

AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LIGEIRO, PATO BRANCO, PARANÁ

Ezequias da Luz¹; Julio Caetano Tomazoni²; Ticiane Sauer Pokrywiecki³

Resumo – A qualidade da água de uma bacia hidrográfica é influenciada pelo seu tipo de uso. Com o objetivo de avaliar a situação atual da qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Ligeiro, Pato Branco, Paraná, desde a nascente até a foz, realizou-se a coleta e análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. Com base nos resultados das análises, os parâmetros foram confrontados com a resolução Conama 357/05 para corpos hídricos de água doce classe 2. Posteriormente, calculou-se o Índice de Qualidade da Água (IQA) para cada ponto de coleta. Verificou-se que os parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em alguns pontos não atenderam aos padrões de qualidade exigidos pela legislação. Em relação ao IQA todos os pontos apresentaram classificação da água como ótima. Com base nesses resultados infere-se que o Rio Ligeiro pode estar recebendo efluentes em desacordo com legislação ambiental.

Palavras-Chave: Qualidade da Água. Rio Ligeiro. Índice de Qualidade da Água.

EVALUATION OF THE CURRENT SITUATION OF THE WATER QUALITY OF THE HYDROGRAPHIC BOWL OF RIO LIGEIRO, PATO BRANCO, PARANÁ

Abstract – The water quality of a river basin is influenced by its type of use. In order to evaluate the current water quality of the catchment area of the Light River, Pato Branco, Paraná, from the source to the mouth, the physical, chemical and biological parameters of the water were collected and analyzed. Based on the results of the analysis, the parameters were compared with Conama Resolution 357/05 for fresh water bodies class 2. Subsequently, the Water Quality Index (IQA) was calculated for each collection point. It was found that the parameters dissolved oxygen (OD) and biochemical oxygen demand (BOD) in some points did not meet the quality standards required by the legislation. In relation to IQA, all the points presented water classification as optimal. Based on these results it is inferred that Rio Ligeiro may be receiving effluents in disagreement with environmental legislation.

Keywords – Water quality. Light river. Water quality index

¹* Mestrando Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Pato Branco-PR, Brasil, ezequias.luz@hotmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Pato Branco-PR, Brasil, caetano@utfpr.edu.br

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Pato Branco-PR, Brasil, ticiane@utfpr.edu.br

INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural essencial para a sobrevivência dos seres vivos (BRAGA *et al.*, 2005), devendo estar disponível em termos de quantidade e qualidade adequada para os diversos usos. No entanto, o crescimento populacional e o uso do solo inadequado tem como resultado a alteração das condições de qualidade das águas dos rios, tendo como principais fatores o lançamento de efluentes domésticos e industriais; o aumento do uso consuntivo de água; o escoamento superficial; e a falta de áreas de proteção permanentes (APPs) (LIMA *et al.*, 2016).

Para Sperling (2014) a qualidade das águas de uma bacia hidrográfica é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo. De acordo com Souza e Gastaldini (2014) o conhecimento das características da água de uma bacia hidrográfica, possibilita identificar as alterações provocadas pela ação antrópica, sendo que tais características podem ser identificadas pelo conjunto de parâmetros de ordem física, química e biológica. As características físicas referem-se, principalmente, à presença de sólidos e de gases. As características químicas referem-se às impurezas orgânicas e inorgânicas e as biológicas quanto à presença de organismos, sejam eles, vivos ou mortos (SPERLING, 2014).

A avaliação da qualidade da água pode ser realizada através da comparação dos resultados de análises laboratoriais com valores padrões estabelecidos em normas e legislações ambientais, de acordo com o enquadramento do corpo de água. No Brasil, a resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 apresenta a classificação dos corpos hídricos e estabelece as condições e padrões de qualidade (BRASIL, 2005). Outra forma de apresentar ao público as condições de qualidade das águas é através de índice de qualidade, este por sua vez engloba um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos, retratando as condições de qualidade que variam de “muito ruim” a “excelente” (SPERLING, 2014).

Diversos índices de qualidade da água já foram desenvolvidos. Contudo, vários deles baseiam-se no Índice de Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos. O IQA utiliza-se de nove parâmetros, **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, estes por sua vez, em função da sua concentração recebem notas que variam de “0” a “100” de acordo com os gráficos de curvas médias e para cada parâmetro aplica-se um peso, **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, em que os pesos são utilizados como potência para cada parâmetro.

Tabela 1 – Parâmetros e pesos relativos para determinação do IQA

Parâmetros	Unidade	Pesos relativos (%)
Sólidos totais	mg L ⁻¹	8
Turbidez	uT	8
Diferença de temperatura	°C	10
Fosfato	mg L ⁻¹	10
Nitrogênio total	mg L ⁻¹	10
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg L ⁻¹	10
Potencial de hidrogênio (pH)	-	12
<i>Escherichia coli</i> (EC)	NMP 100 ⁻¹ ml ⁻¹	15
Oxigênio dissolvido	mg L ⁻¹	17
Total	-	100

Fonte: Libânio (2010, p. 81); Sperling (2014, p. 256)

Para a determinação do valor do IQA realiza-se o produto das notas individuais de cada parâmetro, elevados aos seus respectivos pesos, equação 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

Após, calculado o IQA, relaciona-se o valor, dentro da faixa de intervalo, a níveis de qualidade com uma respectiva coloração. A Tabela 2 apresentada o nível de qualidade da água juntamente com coloração em função dos respectivos intervalos de IQA.

Tabela 2 – Classificação do nível de qualidade da água baseado no IQA-Cetesb

Nível de qualidade	Intervalo do IQA	Cor de referência
Ótima	$80 \leq IQA \leq 100$	Azul
Boa	$52 \leq IQA \leq 80$	Verde
Aceitável	$37 \leq IQA < 52$	Amarelo
Ruim	$20 \leq IQA < 37$	Vermelha
Péssima	$0 \leq IQA < 20$	Preta

Fonte: Sperling (2014, p. 257)

A indicação por coloração do nível de qualidade tem como vantagem o entendimento ao público, permitindo assim que um corpo hídrico que altera sua qualidade ao longo de seu percurso seja indicado com colorações diferentes.

No presente estudo, com o objetivo de avaliar a situação atual da qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Ligeiro, município de Pato Branco, Paraná, desde a nascente até a sua foz realizou-se a coleta e análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos e posteriormente compararam-se os valores com os padrões de qualidade estabelecidos na resolução Conama nº 357 (BRASIL, 2005) e em seguida calculou-se o IQA para cada PC.

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Ligeiro situa-se entre os paralelos 26°01'24" e 26°16'51" de latitude Sul e 52°45'11" e 52°38'09" de longitude Oeste, nos municípios de Bom Sucesso do Sul e Pato Branco, mesorregião Sudoeste Paranaense.

O Rio Ligeiro possui extensão de 59,06 km com área de drenagem de 17.333,35 ha, sendo que 695,87 ha (4%) localizam-se no município de Bom Sucesso do Sul e o restante no município de Pato Branco.

O município de Pato Branco possui área territorial de 53.847,76 ha, com população de 72.370 habitantes, destes 68.091 habitantes (94%) domiciliados na área urbana. A área urbana do município de Pato Branco ocupa área de 2.559,37 ha, destes aproximadamente 96% encontra-se sobre a bacia hidrográfica do Rio Ligeiro, o que representa em torno de 15% da área total da bacia hidrográfica do Rio Ligeiro. Em relação à coleta e tratamento de esgoto, o atendimento corresponde

a 84,24%, com 18.346 ligações e 24.270 unidades no município de Pato Branco (PATO BRANCO, 2017). Após o tratamento, os efluentes são lançados no Rio Ligeiro.

Para a seleção dos pontos de coleta (PC) utilizou-se o banco de dados geográficos digital contendo os cursos de água e imagens de satélite QuickBird de agosto de 2005, que abrange toda a área territorial do município de Pato Branco. Os PCs foram selecionados considerando a área urbana do município de Pato Branco, ponto de lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), características hidráulicas do curso de água e a facilidade de acesso.

O PC-01 localiza-se em uma das nascentes do Rio Ligeiro em uma propriedade particular, esse ponto visou verificar a interferência do entorno e as condições de qualidade da água a montante da área urbana. O PC-02 situa-se na área central do município de Pato Branco em um trecho em que o rio encontra-se canalizado nas laterais com muros de pedras. O PC-03 localiza-se após o perímetro urbano de Pato Branco e a montante do lançamento pontual da ETE da Sanepar. O PC-04 localiza-se a jusante do lançamento da ETE da Sanepar e montante de um dos principais afluentes do Rio Ligeiro, Rio Passo da Pedra. O PC-05 localiza-se entre os PC-04 e PC-06. Já o PC-06 localiza-se próximo ao exutório da bacia hidrográfica do Rio Ligeiro. A Figura 1 ilustra a localização geográfica da bacia hidrográfica do Rio Ligeiro juntamente com os pontos de coleta.

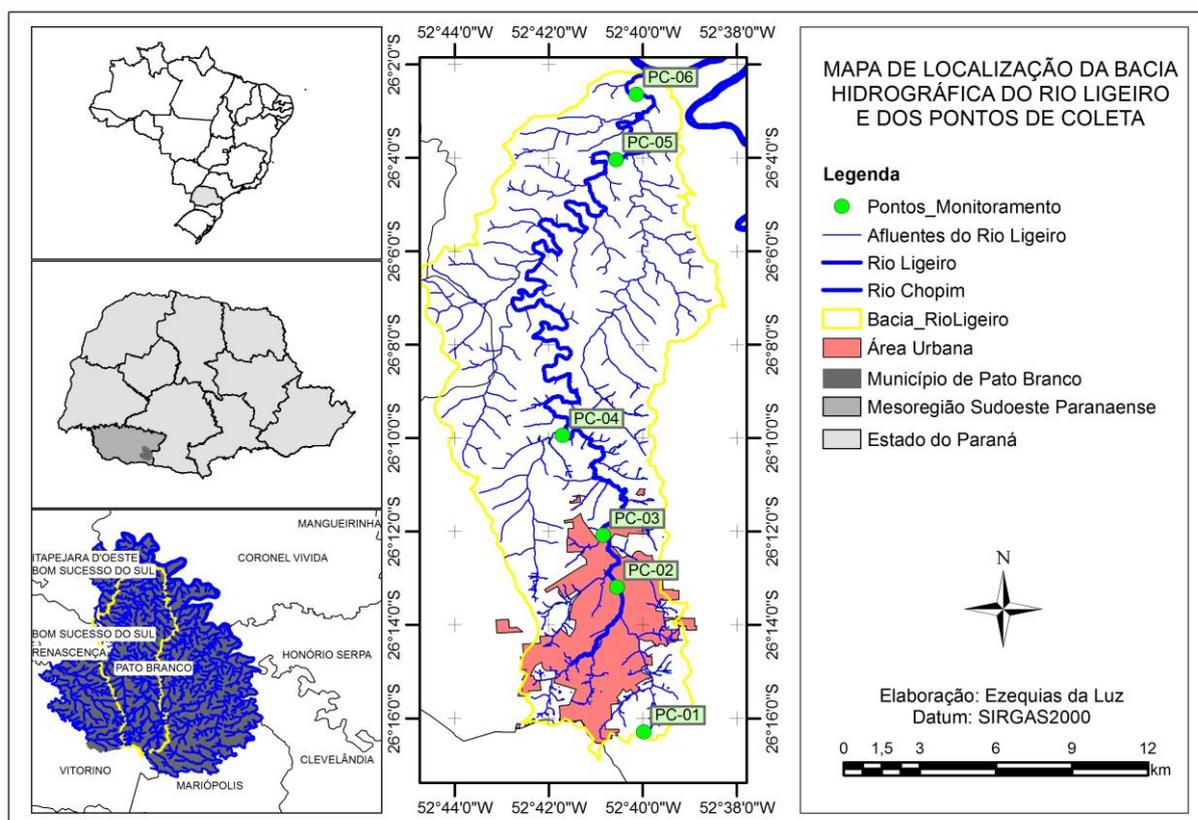


Figura 1 – Mapa de localização geográfica da bacia hidrográfica do Rio Ligeiro e dos pontos de coleta

Os parâmetros analisados nos PC foram pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, sólidos totais, turbidez, fósforo total, temperatura, coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (EC), os quais compõem o índice de qualidade da água (IQA)

desenvolvido pela *National Sanitation Foudation* (NSF), modificado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb).

As coletas foram realizadas nos dias 21 e 22 de fevereiro de 2017, amostragem simples, no centro do curso de água, a 30 cm abaixo da superfície da coluna de água, quando possível. A técnica de preservação adotada foi de refrigeração com gelo em caixas de isopor, sendo que as amostras submetidas às análises de OD foram adicionadas sulfato manganoso e iodeto de azida. Os frascos e reagentes de preservação utilizados foram fornecidos pelos laboratórios de análises.

As amostras submetidas às análises de fósforo total foram encaminhadas ao Laboratório de Garantia de Qualidade, enquanto que as demais foram encaminhadas ao Laboratório de Qualidade Agroindustrial (LAQUA). A metodologia de análise basearam-se no roteiro do Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater 21th Edition (APHA, 2005) e 22th Edition (APHA, 2012). A medição da temperatura foi realizada no campo, com termômetro de mercúrio.

Com base nos resultados das análises, os valores de cada parâmetro foi confrontado com o que os padrões de qualidade para rios de classe 2 da resolução Conama n° 357 (BRASIL, 2005). Em relação ao IQA, este foi obtido através de planilha na plataforma Excel, disponibilizada pela Editora da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a Portaria n° 020 da Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA) de 12 de maio de 1992, o Rio Ligeiro foi enquadrado como de águas doce classe 2. Com base neste enquadramento, os resultados de cada parâmetro serão comparados com os padrões e condições de qualidade perante a resolução Conama 357 (BRASIL, 2005). A Tabela 3 apresenta os resultados das análises e o IQA calculado para cada ponto com sua respectiva classificação.

Tabela 3 – Resultado das análises e do IQA

Parâmetro	Unidade	PC-01	PC-02	PC-03	PC-04	PC-05	PC-06
Temperatura	°C	21	24	25	25	26	19
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	5,64	26,20	24,41	23,03	16,00	12,26
Turbidez	uT	0,72	2,15	2,17	3,70	5,72	5,44
pH	-	6,38	7,28	7,29	7,28	7,36	7,32
Oxigênio dissolvido (OD)	mg L ⁻¹	7,0	7,1	7,1	5,8	8,2	9,0
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg L ⁻¹	8,398	5,999	4,799	3,601	6,400	7,800
Nitrogênio total	mg L ⁻¹	1,094	1,094	1,641	0,547	0,547	1,094
Fósforo total	mg L ⁻¹	0,02	0,07	0,05	0,08	0,08	0,05
Coliformes totais (CT)	NMP 100 ⁻¹ ml ⁻¹	ausente	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
<i>Escherichia coli</i> (EC)	NMP 100 ⁻¹ ml ⁻¹	ausente	6,9	5,1	5,1	6,9	5,1
Valor do IQA calculado	-	89	87	84	83	86	87
Classificação	-	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima

A variável temperatura nos PC apresentou pequena variação, sendo 19 °C (PC-06) a 26 °C (PC-05). A resolução Conama 357 (BRASIL, 2005) não estabelece valores mínimos e máximos

para esta variável. Contudo, os valores encontrados estão de acordo com as condições climáticas da região, sendo que essa variação pode estar relacionada com variação horária no dia da coleta.

A concentração de sólidos totais no PC-01 apresentou valor de $5,64 \text{ mg L}^{-1}$, no PC-02, PC-03 e PC-04 os valores situaram-se em torno de 24 mg L^{-1} . Após o PC-04 os valores apresentaram uma pequena redução atingindo 16 mg L^{-1} (PC-05) e $12,26 \text{ mg L}^{-1}$ (PC-06). A resolução Conama 357 (BRASIL, 2005) não apresenta padrões de qualidade para sólidos totais, no entanto, considerando como indicador o parâmetro de sólidos dissolvidos totais, o qual a legislação determina o limite de 500 mg L^{-1} , verifica-se que em todos os pontos atendem a esta condição.

Em relação à turbidez, o menor valor encontrado foi de $0,72 \text{ uT}$ (PC-01). No PC-02 e PC-03 os valores foram ligeiramente constante, $2,15 \text{ uT}$ e $2,17 \text{ uT}$, respectivamente. Enquanto, que nos demais pontos os valores apresentaram elevaram-se, chegando a $5,44 \text{ uT}$ no PC-06. Do PC-03 ao PC-04 verificou-se que houve o aumento de $2,17 \text{ uT}$ para $3,70 \text{ uT}$. Esse resultado pode estar associado ao uso do solo, pois após o PC-03 o uso tem como predominância atividades agrícolas, e de acordo com Souza e Gastaldini (2014) esse tipo de uso apresenta elevado potencial de erosão, que está relacionado com variações na turbidez. Ao confrontar os resultados de turbidez com os padrões de qualidade verifica-se que estes foram inferiores ao recomendado pela legislação.

De acordo com Libânio (2010) as águas naturais superficiais apresentam valores de pH na faixa entre 6,0 a 8,5 para a preservação da vida aquática. Enquanto, que a resolução Conama 357 apresenta que o pH pode variar entre 6,0 e 9,0 (BRASIL, 2005). Em todos os pontos amostrados, o pH apresentou valores próximos da neutralidade, sendo que no PC-01, nascente, o pH apresentou o menor valor, pH de 6,38. Para os demais pontos, o valor mínimo foi de 7,28 (PC-02) e máximo de 7,36 (PC-05). Essa pequena variação no pH, revela que o corpo hídrico tem boas condições de tamponamento. Portanto, o pH encontra-se dentro da faixa estabelecida, tanto para as condições naturais quanto a legislação ambiental vigente.

A concentração de OD permaneceu constante do PC-01 ao PC-03, em torno de $7,0 \text{ mg L}^{-1}$. Notou-se que no PC-04 ocorreu depleção no OD chegando a $5,8 \text{ mg L}^{-1}$. A redução da concentração deste parâmetro pode estar relacionada com lançamentos de efluentes da ETE e/ou industrial. Contudo, nos PCs a jusante, verificou-se que a concentração desse parâmetro eleva-se atingindo valores superiores a saturação, o que indica que o corpo hídrico apresenta capacidade de recuperação de OD. De acordo com Pizato (2011) a baixa profundidade e corredeiras do Rio Ligeiro na área urbana faz com que ocorra a turbulência das águas e conseqüentemente a reaeração natural. Segundo Jabur (2010), outro fator que contribui para a reaeração natural, desse curso de é a elevada declividade. Analisando os valores de OD, verifica-se que em todos os PC os valores atenderam a concentração mínima exigida para corpos hídricos de classe 2, $5,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Em relação à DBO, a maior concentração encontrada foi de $8,40 \text{ mg L}^{-1}$ no PC-01 (nascente) decrescendo até o PC-04, no qual atinge a menor concentração, $3,60 \text{ mg L}^{-1}$. Nos PC-05 e PC-06 os valores encontrados foram de $6,40 \text{ mg L}^{-1}$ e $7,80 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. O resultado elevado do PC-01 pode estar relacionado com o uso de solo do entorno, atividades agrícolas a ausência de vegetação. Ao confrontar os resultados das análises de DBO com a legislação vigente verifica-se que somente nos PC-03 e PC-04 atendem a padrões de qualidade, máximo de $5,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Analisando os valores de OD e DBO pode inferir que após o PC-03 ocorreu à diluição dos efluentes lançados, pois no PC-04 a DBO e o OD atingem a menor concentração. Após o PC-04, os resultados indicam que ocorre novamente a introdução de matéria orgânica no Rio Ligeiro, seja através de fontes pontuais, difusas ou até mesmo de seus afluentes, dado que os valores de DBO elevam-se até atingir valores de $7,8 \text{ mg L}^{-1}$ (PC-06).

Os valores de nitrogênio total nos pontos PC-01, PC-02 e PC-06 foram igual a $1,094 \text{ mg L}^{-1}$, enquanto que no PC-04 e PC-05 foram de $0,54 \text{ mg L}^{-1}$ e no PC-03 foi de $1,64 \text{ mg L}^{-1}$. Com base nesses valores infere-se que a montante do PC-03, área urbana, pode estar ocorrendo o lançamento de despejos domésticos, devido à elevação da concentração desse parâmetro. Na avaliação realizada por Heinz (2015), neste mesmo curso de água, os valores para esse parâmetro foram semelhantes. Ao analisar os valores de OD, DBO e nitrogênio total verifica-se que as concentrações reduzem-se o que indica que ocorre a diluição desses parâmetros. A resolução Conama 357 (BRASIL, 2005) não estabelece limites para nitrogênio total.

O fósforo total apresentou a menor concentração no PC-01 ($0,02 \text{ mg L}^{-1}$), nos demais pontos os valores médios situaram-se em torno de $0,06 \text{ mg L}^{-1}$. Portanto, com base nesses valores ao longo do trecho verifica-se que o uso urbano apresenta interferência na qualidade da água perante a este parâmetro. Souza e Gastaldini (2014) na avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Vicacai-Mirim, Rio Grande do Sul, diagnosticaram que o uso urbano foi o agente principal na alteração da concentração de fosfato. Todos os PC atenderam ao limite determinado na legislação para ambientes lóticos e ambientes intermediários.

No PC-01 houve a ausência de coliformes termotolerantes e *E. coli*, enquanto que nos demais pontos de coletas os resultados foram constantes, $6,9 \text{ NMP } 100^{-1} \text{ mL}^{-1}$. Em relação a *E. coli* os valores encontrado no PC-02 e PC-05 foram de $6,9 \text{ NMP } 100^{-1} \text{ mL}^{-1}$ e nos PC-03, PC-04 e PC-06 foram de $5,1 \text{ NMP } 100^{-1} \text{ mL}^{-1}$. O resultado para PC-01 indica que este ponto não recebe efluentes de origem humana e animal. Dessa forma, infere-se que os valores elevados de DBO, $8,39 \text{ mg L}^{-1}$, pode estar associados as condições de degradação de matéria orgânica de origem natural.

O IQA calculado para os seis pontos de coleta apresentaram variação entre 83 (PC-04) a 89 (PC-01), classificando-os na categoria “Ótima”, Tabela 3. Contudo, ao analisar os parâmetros individuais e confronta-los com os padrões de qualidade da legislação vigente, verifica-se que alguns estão em desacordo, o que implica que pode estar ocorrendo o lançamento de efluentes em desacordo com a legislação ambiental comprometendo, assim, o ecossistema aquático.

Analisando em cada ponto de coleta qual dos parâmetros contribui com menor nota de significância no IQA, aplicou-se a porcentagem dos pontos recebidos do parâmetro i elevado a seu respectivo peso máximo possível. A partir disso, verificou-se que no PC-01 porcentagem de q_i^w para o pH foi a que apresentou menor valor em relação ao demais. Já para o PC-02, PC-05 e PC-06 foi a EC, enquanto que para o PC-03 e PC-04 foi para o parâmetro DBO.

CONCLUSÃO

O IQA para todos os pontos apresentou classificação ótima, no entanto, verificou-se in loco ações antrópicas que contribui para degradação do curso de água. Além disso, ao analisar os parâmetros individuais, DBO e OD, verifica que em alguns trechos os valores não atendem a resolução vigente para o qual o curso de água encontra-se enquadrado, sendo que os resultados de DBO indicam que ocorre a introdução de matéria orgânica no Rio Ligeiro, comprovado pela variação de fósforo total, CT e EC. Embora, em alguns trechos apresentam valores dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

A avaliação da qualidade por meio do IQA tem uma visão geral das condições ambientais do curso de água demonstrando, neste estudo, que juntamente com este índice devem ser utilizados métodos que avalie os parâmetros individuais.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo, e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UTFPR.

REFERÊNCIAS

BRAGA, B. et al. (2005). *Introdução à Engenharia Ambiental*. 2. ed. Pearson Prentice Hall São Paulo-SP, 336 p.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, n. 53, 18/03/2005, p. 58-63.

HEINZ, O. L. et al. (2016). Avaliação do índice de qualidade da água na microbacia do rio Ligeiro - Pato Branco sob a ocupação urbana. In: Simpósio de Tecnologia em Química e XIV Semana Acadêmica de Química, 3., 2016, Pato Branco, Set. 2016, 1.

JABUR, A. S. *Alterações hidrológicas decorrentes de mudança do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do alto do rio Ligeiro, Pato Branco - PR*. 176 p. Tese – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LIBÂNIO, M. (2010). *Fundamentos de Qualidade e Tratamento da Água*. 3. ed. Editora Átomo Campinas-SP, 496 p.

LIMA, C.R.N.; ZEILHOFER, P.; DORES, E.; CRUZ, I. F. (2015). Variabilidade espacial da qualidade de água em escala de bacias – Rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 20(1), pp. 169-178.

PATO BRANCO. *Informações gerais*. Disponível em: <<http://www.patobranco.pr.gov.br/o-municipio/informacoes-gerais/>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

PIZATO, E. *Avaliação da qualidade da água do rio Ligeiro por meio de análises físico-químicas e microbiológicas*. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

SOUZA, M.M; GASTALDINI, M. C. C. (2014). Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. *Engenharia Ambiental e Sanitária* 19(3), pp 263-274.

SPERLING, M. (2014). *Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios*. 2. ed. UFMG Belo Horizonte – MG, 592 p.

UFMG. *Planilhas de cálculo*. Disponível em: <<http://www.editoraufmg.com.br/pages/obra/514/estudos-e-modelagem-da-qualidade-da-agua-de-rios>>. Acesso em: 10 ago. 2016.