

## IV-087 - ELABORAÇÃO DE UM KIT DE MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE RIOS URBANOS

**Nicole Santos Accioly Rodrigues da Costa<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Mestranda no Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana (PPGTU/PUCPR).

**Harry Alberto Bollmann<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFMG). Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná junto ao Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana, e ao Curso de Graduação em Engenharia Ambiental.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho – Curitiba - PR - CEP: 80215-901 - Brasil - Tel: (41) 3271-2623- e-mail: [niaccioly@gmail.com](mailto:niaccioly@gmail.com)

### RESUMO

O que se espera do kit de monitoramento participativo desenvolvido é a reaproximação da população em relação aos rios urbanos, por meio de práticas simples e seguras de visualização do seu estado de qualidade e identificação dos seus poluentes. O objetivo geral do projeto é o desenvolvimento de um conjunto de protocolos simplificados de avaliação da qualidade das águas que pode ser utilizado pela população local para a sua educação ambiental e o estímulo da sua reconexão com os rios Belém, em Curitiba-PR, e Ressaca, em São José dos Pinhais-PR. Esta pesquisa foi baseada em três fases: exploratória, descritiva e analítica. Na fase exploratória foi realizada uma pesquisa de cunho teórico com revisão de literatura sobre os temas correlatos ao assunto da pesquisa. As informações dessa fase deram a fundamentação teórica da pesquisa e auxiliaram na seleção das variáveis de qualidade das águas para o kit de monitoramento, que foram baseadas na Resolução Conama 357/05. Na fase descritiva, o objetivo foi o desenvolvimento da fase experimental da pesquisa no Laboratório de Análises Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) para verificação da eficiência dos materiais e equipamentos propostos para o kit de monitoramento, bem como sua aplicação em campo para a avaliação da qualidade das águas dos rios Belém (1ª campanha amostral) e Ressaca (2ª campanha amostral) nos pontos selecionados. No rio Ressaca, além dos dados da aplicação do kit, foi aplicada a metodologia do Índice de Qualidade das Águas, da National Sanitation Foundation, a fim de assegurar a eficiência do kit. Na última fase, a analítica, os dados obtidos com a aplicação do kit de monitoramento foram comparados com resultados das séries históricas de análise da qualidade das águas nos pontos citados do Rio Belém e com os resultados obtidos na fase experimental no rio Ressaca. Os resultados obtidos com a aplicação do kit de monitoramento são condizentes com o que se esperava do comportamento dos rios em cada ponto. Conclui-se, dessa forma, que o Kit de Monitoramento Participativo de Rios Urbanos pode ser utilizado como material para verificação da qualidade geral das águas, já que os resultados obtidos se assemelharam aos esperados. Este kit também é um instrumento válido de educação ambiental, porque coloca o usuário em contato direto com o rio, além de estimulá-lo a produzir conhecimento sobre o rio a ser analisado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Kit de monitoramento participativo, Qualidade das águas, Rios urbanos, Rio Belém, Rio Ressaca.

### INTRODUÇÃO

A FAO (2017) reconhece que o monitoramento participativo é um instrumento sistemático e periódico de avaliação, que é realizado com a ajuda de outros membros da sociedade. Um dos seus benefícios, segundo a organização, é o de produzir conhecimento agregando valores de educação ambiental pelo contato direto dos participantes para com o corpo hídrico monitorado, reconhecendo seu estado atual e acompanhando as suas transformações temporais durante o período de vigência desse monitoramento. Assim, conscientiza os agentes participantes do projeto induzindo-os à ação para discutir e realizar intervenções capazes de melhorar o seu estado. Além disso, esses se tornam agentes colaboradores na difusão das ideias.

No caso desse trabalho, o objeto de monitoramento elaborado foi um Kit de Monitoramento Participativo da Qualidade das Águas dos Rios Urbanos. O kit foi aplicado em dois rios urbanos na Região Metropolitana de Curitiba, a fim de atestar a sua eficiência: o Rio Belém, em Curitiba – PR, e o Rio Ressaca, em São José dos Pinhais – PR.

De acordo com Brandalize e Bollmann (2009), o Rio Belém é um rio urbano genuinamente curitibano uma vez que toda a sua área de drenagem está inserida dentro do município e a ele estão relacionados a maior parte dos símbolos urbanos que representam a cidade nos contextos nacional e internacional. O rio possui uma extensão de 21 km, tem sua nascente no bairro da Cachoeira e sua foz no rio Iguazu, no bairro do Boqueirão.

A Bacia Hidrográfica do Rio Belém é importante para a cidade de Curitiba porque abriga aproximadamente 40% da população do município e dispõe de uma área de drenagem de 84 km<sup>2</sup>, ou seja, 20% da área total da capital paranaense. Essa área corresponde a bairros tipicamente residenciais e comerciais, como o Centro e o Centro Cívico, além de pontos referenciais turísticos, sociais, econômicos, políticos, históricos e culturais importantes, como o Centro Histórico, as duas maiores universidades do Estado (Universidade Federal do Paraná e Pontifícia Universidade Católica do Paraná), o Parque Municipal São Lourenço, o Passeio Público e o Bosque Municipal Papa João Paulo II, entre outros (BRANDALIZE e BOLLMANN, 2009). Os autores ainda afirmam que a importância que os moradores residentes na Bacia Hidrográfica do Rio Belém atribuem ao rio diminui na medida em que as suas residências vão se tornando mais distantes do seu leito. Isso demonstra a importância do desenvolvimento e aplicação de um Kit de Monitoramento Participativo da Qualidade das Águas de Rios Urbanos elaborado durante a presente pesquisa. Por meio dele, a comunidade entra em contato direto com o rio em questão, aprendendo a dar mais valor a ele.

Segundo Vodonis (2012), assim como ocorre com o Rio Belém, o Rio Ressaca também é um rio urbano e a totalidade da área de sua bacia hidrográfica está localizada inteiramente dentro da área urbana do município de São José dos Pinhais. Isso faz com que o ambiente natural destas bacias tenha, em ambos os casos, interações com o meio urbano em toda a sua extensão, e seja possível observar os impactos da urbanização na estrutura do rio e, principalmente, na qualidade das suas águas.

A importância da Bacia Hidrográfica do rio Ressaca para a cidade de São José dos Pinhais não está no tamanho desta bacia. A sua área total a apenas 1,38% do território do município (13 km<sup>2</sup>). Entretanto, esta bacia possui, em sua área, 12,33% da população total do município, ou seja, a sua importância está na quantidade populacional que essa bacia comporta (VODONIS, 2012).

Para a elaboração do Kit de Monitoramento Participativo da Qualidade das Águas de Rios Urbanos, o conhecimento de outros kits de monitoramento já elaborados se torna importante para que seja possível o aprendizado com as experiências anteriores. Além disso, o contato com os kits já produzidos tem como foco o reconhecimento das variáveis mais utilizadas e o resultado do uso dos kits como um meio de educação ambiental. O objetivo final desta experiência é reaproximar a população dos rios urbanos por meio de práticas simples e seguras de visualização do seu estado de qualidade e identificação dos seus poluentes.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Segundo Santos (2004), esta é uma pesquisa de natureza acadêmica, caracterizada como um estudo de aplicação prática e baseada em três fases distintas, mas complementares de pesquisa: exploratória, descritiva e analítica. As metodologias de busca da informação basearam-se em procedimentos indiretos (revisão da literatura) e diretos (trabalho em laboratório no desenvolvimento do kit de monitoramento e trabalho de campo para aplicação do protótipo). Ao final, os resultados foram analisados e comparados aos estudos congêneres já publicados.

Santos (op.cit.), explica que a fase exploratória visa um primeiro contato com dados, informações e ideias sobre o tema da pesquisa. Para o desenvolvimento dessa fase, foi realizada uma revisão de cunho teórico sobre os temas correlatos ao assunto da pesquisa. Como fontes principais de informação foram consultadas as páginas internet de órgãos públicos e Organizações Não Governamentais, documentos eletrônicos, livros, dados do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba, Trabalhos de Conclusão de Curso, Relatórios de Projetos de Iniciação Científica, artigos científicos e Teses de Mestrado e Doutorado. Nesta fase

da pesquisa, deu-se ênfase na busca de relatos de outras experiências de aplicação de kits de monitoramento. As experiências encontradas foram avaliadas em função das variáveis de monitoramento escolhidas e do processo de avaliação. Ao final, os protocolos de análise a serem incluídos no kit de monitoramento consideraram também os critérios dispostos na Resolução Conama n. 357/05.

As informações dessa fase deram a fundamentação teórica da pesquisa, auxiliaram na seleção das variáveis de qualidade das águas que comporiam o kit de monitoramento, as formas de determinar os parâmetros físico-químicos e perceptivos da qualidade das águas e os seus respectivos padrões previstos em legislação (Figura 1).



**Figura 1: Protótipo do Kit de Monitoramento desenvolvido.**

A segunda fase do projeto, a descritiva, teve como objetivo o desenvolvimento da fase experimental da pesquisa e a aplicação do kit de monitoramento previamente concebido para a avaliação da qualidade das águas dos rios Belém e Ressaca. Esta fase foi inicialmente realizada no Laboratório de Análises Ambientais da PUCPR onde se desenvolveu as metodologias de análise físico-químicas propriamente ditas, baseadas no *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2005), e se calibrou os procedimentos de medição obtidos com o uso do kit de monitoramento, comparando os seus resultados com os obtidos a partir da utilização de técnicas laboratoriais padronizadas. Os parâmetros físico-químicos observados no kit foram: temperatura da água, condutividade, pH e transparência. Para a avaliação dessas variáveis, foram adicionados ao kit um termômetro de mercúrio e um medidor portátil tipo caneta de baixo custo, fitas de pH comercialmente disponíveis e um protótipo de uma cubeta para, com o auxílio de discos de Secchi, realizar a medição da transparência da água e estimar a Turbidez presente na amostra.

Como a Resolução Conama n. 357/05 inclui, no seu Artigo 14, parâmetros perceptivos de avaliação da qualidade das águas, estas avaliações foram também consideradas no kit de monitoramento. As variáveis incluídas foram: Presença de Espumas, Presença e Óleos e Graxas, Presença de Corantes Artificiais, Presença de Resíduos Sólidos e Odor. Também foi incluído o Índice de Influência Antrópico desenvolvido por Karr e Chu (1999 apud SAMWAYS; BOLLMANN, 2003).

A ficha de avaliação da presença de substâncias que comuniquem odor foi elaborada com base no olfato. A avaliação foi feita a partir da presença (ou não) de odor no rio. O critério vai do “sem odor” ao “muito odor”, com o aumento gradativo do nível de sua intensidade percebida. Além disso, foi incluído um tópico aonde deve ser informado qual foi o cheiro percebido (opções de cheiro disponíveis: cheiro de gasolina, de ovo podre, de esgotos, de capim, de venenos agrícolas, entre outros), referindo-se às possíveis causas do odor relacionadas com a urbanização: lançamento de esgotos sépticos, vazamentos de hidrocarbonetos a partir de postos de combustíveis, presença produtos tóxicos ou de florações algais (Figura 2).

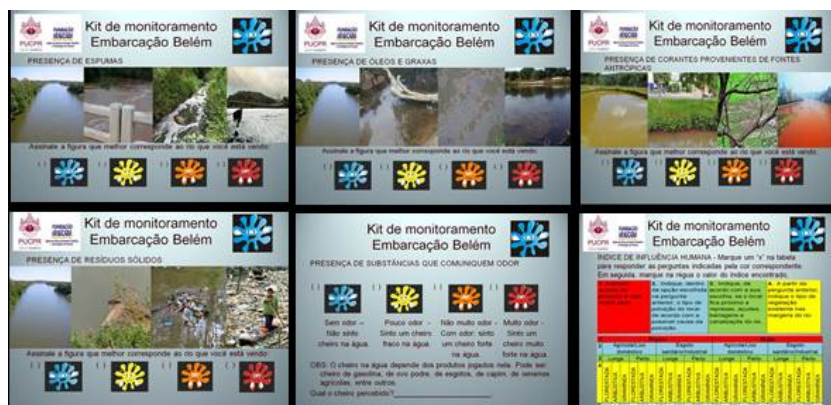


Figura 2: Protocolos de avaliação perceptiva

Com as metodologias já aferidas, realizou-se a primeira fase do trabalho de aplicação do kit de monitoramento em campo por meio de coleta e análise de amostras de água do Rio Belém. Este rio foi escolhido por ter um monitoramento sistemático da qualidade das suas águas em 23 pontos amostrais: 11 o longo do seu canal principal, além de 12 pontos situados na for dos seus principais tributários. Os pontos selecionados para a aplicação do kit coincidiram com os pontos amostrais desse monitoramento em razão da possibilidade de comparar os resultados.

A segunda fase da aplicação do kit realizou-se com a aplicação do kit no Rio Ressaca. Como nesse rio não havia informações sobre a qualidade das suas águas, os resultados obtidos com a aplicação do kit de monitoramento foram comparados com os resultados das determinações do Índice de Qualidade das Águas desenvolvido pela *National Sanitation Foudation* (IQAnsf) idealizado nos Estados Unidos na década de 1970 e ainda usado pelo Governo do Estado do Paraná para a avaliação geral da qualidade dos corpos d'água em todo o Estado. Nesse método são previstos nove parâmetros qualitativos: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (ANA, 2016). A fim de quantificar essas variáveis, utilizou-se o referencial metodológico estabelecido no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2005).

Os dados obtidos com a aplicação do kit de monitoramento foram comparados com resultados das séries histórias de análise da qualidade das águas existentes no Rio Belém, e para o caso do Rio Ressaca, com os resultados obtidos pelos parâmetros previstos no IQAnsf.

Os resultados de qualidade das águas a partir aplicação do kit de monitoramento foram transformados em valores numéricos a partir da seguinte escala: Muito Bom (9,0), Bom (6,0), Ruim (3,0) e Muito Ruim (1,0). Ao final, esses valores foram totalizados para compor o Índice de Poluição dos Rios Urbanos – IPRU, cuja escala varia de 9 a 90 pontos. Quanto maior o escore final, melhor a qualidade das águas do rio avaliado.

## RESULTADOS

A partir da pesquisa em literatura sobre a elaboração de kits de monitoramento, bem como as variáveis avaliadas em cada um deles, foram selecionadas os seguintes produtos: o kit Alfakit, Aquasem e Alfatecnoquímica (CETESB, 2003 apud PARRON et al., 2011), o kit elaborado pelo programa Rede das Águas (VERONESI, 2014), o kit elaborado em dissertação de mestrado em Ciências Agrárias/Agroecologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG e desenvolvido pelo engenheiro químico Luiz Gomes Junior (IEPEC, 2010) e, por fim, a forma de monitoramento utilizada pelo *Environmental Protection Agency* dos Estados Unidos no livro intitulado “*Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Waters: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*” (BARBOUR et. al., 1999).

Houveram três critérios de seleção das variáveis para a sua inclusão no kit proposto por esta pesquisa: a repetição da mesma variável em vários kits, a existência de equipamentos alternativos para a medição da



variável, a viabilidade econômica e a aderência aos padrões da Resolução Conama n. 357/05. Como resultado, as variáveis de monitoramento selecionadas na Fase Exploratória puderam ser divididas em dois grupos: a) Análises Perceptivas: presença de espumas não naturais; presença de resíduos sólidos, presença de corantes de fontes antrópicas, presença de odor, presença de óleos e graxas e o Indicador de Influência Humana; b) Análises Físico-químicas: transparência (turbidez), potencial hidrogeniônico, temperatura e condutividade elétrica.

## Rio Belém

Os pontos amostrais selecionados para análise no Rio Belém foram seis: Parque Municipal Nascente do Belém (RB1); Entrada do Parque São Lourenço (RB6); Saída do Parque São Lourenço (RB7); Bosque João Paulo II (RB8.1); Ponte dos Lambrequins na Avenida Cândido de Abreu (RB8.2); e na Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Curitiba (RB10). Os dados da tabela 1 apresentam os valores mínimo, mediano e máximo da série histórica de cada ponto amostral, obtidos pelo monitoramento físico-químico realizado pela PUCPR no Rio Belém com amostragens mensais ao longo de 24 meses.

**Tabela 1: Variação (Mínimo e Máximo) dos resultados do monitoramento físico-químico realizado pela PUCPR nos pontos de monitoramento comuns à aplicação do kit no Rio Belém.**

PARÂMETRO	RB1	RB6	RB7	RB8	RB10
Temperatura da amostra (°C)	Mín: 10,5 Mediana: 21,8 Máx: 29,2	Mín: 13,8 Mediana: 21,0 Máx: 27,0	Mín: 15,3 Mediana: 21,8 Máx: 28,4	Mín: 16,3 Mediana: 21,8 Máx: 27,5	Mín: 16,5 Mediana: 22,4 Máx: 26,6
pH (-)	Mín: 6,6 Mediana: 7,2 Máx: 8,7	Mín: 6,5 Mediana: 7,2 Máx: 7,5	Mín: 7,0 Mediana: 7,6 Máx: 8,6	Mín: 7,0 Mediana: 7,4 Máx: 7,8	Mín: 6,9 Mediana: 7,4 Máx: 7,6
Condutividade elétrica (µS/cm)	Mín: 60 Median: 83 Máx: 205	Mín: 28 Mediana: 283 Máx: 347	Mín: 169 Mediana: 252 Máx: 298	Mín: 205 Mediana: 296 Máx: 336	Mín: 290 Mediana: 389 Máx: 674
Turbidez (UT)	Mín: 12 Mediana: 39 Máx: 390	Mín: 9 Mediana: 16 Máx: 39	Mín: 14 Mediana: 62 Máx: 167	Mín: 10 Mediana: 20 Máx: 39	Mín: 24 Mediana: 45 Máx: 99

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos para cada variável, a partir dos conceitos criados para classificar as respostas: Muito Bom (9,0), Bom (6,0), Ruim (3,0) e Muito Ruim (1,0).

**Tabela 2: Resultados obtidos para os pontos avaliados no Rio Belém.**

VARIÁVEIS	RB1	RB6	RB7	RB8.1	RB8.2	RB10
Índice de Influência Humana	9,0	9,0	9,0	6,0	6,0	3,0
Presença de espumas	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	6,0
Presença de óleos e graxas	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Presença de odor	9,0	9,0	6,0	6,0	3,0	3,0
Presença de corantes de fontes antrópicas	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Presença de resíduos sólidos	9,0	6,0	6,0	9,0	6,0	3,0
pH	6,0	9,0	9,0	9,0	6,0	6,0
Transparência	9,0	6,0	1,0	3,0	3,0	6,0
Temperatura	6,0	6,0	6,0	3,0	6,0	6,0
Condutividade elétrica	9,0	3,0	6,0	6,0	3,0	3,0
<b>IPRU</b>	<b>84</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>69</b>	<b>60</b>	<b>54</b>

## Rio Ressaca

Os pontos amostrais escolhidos foram 11: a nascente do Rio Ressaca, na Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus de São José dos Pinhais (R0); o ponto que fica no bosque da PUCPR de São José dos Pinhais, em cima do ponto sobre o rio (R1); o ponto que fica na rua Planalto (R2); o ponto nos fundos do Cemitério São João Batista (TE21); o ponto na Alameda Arpo (R3); o ponto do Parque Linear do Rio Ressaca na rua Ângelo Moro (R4); o ponto situado na Rua Com. Av. José P. Lepinski, que dá acesso ao Aeroporto Internacional Afonso Pena (R5); o ponto da Rua Rocha Pombo (R6); o ponto na Rua Rio de Janeiro (TE31); o ponto na Rua Colorado (R7) e o ponto da foz do Rio Ressaca, ao lado do Portal de Entrada da cidade de São José dos Pinhais, na rua Rua Harry Feken. Os resultados das análises feitas in loco com o kit de

monitoramento, e as análises físico-químicas realizadas para compor o IQAnsf estão apresentadas na forma de tabela. A tabela 2 apresenta o resultado das análises físico-químicas por ponto amostral.

**Tabela 2: Tabela com os valores medianos das análises físico-químicas por ponto amostral.**

VARIÁVEIS	UNIDADES	R0	R1	R2	TE21	R3	R4
Temperatura da amostra	°C	21,2	20,6	21,2	22,3	21,4	20,9
Temperatura do ar	°C	23	22	21	23	23	23
Coliformes fecais	NMP/100 mL	1990	28350	52385500	525905000	6450500	12996350
pH	(-)	7,45	7,75	6,73	6,66	6,84	7,08
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	6	6	14	364	82	68
Nitrogênio total	mg/L	7,67	6,09	7,22	14,08	21,89	28,08
Fósforo total	mg/L	0,042	0,110	0,204	0,447	0,686	0,692
Turbidez	NTU	5,5	12,5	20,5	142	79	70
Resíduos totais	mg/L	38,5	84	130	1896	951	449
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,43	6,4	4,8	2,68	2,59	3,66
Condutividade	mS/cm	0,051	0,073	0,195	3,43	0,85	0,605

VARIÁVEIS	UNIDADES	R5	R6	TD31	R7	R8
Temperatura da amostra	°C	21,0	20,7	21,3	21,9	21,6
Temperatura do ar	°C	23	21	21	21	21
Coliformes fecais	NMP/100 mL	190148250	10195000	885000	377275	478900
pH	(-)	7,41	7,43	7,18	7,31	7,06
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	27	48	20	9	11
Nitrogênio total	mg/L	8,74	13,48	5,62	9,89	8,27
Fósforo total	mg/L	0,574	0,504	0,688	0,280	0,177
Turbidez	NTU	51	50	16	32	37
Resíduos totais	(mg/L)	320	322	115	214	181
Oxigênio Dissolvido	mg/L	2,66	2,66	4,70	3,55	2,94
Condutividade	mS/cm	0,460	0,460	0,205	0,320	0,265

A tabela 3 abaixo apresenta os resultados obtidos através do Kit de Monitoramento Participativo da Qualidade das Águas de Rios Urbanos. Já a tabela 4 apresenta a média dos valores do kit nas campanhas.

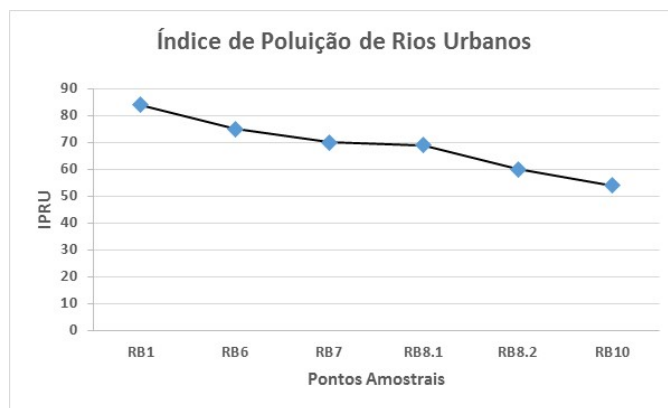
**Tabela 3: Tabela com os valores médios obtidos a partir do kit por ponto amostral. Critério de avaliação da qualidade das águas: 9 para muito bom, 6 para bom, 3 para ruim e 1 para muito ruim.**

VALORES MÉDIOS OBTIDOS A PARTIR DO KIT DE MONITORAMENTO											
VARIÁVEIS	R0	R1	R2	TE21	R3	R4	R5	R6	TE31	R7	R8
Índice de Influência Humana	9,0	6,6	3,5	2,0	3,0	2,0	6,0	6,6	7,2	6,6	6,0
Presença de espumas	9,0	9,0	9,0	8,4	9,0	9,0	9,0	6,6	9,0	9,0	7,2
Presença de óleos e graxas	8,4	9,0	8,2	9,0	8,4	8,4	9,0	9,0	9,0	9,0	6,0
Presença de odor	9,0	8,4	5,2	4,4	4,8	6,6	8,4	7,2	9,0	8,4	7,2
Presença de corantes	9,0	9,0	6,2	9,0	7,4	7,4	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Presença de resíduos sólidos	9,0	9,0	5,2	8,4	8,4	4,2	8,4	8,4	7,2	7,8	7,8
pH	6,6	7,8	6,7	7,2	7,8	8,4	8,4	9,0	6,6	7,8	8,4
Transparência	7,4	9,0	4,2	1,4	2,2	1,8	2,4	2,8	9,0	4,2	4,2
Temperatura	6,2	7,2	6,7	6,6	6,6	7,2	7,8	7,2	7,2	5,6	6,6
Condutividade elétrica	9,0	9,0	4,0	1,0	1,0	1,4	1,8	1,8	6,0	3,0	3,6
<b>IPRU</b>	<b>82,6</b>	<b>84</b>	<b>58,9</b>	<b>57,4</b>	<b>58,6</b>	<b>56,4</b>	<b>70,2</b>	<b>67,6</b>	<b>79,2</b>	<b>70,4</b>	<b>66</b>

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Rio Belém

Feitas as análises a partir da atribuição dos valores para cada conceito perceptivo (9 para muito bom, 6 para bom, 3 para ruim e 1 para muito ruim), para cada um dos seis pontos de análise, foram somados os valores correspondentes a todas as variáveis e, então, tais valores totalizados foram apresentados em um gráfico de dispersão (Figura 3).

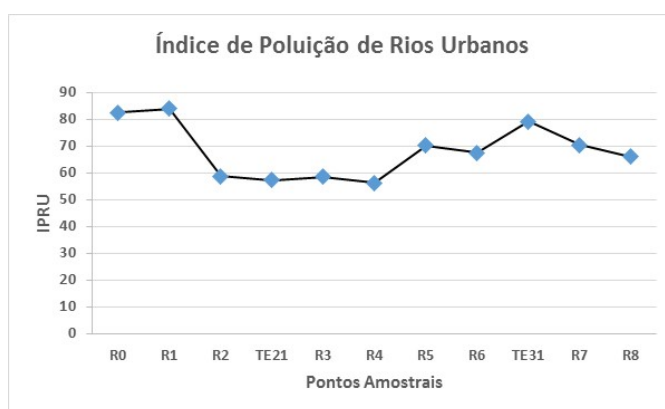


**Figura 3: Gráfico que corresponde ao Índice de Poluição de Rios Urbanos: RB1 – Parque das Nascentes; RB6 – Entrada do Parque São Lourenço; RB7 – Saída do Parque São Lourenço; RB8.1: Bosque do Papa João Paulo II; RB8.2 – Ponte dos Lambrequins; RB10 – PUCPR.**

O resultado obtido com o Índice de Poluição de Rios Urbanos é condizente com os resultados do monitoramento físico-químico já realizado, apresentando o mesmo comportamento da qualidade geral das suas águas que demonstram a sua diminuição gradativa da nascente para a sua foz. O desvio verificado no ponto RB 8.1 era esperado em razão da proximidade destes pontos ao longo do canal principal do Rio Belém e ao maior controle, neste trecho nos lançamentos de esgoto no rio. Também, neste trecho, o rio está condicionado a um canal aberto em concreto, minimizando a contribuição de poluentes difusos e a alteração do estado geral da qualidade das suas águas.

### Rio Ressaca

Para comparação entre os valores obtidos pelo kit de monitoramento em questão e as análises físico-químicas, os resultados da segunda análise foram convertidos para uma escala de 1 a 9, utilizada no kit, onde 1 significa que a qualidade está muito ruim. 3 significa ruim; 6 significa bom e 9, muito bom. A partir disso, foi desenvolvido um gráfico de correlação entre as duas formas analíticas, disposto na figura 4.



**Figura 4: Gráfico de variação da qualidade geral dos pontos do Rio Ressaca**

Os resultados mostram que a aplicação do kit de monitoramento também representou adequadamente a realidade do Rio Ressaca. A qualidade das suas águas, assim como no caso do Rio Belém, é melhor na região das suas nascentes. Neste caso, os pontos amostrais R0 e R1 se situam dentro do campus da PUCPR, o que

contribuiu para a sua conservação. Fora deste domínio, a qualidade das águas cai muito, em razão da ocupação urbana das suas áreas de preservação permanente (pontos R2, R3 e R4). A partir deste ponto, o projeto de parque linear estruturado ao longo do canal principal deste rio produz uma melhoria na qualidade das suas águas (pontos R5 e R6). Observa-se que o tributário TE21, de qualidade melhor que o próprio Rio Ressaca, contribui com essa melhoria, com um leve aumento no valor do indicador.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o objetivo geral formulado para esta pesquisa foi atingido, que era o de estruturar um kit de monitoramento da qualidade das águas, aplicável para rios urbanos. O kit desenvolvido é de baixo custo, comparado ao de outros kits de monitoramento mais simples, como o Kit Básico de Potabilidade (que mede alcalinidade, cloretos, dureza total, pH, ferro, amônia, cloro, oxigênio consumido, cor, turbidez, coliformes totais e fecais), da marca Alfakit, e o kit de análise de água do piscicultor (medindo oxigênio dissolvido, pH, amônia total-tóxica, transparência, temperatura e alcalinidade), da marca Aquasem, que custam entre R\$ 700,00 e R\$ 400,00 respectivamente. O preço estimado para a confecção do kit elaborado durante a pesquisa é de R\$ 240,00.

O kit de monitoramento da qualidade das águas elaborado é apropriado para uso de crianças do 4º ano do Ensino Fundamental, pois é seguro e aplica conhecimentos normalmente trabalhados nas disciplinas de ciências. Além disso, é de simples manuseio, já que é baseado em processos de medição e avaliação diretos, sem a necessidade de atividades complexas para a obtenção dos resultados.

Pode-se dizer que o kit desenvolvido possui um aspecto inovador devido à utilização dos indicadores perceptivos, que tem como principal resultado a necessidade do avaliador olhar o rio e prestar atenção em elementos da sua qualidade, fazendo com que o avaliador tenha que emitir uma opinião qualitativa sobre o seu estado. Vale ressaltar que os indicadores perceptivos são importantes instrumentos de avaliação das condições de qualidade dos rios, inclusive previstos na Resolução Conama n.357/05, e que foram usados neste kit de monitoramento justamente por sua previsão legal.

Os resultados obtidos nas avaliações perceptivas não são válidos para medir a concentração dos poluentes, mas suficientes para avaliar a qualidade geral das águas de rios urbanos. Dessa maneira, o kit de monitoramento foi eficiente para atestar a qualidade dos rios Belém e Ressaca, por isso poderá ser validado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFAKIT. Polikit: Piscicultura de água doce. Disponível em <<http://www.alfakit.ind.br/details/608/polikit-piscicultura-agua-doce-cod-608>>. Acesso em 16 jan. 2014;
2. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed. Washington: APHA, 2005. 1600 p.
3. AQUASEM Kit de análise de água do piscicultor. Disponível em <[http://www.aquasem.com.br/kit\\_analise\\_agua.html](http://www.aquasem.com.br/kit_analise_agua.html)>. Acesso em 16 jan. 2014.
4. BARBOUR, Michael T.; GERRITSEN, Jeroen, SNYDER, Blaine D.; STRIBLING, James B. Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable waters: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. 2ª Edição. Washington DC, EPA. 841p.
5. BRACHT, Carolina de Cristo; BOLLMANN, Harry Alberto. Instrumentos jurídicos e programas de gestão dos recursos hídricos e seus reflexos na qualidade das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Belém. Dissertação apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana – PPGTU, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2008.
6. BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato; BOLLMANN, Harry Alberto. Mapeamento da percepção ambiental dos moradores da bacia hidrográfica do rio Belém utilizando o SPRING. Artigo apresentado no Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, abr. 2009, INPE, p. 3613-3619;
7. BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.
8. FAO. Participatory monitoring. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/x5307e/x5307e05.htm> >. Acesso em 25 mai. 2017.



9. IEPEC. Kit de baixo custo é alternativa para monitorar qualidade da água em propriedades rurais. Disponível em <<http://gadoleiteiro.iepec.com/noticia/kit-de-baixo-custo-e-alternativa-para-monitorar-qualidade-da-agua-em-propriedades-rurais>>. Acesso em 18 jan. 2014.
10. PARRON, Lucilia Maria, MUNIZ; Daphne Heloisa de Freitas; PEREIRA, Claudia Mara. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Documento eletrônico publicado em Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958, Ago. 2011.
11. SAMWAYS, Guilherme; BOLLMANN, Harry Alberto. Uso de indicadores não comensuráveis para avaliar a qualidade das águas. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Ambiental. Joinville, Brasil, 2003.
12. SANTOS, Antonio Raimundo dos. Metodologia Científica: a construção do conhecimento. 6. Ed. Revisada (conforme NBR 14724:2002). Rio de Janeiro: DP&A, 2004. 168 p.
13. VERONESI, Gustavo. Guia de Avaliação da Qualidade da Água - SOS Mata Atlântica. São Paulo, 2014. Entrevista concedida à Nicole Santos Accioly Rodrigues da Costa.
14. VODONIS, Bruno Guilherme; BOLLMANN, Harry Alberto. Uso da condutividade elétrica como indicador da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Ressaca, São José dos Pinhais, Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2012.