



## **Relevancia do impacto urbano e agrícola gerado sobre qualidade da água na bacia do Rio do Campo: Influência dos fatores físicos, químicos e microbiológicos,.**

**Paulo Sérgio Silva<sup>1</sup>, Caio Franco de Araujo Almeida Campos<sup>1</sup>, Gilsemara dos Santos Cagni<sup>1</sup>, Maria de los Angeles Perez Lizama<sup>1,2</sup>, José Eduardo Gonçalves<sup>1,2\*</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas - Centro Universitário de Maringá - Unicesumar

<sup>2</sup>Instituto Cesumar de Ciências, Tecnologia e Inovação – ICETI

\*jose.goncalves@unicesumar.edu.br

### **Resumo**

A cidade de Campo Mourão-PR é abastecida principalmente pelo Rio do Campo, um rio margeado pela agricultura de culturas anuais cujo área atinge cerca de 170 km<sup>2</sup>. Este estudo se baseia em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para analisar a qualidade da água ao longo de seis pontos do rio do Campo. Os três primeiros estão a montante da captação e perímetro urbano, o quarto ponto em perímetro urbano e os últimos localizados a jusante na área rural agricultáveis. Os resultados apresentaram um IQA de 41 e o IET(PT) em 77,3 e 57,9, classificando a água bruta do Rio do Campo como ruim e com grau de trofia como mesotrófico. Para possibilitar melhoria significativa na conservação hídrica do rio, um monitoramento mais assíduo da água e das atividades realizadas no entorno do mesmo é indispensável.

Palavras-chave: Conservação hídrica, Qualidade de água, indicador ambiental.

Área Temática: Recursos Hídricos.

### **Abstract**

*The city of Campo Mourão – PR is mainly supplied by Rio do Campos, a river bordered by agriculture of annual crops whose are reaches about 170 km<sup>2</sup>. This research is based on physical, chemical and microbiological parameters to analyze the water quality along six points of the Rio do Campo. The first three are upstream of the catchment and urban perimeter, the fourth in the urban perimeter and the latter located downstream in the rural agricultural area. WQI evaluated in 41 and the TS evaluated in 77.3 and 57.9, classifying the gross water of the Rio do Campos as bad and with trophic degree as mesotrophic, respectively. IN order to allow a significant improvement in the water conservation of the river, a more frequent monitoring of water and of the activities carried out around it is indispensable.*

*Key words: Water conservation, Water quality, environmental indicator.*

*Theme Area: Water Resources.*



## 1 Introdução

Desde os tempos antigos a água é o recurso natural que viabiliza a manutenção da vida dos seres humanos, principalmente devido a necessidade do aumento na produção de alimentos (STEFFENS et al., 2015).

O desenvolvimento de atividades agrícolas ao redor de bacias hidrográficas é um dos fatores agravantes que comprometem a qualidade da água para consumo. Fora este, o tipo de solo e clima também são pontos a destacar. (SILVA e GASPARETTO, 2016). Segundo Ardila e Saldarriaga (2013), a fragilidade dos recursos naturais é demonstrada mediante influencia gerada na qualidade da água por acúmulo de resíduos nos corpos hídricos. Estes fatores enaltecem a importância qualitativa e quantitativa da água.

Sendo assim, a utilização de ferramentas e parâmetros que promovem um monitoramento ao longo dos corpos hídricos é indispensável. Os parâmetros normais de qualidade de água são indicados pela resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005) que considera como doce a de salinidade menor que 0,05%, salobra que possua salinidade entre 0,05% e 3% e salina as acima de 3% de salinidade. A resolução também prevê uma divisão por classes de água doce: classe I, após desinfecção é destinada a consumo humano; classe II destinada apenas após tratamento convencional; classe III são potáveis depois de um tratamento avançado e, por fim, classe IV não destinada ao consumo humano.

Diversas outras ferramentas possibilitam o estudo do impacto gerado pelo uso abusivo de recursos naturais. O monitoramento da comunidade fitoplanctônica é um exemplo devido ao crescimento da comunidade estar atrelado a quantidade de clorofila e quantidade de fosforo total encontrada na água, demonstrando eutrofização do meio (MAMUN, 2017).

Pesquisas atuais (BEZARRA et al., 2013) demonstram que todos elementos contidos nos recursos hídricos devem ser monitorados e considerados para uma análise qualitativa. Na pesquisa de Silva e Gasparetto (2016), onde a presença em excesso de *Escherichia coli* e ferro foi observada em tempos de alto índice de chuva, os resultados, dados em virtude do carregamento de solo para corpo hídrico, provaram aumento de uma série de fatores como: sólidos suspensos, turbidez, fosforo, ferro, manganês, cobre e chumbo.

Gerenciamento, uso, conservação e preservação são fatores relevantes quando estudamos a vulnerabilidade da água mediante atividades antrópicas (SANTI et al., 2012). Os resíduos armazenados nas bacias hidrográficas também merecem monitoramento adequado dadas consequências prejudiciais encontradas na bacia do rio Pará (MEDEIROS, 2017).

A exploração agrícola de culturas como soja, milho e trigo são praticas comuns nos entornos do Rio do Campo (Campo Mourão – PR), sendo que, além da principal fonte de abastecimento ser a água, o uso exacerbado de defensivos agrícolas, carregados até os rios por lixiviação, poluem os corpos hídricos (SILVA e GASPARETTO, 2016; HOU et al., 2017).

Dada necessidade eminente de monitoramento dos Rios e, tão pouco, da utilização antrópica de seus entornos, este trabalho visa analisar a índice de qualidade da água da Bacia do Rio do Campo, por parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. O fato desta bacia ser margeada por área urbana e por agricultura (dois fatores de alto risco de contaminação), tornam este estudo relevante e, de possível utilização para monitoramentos futuros em outros afluentes.

## 2 MATERIAS E MÉTODOS

### Localização Geográfica da Área de Pesquisa e Determinação dos Pontos de Coleta das amostras

A área de estudo pertence ao manancial de abastecimento do município de Campo Mourão – PR, denominado Rio do Campo. Toda extensão da área de captação esta localizada no perímetro do município onde, parte de sua carga hídrica, é utilizada no abastecimento



publico.

O Sistema Geodésico Brasileiro - IBGE (BRASIL<sub>c</sub>, 2017) identifica a bacia do Rio do Campos nas coordenadas 24°6'27.10"S; 52°27'19.91"O, para montante, localizada a SUDOESTE do perímetro urbano de Campo Mourão, próximo da nascente do rio e 23°59'22.82"S; 52°20'2.77"O, para jusante, localizada a NORDESTE do perímetro urbano de Campo Mourão.

O Sistema Global de Posicionamento e de Navegação por Satélite (Global Navigation Satellite System – GNSS) junto ao equipamento de modelo Leica Viva GNSS Receptor GS15, foram utilizados na determinação dos pontos de coleta de amostra e verificação das coordenadas, respectivamente.

### Coleta das amostras de água

As amostras foram todas coletadas entre 06 de março de 2016 e 03 de maio de 2017, em frascos de polipropileno estéreis, a uma profundidade de 20 cm da superfície e preservadas em gelo, até armazenamento em freezer para preservação. As coletas foram realizadas em período tanto anterior quanto posterior a aplicação de defensivos agrícolas e seguiram todos os procedimentos exigidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (BRASIL, 1987).

A Tabela 1 mostra as coordenadas geográficas dos pontos de coleta na bacia do Rio do Campo.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas dos pontos de coleta das amostras de água na bacia do Rio do Campo, PR.

Pontos	Latitude	Longitude
01	24° 6'27.10"S	52°27'19.91"O
02	24° 4'55.10"S	52°26'31.83"O
03	24° 4'3.02"S	52°25'26.90"O
04	24° 2'52.10"S	52°21'39.32"O
05	24° 1'52.38"S	52°20'51.34"O
06	23°59'22.82"S	52°20'02.77"O

Fonte: Autor

Nos pontos 01, 02 e 03, pertencentes a região a montante, 74% da área é de ocupação agrícola (soja, milho e trigo, principalmente), 18% é ocupado pela vegetação, 7% área urbana e a área ocupada por pastagens é de menos de 0,5% (SILVA E GASPARETTO, 2016).

Os pontos 04 e 05 são localizados nas margens do perímetro urbano da cidade de Campos mourão, enquanto o ponto 06 é localizado margeando uma estação de tratamento de esgoto da cidade, na vazante da bacia do Rio do Campo.

### Caracterização física, química e microbiológica das amostras de água

O equipamento multiparâmetros de qualidade de água modelo Horiba U-50 foi utilizado para obter características como: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, porcentagem de salinidade, sólidos totais dissolvidos, turbidez e condutividade.

Para determinação de concentrações de fósforo e nitrogênio totais, coliformes totais e demanda bioquímica de oxigênio, fecais e termotolerantes foi seguida a metodologia descrita em APHA (2012).

## 3 Resultados e discussão

### Identificação do Município

Possuindo uma extensão territorial de cerca de 487.730 km<sup>2</sup> e uma estimativa populacional de 93.547 mil habitantes (2016), o município de Campo Mourão esta localizado



sob as coordenadas – Latitude 24° 2'37.21"S e Longitude 52°22'41.19"O, situado ao Centro-Ocidental do Estado do Paraná, região sul do Brasil. Segundo Alvares e colaboradores (2014), possui um clima subtropical úmido mesotérmico classificado como Cfa, sem estação de seca definida. Os solos são caracterizados como Latossolo vermelho, Argissolo Vermelho com textura média e o Nitossolo Vermelho, ocupando 84%, 13,6% e 2,3%, respectivamente (SILVA e GASPARETTO, 2016),

### Análise da Qualidade da Água

Os resultados físico – químicos foram obtidos por análises multiparâmetro, que se refere a qualidade da água em todos os seis pontos de coleta ao longo da bacia Rio do Campo e são apresentados na Tabela 2. A análise multiparâmetro também foi utilizada para temperatura (T °C), potencial hidrogeniônico (pH), potencial de óxido-redução (POR), condutividade ( $\Omega$ ), oxigênio dissolvido (OD), concentração de oxigênio (%OD), sólidos Totais (STD) e turbidez.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas na bacia do Rio do Campo.

Data	Ponto de coleta	T °C	pH	POR	Condutividade $\Omega$ (mS/cm)	Turbidez UNT	OD mg/L	% OD	STD mg/L
06/032016	P1	15,00	7,30	233,00	0,01	57,20	10,78	108,30	9,00
	P2	15,00	7,50	252,00	0,01	76,80	9,53	96,70	9,00
	P3	14,39	7,30	269,00	0,07	70,40	10,26	102,70	4,00
	P4	14,14	7,00	256,00	0,03	46,20	8,35	83,70	17,00
	P5	15,00	7,50	229,00	0,03	48,00	7,77	78,50	17,00
	P6	14,00	7,50	159,00	0,02	90,00	8,32	88,80	10,00
28/042016	P1	16,00	6,08	321,00	0,03	83,70	11,05	127,60	20,00
	P2	16,00	7,00	293,00	0,01	88,40	9,64	112,90	5,00
	P3	17,00	7,40	229,00	0,03	54,80	10,61	114,40	18,00
	P4	15,00	6,36	210,00	0,03	27,00	5,96	61,80	18,00
	P5	16,00	7,04	184,00	0,02	138,00	12,09	129,50	11,00
	P6	16,50	7,00	170,00	0,02	130,00	12,00	120,00	11,00
09/062016	P1	15,00	7,30	246,00	0,01	36,20	8,44	100,20	7,00
	P2	16,00	7,50	245,00	0,02	64,60	8,37	99,50	11,00
	P3	16,00	7,18	214,00	0,02	31,50	7,74	91,70	9,00
	P4	14,14	7,46	342,00	0,01	60,80	7,46	88,70	8,80
	P5	14,00	7,10	328,00	0,02	31,50	7,23	86,00	12,00
	P6	15,00	7,50	322,00	0,02	32,00	18,20	95,00	14,00
19/062016	P1	18,50	7,70	277,00	0,04	122,00	4,25	51,70	28,00
	P2	18,50	7,50	160,00	0,07	111,00	2,37	289,00	46,00
	P3	17,10	7,50	272,00	0,02	63,10	16,35	201,40	13,00
	P4	18,00	7,60	291,00	0,04	64,20	11,94	146,30	24,00
	P5	18,10	7,50	289,00	0,01	135,00	15,11	186,40	9,00
	P6	18,10	7,50	347,00	0,02	22,70	18,20	224,30	14,00
03/052017	P1	20,54	8,31	103,33	0,12	25,20	9,84	113,17	19,00
	P2	19,61	7,45	154,33	0,08	29,70	9,58	107,50	20,00
	P3	19,64	7,19	171,75	0,03	22,70	9,31	104,55	20,00
	P4	20,45	7,29	199,00	0,03	33,78	9,25	105,33	20,00
	P5	20,57	7,17	182,75	0,02	31,25	8,91	101,78	20,00
	P6	20,96	7,29	186,00	0,09	36,43	9,46	109,05	10,00

Fonte: Autor, parâmetros da Resolução CONAMA 357 (BRASIL<sub>b</sub>, 2005) e CETESB (2007).



A temperatura da água, devido ao clima local classificado como subtropical úmido mesotérmico, está dentro do esperado para a região e para as datas de coleta assim como a variação da temperatura ao longo das datas. O pH e a concentração de oxigênio também apresentaram valores dentro do exigido pela legislação, sendo faixa ideal de pH, de acordo com a resolução da CONAMA 357/2005, entre 6,0 e 9,5. A concentração de oxigênio, apesar da grande variação nas diferentes leituras, ficou dentro dos parâmetros vigentes (BRASIL, 2005).

Segundo Carvalho e colaboradores (2015), em estudo realizado na bacia do Rio do Campo, o fato de o mês de março possuir um maior volume de chuva gera um transporte mais elevado de material particulado das terras agricultáveis do entorno para o corpo hídrico. Assim como observado neste estudo, os pontos 5 e 6 (28/04/2016) e nos pontos 1, 2 e 5 (19/06/2016) apresentaram um possível carregamento de matéria orgânica no corpo hídrico, ocasionando o aumento da turbidez da água.

Não existem valores de referência para a condutividade elétrica, na resolução do CONAMA 357/2005 (BRASIL<sup>b</sup>, 2005), porém a CETESB (2007) cita que valores acima de 0,100 mS/cm podem indicar a entrada de poluentes. Dos pontos de coleta, apenas o ponto P01 no dia 03/05/2017, apresentou resultado superior, o que pode ser devido ao aporte de algum tipo de resíduo alóctone do manejo de solo do entorno.

Os pontos 03 e 06 são estratégicos indicadores para o índice de qualidade da água devido ao primeiro estar localizado próximo a captação de abastecimento público e o segundo próximo ao despejo de cargas de efluente de origens diversos. Dessa forma, ambos os pontos devem seguir rigorosamente os parâmetros com base na resolução da CONAMA 357/2005 e os parâmetros de lançamento de efluente em corpos de água, respectivamente.

A Tabela 03 apresenta os resultados dos pontos 03 e 06 com relação a coliformes termotolerantes, DBO, nitrogênio, fósforo totais e cálculo de IQA.

Tabela 3 – Coliformes Termotolerantes, DBO, Nitrogênio e Fósforo Totais e IQA nas amostras coletadas no dia 03 de maio de 2017 para os pontos 03 e 06 na bacia do Rio do Campo.

Parâmetros- Resolução do Conama 357	Ponto-03	Ponto-06
Coliformes termotolerantes não exceder um limite de 1.000 coliformes por 100 mL	Sim	Sim
DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O <sub>2</sub>	2,00	22,4
Nitrogênio Total 3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5	4,25	4,25
Fósforo Total Lótico 0,1 mg/L	4,25	0,10
Potencial hidrogeniônico-pH	7,19	7,29
Temperatura	19,64	20,96
Oxigênio dissolvido	9,31	9,46
Turbidez	22,70	36,43
Resíduo total	20,00	10,00
<b>IQA</b>	<b>40</b>	<b>41</b>
<b>IET(PT)</b>	<b>77,3</b>	<b>57,9</b>

IQA = Índice de Qualidade de Água Bruta

IET(PT) – Índice do Estado Trófico para Fósforo total

Fonte: Autor adaptado (CONAMA, 2005; BRASIL<sup>d</sup>, 2016)



As áreas agrícolas existentes na bacia do Rio do Campo influenciam diretamente o ponto 03, apresentando uma elevada quantidade de nitrogênio e fósforo, muito superior ao permitido pela resolução CONAMA 357 de 2005. Estes aumentos podem estar atrelados a aplicação de fertilizantes nitrogenados e fosfatados ao solo, o que faz com que tantas partículas orgânicas e elementos químicos sejam levados ao leito do rio. Segundo Lopes e colaboradores (2007), atividades antrópicas realizadas nos solos das bacias hidrográficas, sem práticas de manejo, geram impactos negativos sobre a qualidade da água.

O ponto 06 está localizado a jusante da estação de tratamento de esgoto da cidade Campo Mourão – PR, sendo assim a elevada taxa de DBO, nitrogênio e coliformes termotolerantes devem estar atribuídas a presença do esgoto doméstico na água. A ineficiência no sistema de tratamento do município também é um fator relevante para os dados obtidos.

Segundo a classificação da ANA para água brutas no estado do Paraná (BRASIL, 2016), o IQA encontrado ao longo dos pontos 03 e 06 é de **41**, o que classifica a água bruta do Rio do Campo como ruim. O IQA é um dado de suma importância para a classificação do Rio do Campo pois ele aponta o nível de tratamento correto que deve ser realizado pela empresa de tratamento de água assim como, para classificar adequadamente a bacia e não atribuir mais classe nível 2 por falta de dados sobre a água bruta.

O excesso de nitrogênio e fósforo nos rios pode promover um processo de eutrofização que possibilita a proliferação de algas planctônicas e macrófitas resultando na morte dos peixes pela redução do oxigênio e também na contaminação dos rios devido as substâncias tóxicas liberadas por essas algas. A elevada concentração de nutrientes também está atrelada ao crescimento excessivo de algas e ao índice de estado trófico IET (WANG & WANG, 2009; HOU et al., 2016).

Segundo Andrietti e colaboradores (2016), o IET tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, os resultados correspondentes ao fósforo, IET (PT), devem ser analisados como uma medida de potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como agente causador do processo. Para a clorofila, IET (CL), deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico causador, indicando de forma correta o nível de crescimento de algas.

A Tabela 3 nos permite determinar o IET (PT) de 77,3 para o ponto 03 e de 57,9 para o ponto 06. Esses valores sugerem corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, classificando o IET como mesotrófico (BRASIL, 2016; CETESB, 2007; LAMPARELLI, 2004).

#### **4 Conclusões**

A bacia do Rio do Campo é um manancial de captação para abastecimento público, sendo assim, as consequências de explorações agrícolas em seu entorno são preocupantes em relação a qualidade da água disponível para o município. O monitoramento da bacia e de seus entornos deveria ser realizada de uma maneira mais abrangente desde as nascentes que produzem água até o ponto de captação.

A preservação da bacia é de suma importância tanto ambiental quanto social, o poder público pode incentivar a população a ajudar na recuperação dos entornos por florestas nativas e com um sistema de monitoramento mais eficiente para que após uma possível recuperação, os gastos destinados a essa área sejam menores.

Neste estudo foram realizadas análises físico-químicas onde a água bruta do Rio do Campo foi classificada como ruim (IQA de **41**) e, aliado a parâmetros como DBO, nitrogênio e fósforo totais e coliformes foi possível classificar o IET(PT) entre 77,3 e 57,9 indicando mesotrófico.





## Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G. do; ALMEIDA, F. T. de; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Rev. Ambient. Água** vol. 11, n. 1, p. 162 – 175, 2016.
- APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0
- ARDILA, A. N.; SALDARRIAGA, J. C. Formulaci3n de un Índice Global de Calidad de Aguas Residuales para Riego. **Av. cien. ing.**: vol. 4, n. 3, p. 11 - 26, 2013.
- BRASIL<sub>a</sub>. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. **Informações sobre os municípios brasileiros**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/9P4>>. Acesso em: 24 de mai. 2016.
- BRASIL<sub>b</sub>. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Conselho nacional do meio ambiente CONAMA. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 30 de jun. 2016.
- BRASIL<sub>c</sub>. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. **Projeto Mudança do Referencial Geodésico - PMRG**; Última Atualização, 02 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrq/faq.shtm#11>>. Acesso em: 04 de mai. 2017.
- BRASIL<sub>d</sub>. Agência Nacional de Águas ANA. **Portal da Qualidade das Águas**; Última Atualização, 26 de outubro de 2016. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 29 de mar. 2017.
- BRASIL<sub>e</sub>. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9898 – **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro 1987. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf>>. Acesso em: 30 de mai. 2016.
- BRASIL<sub>f</sub>. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- CARVALHO, K. Q.; LIMA, S. B.; PASSING, F. H.; GUSMÃO, L. K.; SOUZA, D. C.; KREUTZ, C.; BELINI, A. D.; ARANTES, E. J. Influence of urban area on the water quality of the Campo River basin, Paraná State, Brazil. **Braz. J. Biol.**, 2015, vol. 75, n. 4, p. 96-106, 2015.
- HOU, Wei; SUN, Shaohua; WANG, Mingquan; LI, Xiang; ZHANG, Nuo; XIN, Xiaodong; SUN, Li; LI, Wei; JIA, Ruibao. Assessing water quality of five typical reservoirs in lower reaches of Yellow River, China: Using a water quality index method. **Ecological Indicators**, vol. 61, p. 309–316, 2016.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2007). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. **São Paulo: CETESB**, 2007. (Série Relatórios)
- LAMPARELLI, M.C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. **Dissertação para obtenção do título de doutor**. Universidade de São Paulo-USP. Instituto de Biociências, São Paulo, 2004.
- LOPES, F. W. A; DUTRA, G. C.; PEREIRA, J. A. A.; CARVALHO, L. M. T. Avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão de Carrancas-



- MG. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13.**, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 3421-3428, 2007.
- MAMUN, Md; AN, Kwang-Guk. Major nutrients and chlorophyll dynamics in Korean agricultural reservoirs along with an analysis of trophic state index deviation. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**, 2017
- MEDEIROS, A. C.; FAIAL, K. R. F.; FAIAL, K. C. F.; LOPES, I. D. S.; LIMA, M. O.; GUIMARÃES, R. M.; MENDONÇA, N. M. Quality index of the surface water of Amazonian rivers in industrial areas in Pará, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 123, n. 1-2, p. 156-164, 2017.
- PARANÁ. **Instituto de Terras, Cartografia e Geociências ITCG**. Disponível em <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=105>> Acesso em: 16 de jul. 2016.
- SANTI, G. M.; FURTADO, C. de M.; MENEZES, R. S. de; KEPPELER, E. C. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. **Ecologia Aplicada**, v. 11, n. 1, p. 23 – 31, 2012.
- SILVA, V. B. da; GASPARETTO, N. V. L. Qualidade da água na sub-bacia do rio do Campo - Campo Mourão-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.09, n.02, p. 585-600, 2016.
- WANG, H. & WANG, H. Mitigation of lake eutrophication: Loosen nitrogen control and focus on phosphorus abatement. **Progress in Natural Science**, v. 19, p. 1445-1451, 2009.