

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS NO RIO FORMIGA

*Shaiana Jaciara Silva¹; *Daniel Brasil Ferreira Pinto²; Luis Henrique Silva Soares³; Luiz Henrique Siqueira Resende⁴ Lídia Gaudêncio Ribeiro Silva⁵; Milena Avelar Dornelas⁶*

Resumo – A qualidade da água é caracterizada por diversos parâmetros, sendo eles, indicadores físico-químicos e biológicos. Atualmente no Brasil, o IQA é o principal índice de qualidade da água utilizado no país, sendo que em Minas Gerais adota-se o IQA proposto pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). No presente trabalho estudou-se o comportamento da qualidade da água do Rio Formiga, localizado no centro oeste de Minas Gerais, através do cálculo do IQA. Os pontos de amostragem (P-01, P-02, P-03 e P-04) estão situados a montante, dentro, dentro e a jusante do perímetro urbano respectivamente. No geral, foram encontrados, valores baixos de IQA. Apenas o Ponto P-01, em uma de suas amostragens, apresentou um IQA de 73,02, obtendo uma média de 66,76, classificando este ponto de amostragem como nível médio. Os demais pontos de amostragem apresentaram valores de IQA inferiores a 50, classificando o Rio Formiga como nível ruim. Um fator determinante para este resultado foi os altos índices de DBO e coliformes fecais. Assim sendo, conclui-se que o IQA é uma boa ferramenta de suporte à gestão dos recursos hídricos e que a descarga de efluentes no Rio Formiga afeta diretamente a qualidade da água.

Palavras-Chave – Índice de qualidade da água. Fontes de poluição. Recursos hídricos.

SURFACE WATER RESOURCES QUALITY AT FORMIGA RIVER

Abstract – Water quality is characterized by several parameters, indicators of parameter physicochemical and biological. Currently in Brazil, the WQI is the main water quality index used in the country, and in Minas Gerais is adopted Water Quality Index (WQI) proposed by the Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). In the present work, was studied the behavior of the water quality of the Formiga River, located in the center west of Minas Gerais State, by calculating the WQI. Sampling points (P-01, P-02, P-03 and P-04) are located upstream, within, and downstream within the urban perimeter respectively. Overall, was found, low values of WQI. Just Point P-01, in one of his samples, presented an WQI of 73.02, giving an average of 66.76, ranking as this sampling point average. The other sampling showed WQI values below 50, classifying the Frmiga River as bad level. A key factor for this result was the high levels of BOD and fecal coliform. Therefore, it is concluded that the WQA is a good tool to support the management of water resources and the discharge of effluents into the Formiga River directly affects water quality.

Keywords – Water Quality Index, Sources of Pollution, Water Resources

INTRODUÇÃO

¹ Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário Av. Dr. Arnaldo Sena, nº 328, B. Água Vermelha, Formiga-MG, CEP: 35.570-000, Fone: (37) 3329 1400, e-mail: shaianapta@gmail.com.

²* Doutor em Engenharia de Água e Solo. Professor Titular no Centro Universitário de Formiga, UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: danielbrasil@unifor.br

³ Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: luis.engamb@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: luiz_henrique_siqueira@hotmail.com

⁵ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: lidiagr@live.com

⁶ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: milena990@yahoo.com.br.

O processo de urbanização acarreta vários impactos ao meio ambiente. Assim, a interferência do homem na qualidade da água é hoje tão significativa, que ela pode ser definida pelo uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica. Isso se deve à relação das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica com o tipo de poluição gerada.

O termo qualidade da água não necessariamente se refere a um estado de pureza, e sim, às características físicas, químicas e biológicas, que, de acordo com essas, são estipuladas distintas atividades para a água. (PINTO, 2007). Pinto (2007) ainda afirma que a qualidade da água e a poluição estão comumente interligadas, uma vez que a água reflete os danos causados por causas naturais ou por atividades antrópicas. Assim, poluição da água refere-se à alteração de suas características por qualquer atividade antrópica ou eventos naturais, produzindo impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos. (BRAGA *et al.*, 2005).

As fontes de poluição irão depender necessariamente das atividades predominantes desenvolvidas na bacia hidrográfica. Assim, elas podem ser consideradas como fontes pontuais ou fontes difusas. As fontes pontuais são aquelas provenientes de efluentes urbano-industriais lançados nos corpos hídricos em um ponto específico da bacia hidrográfica, como o que ocorre no lançamento de esgotos domésticos ou de efluentes industriais em um corpo hídrico. (SOUSA *et al.*, 2002). Já as fontes difusas são provenientes de pontos de lançamentos não específicos, ocorrendo ao longo da margem dos rios, como por exemplo, as substâncias vindas de atividades de agricultura e pecuária, ou por não advirem de um ponto preciso de geração, como no caso de drenagem urbana. (BRAGA *et al.*, 2005; PINTO, 2007).

A qualidade da água é caracterizada por diversos parâmetros, sendo eles indicadores físico-químicos e biológicos. O conhecimento dos mesmos torna-se fundamental para a conservação e o manejo adequado dos recursos hídricos.

Assim sendo, o conhecimento dos parâmetros mais representativos de avaliação da qualidade das águas torna-se básico para orientar ações de conservação dos recursos hídricos, bem como para subsidiar o cálculo de indicadores de qualidade da água. Os indicadores da qualidade da água foram estabelecidos no ano de 1970 pela National Sanitation Foundation (NSF), nos Estados Unidos, por meio de pesquisas com vários especialistas da área ambiental para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água. (IGAM, 2005). A partir de 1975, ele começou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.

Com base nesse estudo supracitado, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM desenvolveu o Índice de Qualidade da Água (IQA) para o estado de Minas Gerais. O IQA proposto pelo IGAM incorpora nove parâmetros, considerados representativos para as condições brasileiras, principalmente para o estado de Minas Gerais: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, temperatura, turbidez, coliformes fecais, nitrato, fosfato total e sólidos totais. (IGAM, 2005).

Diante deste contexto, objetivou-se com este trabalho determinar o Índice de Qualidade da Água do Rio Formiga, no município de Formiga-MG, uma vez que é de grande importância uma visão integrada da qualidade da água, principalmente ao analisar e definir medidas de controle para a redução ou eliminação da poluição.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo abrange o município de Formiga, localizado no centro-oeste de Minas Gerais. O município conta com cerca de 65.128 habitantes, distribuídos em uma área aproximada de 1.502 km². (IBGE, 2010).

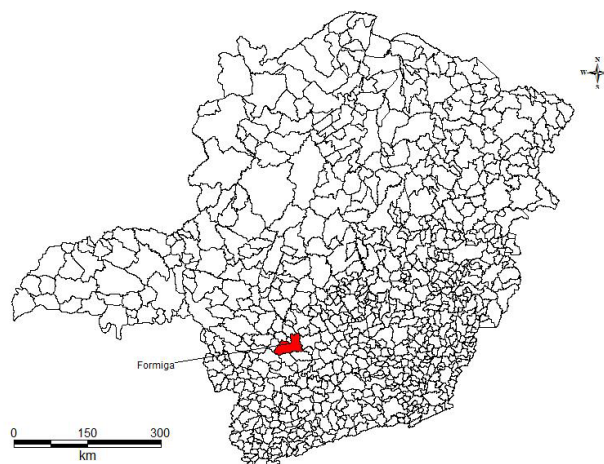


Figura 1 - Localização do município de Formiga em Minas Gerais.

O rio escolhido para estudo está inserido na bacia hidrográfica do rio Grande, e é relativo ao rio Formiga. Ele forma-se pela junção dos rios Padre Trindade e Barra Mansa, no município de Formiga-MG e dessa junção, ele percorre aproximadamente 30 km até desaguar no Lago da Hidrelétrica de Furnas (Rio Grande).

Foram estabelecidos quatro pontos de amostragens (P-01, P-02, P-03 e P-04), no qual estão relacionados na Tabela abaixo.

Tabela 1 - Pontos de amostragem e respectivas coordenadas

Pontos de amostragem	Coordenadas UTM		Elevação (m)	Rio	Local da amostragem em relação ao perímetro urbano
	DATUM SAD-69 / ZONA 23 K				
P-01	458235 m E	7741287 m N	862	Rio Barra Mansa	Montante
P-02	455118 m E	7736636 m N	843	Rio Mata Cavalo	Dentro
P-03	455029 m E	7736471 m N	842	Rio Formiga	Dentro
P-04	452963 m E	7734253 m N	811	Rio Formiga	Jusante

Nas localidades do Ponto P-01 são encontrados pequenos fragmentos de mata ciliar e predominância de pastagens, com criação de gado; neste ponto não há lançamento de efluentes. Nos pontos P-02 e P-03 encontra-se o centro urbano de Formiga, com lançamento direto de esgoto doméstico. Logo, no ponto P-04, há predominância também de pastagens, com criação de gado de corte.

Procedimento amostral

A metodologia aplicada foi baseada nas normas descritas no *Standard of Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition* (APHA, 1995, para garantir o acondicionamento e o armazenamento adequado, além do tempo máximo permitido entre a coleta e a análise, de maneira a não comprometer a integridade das amostras e consequentemente os resultados.

As amostragens foram realizadas mensalmente, no período matutino, de forma a descrever o comportamento do corpo hídrico ao longo do período amostral, totalizando 6 amostragens, no período de Maio de 2012 a Outubro de 2012.

Seleção dos parâmetros de qualidade da água e análise “in situ” e laboratoriais

Os parâmetros avaliados foram aqueles baseados no índice de qualidade da água, o qual requer nove parâmetros: temperatura e OD (analisados no campo), DBO, pH, turbidez, fosfatos e nitrogênio (analisados no Centro de Análises de Águas e Resíduos - CENAR do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR), coliformes fecais e sólidos totais (analisados no Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Formiga – MG).

Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)

O IQA adotado foi o proposto pelo IGAM (2005), sendo calculado com base nos nove parâmetros citados anteriormente. Para cada parâmetro foram traçadas pela National Sanitation Foundation, curvas médias da variação da qualidade da água, em função das suas respectivas concentrações.

A cada parâmetro foi atribuído também um peso, entre 0 e 1, de acordo com a sua importância da qualidade. (Tabela. 2).

Tabela 2 - Pesos dos parâmetros de qualidade aplicados no cálculo do IQA.

Parâmetros de qualidade da água	Peso (w_i)
Oxigênio dissolvido - OD (%OD)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,10
Fosfatos (mg/L PO ₄)	0,10
Variação na Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: IGAM, 2005.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros, pela seguinte fórmula:

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

Onde, IQA é o índice de qualidade da água, q_i é a qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade e w_i é o peso aplicado ao parâmetro.

Os valores do IQA variam de 0 a 100, conforme especificado na Tabela 2.

Tabela 3 - Nível de qualidade.

Nível de qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Fonte: IGAM, 2005.

Através das curvas médias de variação da qualidade e estudos correlatos, o IGAM ajustou regressões polinomiais para determinar as equações para o cálculo do índice de qualidade de cada parâmetro (q_s).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade do recurso hídrico

Nas Tabelas 4, 5, 6 e 7, apresentam-se os resultados de todos os parâmetros analisados para os pontos de amostragem P-01, P-02, P-03 e P-04.

Tabela 4 - Resultados das análises de qualidade da água no ponto P-01.

Datas de Amostragem	Parâmetros analisados								
	Temp.	Turbidez	S.T.	pH	OD	DBO	N	F	C.F.
	°C	UNT	mg/L	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 mL
11/05/12	20,00	13,90	66,70	6,88	8,85	6,30	0,18	< 0,10	170
11/06/12	20,00	15,90	68,00	7,25	8,50	7,20	0,14	< 0,10	900
09/07/12	16,80	16,20	95,00	7,20	10,70	6,30	0,20	< 0,10	710
13/08/12	19,00	16,10	62,50	7,26	7,50	5,40	0,13	< 0,10	710
11/09/12	22,70	15,40	57,50	6,94	8,75	16,40	0,25	< 0,10	170
16/10/12	26,00	11,83	50,00	7,70	8,80	16,20	0,18	< 0,10	1600

Tabela 5 - Resultados das análises de qualidade da água no ponto P-02.

Datas de Amostragem	Parâmetros analisados								
	Temp.	Turbidez	S.T.	pH	OD	DBO	N	F	C.F.
	°C	UNT	mg/L	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/l	NMP/100 mL
11/05/12	24,00	20,70	66,70	6,81	5,96	36,24	0,35	> 0,10	1.600.000
11/06/12	20,10	33,90	100,00	7,29	5,83	35,90	0,24	> 0,10	900.000
09/07/12	16,40	27,80	167,50	7,21	6,22	33,00	0,24	> 0,10	775.000
13/08/12	20,60	25,60	162,50	7,31	6,03	30,10	0,50	> 0,10	775.000
11/09/12	24,00	20,50	160,00	7,04	5,77	42,10	0,18	> 0,10	300.000
16/10/12	24,90	13,63	242,50	7,20	5,95	40,10	0,60	> 0,10	300.000

Tabela 6 - Resultados das análises de qualidade da água no ponto P-03.

Datas de Amostragem	Parâmetros analisados								
	Temp.	Turbidez	S.T.	pH	OD	DBO	N	F	C.F.
	°C	UNT	mg/L	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/l	NMP/100 mL
11/05/12	23,00	29,50	60,00	6,91	5,87	21,00	0,58	> 0,10	280.000
11/06/12	20,70	25,30	60,00	7,21	5,95	19,30	0,59	> 0,10	300.000
09/07/12	16,60	48,80	1.047,50	7,24	6,21	22,70	0,73	> 0,10	495.000
13/08/12	20,00	31,17	92,50	7,25	5,83	26,10	0,30	> 0,10	495.000
11/09/12	23,00	15,10	777,50	7,07	5,40	35,50	0,41	> 0,10	900.000
16/10/12	25,40	17,47	110,00	7,18	5,97	39,70	0,58	> 0,10	500.000

Tabela 7 - Resultados das análises de qualidade da água no ponto P-04.

Datas de Amostragem	Parâmetros analisados								
	Temp.	Turbidez	S.T.	pH	OD	DBO	N	F	C.F.
	°C	UNT	mg/L	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/l	NMP/100 mL
11/05/12	21,00	20,70	53,40	6,81	6,07	15,62	0,41	> 0,10	130.000
11/06/12	21,00	20,00	53,00	7,06	5,80	14,30	0,88	> 0,10	70.000
09/07/12	17,50	37,40	147,50	7,21	6,23	15,60	0,34	> 0,10	90.000
13/08/12	19,50	21,17	95,00	7,16	6,14	16,95	0,30	> 0,10	90.000
11/09/12	22,50	11,06	120,00	7,33	6,05	36,40	0,26	> 0,10	30.000
16/10/12	23,50	16,63	82,50	7,17	6,11	30,80	0,25	> 0,10	130.000

De acordo com os resultados acima, a temperatura no período de amostragem variou de 16,4°C a 26°C, sendo influenciada diretamente pela temperatura ambiente, onde se verifica valores amenos no outono/inverno e valores mais elevados na primavera/verão.

A turbidez e os sólidos totais (ST), mantiveram-se relacionados em alguns casos, principalmente no ponto P-01, ou seja, os maiores valores de sólidos corresponderam-se aos maiores valores de turbidez. De acordo com Botelho (1971) e Richter e Azevedo Netto (1991), a turbidez está relacionada com a matéria em suspensão na água, já a matéria dissolvida relaciona-se com a cor na água.

O pH manteve-se próximo da neutralidade, variando de 6,81 a 7,70 nas amostragens, enquadrando nas limitações de um curso d'água natural, ou seja, de 6 a 9.

O OD refere-se a concentração de oxigênio contido na água e a DBO refere-se a quantidade de oxigênio necessário para decompor a matéria orgânica presente na água. Assim, a DBO afeta diretamente o nível de oxigênio dissolvido na água, ou seja, quanto maior for, mais rapidamente o oxigênio desaparecerá do sistema, significando que uma menor quantidade de oxigênio estará disponível para os organismos (Embrapa, 2004). Os valores de OD foram relativamente altos no ponto P-01 e baixos nos pontos P-02, P-03 e P-04.

Os valores de nitrato mantiveram-se constantes e abaixo de 1 mg/L, ao longo de todo o período amostral. Segundo a EMBRAPA (2004), em águas superficiais, a quantidade natural de nitrato é baixa (< 1 mg/L).

Para o parâmetro fósforo, no ponto P-01 foram atribuídos valores menores que 0,1 mg/L, já nos outros pontos foram atribuídos valores maiores que 0,1 mg/L, uma vez que, acima disso, já são ambientes submetidos à poluição.

Os coliformes fecais mantiveram-se elevados nos pontos P-02 e P-03, devido ao lançamento de efluentes, logo, no P-01 foram encontrados valores menores devido a ausência de contato com a área urbana, já no P-04, a jusante do perímetro urbano os coliformes fecais decaíram, devido a autodepuração do rio.

Índice de Qualidade da Água (IQA)

Na Tabela 8 apresenta-se os resultados obtidos a partir do cálculo do IQA para os pontos amostrados no rio Formiga, MG.

Tabela 8 - Índice de Qualidade da Água nos pontos de amostragem no Rio Formiga, durante o período de monitoramento.

Datas de Amostragem	IQA			
	P-01	P-02	P-03	P-04
11/05/12	73,02	35,65	41,58	43,33
11/06/12	67,06	34,55	41,48	46,36
09/07/12	67,05	34,26	36,58	43,44
13/08/12	69,66	34,23	39,17	43,75
11/09/12	65,20	34,96	32,09	39,51
16/10/12	58,59	35,37	35,43	35,63

Pela Tabela 8, nota-se que o comportamento do IQA variou de 32,09 a 73,02. No dia 11/05/2012, amostragem do ponto P-01, foi encontrado o maior valor de IQA dos pontos de amostragem, ou seja, 73,02, o qual apresenta a menor concentração de coliformes fecais, ou seja, de 170 mg/L, e a menor DBO, 6,30 mg/L, valores estes que interferiram diretamente no cálculo do IQA, fazendo com que se obtivesse o melhor IQA dentre os outros.

No dia 11/09/2012, na amostragem do ponto P-03, foi encontrado o menor valor de IQA dos pontos de amostragem, ou seja, 32,09. Foi a amostra que apresentou um valor baixo de oxigênio dissolvido e valores altos de coliformes fecais e DBO, correspondendo respectivamente a 17%, 15% e 10% no cálculo do IQA. Valores estes, ocasionados pelo lançamento de efluente doméstico e industrial no Rio Formiga.

O Ponto P-01 foi o ponto de amostragem com os melhores índices de IQA. Os parâmetros mais significativos para o cálculo foram os altos valores de OD, que representam 17% do índice. Os menores valores desse ponto foram decorrentes dos parâmetros DBO e coliformes, representativos de poluição difusa, pois a vegetação predominante no local de amostragem é pastagem com criação de gado. Já os pontos P-02 e P-03 tiveram os menores IQA, valores estes entre 32 e 42. Já o ponto P-04, teve um pequeno aumento devido à autodepuração do rio. Nestes três pontos de amostragem, o parâmetro coliformes fecais foi decisivo nos resultados de IQA, característico de fontes de poluição pontual, elevando-o quando este parâmetro apresentou mínimas concentrações e baixando-o quando apresentou-se elevado.

A média do IQA foi de 66,76 para o ponto P-01, 34,84 para o ponto P-02, 37,72 para o ponto P-03 e 42,00 para o ponto P-04. Valores estes que comprovam a influência negativa que o lançamento de efluente doméstico e industrial tem sobre o Rio Formiga.

Nível de qualidade da água nos pontos monitorados

Tabela 9 - Nível de qualidade nos pontos amostrados no Rio Formiga

Data	Nível de Qualidade			
	P-01	P-02	P-03	P-04
11/05/2012	Bom	Ruim	Ruim	Ruim
11/06/2012	Médio	Ruim	Ruim	Ruim
09/07/2012	Médio	Ruim	Ruim	Ruim
13/08/2012	Médio	Ruim	Ruim	Ruim
11/09/2012	Médio	Ruim	Ruim	Ruim
16/10/2012	Médio	Ruim	Ruim	Ruim

De acordo com a Tabela 9, no decorrer das amostragens foram observados níveis de qualidade: bom, médio e ruim, segundo os valores de IQA obtidos na Tabela 8. No ponto P-01, observa-se que na amostragem do dia 11/05/2012 foi constatado um nível de qualidade bom e nas demais amostragens desse ponto, constatou-se um nível médio. A vegetação predominante na área (pastagem) juntamente com a criação de gado, fontes estas difusas de poluição, contribuíram significativamente para os níveis médios de qualidade. Todas as amostragens dos pontos P-02, P-03 e P-04 foram classificadas como nível ruim, resultados afetados diretamente pelo lançamento de poluição pontual e difusa no rio, ou seja, lançamento de efluentes domésticos e industriais principalmente nos pontos P-02 e P-03, e lançamento de poluição decorrente do escoamento superficial de toda a cidade, bem como da área de pastagem, com criação de gado de corte em torno do ponto P-04.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados neste estudo, ressalta-se que o Índice de Qualidade da Água (IQA) apresenta-se como uma boa ferramenta de suporte à gestão dos recursos hídricos, mostrando boa sintonia com o processo de enquadramento nas classes de uso da água. A pecuária, a urbanização e o conseqüente lançamento de efluente doméstico e industrial no decorrer do rio afetam diretamente o Rio Formiga, causando a sua degradação, classificando sua qualidade como ruim.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao UNIFOR-MG pelos recursos disponibilizados.

REFERÊNCIAS

- APHA. American Public Health Association. 1995. **Standard of methods for the examination of water and wastewater**, 19th Ed. American public Health Association, Inc Washington, D.C.
- BOTELHO, H. P. (1971). *Noções sobre o tratamento da água*. [S.l.]: Edições Engenharia.
- BRAGA, B. et al. (2005). *Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2004). *Avaliação da qualidade das águas: manual prático*. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. (2005) *Sistema de Cálculo da Qualidade da Água (SCQA)*. Disponível em: <http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/downloads/SCQA_final.pdf>. Acesso em 25 jun. 2012.
- PINTO, D. B. F. (2007). *Qualidade dos recursos hídricos superficiais em sub-bacias hidrográficas da região Alto Rio Grande-MG*. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade de Lavras, Lavras, MG.
- RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. de. (1991). *Tratamento de água*. São Paulo: Blucher.
- SOUSA, E. R. de; SILVA, G. S. da; SILVA, G. S. da. (2002). *Identificação de Fontes Pontuais e Difusas na Bacia do Rio Ocoy, tributário do Reservatório de Itaipu, utilizando Análise de Componentes Principais (PCA)*. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<http://sec.sbg.org.br/cd29ra/resumos/T0349-2.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2012.