2, p.192-205, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0014>

INTRODUÇÃO

Segundo Goulart e Callisto (2003), os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas, tais como mineração; construção de barragens e represas; retificação e desvio do curso natural de rios; lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados; desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação; superexploração de recursos pesqueiros; introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas.

A complexidade dos processos de impacto ambiental urbano apresenta um duplo desafio. De um lado, é necessário articular uma interpretação coerente dos processos ecológicos e sociais à degradação do ambiente urbano (ARAUJO JUNIOR, 2013). Segundo Guerra e Cunha (2005) e Silva et al. (2011), outro problema apresentado pelas análises sobre os impactos ambientais urbanos refere-se às escalas interpretativas, sejam elas espaciais ou temporais. O assoreamento dos rios, por exemplo, está associado a causas múltiplas, temporal e espacialmente diversificadas, ainda que interligadas (ALVES et al., 2013). Drew (1998) diz que muito embora as áreas urbanas raramente ocupem reduzida percentagem de uma grande bacia de drenagem, as alterações no regime do rio podem ser suficientemente intensas para abranger amplos espaços.

A intensidade da mudança depende de dois fatores: primeiro, em que proporção a bacia se tornou impermeável pela construção; segundo, a natureza do sistema de drenagem artificial instalado. A duplicação da área impermeável de uma bacia aumenta o escoamento direto de 25 a 50 %. Em consequência, é indispensável a instalação de extensa rede de canais artificiais para receber e evacuar o excesso de água. Dessa forma, cada gota de água tem de percorrer menor distância para atingir um canal do que no campo, o que, junto com a intensificação da água de escoamento, provoca maiores enchentes e menor débito no estivo, em uma bacia de drenagem urbanizada. Também são minimizados os processos hidrológicos que contribuem para retardar os fluxos de água para o rio, tais como a infiltração no solo, o deslocamento do fluxo subsuperficial e a recarga de água subterrânea (DREW, 1998).

Em vista deste cenário, é crescente a necessidade de se avaliar e monitorar as alterações ambientais e seus efeitos sobre os recursos hídricos. O monitoramento de rios, além de ser uma ferramenta fundamental de avaliação da saúde dos ecossistemas fluviais, tem fornecido subsídios para uma análise integrada da qualidade destes ambientes (RODRIGUES et al., 2008a). Geralmente estudos de monitoramento de ambientes aquáticos são realizados através da medição de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Entretanto, os protocolos para avaliação rápida da integridade ambiental têm sido empregados como técnica de avaliação rápida da integridade de ecossistemas aquáticos e também como mecanismos de envolvimento

comunitário (BARBOUR et al., 1999). Estas técnicas visam avaliar a estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos contribuindo para o manejo e conservação destes ecossistemas apoiados por protocolo simplificados com parâmetros de fácil entendimento e utilização (CALLISTO et al., 2002). Eles permitem a obtenção de dados em curto prazo e com custos reduzidos. De acordo com Buss et al. (2003), esses protocolos se baseiam em comparações entre locais “referência” (considerados controle por apresentarem excelentes condições de integridade ambiental) e as áreas a serem analisadas.

Vale ressaltar que esses métodos quando analisados isoladamente não são suficientes para uma análise total do ambiente, sendo necessária, quando possível, a adoção de parâmetros físicos, químicos e biológicos do meio aquático. Contudo, se o objetivo do estudo é avaliar a integridade do ambiente aquático, esse método mostra-se bastante eficiente. Ferreira e Beaumord (2008) ao realizarem um mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo nos cursos de água da bacia do rio Canhanduba (SC) obtiveram resultados satisfatórios, mostrando que os protocolos de avaliação rápida de integridade de ecossistemas de rios são instrumentos fundamentais na tomada de decisões rápidas em situações emergenciais, para aplicação de medidas de contingência. Além disso, têm o potencial de mobilização da sociedade, ao integrarem a análise técnica especialista com a observação empírica das comunidades locais (RODRIGUES et al., 2008b).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi testar um protocolo de avaliação rápida da integridade ambiental de um trecho do Córrego Sussuapara, localizado no município de Palmas (TO) por dois grupos de avaliadores, sendo um considerado não técnico (professores da rede municipal de ensino) e outro técnico (estudantes de Engenharia Ambiental da UFT), em 2010 e verificar a compatibilidade das avaliações com dados de monitoramento ambiental por parâmetros físico-químicos e biológicos definidos pela Resolução 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), realizada em dois períodos distintos, 2010 e 2014.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização Ambiental do Córrego Suçuapara

O Córrego Suçuapara é um dos cinco cursos d'água que passam pela malha urbana de Palmas, capital do Estado do Tocantins nasce na AV-NE 23, corta o plano diretor no sentido Leste-Oeste indo desaguar no lago da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães (Figura 1). O córrego percorre uma extensão de aproximadamente 4.942 metros e sua microbacia tem uma área de aproximadamente 806 hectares. A microbacia situa-se na região compreendida entre as coordenadas 10° 11' 00" S, 10° 11' 19" S e 48° 17' 38" W, 48° 21' 22" W, e divide as águas do sistema de drenagem viária à direita com o córrego Água Fria, e à esquerda com o córrego Brejo Comprido.

Segundo Barbosa et al (2000), o córrego está inserido em sua totalidade em uma área urbana, sofrendo pressões constantes. Grande parte de sua área de preservação permanente (APP) encontra-se alterada, restando poucos trechos com largura de acordo com o estabelecido pela legislação (Resolução CONAMA N°. 303/2002). O mapa de cobertura e uso do solo apresentou 8 classes, que foram confirmadas por levantamento de campo, conforme Figura 2. Com base nessa classificação, verificou-se a predominância de Cerrado Sentido Restrito, com 620,1583 ha, sobre as demais classes na composição da paisagem. Entre as outras feições, têm-se: Mata Ripária (84,7129 ha); Cerradão (40,8698 ha); Praia das ARNOS (1,3759 ha); Solo exposto (2,4728 ha); Campus da Universidade Federal do Tocantins - UFT (26,9129 ha); principais áreas verdes (112,6265 ha); e as ruas de acesso com uma área de 87,7919 ha. O córrego é ainda corpo receptor da drenagem das águas pluviais. Segundo Fighera (2005), a população da área da microbacia do Córrego Sussuapara totalizava, em 2000, 7.581 habitantes, levando a uma projeção de 16.071 habitantes em 2010, de acordo com as projeções do IBGE de 14% de crescimento ao ano para Palmas. A extensão de áreas verdes na área da bacia era de 6.922.004,50 m² em 2002, das quais apenas 485.705,77m² correspondiam a áreas naturais de Cerrado e Mata ripária.

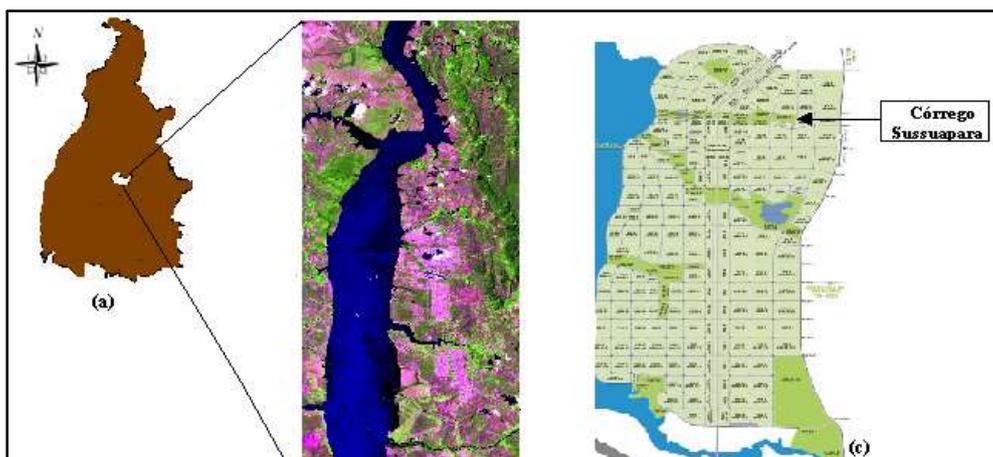


Figura 1: Localização do Município de Palmas, no Estado do Tocantins (a), com detalhe da imagem mostrando o Plano Diretor de Palmas, que é apresentado esquematicamente com a localização do Córrego Sussuapara em (c). (Fonte: (a) Base Cartográfica do Naturatins, 2002, e (c) Fighera, 2005).



Figura 2: Mapa de Cobertura e Uso do Solo da microbacia do Córrego Sussuapara, Palmas (TO).

Caracterização Físico-Química e Microbiológica

A caracterização limnológica do corpo hídrico foi feita através de coletas mensais, durante cinco meses consecutivos entre julho e novembro de 2010, e no mesmo período em 2014. Os pontos de coleta incluíram um ponto próximo à nascente do manancial e quatro pontos a cinco metros dos locais de recepção das águas pluviais drenadas do Plano Diretor, na área de nascentes deste córrego.

Os parâmetros selecionados para análise foram Temperatura da água (em ° C), turbidez (em NTU), condutividade (em S/cm), pH, sólidos totais dissolvidos (STD em mg/L), oxigênio dissolvido (em mg/L), medidos com equipamentos portáteis Horiba U-10, turbidímetro 2100P, Condutivímetro CO150, e Oxímetro Orion 210. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅, em mg/L) foi realizada de acordo com APHA (2005) e os nutrientes: nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e fosfatos (em mg/L) em espectrofotômetro Hach DR-4000. Além disso, foram quantificados os sólidos totais e sólidos sedimentáveis (em mg/L) de acordo com APHA (2005). Também, fez-se o monitoramento dos números mais prováveis de Coliformes Totais e *Escherichia coli* utilizando-se o método do substrato fluorescente pelo sistema comercial QuantiTray ColiLert (IDEXX) de acordo com APHA (2005).

Observação e Avaliação do PAR

O PAR (Protocolo de Avaliação Rápida) utilizado foi adaptado para servir a não-especialistas, de Callisto et al. (2002), apresentando os atributos 1) substrato de fundo, 2) complexidade do habitat, 3) qualidade dos remansos, 4) velocidade da corrente, 5) proteção e estabilidade dos barrancos, 6) cobertura vegetal das margens, 7) extensão da mata ciliar e 8) ação antrópica. Cada atributo foi avaliado individualmente pelos participantes, sendo atribuídas as qualificações: a) Boa; b) Razoável; c) Ruim (Quadro 1).

Para a avaliação, dois grupos de participantes fizeram visitas em datas separadas, à região correspondendo ao trecho entre o ponto 2 e ponto 3 de coleta de amostras de água. O primeiro grupo correspondeu a estudantes de graduação do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins, matriculados no 2º ano acadêmico. O segundo grupo correspondeu a professores da rede de ensino municipal que participaram voluntariamente de uma oficina de trabalho em qualidade da água como parte de um projeto de revitalização da microbacia. A atividade iniciou-se com a explanação dos atributos de acordo com as características listadas no Quadro 2, seguida da distribuição das planilhas de avaliação individual, e observação em sub-grupos de três a seis pessoas acompanhadas pelos pesquisadores. As planilhas de avaliação foram tabuladas para cada grupo e comparados os resultados com a interpretação dos dados físico-químicos e microbiológicos à luz da Resolução CONAMA 357.

Quadro 1: Protocolo de Avaliação Rápida adaptado de Callisto et al. (2002).

Atributo	Bom	Razoável	Ruim
Substrato de Fundo	Maior parte do fundo é de cascalho e seixos rolados de diferentes tamanhos.	Fundo é coberto por seixos rolados de tamanho similar	Substrato dominado por silte e areia (pedras menores).
Complexidade do Habitat	Vários tipos e tamanhos de materiais no leito do riacho formando um habitat altamente diversificado.	Os tipos e tamanhos das estruturas são menores, mas existem	Habitat dominado por somente um ou dois componentes estruturais. A cobertura é limitada.
Qualidade dos Remansos	Há remansos, com profundidade e largura variados.	Os remansos quando presentes muito rasos.	Remansos ausentes.
Velocidade da corrente	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas.	Trechos rápidos podem estar ausentes.	Corredeiras inexistentes.
Proteção e Estabilidade dos Barrancos	Maioria do barranco é coberto por vegetação, ou lajes de pedras, ou outras estruturas estáveis.	Metade do barranco é coberto por vegetação, pedras e outras estruturas de grande porte.	Muito pouco da superfície do barranco é coberto por vegetação e demais estruturas.
Cobertura Vegetal das Margens	Vegetação com várias alturas provendo uma mistura de sombras e luzes para a superfície da água.	Vegetação descontinuada provê áreas de sombreamento alternadas com áreas de exposição completa.	Superfície da água é exposta totalmente à luz solar, praticamente o dia todo.
Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária grande (>15m); sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc).	Pouca largura da vegetação ripária (> 8m); mínima influência antrópica.	Vegetação restrita ou ausente devido à influência antrópica.
Tipo de ocupação da margem	Local sem alteração perceptível.	Local pouco alterado, sem presença de lixo, mau cheiro, óleo, etc.	Local profundamente alterado. Presença de lixo, mau cheiro, óleo, etc.
Ação antrópica	Local sem traços de ocupação humana	Local com traços de ocupação humana: terreno limpo ou ervas pisadas, com possíveis pegadas	Local com traços de ocupação humana: pegadas, materiais de pesca ou banho, represamentos artificiais, fogueira, etc

Quadro 2: Descrição dos atributos para Avaliação Rápida de Integridade Ambiental do Córrego Sussuapara.

Atributo	Objetivo ou Característica
Substrato de Fundo	Identificar a presença de um substrato no fundo do rio, e se ele é, em sua maior parte, pedras ou lama
Complexidade do Habitat	Identificar a diversidade do ambiente, se há vários locais com características de fundo, fluxo, margem e aparência geral diferentes.
Qualidade dos Remansos	Avaliar os padrões de velocidade e profundidade como características determinantes para a diversidade do habitat: se há locais com águas menos velozes, especialmente nas curvas do rio.
Velocidade da corrente	Avaliar a presença de rápidos, ou seja, áreas de corredeiras, pedras e troncos que fazem a água borbulhar e movimentar-se mais rápido.
Proteção e Estabilidade dos Barrancos	Avaliar a suscetibilidade do barranco a erosão: se a área é protegida por vegetação ou não. Avaliar o estágio de degradação do processo erosivo, especialmente se há aparente queda de barreira, se há solo acumulando se no leito na margem do barranco.
Cobertura Vegetal das Margens	Avaliar o sombreamento fornecido ao solo e a lâmina d'água pela mata ciliar. Avaliar o grau de proteção que a vegetação proporciona, uma vez que exposição completa ou ausência total de luz solar são fatores prejudiciais à instalação e ao desenvolvimento das comunidades.
Extensão da mata ciliar	Visa identificar se existe a mata ciliar, bem como sua extensão que deve obedecer à legislação (a ser especificada para o corpo d'água em estudo) ou se a mesma foi alterada pelo homem, com retiradas, clareiras, plantios, áreas de lazer.
Tipo de ocupação da margem	Identificar o uso predominante na margem do rio, pelo Homem.
Ação antrópica	Identificar as ações antrópicas existentes: quais são, se são na água ou na margem, e quantas são.

RESULTADOS

Caracterização da Qualidade de Água (Res. 357 CONAMA)

A Tabela 1 apresenta os valores médios das variáveis medidas, na estação seca e chuvosa de 2010 e 2014. A temperatura do corpo d'água apresentou-se com maiores variações no período de seca (Julho a Setembro), com valores entre 24,9 a 28,2° C, enquanto que na estação chuvosa apresentou valores entre 25,1 a 25,6° C. Os valores de oxigênio dissolvido

apresentaram-se entre 4,3 a 5,6 mg/L em todo o período, sendo que a Demanda Bioquímica de Oxigênio apresentou valores médios de 2,0 mg/L na estação seca, elevando-se para 4,4 mg/L na estação chuvosa. É importante ressaltar que os maiores valores de DBO foram encontrados nos pontos amostrais a jusante das galerias pluviais, 3,3 mg/L na estação seca e 7,4 mg/L na estação chuvosa, respectivamente.

Os conteúdos de nutrientes na água foram significativamente maiores na estação chuvosa, especialmente o fósforo total, que variou entre 0,02 mg/L na estação seca e 0,4 mg/L na estação chuvosa. Neste caso, na estação chuvosa, os valores de fósforo ultrapassam o que é recomendado para águas de classe 2 (CONAMA, 2005). Os valores dos parâmetros nitrogenados estiveram abaixo dos valores máximos recomendados pela legislação acima. No entanto, especialmente na estação seca, os valores na área de nascente foram menores que nos pontos a jusante das galerias de água pluvial. Os valores de nitrato, por exemplo, variaram de 0,3 mg/L na nascente para 0,9 mg/L no ponto posterior às galerias pluviais na seca, alcançando 1,0 mg/L na estação chuvosa.

A turbidez apresentou menores valores médios na estação seca (3,5 UNT) que na estação chuvosa (260 UNT), mostrando o mesmo padrão de maiores valores a jusante dos equipamentos urbanos, elevando-se de 2 para 17 UNT da nascente para o ponto 4, na estação seca e de 20,0 para 285 UNT na estação chuvosa. Também a cor mostrou maiores valores na estação chuvosa (valor médio de 80 mg Pt/L) que na estação seca (8 mg Pt/L), e maiores valores na área a jusante das drenagens pluviais (15 e 374 mg Pt/L para estação seca e chuvosa, respectivamente). Os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) variaram entre 6,0 mg/L na estação seca e 6,5 mg/L na estação chuvosa, com valores máximos de 7,0 e 7,2 mg/L no ponto 4, a jusante das drenagens pluviais.

Os valores de pH e condutividade não mostraram grandes flutuações entre estação seca e chuvosa, nem entre pontos amostrais. Também os valores de cloretos estiveram abaixo dos limites preconizados por lei em todo o período. As análises microbiológicas mostraram valores de Coliformes Totais e *E. coli* abaixo dos limites preconizados para águas de contato primário (CONAMA, 2000), no entanto apresentam valores crescentes ao longo do período amostrado, variando de 57,2 NMP de *E. coli*/100 mL no período seco para 165 NMP de *E. coli*/100 mL no período chuvoso. Isto indica o aporte de matéria fecal nas águas do córrego, seja de ligações clandestinas de esgotos domésticos ou redes de drenagem pluvial nas duas estações do ano, ou pelo *run-off* das áreas urbanas na estação chuvosa.

Tabela 1: Valores mínimos e máximos medidos para parâmetros de qualidade da água no Córrego Sussuapara, Microbacia do Ribeirão Água Fria, Estado do Tocantins, 2010 e 2014.

Parâmetro	ES 2010	ES 2014	EC 2010	EC 2014
Temperatura (° C)	24,9-28,2	25,1-28,3	25,1-25,6	25,3-26,1
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,3	3,1	4,3	2,0
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	2,0	2,0	4,4	6,0
Nitrito (mg/L)	0,03	0,06	0,07	0,10
Nitrato (mg/L)	0,3	0,1	0,4	0,7
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,15	0,26	0,4	0,29

Fósforo Total (mg/L)	0,02	0,04	0,4	0,4
Turbidez (NTU)	3,5	24,0	20,0	45,0
Cor (mg Pt/L)	8,0	8,0	80,0	82,0
pH	6,1-6,9	6,5-6,9	6,0-6,8	6,7-6,9
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	6,0	8,0	6,5	9,0
Condutividade (µS)	13,0	23,0	15,0	23,0
Cloretos	1,8	1,5	1,8	1,2

Avaliação Rápida de Integridade Ambiental

O Gráfico 1 mostra os resultados da avaliação rápida de integridade ambiental aplicada ao trecho do Córrego Sussuapara.

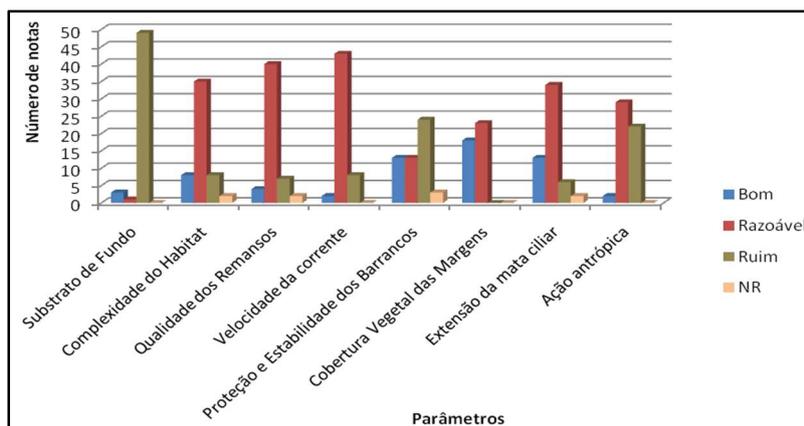


Gráfico 1: Frequência de notas de avaliação da qualidade ambiental por um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental aplicada ao trecho do Córrego Sussuapara, Microbacia do Ribeirão Água Fria, Estado do Tocantins, entre quatro classes de qualidade para 8 parâmetros.

O trecho do córrego recebeu elevado percentual de qualificações ‘Razoável’ e ‘Ruim’ para todos os atributos. O atributo que demonstrou pior condição ambiental foi ‘Substrato de Fundo’. Conforme proposto por Sylte e Fischenich (2002), este parâmetro permite avaliar a extensão na qual as rochas, cascalhos, seixos, partículas de clastos e galhos estão cobertos ou mergulhados no fundo do rio dentro da fração areia, silte ou argila, o que reduz a área de superfície disponível para a biota aquática. É similar ao parâmetro ‘soterramento’, incluído nos PARs propostos por Barbour e Stribling (1991), Barbour et al. (1999) e Rodrigues e Castro (2008). Segundo Rodrigues et al. (2010), este é um atributo que reflete alterações humanas causadas na paisagem tais como o desmatamento de matas ciliares, a ocorrência de erosões, a construção de barragens, a exploração de areia e cascalho e mudanças no canal.

O córrego possui toda sua extensão dentro da área urbana de Palmas, da nascente até confluência com o reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães e reflete as conseqüências dos processos de perda da cobertura vegetal da bacia, impermeabilização do solo da bacia de drenagem, e do recebimento das drenagens de águas pluviais em sua cabeceira, que induziram processos erosivos e assoreamento, não permitindo a reconstituição natural do substrato de fundo. Conforme mostrou Figuera (2005), a extensão de áreas verdes naturais na área da bacia era de 485.705,77m² em 2002, enquanto em 1990, correspondiam a 958.003,28 m², mostrando

uma redução de cerca de 50,% em 12 anos de ocupação. Embora não existam dados acerca da extensão de áreas verdes de Palmas em 2010, com a taxa de crescimento populacional de Palmas de 14% ao ano (IBGE, 2010), a redução provavelmente continua significativa. Em relação à impermeabilização da cidade, Lira (2005) aponta que a urbanização não-planejada de Palmas levou à “favela plana” com construções e equipamentos urbanos feitos com material de baixíssima qualidade. Conforme aponta Coccozza et al. (2009) Apesar do traçado viário e do desenho do parcelamento terem sido mantidos, a forma de ocupação da cidade não ocorreu da maneira planejada. Kran (2005) mediu, entre outros indicadores, o índice de pavimentação asfáltica de Palmas e mostrou que 70% das unidades imobiliárias na cidade possuíam acessos pavimentados, o que indica uma alta taxa de impermeabilização do solo urbano. A impermeabilização do solo urbano compromete a circulação de água na bacia hidrográfica (Moruzzi et al., 2008).

Outro parâmetro avaliado negativamente foi a “Proteção e Estabilidade dos Barrancos”. Conforme afirmam Barrella et al. (2001), está relacionado à presença de vegetação nas margens, sendo que a retirada da vegetação ripária proporciona condições favoráveis ao assoreamento causado pela própria erosão do solo adjacente. Além disto, a retirada da mata ciliar associada à declividade do terreno exerce influência na infiltração da água da chuva e na velocidade do escoamento superficial, e conseqüentemente, provoca um aumento na carga sedimentar recebida pelo corpo d’água Rodrigues et al. (2010), e contribui para deterioração do parâmetro ‘Substrato de fundo’. No entanto, a avaliação do parâmetro ‘Cobertura Vegetal das Margens’, que está relacionado a este parâmetro, foi positiva, com 18 avaliações ‘Bom’ e 23 ‘Razoável’, e corresponde ao parâmetro melhor avaliado, diferente do parâmetro ‘Extensão da mata ciliar’, que teve avaliação de ‘Regular’ (34) a ‘Ruim’ (6) embora estes dois parâmetros sejam equivalentes e relativos à presença de vegetação. Provavelmente, isto se deve à diferente percepção da vegetação pelas pessoas como afirmam Gold (1977), Carvalho et al. (2006), e Santos et al. (2009), que pode ter levado a diferentes interpretações do significado de cobertura vegetal (qualquer vegetação existente, seja primária ou secundária, florestal ou rasteira) e de mata ciliar (interpretada como a vegetação de árvores, protetora do corpo d’água).

O parâmetro ‘Ação Antrópica’ também recebeu avaliação negativa, ‘Ruim’ para 22 avaliadores e ‘Razoável’ para 29. Como este parâmetro possui uma característica qualitativa e quantitativa, que a identificação de ações antrópica está associada à enumeração destas, este parâmetro pode ser considerado objetivo. A sua avaliação negativa provavelmente se deve à localização de várias construções e equipamentos urbanos, abandonadas ou não. Entre eles, estão a antiga estação de captação de água da companhia de saneamento do Tocantins, abandonada, e galerias pluviais, além de três pontes que cruzam o córrego ao longo da malha urbana.

Os parâmetros ‘Complexidade do Habitat’, ‘Qualidade dos remansos’ e ‘Velocidade da corrente’ mostraram melhor avaliação, em geral sendo considerados de qualidade “Razoável” pelos avaliadores. Em aplicações de protocolos similares, realizadas por Minatti-Ferreira e

Beaumord (2004) na bacia do Rio Itajaí-Mirim, nas sub-bacias dos Rios Peterstrasse, Águas Claras, Cedro, Limeira e Bateas, os resultados também foram preocupantes variando entre razoável e ruim. Ambos os resultados indicam que há comprometimento da integridade ambiental em sub-bacias próximas aos centros urbanos.

Em um estudo em outro córrego urbano de Palmas, Tocantins, Araújo et al. (2006) mostraram que o córrego Brejo Comprido apresenta alterações em sua condição natural, sobretudo porque está inserido na área urbana de Palmas. Dentre os elementos físicos avaliados pelo PAR de Araújo et al. (2006), os que apresentam valores mais preocupantes são: transparência da água, substrato de fundo, alteração do canal, estabilidade e proteção das calhas e depredação ambiental, em geral.

Avaliação Rápida de Integridade Ambiental – Similaridades entre respondentes

A avaliação rápida de integridade ambiental do Córrego Sussuapara, realizada por professores do ensino fundamental da rede pública municipal foi condizente com aquela realizada pelos alunos de graduação do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados da Avaliação Rápida de Integridade Ambiental do Córrego Sussuapara por dois grupos de avaliadores independentes.

Atributo	Professores (Rede Municipal de Ensino) n=18				Alunos (Engenharia Ambiental) n=35			
	Bom	Razoável	Ruim	NR	Bom	Razoável	Ruim	NR
Substrato de Fundo	0	0	18	0	3	1	31	0
Complexidade do Habitat	0	13	4	1	8	22	4	1
Qualidade dos Remansos	1	11	5	1	3	29	2	1
Velocidade da corrente	0	18	0	0	2	25	8	0
Proteção e Estabilidade dos Barrancos	4	0	12	2	9	13	12	1
Cobertura Vegetal das Margens	5	13	0	0	25	10	0	0
Extensão da mata ciliar	3	13	0	2	8	21	6	0
Ação antrópica	0	12	6	0	2	17	16	0

Dentre os oito atributos analisados, cinco receberam a mesma avaliação pelos dois grupos. O atributo ‘Proteção e Estabilidade dos Barrancos’ recebeu qualificação ‘Ruim’ pela maioria dos respondentes do grupo de professores e pelo mesmo número de respondentes alunos de Engenharia Ambiental (12), embora a maioria destes tenha qualificado o atributo como ‘Razoável’ (13). Também o atributo ‘Ação antrópica’ recebeu qualificação ‘Razoável’ pela maioria dos respondentes nos dois grupos, embora um número similar de estudantes de Engenharia Ambiental tenha também atribuído qualificação ‘Ruim’ para este atributo. Ambos conjuntos de avaliações concordam em classificar o atributo ‘Substrato de fundo’ como ‘Ruim’, provavelmente em consequência da impermeabilização da bacia. O atributo com maior incoerência de notas foi ‘Cobertura vegetal das margens’, que recebeu melhor qualificação pelos estudantes de

Engenharia Ambiental que pelos professores do ensino fundamental, talvez porque o conhecimento da legislação por parte do primeiro grupo influenciou na avaliação 'Bom' para a mata ciliar pouco extensa, mas dentro dos limites de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura conforme o Art. 2º do Código Florestal Brasileiro (LEI 4.771/65 DE 15 DE SETEMBRO 1965). Enquanto que o grupo de professores considerou a cobertura apenas 'Razoável', dado o senso comum de que uma floresta deve ser densa e extensa, expressa por comentários como: 'Não é uma mata ciliar muito boa porque dá prá ver os carros passando na avenida' por participantes do grupo.

Segundo Rodrigues et al. (2008b), PARs são ferramentas que permitem a formação de grupos de monitores ambientais voluntários nas comunidades, que frequentemente podem realizar o levantamento de dados com qualidade, que podem ser considerados nos programas oficiais de monitoramento. Upgren (2004) desenvolveu um PAR para monitorar os efeitos da agropecuária e das práticas de conservação dos solos na qualidade da água e do sistema fluvial, nas nascentes do rio Araguaia, GO, em que fazendeiros da região foram capazes de aplicar o PAR adaptado e realizar uma avaliação periódica dos trechos, promovendo o monitoramento dos recursos hídricos da região.

Também Callisto et al. (2002), verificou a facilidade da aplicação de um PAR adaptado para a avaliação da diversidade de *habitats* em trechos de bacia no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e no Parque Nacional da Bocaina (RJ), por estudantes voluntários. Os autores constataram que não houve diferença significativa entre o padrão de respostas obtidas de 50 estudantes voluntários treinados e 50 não treinados. Rodrigues (2008) adequou um PAR para trechos de rios inseridos em campos rupestres do Estado de Minas Gerais, por meio da participação efetiva de estudantes universitários. Já Guimarães et al. (2006) trabalharam com a aplicação de um PAR por centenas de crianças com idade entre 11 e 13, de escolas localizadas na bacia hidrográfica da Pampulha, Belo Horizonte (MG) e mostraram que o PAR utilizado enquadra-se no elenco de ferramentas de cunho sócio-ambiental que permite aos agentes envolvidos identificar melhor o ambiente estudado.

CONCLUSÕES

A microbacia do Córrego Sussuapara apresentou qualidade de água comprometida, com valores elevados de fósforo e coliformes totais e *E. coli*. A estação chuvosa altera os parâmetros de qualidade, elevando a DBO e nutrientes e turbidez. Também, há elevação das contagens de parâmetros microbiológicos de poluição demonstrando a importante contribuição da drenagem urbana para a poluição das águas do Córrego.

O PAR adaptado de Callisto et al. (2002) demonstrou que as principais alterações do córrego estão relacionadas à perda da cobertura vegetal, impermeabilização da área da microbacia e erosão subsequente. Isto mostra a sensibilidade do PAR como instrumento de

monitoramento das alterações antrópicas em uma microbacia urbana. Assim, os PARs podem ser aplicados auxiliarmente ao monitoramento físico-químico e microbiológico, para monitoramento das microbacias urbanas de Palmas, pois trazem resultados rápidos e concordantes com aqueles, além de diminuir os custos globais do monitoramento ambiental das microbacias da capital do Tocantins.

A percepção da baixa qualidade ambiental do trecho do córrego foi similar nos dois grupos de avaliadores, independente de sua formação acadêmica, o que demonstra a praticidade e facilidade de aplicação deste instrumento. Segundo Rodrigues et al. (2010), a integração da comunidade no monitoramento dos recursos hídricos, por meio dos PARs, gera consciência ambiental nas pessoas, despertando-as para a importância da manutenção dos recursos hídricos a elas disponíveis.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. E.; SILVA, I. C. O.; SILVA, M. R.. Análise dos impactos ambientais do uso do solo urbano em áreas declivosas na cidade de Jataí (GO). **Boletim Campineiro de Geografia**. v.3, n.2, p.292-303, 2013.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AWWA (American Water Works Association), Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton, L. S. Clesceri (Eds). Washington: APHA, 2005.

ARAUJO JUNIOR, A. C. R.. propostas para subsidiar um plano de ações educativas às comunidades que utilizam diretamente o lago Bolonha, Belém (PA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**. v.8, n.1, 2013.

BARBOSA, J. L.; MARTINS, I. C. M.; MARTINS, A. K.; BRITO, T. G.. O sensoriamento remoto na proposição de plano de uso em unidade de conservação: estudo de caso. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNITINS. **Anais**. Palmas: Universidade Estadual do Tocantins, 2000.

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**, EPA 841-B-99-002, Second Edition. Washington: Environmental Protection Agency; Office of Water, 1999

BARBOUR, M. T.; STRIBLING, J. B.. **Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities**. Washington: Environmental Protection Agency, 1991

BARRELLA, W.; JUNIOR, M. P.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A.. **Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**. São Paulo: Edusp, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução No357, de 17 de março de 2005**. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011Dispõe sobre a classificação dos corpos de água ediretrizes ambientais para o seu enquadramento,bem como estabelece as condições e padrões delançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: DOU, 17 mar 2005.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L.. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.19, n.2, p. 469, 2003.

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**. Rio Claro, v.14, n.1, p.92-98, 2002.

CARVALHO, H. M.; CHAVES, I. R.; SOUSA, W. R.. A influência da presença de vegetação na escolha por ambientes no Campus Universitário Darcy Ribeiro. **Textos de Alunos de Psicologia Ambiental**. Brasília, n.2, p.1-8, 2006

COCOZZA, G. P.; OLIVEIRA, L. A.; SANTIAGO, A. A.; SOUSA, D. A.; COELHO, J. S.. Palmas: por um sistema de espaços livres. **Paisagem Ambiente: ensaios**. São Paulo, n.26, p.73-87, 2009.

DREW, D.. **Processo interativos homem – meio ambiente**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

FERREIRA, M. F.; BEAUMORD, A. C.. Mapeamento da sensibilidade ambiental à derrames de óleo nos cursos de água da bacia do rio Canhanduba, Itajaí, SC. **Brazilian Journal of Aquatic Sciences and Technology**. Fazenda, v.12, n.2, p.62-69, 2008.

FIGHERA, D. R.. **A efetividade do projeto de cidade ecológica de Palmas – TO pelos seus espaços verdes**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2005.

GOLD, S. M.. Social and economic benefits of trees in cities. **Journal of Forestry**. Bethesda, v.75, n.2, p. 84-87, 1977.

GOULART, M.; CALLISTO, M.. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**. Pará de Minas, v.2, n.1, p.2, 2003.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GUIMARÃES, A. Q.; VIANA, F. E. C.; ANDRADE, G. T. B.; VIANA, L. R. Uso de ferramentas alternativas para auxiliar saídas de campo e construção de valores conservacionistas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. 5. **Anais**. Joinville, 2006.

KRAN, F. S.. **Qualidade de Vida na Cidade de Palmas – TO: uma análise através de indicadores habitacionais e ambientais urbanos**. Dissertação (Mestrado Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2005.

LIRA, E. R.. A Produção do Espaço Urbano em Palmas: Comprometer para Desenvolver. **Produção Acadêmica**. v.2, p.1- 42, 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. **Health and Environmental Journal**. Malasia, v.5, n.2, p. 21-27, 2004.

MORUZZI, R. B.; CUNHA, C. M. L.; BRAGA, R.. Avaliação da aptidão para a ocupação urbana: Um estudo de caso a partir de condicionantes geomorfológicos e hidrológicos. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**. Rio Grande, n.12, p.13-23, 2008.

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**. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G.. Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão. **Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v.6, n.11, p.1-9, 2010.

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**, Blumenau, v.10, n.1, p.74-80, 2008a.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A.. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Ambi-Agua**. Taubaté, v.3, n.3, p.143-155, 2008b.

SANTOS, N. R. Z.; KIRCHNER, R. M.; FLEIG, A. P.. Avaliação da percepção da comunidade em relação às paisagens de uma unidade de conservação. **Ciência e Natura, UFSM**, Santa Maria, v.31, n.2, p.107-120, 2009.

SILVA, J. C. F.; SANTOS, A. L.; SANTOS, C. C.. Problemática Ambiental dos Rios Urbanos: uma Análise das Situações de Risco Ambiental e da Qualidade de Vida dos Ribeirinhos do Riacho Doce da Cidade de Lajedo – PE (River of Urban Environmental Problems: An Analysis of Risk Situations and...). **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v.4, n.3, 2011.

SYLTE, T.; FISCHENICH, C.. **Techniques for Measuring Substrate Embeddedness**. Vicksburg: U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2002.

UPGREN, A.. **The Development of an Integrated Ecological Assessment of the Headwaters of the Araguaia River, Goiás, Brazil**. Dissertação (Mestrado) - University of Duke, Duke, 2004.