

Protocolo de avaliação rápida de rios como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar

Rapid bioassessment protocol as a practical reference for ecosystem and transdisciplinary education

Janaina Cassia Campos*, João Carlos Nucci**, Cassiana de Oliveira**

* Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, e-mail: janaccampos@gmail.com, nucci@ufpr.br

** Departamento de Educação, Faculdade de Tecnologia Machado de Assis, e-mail: cassiana@hotmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v50i0.67289>

Resumo

Vislumbrando uma educação ecossistêmica e transdisciplinar, propôs-se a utilização de um método de análise integrada e holística de ecossistemas fluviais, o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. O PAR foi aplicado no terço inferior do Rio Palmital, no município de Pinhais (PR). O teste estatístico não-paramétrico Kruskal-Wallis demonstrou que, quando analisada a variável total, não houve diferença significativa entre as avaliações dos alunos e nem destas em relação à referência. A comparação entre os parâmetros se deu pela análise da porcentagem de notas atribuídas a cada parâmetro, ordenadas de acordo com a condição equivalente e contrastadas com referência, denotando um panorama geral das condições do rio em cada ponto. O grau de variação dos dados indica a dificuldade de entendimento dos parâmetros ou de interpretação da realidade, refletindo a falta de adaptação prévia dos parâmetros às especificidades locais. Após a aplicação do protocolo, os estudantes preencheram um questionário cujo intuito foi avaliar o potencial do PAR enquanto referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar. O resultado do questionário apontou para uma relação positiva entre a teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem proporcionado pelo protocolo, além da promoção de uma visão ecossistêmica e transdisciplinar.

Palavras-chave: Paradigma Sistêmico. Complexidade. Ecologia Urbana. Planejamento da Paisagem. Rio Urbano.

Abstract

In order to achieve an ecosystem and transdisciplinary approach, it has been propounded the usage of an integrated and holistic method for stream ecosystems, Rapid Bioassessment Protocol (RBP), by students of the last year of Elementary School. RBP has been applied on the lower third of Palmital River, in the municipality of Pinhais, Parana State – Brazil. The non-parametric statistical test Kruskal-Wallis showed that, when the total variable is analyzed, there is no significant difference among the assessments done by the students nor of them in relation to the reference. However, when analyzing the percentage of grades assigned to each parameter, the data variance level indicates difficulty by the students to understand the parameters or to interpret the reality observed, which reflects the lack of parameters adaptation to the local specificities. Feedback questionnaire filled by the students

after the RBP application to evaluate the potential of PAR as a practical reference for ecosystemic and transdisciplinary education. Questionnaire results pointed that the protocol provided a positive relation between theory and practice in the teaching and learning process, as well as it has promoted an ecosystem and transdisciplinary view.

Keywords: Systemic Paradigm. Complexity. Urban Ecology. Landscape Planning. Urban River.

I. INTRODUÇÃO

As crises e mudanças vivenciadas no mundo nas últimas décadas desafiam todos os sujeitos a pensarem, ou repensarem, os princípios e valores que alicerçam a nossa sociedade. Surge uma nova percepção das relações entre processos ecológicos, econômicos, sociais e culturais, introduzindo transformações no conhecimento, para a qual contribuem também interesses políticos de reconstrução do saber e a reapropriação do ambiente (LEFF, 2001).

Emerge, nesse contexto, um novo paradigma que contempla uma visão sistêmica do mundo, exigindo novos pensamentos, teorias e métodos que abarquem a complexidade, dinamicidade e integração de todos os componentes e processos do mundo contemporâneo. A abordagem sistêmica ganhou arcabouço teórico e reconhecimento na primeira metade do século XX, sobretudo com a Teoria Geral dos Sistemas, de autoria de Ludwig Von Bertalanffy. O pensamento sistêmico traz várias mudanças de perspectiva, tais como: das partes para o todo; de objetos para relações; de medição para mapeamento; de quantidades para qualidades; de estruturas para processos; da ciência objetiva para epistêmica; da certeza cartesiana ao conhecimento aproximado (CAPRA; LUISI, 2014).

A mudança de paradigma tem suas bases na mesma ciência que fundamentou o paradigma tradicional da visão cartesiana e mecanicista do mundo. Moraes (1996), explica como as descobertas científicas de Einstein impulsionaram tal mudança¹:

Foi Einstein, em 1905, quem fez a primeira grande investida contra o paradigma da ciência moderna. Com uma simples equação, descobriu que massa é energia, que energia possui massa e que não existe distinção verdadeira entre matéria e energia. Isto foi muito importante para descrever os fenômenos da natureza e, também, para o reconhecimento das partículas subatômicas como padrões de energia, trazendo a idéia da existência de um dinamismo intrínseco a todas as partículas subatômicas. O mundo passou, então, a ser

¹ Vários outros cientistas contribuíram para a revolução paradigmática, como Heisenberg com o Princípio da Incerteza, Bohr com a Lei da Complementariedade e Prigogine com o conceito de 'estruturas dissipativas'.

concebido em termos de movimento, fluxo de energia e processo de mudança. O universo passou a ser composto de espaço e energia, considerados indissociáveis (MORAES, 1996, p. 60).

A revolução paradigmática trouxe à tona a percepção de mundo holística, que enfatiza o todo em vez das partes, e uma visão ecológica, que reconhece inter-relação e a interdependência essencial de todos os fenômenos físicos, biológicos, psicológicos, sociais, culturais. O modelo científico dominante explica a relação dos seres humanos com a natureza e com a própria vida, como também esclarece a maneira como compreendemos o mundo, por isso o pensamento sistêmico influenciou também os aspectos educacionais, transcendendo fronteiras disciplinares e conceituais (MORAES, 1996).

A visão ecológica e o pensamento sistêmico integram-se no pensamento ecossistêmico² adotado por Moraes (1996) em seus estudos sobre o 'paradigma educacional emergente'. Revisitando tal trabalho, Moraes e Vieira (2015) atentam para o fato de que a proposta desse paradigma considera que os processos de conhecer sejam construtivistas, interacionistas, socioculturais e transcendentais, sendo compreendida e embasada no pensamento complexo e transdisciplinar, conceitos de Edgar Morin e de Basarab Nicolescu, respectivamente.

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

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

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

² Termo adotado posteriormente pela autora, título do livro: MOARES, M. C. **Pensamento eco-sistêmico**: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI. Petrópolis: Vozes, 2004.

Embora concebidas separadamente, a complexidade e a transdisciplinaridade articulam-se e complementam-se, uma vez que “para revelar-se, a complexidade dos fenômenos exige do observador uma postura transdisciplinar” (SANTOS, 2008, p. 75).

A complexidade e a transdisciplinaridade, enquanto teoria pedagógica, estão em fase de construção. Apesar disso, e por isso, alguns desafios já se impõem. O contexto da transdisciplinaridade infringe o poder e a ordem das disciplinas, mas não é antagônico a elas, desde que haja articulação de referências diversas (NASCIMENTO, 2008; SANTOS, 2008).

Embora seja um entrave, a falha do ensino tradicional básico não está em ser disciplinar, mas por não impulsionar e orientar as capacidades cognitivas, inquisitivas e criativas do aluno, e por estar desvinculado dos problemas de âmbito sociocultural e ambiental (LEFF, 2001). Por isso, além da busca pela transdisciplinaridade, os métodos pedagógicos devem orientar a educação dentro do contexto social e na realidade ecológica e cultural onde se situam os sujeitos e atores do processo educativo (LEFF, 2001), tanto pela importância de aliar a teoria e a prática no processo de ensino e aprendizagem, quanto por promover uma apropriação do espaço pelo aluno.

A apropriação do espaço permite aos atores e sujeitos o uso e a atuação nas transformações destes espaços de forma consciente. Mas, só existe apropriação com o conhecimento da realidade dos fenômenos espaciais, sejam eles naturais, sociais ou culturais.

A perspectiva ecossistêmica, pautada em uma prática transdisciplinar do conhecimento, abre vias para a compreensão do real a partir dos paradigmas conceituais contemporâneos. Nestas circunstâncias de assimilação e compreensão do real enquanto sistema complexo, além da revisão dos referenciais teóricos em educação e da estrutura curricular, torna-se necessário adaptar ou “elaborar formas de avaliação qualitativa dos métodos da complexidade para aplicá-los à educação ambiental, dessujeitando-a dos princípios da ciência positivista e dos paradigmas ‘normais’ do conhecimento” (LEFF, 2001, p. 241).

Dentre as novas formas de avaliação qualitativas que consideram uma análise integrada e holística da paisagem e atendem os preceitos de uma educação ecossistêmica e transdisciplinar, encontra-se o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PARs).

Os PARs tem sua origem no Protocolo de Avaliação Visual de Habitat – Visual-based Habitat Assessment – que integra os Protocolos de Bioavaliação Rápida – Rapid Bioassessment Protocols (RBPs), desenvolvidos para atender a necessidade de reestruturação dos programas de monitoramento norte-americanos, de forma a

suprir as demandas que despontaram na década de 1980, que incluíam, por exemplo, os contaminantes tóxicos e poluição difusa (BARBOUR et al., 1999).

Este método tem o objetivo de avaliar tanto a estrutura quanto o funcionamento dos ecossistemas fluviais e permite estabelecer uma pontuação para o estado em que a paisagem se encontra. Quando aplicado em programas de monitoramento ambiental, o PAR pode contribuir para o manejo e conservação dos ambientes fluviais e, por sua facilidade de entendimento e aplicação, torna-se uma ferramenta útil não apenas para os órgãos ambientais, mas também para a sociedade (RODRIGUES; CASTRO, 2008a; RODRIGUES; MALAFAIA; CASTRO, 2008; CALLISTO et al., 2002).

O uso dos PARs por diferentes atores sociais de uma comunidade favorece um incremento em ações e propostas relacionadas à restauração da qualidade ecológica dos cursos d'água, além de ser uma contribuição importante para a pesquisa (KRUIPEK, 2010).

O incentivo à participação individual e coletiva na preservação do equilíbrio do meio ambiente está previsto na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (BRASIL, 1999), que tem entre seus objetivos o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações. Estão previstos na PNEA ações de estudos, pesquisar e experimentações voltados ao desenvolvimento de instrumentos e metodologias destinadas à incorporação da dimensão ambiental, de forma interdisciplinar, nos diferentes níveis e modalidades de ensino. Apesar disso, existe pouco envolvimento da escola com as questões ambientais de um modo geral, inclusive pelos resultados das pesquisas nesta área serem pouco acessíveis aos docentes do ensino básico (BIZZERIL; FARIA, 2003).

Atendendo esta demanda, foi realizada por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) a adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do Ensino Fundamental, aplicado em riachos da região do Sudeste goiano, no município de Ipameri (GO), cuja cobertura da superfície é caracterizada pelo bioma Cerrado. Até a publicação do artigo, em 2012, apenas um estudo envolvendo PARs e alunos do ensino fundamental foi encontrado pelos autores. Trata-se do trabalho de Guimarães et al. (2006), desenvolvido na bacia hidrográfica da Pampulha, em Belo Horizonte (MG), no âmbito do Projeto ambiental Pampulha Limpa.

Em seu estudo, Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) utilizaram como referência os protocolos elaborados por Barbour et al. (1999) e Rodrigues e Castro (2008b). Ambos os protocolos foram aplicados por três avaliadores previamente treinados em 27 trechos de rios de Ipameri, resultando em um novo protocolo adequado ao local de estudo e com linguagem compatível ao nível de escolaridade do Ensino Fundamental.

Diante dos bons resultados obtidos por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) com alunos do Ensino Fundamental, suscitou-se o interesse de aplicação do PAR utilizado pelos autores para o mesmo público-alvo, mas em outra paisagem. O objetivo deste estudo é, portanto, promover a aplicação do PAR desenvolvido por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) no terço inferior do Rio Palmital, no município de Pinhais (PR), de forma a analisar sua eficiência para avaliação dos ecossistemas fluviais em uma paisagem urbana na região de Floresta Ombrófila Mista paranaense. Além disso, pretende-se avaliar o potencial do PAR enquanto referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do estudo foi pautado na aplicação do PAR (detalhado em anexo) por alunos do 9º ano de três turmas da Escola Estadual Luarlindo dos Reis Borges, localizada na bacia hidrográfica do Rio Palmital. Tal feito foi precedido por uma aula expositiva, na qual foi apresentado aos estudantes o protocolo desenvolvido por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), com detalhamento dos onze parâmetros a serem analisados no trabalho de campo: (1) características do fundo do rio, (2) sedimentos no fundo do rio, (3) ocupação das margens do rio, (4) erosão, (5) lixo, (6) alterações no canal do riacho, (7) esgoto doméstico ou industrial, (8) oleosidade da água, (9) plantas aquáticas, (10) animais e (11) odor da água. Após a aplicação do PAR, os participantes preencheram um questionário que subsidiou a avaliação enquanto referencial prático em educação.

Foi realizada a aplicação do PAR pelos autores concomitantemente aos alunos, cujos resultados foram considerados “referência” para a avaliação das condições do rio.

2.1 Área de estudo

O rio Palmital é afluente da margem direita do rio Iraí, que, por sua vez, é afluente da margem esquerda do rio Iguaçu. A confluência do rio Palmital com o rio Iraí ocorre à montante da captação de água bruta da Sanepar, neste rio, para adução à Estação de Tratamento de Água (ETA) do Iguaçu, portanto, a bacia do rio Palmital constitui manancial abastecedor da Região Metropolitana de Curitiba (SUDERHSA, 2002).

A bacia hidrográfica do rio Palmital abrange uma extensão territorial de aproximadamente 95 km², na qual se localiza parte do município de Colombo e parte do município de Pinhais, na região de jusante, tendo como exutório a foz do rio Palmital no rio Iraí. Na bacia de drenagem do rio Palmital estão localizadas áreas densamente povoadas que influenciam na quantidade e qualidade da água do rio. As inundações em grandes áreas urbanizadas de ambos os municípios e as frequentes paralisações da ETA do Iguaçu devido às alterações

da qualidade da água do rio Palmital pelo carreamento de esgotos sanitários e resíduos sólidos, levaram à construção do canal extravasor, por onde passaram a ser conduzidas as águas do rio Iraí até a captação do rio Iguaçu, desviando do rio Palmital (ANDREOLI, 1999; SUDERHSA, 2002).

2.2 Pontos de análise

Para aplicação do PAR foram escolhidos três pontos localizados nas pontes sobre o rio Palmital próximas à Escola Estadual Luarlindo dos Reis Borges. O posicionamento sobre as pontes para a observação do rio facilita o acesso e propicia uma situação mais segura aos alunos, visto que há um intenso tráfego de veículos nos locais selecionados. No entanto, na aula expositiva alguns alunos apontaram um dos pontos como sendo uma área de risco de segurança, sendo necessário substituí-lo por outro dentro do itinerário previsto, levando os pontos 2 e 3 a ficarem bem próximos, com aproximadamente 50 m de distância, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Localização dos pontos de análise.

2.3 Aplicação do PAR

A aplicação do PAR ocorreu no dia 06/09/2018, com a participação de 45 estudantes, sendo 26 no período da manhã e 19 no período da tarde.

Antes da saída a campo, os alunos foram orientados a avaliar a condição do rio observada em cada ponto separadamente, analisando os parâmetros do PAR individualmente, ou seja, independente dos demais. A avaliação dos parâmetros foi orientada pelas imagens ilustrativas presentes no próprio protocolo de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012). Conforme determinado estes autores, para a condição “ótima” foram atribuídos 10 pontos, para a condição “boa” foram cinco pontos e para a condição “ruim” nenhum ponto. A somatória dos pontos resulta numa escala de valoração de qualidade do rio de 0 a 110 pontos, subdividida em três classes de condição do rio: “ótima” de 71 a 110 pontos; “boa” de 31 a 70 pontos; e, “ruim”, de 0 a 30 pontos.

Por ser a primeira aplicação do protocolo nesta área de estudo, foi solicitado aos estudantes que não valorassem os parâmetros considerados por eles como não aplicáveis, assinalando “NA”, abreviação de “Não se Aplica”, ao invés de uma pontuação.

2.4 Questionário

Ao final da atividade de campo, os alunos responderam a um questionário com nove questões a respeito do PAR, adaptadas de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), para as quais deveriam assinalar os campos “Sim” e “Não”:

- 1) Você encontrou alguma dificuldade de entendimento dos parâmetros propostos? Se sim, qual(is)?
- 2) Você acha que o PAR trouxe mais conhecimentos sobre o funcionamento dos ecossistemas fluviais?
- 3) Você consegue relacionar os conhecimentos de mais de uma disciplina no PAR?
- 4) A utilização do protocolo aproximou você das questões ambientais?
- 5) Durante a avaliação do rio com o protocolo você se sentiu um agente colaborador na defesa do rio?
- 6) Antes de conhecer o PAR, você tinha prestado atenção no rio próximo à escola?
- 7) E, antes de conhecer o PAR, você sabia que a sua escola está localizada na bacia hidrográfica do rio

Palmital?

- 8) Atribua uma nota ao PAR, de zero a dez.

Em cada questão foi deixado um espaço para comentários, além de um campo específico para comentários, críticas ou contribuições.

III.RESULTADOS DO PAR

Item obrigatório. Apresenta e discute os resultados **específicos e exclusivamente obtidos** a partir da pesquisa desenvolvida. É pertinente que os resultados apresentados sejam discutidos à luz de outros trabalhos que versam sobre o assunto ou similares. Não é possível apresentar como resultado, dados que não resultam da pesquisa.

Os dados oriundos da avaliação do rio foram analisados de forma a fornecer informações sobre a avaliação de cada parâmetro e a condição do rio em cada ponto observado, dada pela soma das notas dos parâmetros (nota ou variável total). Esta variável não se adequou a nenhuma distribuição de probabilidade, por isso foi analisada pelo teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis (5%), o qual demonstrou que não houve diferença significativa entre as avaliações realizadas pelos alunos ($p=0,0949na$) e nem destas em comparação com a referência ($p=0,123na$). A Figura 2 apresenta a amplitude da nota total dos estudantes para os três pontos de amostragem e o comparativo das mesmas com a referência, além do enquadramento da condição do rio em cada ponto.

Segundo a média das notas totais dos alunos, a condição do rio estava 'boa' nos três pontos, o que condiz com os dados de referência nos pontos 1 e 3. O ponto 2 obteve a menor média e a menor nota atribuída pelos estudantes e foi classificado como ruim na avaliação de referência. Somente o ponto 3 foi avaliado por alguns alunos com notas equivalentes à condição 'ótima' do rio.

Para a análise individualizada dos parâmetros, as notas atribuídas a cada ponto pelos estudantes foram ordenadas em termos percentuais de acordo com a condição equivalente e contrastadas com referência, denotando um panorama geral das condições do rio em cada ponto, representados nas Figuras 3, 4 e 5.

A distribuição das notas dos parâmetros relacionados às margens do rio (ocupação das margens e erosão) demonstra que, para tais parâmetros, quanto pior a condição do rio (tendo como base a referência), mais dividida a opinião dos estudantes, visto que no ponto 2 a distribuição das notas foi quase equitativa. Nos demais parâmetros, a predominância de uma avaliação foi mais pronunciada. Na Figura 6 é possível visualizar as margens e também o canal fluvial.

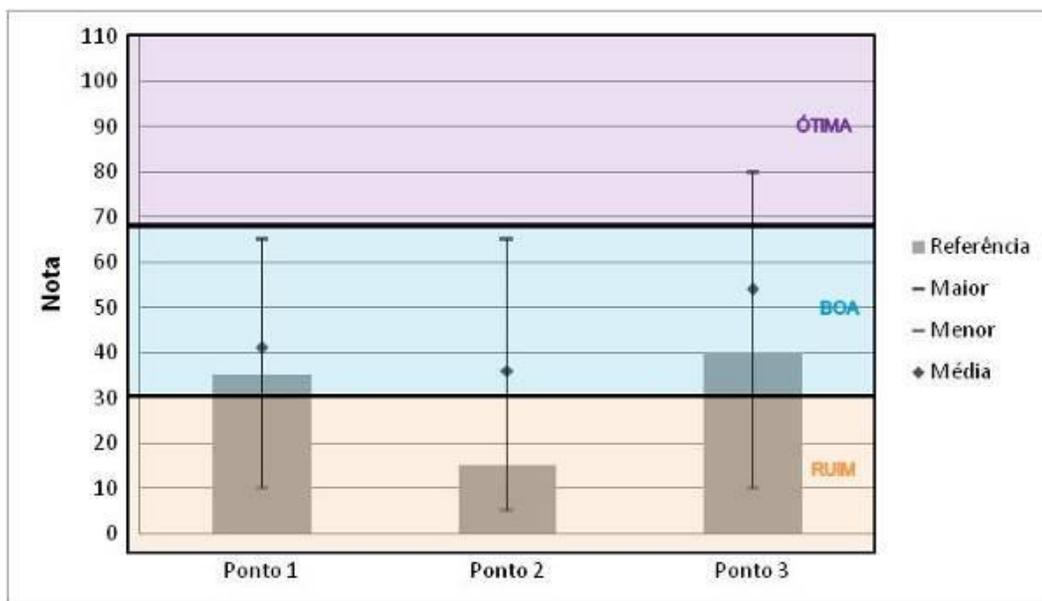
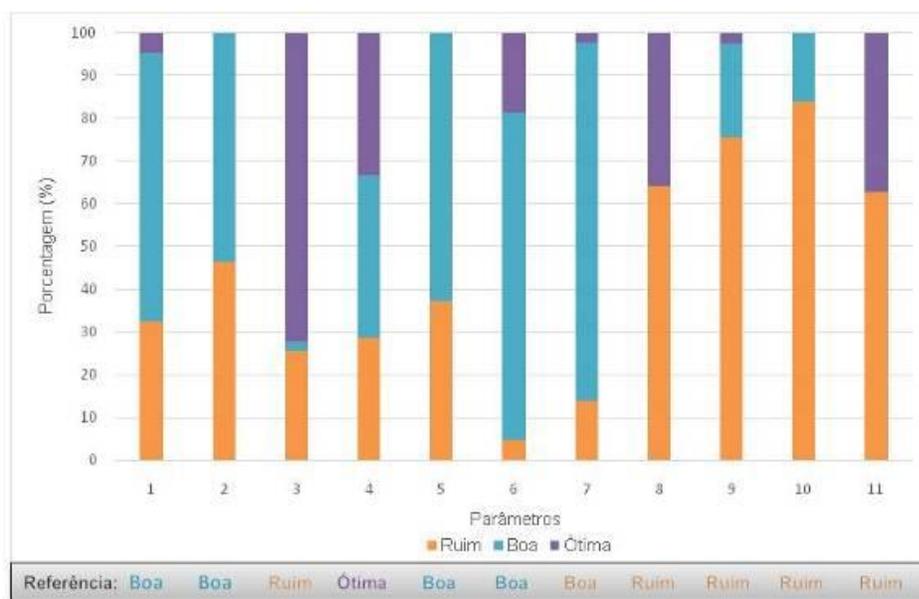


Figura 2. Nota total dos estudantes e da referência para cada ponto.

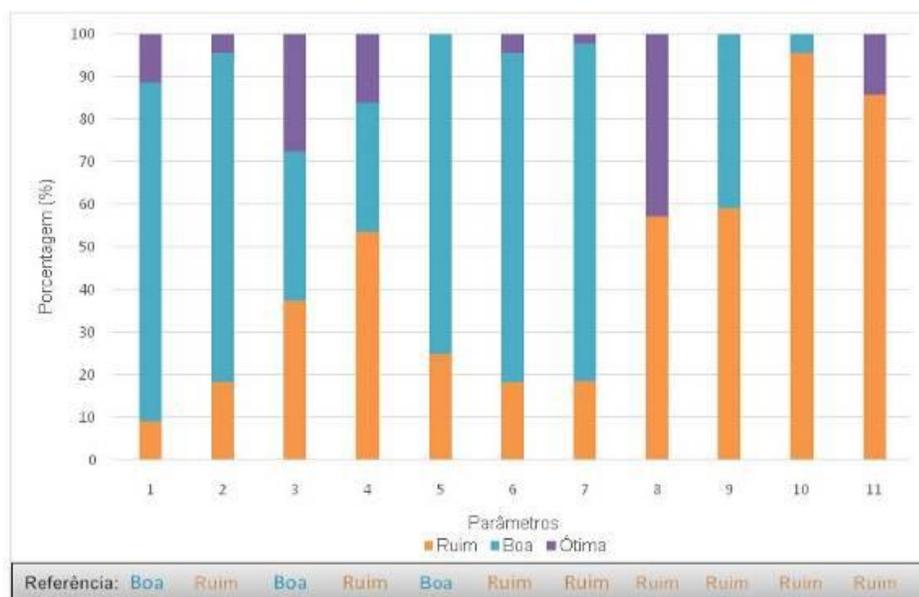
Fonte: elaborado pelos autores.



Legenda: (1) características do fundo do rio; (2) sedimentos no fundo do rio; (3) ocupação das margens do rio; (4) erosão; (5) lixo; (6) alterações no canal do riacho; (7) esgoto doméstico ou industrial; (8) oleosidade da água; (9) plantas aquáticas; (10) animais; (11) odor da água.

Figura 3. Porcentagem da condição atribuída aos parâmetros no Ponto 1

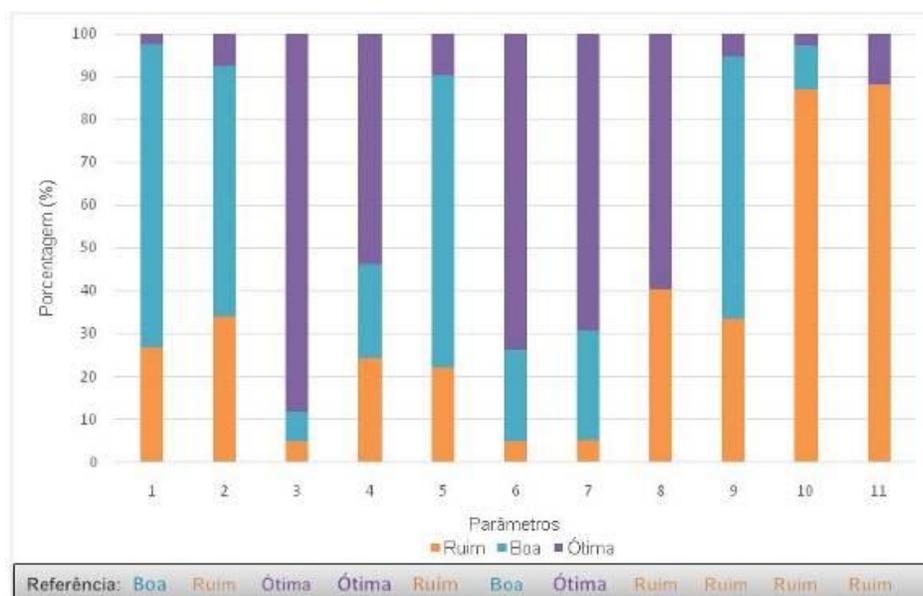
Fonte: elaborado pelos autores.



Legenda: (1) características do fundo do rio; (2) sedimentos no fundo do rio; (3) ocupação das margens do rio; (4) erosão; (5) lixo; (6) alterações no canal do riacho; (7) esgoto doméstico ou industrial; (8) oleosidade da água; (9) plantas aquáticas; (10) animais; (11) odor da água.

Figura 4. Porcentagem da condição atribuída aos parâmetros no Ponto 2

Fonte: elaborado pelos autores.



Legenda: (1) características do fundo do rio; (2) sedimentos no fundo do rio; (3) ocupação das margens do rio; (4) erosão; (5) lixo; (6) alterações no canal do riacho; (7) esgoto doméstico ou industrial; (8) oleosidade da água; (9) plantas aquáticas; (10) animais; (11) odor da água.

Figura 5. Porcentagem da condição atribuída aos parâmetros no Ponto 3

Fonte: elaborado pelos autores.

Um dos pontos observados, o ponto 1, coincide com a estação Vargem Grande (65006055), do Instituto das Águas do Paraná, mas a última medição de vazão ocorreu em novembro de 2016, impossibilitando a

utilização desta estação como referência. Na ausência dos dados de vazão, buscaram-se dados pluviométricos por proporcionarem informações, mesmo que indiretas, acerca da condição de fluxo e preenchimento do canal fluvial. Segundo dados da Estação Curitiba (2549006), do INMET, localizada na Bacia do Rio Iguaçu, não choveu no dia da aplicação do protocolo, mas nos três dias anteriores sim, totalizando 28,7 mm, que representa 57,1% da precipitação total acumulada dos dois meses anteriores (julho e agosto), que foi de 50,3 mm.

De acordo com o estudo de pluviometria apresentado no Plano de Bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira (SUDERHSA, 2007), que levou em consideração a análise pluviométrica de um período de 30 anos (1976 a 2006), a precipitação média mensal na Estação Curitiba é de 97,1 mm em julho e 77,2 mm em agosto, que somados chegam a 174,3 mm. Comparando este valor com a precipitação total acumulada dos meses de julho e agosto de 2018, constata-se que a precipitação do período representou 28,9% do total esperado, corroborando com a observação visual de que o nível do rio estava baixo. O nível do rio interfere na observação de alguns parâmetros, principalmente os relacionados ao fundo do rio.

Ainda sobre o canal fluvial (Figura 6), considerando que a observação se deu sobre pontes, todos os pontos tinham no mínimo esta alteração, mas muitos alunos não atentaram para este fato. Todos os pontos também apresentavam lixo (Figura 7) e oleosidade presentes na água ou nas margens (Figura 8). Cabe destacar que no terceiro ponto foi mais difícil observar a oleosidade, pois a camada de óleo era tão fina que só foi identificada pela sua sombra no fundo do rio e não pela reflexão da luz como nos outros pontos, tanto que não foi capturada nas fotos. Dos três parâmetros, o lixo foi mais facilmente identificado pelos alunos.

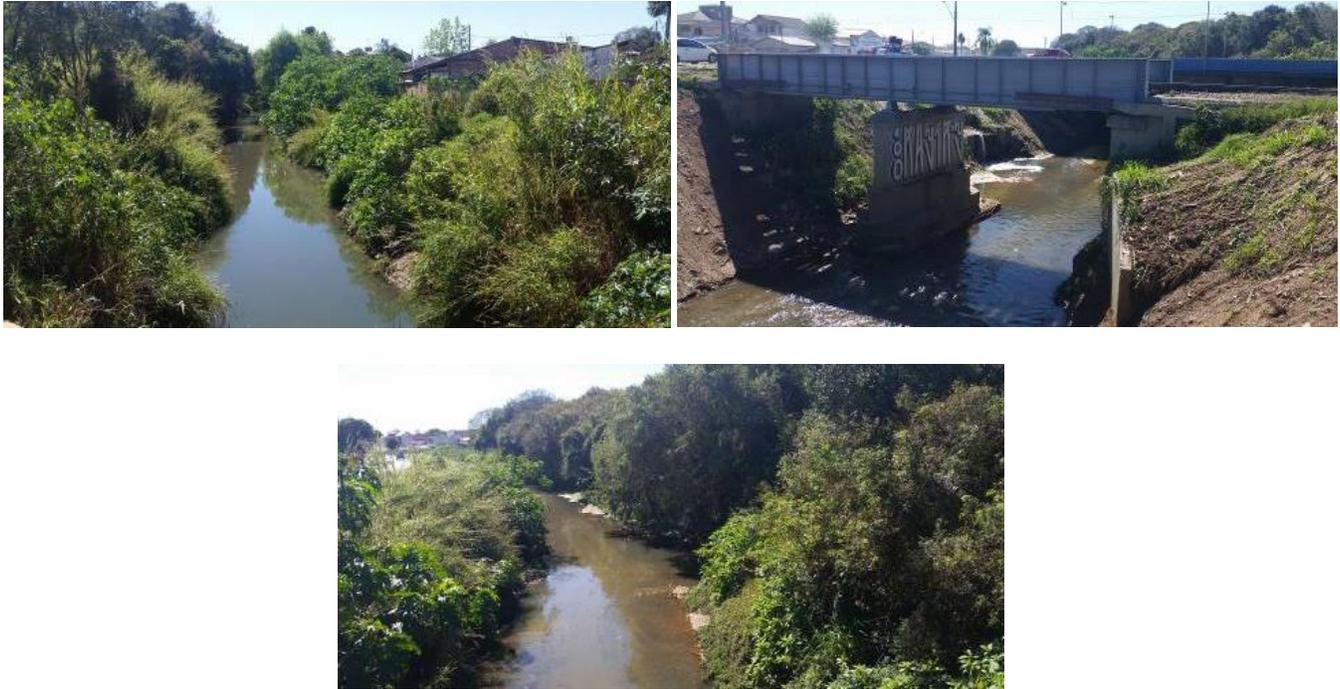


Figura 6. Pontos 1, 2 e 3 (da esquerda para direita) - Margens e canal fluvial
Fonte: os autores.



Figura 7. Pontos 1, 2 e 3 (da esquerda para direita) – Lixo.
Fonte: os autores.



Figura 8. Pontos 1 (esquerda) e 2 (direita) - Oleosidade na água (e nas margens)

Fonte: os autores.

Foi constatada a presença de canalização de esgoto nos pontos 1 e 2, que, devido à ausência de indústria próxima às margens, tem provável origem doméstica. No ponto 1, a canalização de esgoto estava sob a vegetação, mas era perceptível a alteração da cor da água na saída do cano, enquanto no ponto 2 a canalização estava bem exposta nas duas margens do rio, conforme demonstrado na Figura 9.



Figura 9. Pontos 1 (acima) e 2 (abaixo direita e esquerda) - Esgoto

Fonte: os autores.

Cabe observar que não foram observadas canalizações de esgoto doméstico ou industrial no ponto 3, por isso não há registro fotográfico.

Pelos questionamentos durante a aplicação do PAR e pelas respostas da questão 1 do questionário preenchido após a aplicação (detalhes no item 3.2 – Resultados do questionário), os alunos tiveram dificuldade para entender os parâmetros que exigem a observação do fundo do rio (característica do fundo do rio e sedimentos no fundo do rio), apesar de grande parte dos resultados coincidirem com a referência. Ambos os parâmetros estão representados na Figura 10.



Figura 10. Pontos 1, 2 e 3 (da esquerda para direita) – Característica do fundo e sedimento no fundo do rio
Fonte: os autores.

Os parâmetros odor da água, plantas aquáticas e animais aquáticos apresentaram pouca divergência nos dados. Não foi detectada a presença de plantas aquáticas, nem de animais aquáticos e todos os pontos apresentavam odor característico de esgoto.

3.2 Resultados do Questionário

A análise dos dados do questionário prevaleceu sobre o conteúdo, de forma quantitativa, mas com complementações de análises textuais. As respostas “sim ou não” resultaram em dados percentuais, que

analisados em conjunto com os comentários, possibilitam inferir os resultados aqui apresentados. A análise textual dos comentários possibilitou a identificação de algumas informações importantes para a interpretação dos resultados.

Iniciando pela questão sobre o entendimento dos parâmetros do PAR, 91% (n=40) dos estudantes disseram não encontrar dificuldades. No entanto, aqueles que responderam “sim” apontaram como dificuldade, a observação do fundo do rio e a identificação da erosão das margens, bem como de óleo na água, da presença de animais aquáticos e de canalização de esgotos domésticos ao longo do rio.

O mesmo percentual (91%, n=40) acha que o PAR trouxe mais conhecimentos sobre o funcionamento dos ecossistemas fluviais, 80% (n=35) acredita que a utilização do PAR proporcionou sua aproximação das questões ambientais e 67% (n=19) sentiram-se um agente colaborador na defesa do rio. Estas questões corroboram para a promoção da visão ecossistêmica, bem como apontam para uma relação positiva entre a teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem proporcionado pelo PAR. Ao analisar os relatos dos alunos nestas questões, contata-se a presença constante das palavras “conhecer”, “aprender”, “reparar”, “despertar” e “ajudar”. Esta última, presente principalmente na questão que evoca o sentimento de agente colaborador na defesa do rio, revela outro sentimento, o de impotência na promoção de mudanças, independente da aquisição de conhecimentos sobre os ecossistemas fluviais e da aproximação das questões ambientais.

Mais de três quartos dos alunos (76%, n=34) conseguiram relacionar os conhecimentos de mais de uma disciplina, principalmente Geografia e Ciências, o que aponta para, no mínimo, a multidisciplinaridade do método. Como a maioria dos parâmetros tem sua base conceitual abordada em ambas as disciplinas, bem como em outras, ressalta-se a interdisciplinaridade do método. Contudo, considerando que o conhecimento necessário para e adquirido pelo PAR ultrapassa a barreira da disciplinaridade a ponto de não ser possível classificá-lo em nenhuma disciplina, mas em várias ao mesmo tempo, este método desponta como ferramenta viável para uma educação transdisciplinar.

Os estudantes demonstraram pouco conhecimento sobre o rio Palmital, pois 62% (n=28) disseram não prestar atenção nele e 67% (n=30) não tinham conhecimento da bacia hidrográfica na qual a escola está situada, até a aula expositiva sobre o PAR. Os comentários demonstram que a informação sobre a bacia hidrográfica foi adquirida principalmente em atividades escolares. Estas duas questões apontam para a pouca conexão dos

alunos com a natureza e com o local onde estão inseridos. Por fim, as notas atribuídas pelos alunos ao PAR resultaram na média 9,0, demonstrando a satisfação dos alunos com o PAR.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da aplicação do PAR demonstram que são necessárias adequações para sua utilização enquanto ferramenta de avaliação dos ecossistemas fluviais na região analisada, principalmente quando observado o contraste das avaliações nos pontos 2 e 3; mesmo próximos com diferença de aproximadamente 50 metros um do outro, a avaliação neste foi de bom/ótimo e naquele de ruim/bom. Em contrapartida, os resultados dos questionários demonstram a potencialidade do uso do PAR como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar.

A amplitude das notas visível no conjunto dos dados exige uma reflexão sobre suas causas. Apesar da alegação da maior parte dos estudantes de não ter dificuldades para entender os parâmetros do PAR, possivelmente pela linguagem acessível, a falta de adaptação às especificidades locais tornou os parâmetros descontextualizados, o que dificulta a interpretação e aumenta a subjetividade. Segundo Rodrigues (2008), por serem baseados na observação da paisagem, são necessárias complementações e adequações para aplicação dos PARs em diferentes regiões, pois as características dos corpos d'água mudam em função de fatores como clima, relevo, geologia e vegetação.

As características dos corpos d'água também são alteradas pelas condições hidrometeorológicas. Como o nível de água do rio estava baixo no dia em que os dados desta pesquisa foram coletados, recomenda-se uma nova aplicação do PAR com o canal fluvial repleto de água. Além da possibilidade de mudanças na observação do fundo do rio pelo aumento da coluna d'água, o aumento da vazão pode influenciar na quantidade de sólidos em suspensão, na oleosidade e no odor, por exemplo.

A aplicação do PAR é um processo recursivo e sistemático de movimentos da análise para síntese e da síntese para análise. A recursividade e a análise sistemática dos dados permitem o aprimoramento do PAR tanto como ferramenta de avaliação dos ecossistemas fluviais quanto como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem.

Sobre o processo de ensino e aprendizagem e a compreensão dos parâmetros do PAR, vale refletir sobre a forma como foi ministrado o conteúdo. O formato de aula expositiva é verticalizado, divergindo da proposta da transdisciplinaridade, que prevê a horizontalização do ensino. Apesar disso, os resultados do questionário

preenchido pelos alunos após a aplicação do PAR apontam para uma relação positiva entre a teoria e prática, além da promoção de uma visão ecossistêmica e da transdisciplinaridade.

A transdisciplinaridade mostra-se viável se concebida no âmbito de projetos escolares, uma forma pertinente de superar a fragmentação em disciplinas inerente ao atual sistema de ensino. Se não, ainda assim o PAR desponta como ferramenta viável para uma educação inter e multidisciplinar. Neste caso, o PAR pode ser utilizado como um referencial prático para abordagem de conceitos como ecossistemas e bacias hidrográficas, que se analisados sob uma visão ecossistêmica, podem fomentar a discussão de questões socioambientais na sociedade contemporânea.

V. REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C. et al. Os Mananciais de Abastecimento do Sistema Integrado da Região Metropolitana de Curitiba –RMC. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v.12, n. 12, 1999. Disponível em: <http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/V12/Mananciais/mananciais.html>. Acesso em: 02 ago. 2018.
- BARBOUR, M. T. et al. Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish. Washington: Environmental Protection Agency, cap. 5, v. 2, 1999.
- BIZERRIL, M. X. A.; FARIA, D. S. A escola e a conservação do cerrado: uma análise no ensino fundamental do Distrito Federal. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande, v. 10, p. 19-31, 2003.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999.
- CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). Acta Limnologica Brasiliense, Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- CAPRA, F.; LUISI, P. L. A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. São Paulo: Cultrix, 2014. 615 p.
- GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. Ambi-Agua, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012.
- GUIMARÃES, A. Q. et al. Uso de ferramentas alternativas para auxiliar saídas de campo e construção de valores conservacionistas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 5., 2006, Joinville Anais... Brasília: MMA, 2006.
- 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
- LEFF, E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 343 p.
- MORAES, M. C. O paradigma educacional emergente: implicações na formação do professor e nas práticas

pedagógicas. Em Aberto, Brasília, ano 16, n. 70, p. 57-69, abr./jun. 1996.

MORAES, M. C.; VIEIRA, A. J. H. A docência no paradigma educacional emergente. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., Curitiba. Anais... Curitiba: PUCPR, 2015. ISSN 2176-1396. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/16288_8237.pdf. Acesso em: 16 jul. 2018.

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

NASCIMENTO, P. L. Educação eco-sistêmica e transdisciplinar: práticas e resultados em 26 anos do trabalho da escola vila. 224 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

NICOLESCU, B. et al. Educação e Transdisciplinaridade. Brasília: UNESCO, 2000. 185 p.

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. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Programa de Pós Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

RODRIGUES, A. S. de L.; CASTRO, P. de T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008a.

RODRIGUES, A. S. de L.; CASTRO, P. de T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadow. Acta Limnologica Brasiliense, Sorocaba, v. 20, n. 4, p. 291-303, 2008b.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. Revista Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, v. 3 n. 3, 2008.

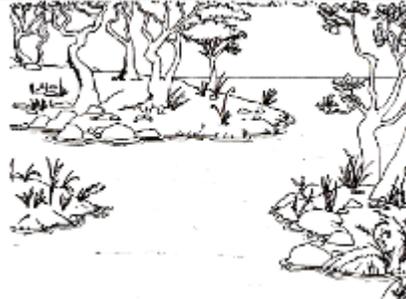
SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. Rev. Bras. Educ. Rio de Janeiro, v. 13, n. 37, p. 71-83, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782008000100007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 abr. 2018.

SUDERHSA. Plano Diretor de Drenagem para Bacia do Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba. Relatório Final, Vol. 4. Curitiba, 2002.

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

ANEXO 1 - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS

Idade:	Turma:
<p>Instruções: Você agora é um pesquisador e deve avaliar a saúde do rio. Por onde começar? Este protocolo é utilizado por pesquisadores em todo o mundo, e agora será utilizado por você. Leia atentamente os parâmetros e observe o rio ao redor, depois dê uma nota (10, 5 ou 0), de acordo com a situação verificada. Caso não seja possível identificar as condições indicadas no parâmetro, marque um "x" no campo N/A (não se aplica).</p>	

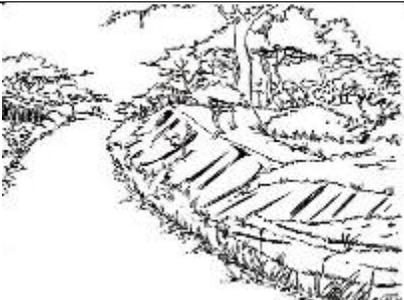
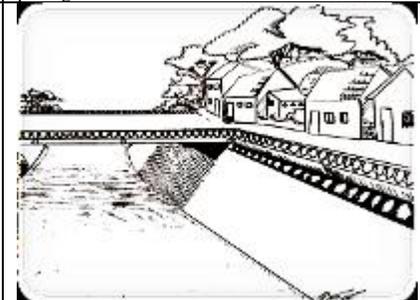
	Ótima (10)	Boa (5)	Ruim (0)	
Parâmetro 1: Características do fundo do rio	Existem galhos ou troncos, cascalhos (pedras), folhas e plantas aquáticas no fundo do rio.	Há poucos galhos ou troncos, cascalhos (pedras) no fundo do rio.	Não existem galhos ou troncos, cascalhos (pedras), folhas e plantas aquáticas no fundo do rio.	
				
	Ponto 1: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A
	Ponto 2: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A
Ponto 3: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A	

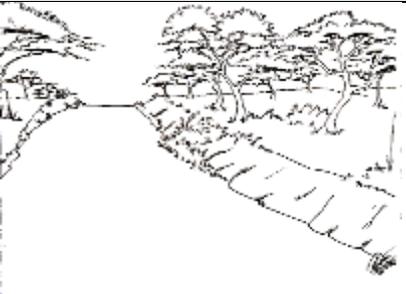
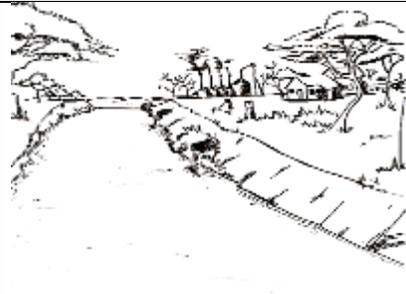
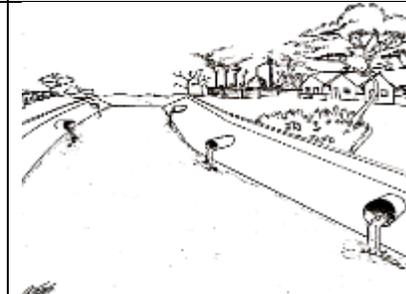
	Ótima (10)	Boa (5)	Ruim (0)	
Parâmetro 2: Sedimentos no fundo do rio	Não se observa acúmulo de lama ou areia no fundo do rio. O fundo do rio está normal.	Observa-se a presença de lama ou areia no fundo do rio, mas ainda é possível ver as pedras e plantas aquáticas em alguns trechos.	O fundo do rio apresenta muita lama ou areia, cobrindo galhos, troncos, cascalhos (pedras). Não se observam abrigos naturais para os animais se esconderem ou se reproduzirem.	
				
	Ponto 1: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A
	Ponto 2: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A
Ponto 3: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A	

	Ótima (10)	Boa (5)	Ruim (0)	
Parâmetro 3: Ocupação das margens do rio	Existem plantas nas duas margens do rio, incluindo arbustos e árvores.	Existem campos de pastagem (pasto) ou plantações.	Existem residências (casas), comércios ou indústrias bem perto do rio.	
				
	Ponto 1: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A
	Ponto 2: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A
Ponto 3: <input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> N/A	

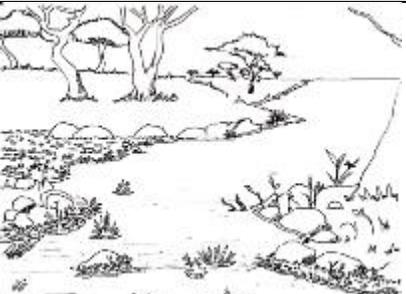
Parâmetro 4: Erosão	Não há desmoronamento ou deslizamento dos barrancos do rio.	Apenas um dos barrancos do rio está desmoronando.	Os barrancos dos rios, nas duas margens, estão desmoronando. Há muitos deslizamentos.	
				
	Ponto 1: () 10	() 5	() 0	() N/A
	Ponto 2: () 10	() 5	() 0	() N/A
Ponto 3: () 10	() 5	() 0	() N/A	

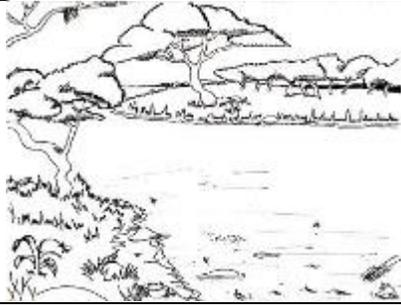
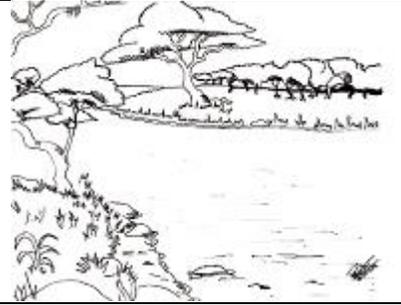
Parâmetro 5: Lixo	Não há lixo no fundo ou nas margens do rio.	Há pouco lixo doméstico no fundo ou nas margens do rio.	Há muito lixo no fundo ou nas margens do rio.	
				
	Ponto 1: () 10	() 5	() 0	() N/A
	Ponto 2: () 10	() 5	() 0	() N/A
Ponto 3: () 10	() 5	() 0	() N/A	

Parâmetro 6: Alterações no canal do riacho	O rio apresenta canal normal. Não existem construções que alteram a paisagem.	Em alguns trechos do rio as margens estão cimentadas, ou existem pequenas pontes.	As margens estão todas cimentadas, existem pontes ou represas no rio. Alterações na paisagem são evidentes.	
				
	Ponto 1: () 10	() 5	() 0	() N/A
	Ponto 2: () 10	() 5	() 0	() N/A
Ponto 3: () 10	() 5	() 0	() N/A	

Parâmetro 7: Esgoto doméstico ou industrial	Não se observam canalizações de esgoto doméstico ou industrial.	Existem canalizações de esgoto doméstico ou industrial em alguns trechos do rio.	Existem canalizações de esgoto doméstico e industrial em um longo trecho do rio ou em vários trechos.
			
	Ponto 1: () 10	() 5	() 0 () N/A
	Ponto 2: () 10	() 5	() 0 () N/A
Ponto 3: () 10	() 5	() 0 () N/A	

Parâmetro 8: Oleosidade da água		
	Ponto 1: () 10	() 0 () N/A
	Ponto 2: () 10	() 0 () N/A
	Ponto 3: () 10	() 0 () N/A

Parâmetro 9: Plantas aquáticas	Observam-se plantas aquáticas em vários trechos do rio.	Existem poucas plantas aquáticas no rio.	Não se observam plantas aquáticas no rio.
			
	Ponto 1: () 10	() 5	() 0 () N/A
	Ponto 2: () 10	() 5	() 0 () N/A
Ponto 3: () 10	() 5	() 0 () N/A	

Parâmetro 10: Animais	Observam-se com facilidade peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado.	Observam-se apenas alguns peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado.	Não se observam peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado.
			
	Ponto 1: () 10	() 5	() 0 () N/A
	Ponto 2: () 10	() 5	() 0 () N/A
	Ponto 3: () 10	() 5	() 0 () N/A
Parâmetro 11: Odor da água			
Não tem cheiro.		Apresenta um cheiro de esgoto (ovo podre), de óleo e/ou de gasolina.	
Ponto 1:	() 10	() 0	() N/A
Ponto 2:	() 10	() 0	() N/A
Ponto 3:	() 10	() 0	() N/A

Fonte: GUIMARÃES, RODRIGUES e MALAFAIA (2012).

ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO REFERENTE AO PAR - adaptado de GUIMARÃES, RODRIGUES e MALAFAIA (2012)

1) Você encontrou alguma dificuldade de entendimento dos parâmetros propostos?

() Sim () Não

Se sim, qual(is)?

2) Você acha que o PAR trouxe mais conhecimentos sobre o funcionamento dos ecossistemas fluviais?

() Sim () Não

Comentário:

3) Você consegue relacionar os conhecimentos de mais de uma disciplina no PAR?

() Sim () Não

Comentário:

4) A utilização do protocolo aproximou você das questões ambientais?

() Sim () Não

Comentário:

5) Durante a avaliação do rio com o protocolo você se sentiu um agente colaborador na defesa do rio?

() Sim () Não

Comentário:

6) Antes de conhecer o PAR, você tinha prestado atenção no rio próximo à escola?

() Sim () Não

Comentário:

7) E, antes de conhecer o PAR, você sabia que a sua escola está localizada na bacia hidrográfica do rio Palmital?

() Sim () Não

Comentário:

8) Atribua uma nota ao PAR, de zero a dez:

Se tiver mais algum comentário, crítica ou contribuição escreva aqui:
