

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA – IGAM) NO RIO FORMIGA, MG

*Shaiana Jaciara Silva*¹; *Daniel Brasil Ferreira Pinto*²; *Luís Henrique Silva Soares*³ *Luiz Henrique Siqueira Resende*⁴ & *Fernando Neris Rodrigues*⁵

RESUMO – A 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 diferentes atividades para a água, dependendo necessariamente do uso e ocupação do solo. As fontes de poluição são divididas em fontes pontuais e fontes difusas, a primeira por possuir um ponto específico de lançamento e a outra de pontos não específicos. 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. O mais utilizado no Brasil é o IQA proposto pelo 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 de IQA. O ponto de amostragem está localizado no centro urbano, o qual recebe todo efluente doméstico e industrial da cidade. Foram encontrados, em geral, valores baixos de IQA, classificando o Rio como nível médio a ruim. Um fator determinante para este resultado foi os altos índices de coliformes fecais. Assim pode-se concluir que a descarga de efluentes no rio afeta diretamente a qualidade da água.

ABSTRACT – The water quality does not necessarily refer to a state of purity, and yes, the physical, chemical and biological weapons, which, according to these different activities are set for water, depending on necessity of the use and occupation. The pollution sources are divided into point sources and diffuse sources, the first by having a specific point of launch and other non-specific points. Water quality is characterized by several parameters, among them, physico-chemical indicators and biological. The knowledge of them becomes essential for the conservation and proper management of water resources. The most used in Brazil is the IQA proposed by IGAM. In this work we studied the behavior of the water quality of the River Ant, located in the center west of Minas Gerais, by calculating the IQA. The sampling point is located in the urban center, which receives all wastewater and industrial city. We found, in general, low values of IQA to classify the river as average to poor. A key factor for this result was high levels of fecal coliforms. Thus we can conclude that the discharge of effluents into the river directly affects water quality.

Palavras-Chave – Índice de Qualidade da Água; Fontes de Poluição; Recursos Hídricos

1) Graduanda 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) Prof. Titular no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: danielbrasil@unifor.br

3) Graduando 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) Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail:

INTRODUÇÃO

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 diferentes atividades para a água. (Pinto, 2007). O mesmo autor ainda afirma que a qualidade da água e a poluição estão comumente interligados, uma vez que a água reflete os danos causados por causas naturais ou por atividades antrópicas. De uma maneira geral pode-se dizer que a qualidade da água está ligada com o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Oliveira (2008), ainda afirma que o controle da qualidade da água varia em grau de complexidade conforme a ocupação e a variedade de atividades em torno da bacia hidrográfica.

Assim, poluição da água refere-se a 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. (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)

O lançamento de efluentes domésticos e industriais em rios acarreta a sua degradação e traz sérios prejuízos para o meio ambiente e para os seres vivos. Isso não é diferente para o município de Formiga, localizado no centro oeste de Minas Gerais, onde todo efluente gerado na cidade é lançado no Rio Formiga e nos seus afluentes.

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.

Os indicadores da qualidade da água foram estabelecidos no ano de 1970 pela Nacional 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 (IQA). Com base nesse estudo, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) desenvolveu o Índice de Qualidade da Água (IQA). 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, fósforo total e sólidos totais.

Já no ano de 2005, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), publicou no Diário Oficial da União, a Resolução 357, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

Assim sendo, objetivou-se com esse trabalho avaliar a qualidade da água do Rio Formiga, no município de Formiga-MG, através do cálculo do Índice de Qualidade da Água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo abrange o município de Formiga, localizado no centro-oeste de Minas Gerais, coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 23 K, O 456194 m e S 7737557 m (Figura 1).



Figure 1 - Localização do município de Formiga no estado de Minas Gerais

Situa-se na região do Campo das Vertentes e tem como municípios limítrofes Arcos, Campo Belo, Candeias, Pimenta, Córrego Fundo, Itapecirica, Santo Antônio do Monte e Pedra do Indaiá. Possui cerca de 65.128 habitantes, distribuídos em uma área aproximada de 1.500 Km². Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e o verão chuvoso, com valores médios anuais de 21,8°C de temperatura e 1272 mm de precipitação. (IBGE, 2010).

O município de Formiga apresenta relevo ondulado com altitude máxima de 1125 m na Serra Capão da Mata e altitude mínima de 785 m na represa de Furnas. Geologicamente situa-se dividido basicamente entre dois domínios geológicos importantes: Bacia Sedimentar do Grupo Bambuí

(proterozóico superior) e Complexo Maciço Cristalino Arqueano. O município é banhado por rios afluentes das bacias do Rio Grande e São Francisco, sendo o Rio Formiga e Mata Cavalo, Pouso Alegre, Lambari e Santana. (FORMIGA, 2006).

Ponto de amostragem

O ponto de amostragem sob o código de nº 61250500 e código adicional nº BG023 está localizado no Rio Formiga, no Estado de Minas Gerais, pertencente a sub-bacia hidrográfica do Rio Grande, possuindo coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 23 K, O 454145 m e S 7734516 m e altitude de 827 m. Este encontrando-se no centro urbano de Formiga. O responsável pela coleta e análises das amostras foi o próprio IGAM.

Parâmetros analisados

Os parâmetros básicos de avaliação da qualidade da água, segundo o manual prático da EMBRAPA (2004) são: Temperatura da Água, Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade elétrica, Sólidos Totais, Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo, Nitrogênio, Coliformes, Metais pesados e Agrotóxicos. Porém, apenas os parâmetros que subsidiam o cálculo do IQA foram de interesse: Temperatura, pH, Sólidos Totais, Turbidez, OD, DBO, Fosfato, Nitrato e Coliformes fecais.

Assim, os dados referentes aos resultados das análises de cada parâmetro foram extraídos do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), no HidroWeb.

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. (Figura. 2).

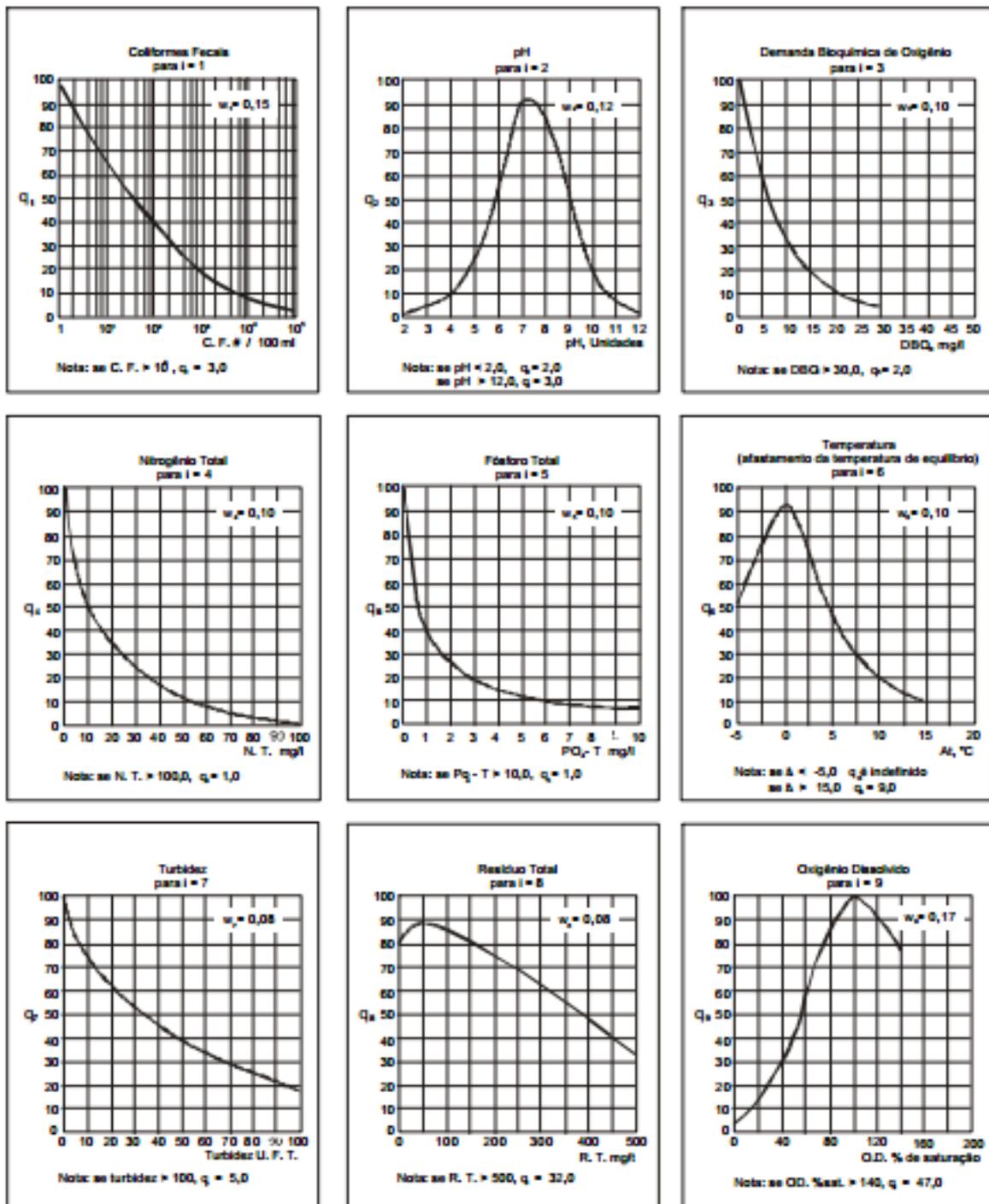


Figura 2 - Curvas médias de variação da qualidade em função das concentrações

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

Tabela 1 - 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

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 2: Nível de Qualidade da Água.

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	$0 \leq IQA \leq 25$

Através das curvas médias de variação da qualidade da água em função das concentrações dos parâmetros, o IGAM ajustou regressões polinomiais para a determinação das equações para cálculo do IQA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 apresentam-se todos os resultados dos parâmetros analisados pelo IGAM, disponibilizados no banco de dados da ANA, no HidroWeb.

Tabela 3 - Resultados das análises realizadas pelo IGAM

Data Amostragem	Parâmetros								
	pH	OD (mg/l)	Temperatura (°C)	DBO ₅ (mg/l)	Nitratos (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	Turbidez (NTU)	Sólidos Totais (mg/l)	Coliformes Fecais (NMP/100ml)
23/10/1997	7,48	6	22	8	0,26	0,1	300	554	160000
10/12/1997	7,07	5,6	28	7	0,37	0,15	179	208	160000
10/03/1998	7,07	4	32	13,68	0,61	0,24	43,3	165	160000
01/05/1998	7,07	5,4	26	14	0,2	0,21	21,6	111	24000
05/08/1998	7,07	4,2	24	8	0,22	0,21	19,2	78	160000
30/10/1998	7,07	4,7	26	11	0,12	0,18	107	197	160000
24/03/1999	7,07	5	27	11	0,15	0,15	53,5	131	160000
24/06/1999	7,07	5,9	22	14	0,19	0,02	21,1	104	30
01/09/1999	7,07	6,2	26	17	0,17	0,52	17	138	160000
15/12/1999	7,07	4,5	25	6	0,12	0,13	63,9	127	160000
23/03/2000	7,07	6,5	28	5	0,51	0,13	106	189	160000
15/06/2000	6,71	5,7	24	12	0,18	0,21	9,2	78	160000
21/09/2000	6,71	3,6	29	18	0,33	0,28	21,5	94	1700
01/12/2000	7,07	6,2	25	26	0,59	0,02	3028	2597	160000
15/03/2001	7,65	4,8	29	9	0,58	0,04	57,6	145	160000
07/06/2001	7,19	4,7	24	19	0,16	0,38	25,2	116	160000
06/09/2001	6,35	3	27,4	16	0,07	0,28	31,1	131	160000
15/11/2001	7,51	6	27,5	7	0,15	0,01	286	281	160000
01/03/2002	7,26	5,6	28,8	7	0,29	0,09	44,9	116	160000
16/05/2002	7,08	4,1	25,9	10	0,15	0,22	17,2	100	160000
05/09/2002	7,4	2,9	26,4	25	0,12	0,44	78,1	247	160000
05/12/2002	7,21	1,9	32,1	43	0,03	0,3	37,6	84	160000
26/02/2008	7	6	29	6	0,76	0,57	67,8	163	139351,3636
19/05/2008	6,6	5,2	25	15	0,15	0,3	28,1	120	139351,3636
13/08/2008	6,9	4,4	27,3	18	0,01	0,16	275	519	139351,3636
12/11/2008	7	4,7	27,2	10	0,05	0,43	29,9	179	139351,3636

De acordo com a tabela 3, o pH manteve-se próximo de 7 em todo o período estudado. O pH da água é controlado pelo equilíbrio na concentração de compostos dissolvidos. Em águas naturais, esse equilíbrio (pH 7) depende da presença de íons carbonatos, como dióxido de carbono (CO₂), ácido carbônico (H₂CO₃) carbonatos e bicarbonatos (HCO₃⁻) (Estados Unidos, 1986), além de outros componentes naturais, como os ácido húmicos e fúlvicos.

O oxigênio dissolvido (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), é o que se verifica principalmente

nas datas de amostragem: 05/09/2002 e 05/12/2002; valores estes que excedem o limite da classe 3, estabelecido pela Resolução 357/05 (DBO máximo de 10 mg/L e OD não inferior a 4 mg/L). Uma das possíveis causas desses resultados é o lançamento de efluentes domésticos e industriais no Rio Formiga. Segundo a Embrapa (2004), em sistemas aquáticos livres de poluição, são encontrados valores de DBO de 2 mg/L, enquanto aqueles sujeitos a descargas de efluentes podem apresentar valores superiores a 10 mg/L.

A temperatura em todas as amostragens manteve-se entre 22° C e 32,1° C. Deve-se ressaltar que a temperatura da água varia conforme a época do ano e a hora do dia.

As concentrações de nitrato mantiveram-se constantes e abaixo de 1,0 mg/L, ao longo do período amostral.

As concentrações de fósforo encontradas na maioria das amostragens excedem o limite aceitável de 0,1 mg/L, pela Resolução CONAMA 357/05. Isso talvez seja explicado pelas descargas de efluentes municipais.

Os valores de Turbidez mantiveram-se altos em épocas chuvosas, como na amostragem dos dias 23/10/97 e 01/12/2000 e baixos em épocas de seca, como nos dias 01/09/1999 e 15/06/2000. A turbidez mantém-se diretamente relacionada com a concentração de sólidos totais, uma vez que, quanto maior for a quantidade de sólidos na água, mais turva ela será.

Os coliformes fecais foram um dos parâmetros que tiveram maior importância na qualidade da água. Suas concentrações foram elevadas, chegando até 160000 NPM/100 mL em épocas chuvosas, isso talvez devido ao escoamento superficial. Os valores baixos de 30 e 1700 NPM/100 mL foram encontrados em épocas de secas, mas isso não é determinante para caracterizar que valores altos são encontrados em épocas chuvosas e valores baixos encontrados em épocas de seca, uma vez que no dia 15/06/2000 os valores de coliformes fecais mantiveram-se altos.

4.1 Índice de Qualidade da Água (IQA)

O IQA calculado para o ponto de código nº 61250500 no Rio Formiga encontra-se na tabela 4.

Tabela 4 - Índice de Qualidade da Água nas datas de amostragem

Data	IQA	Data	IQA	Data	IQA
23/10/1997	36,77704	15/12/1999	45,85114	01/03/2002	47,44351
10/12/1997	40,10736	23/03/2000	41,89692	16/05/2002	44,47577
10/03/1998	41,77608	15/06/2000	46,13956	05/09/2002	31,89097
01/05/1998	48,45826	21/09/2000	48,51643	05/12/2002	27,85145
05/08/1998	45,42637	01/12/2000	30,82009	26/02/2008	46,34246
30/10/1998	36,43078	15/03/2001	45,25939	19/05/2008	41,07265
24/03/1999	43,70781	07/06/2001	40,03189	13/08/2008	32,04186
24/06/1999	70,05832	06/09/2001	36,4463	12/11/2008	43,03099
01/09/1999	42,04121	15/11/2001	39,88691		
Média: 42,068521					
Desvio Padrão: -8,031837					

Pela tabela 4 nota-se que o comportamento do IQA no dia 24/06/1999 foi de nível médio, tendo um valor aproximado de 70. Essa data de amostragem foi a que apresentou a menor concentração de coliformes fecais, ou seja, de 30 NMP/100ml, valor este que interferiu diretamente no cálculo de IQA, fazendo com que obtesse o melhor índice de IQA dentre os outros. Os demais valores foram todos inferiores a 50, classificando-se em nível ruim.

No geral, ao longo do período de amostragem, o IQA apresentou nível ruim, com valor de aproximadamente 42.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados neste estudo, ressaltam-se as seguintes conclusões:

- O Índice de Qualidade da Água apresenta-se como uma boa ferramenta de suporte à gestão dos recursos hídricos.
- A urbanização e o conseqüente lançamento de efluente doméstico e industrial no decorrer do rio, afeta diretamente o Rio Formiga, causando a sua degradação, classificando sua qualidade como ruim.
- Fazem-se necessárias práticas de manejo sustentável para reduzir os problemas relacionados à poluição hídrica.

BIBLIOGRAFIA

BRAGA, B. *et al.* (2005). *Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 318 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2004). *Avaliação da qualidade das águas: manual prático*. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas. 55 p.

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. (1986). *Bacteriological ambient water quality criteria for marine and fresh recreational waters*. Cincinnati, OH: Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. (EPA 440/5-84-002).

FORMIGA. Prefeitura Municipal. 2006. *Plano diretor do município*. Disponível em <<http://www.formiga.mg.gov.br>>. Acesso em 20 maio. 2012.

HidroWeb. *Sistemas de Informações Hidrológicas*. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=true&CriArq=false&TipoArq=0&SerieHist=true>>. Acesso em 19 maio 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2010). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 15 de Maio de 2012.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. (2005). Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>>. Acesso em: 20 maio. 2012.

OLIVEIRA, D. G. S. de. (2008). *Potabilidade da água de fontes alternativas (nascente, poço raso e poço profundo) na zona rural de Formiga (MG) e sua relação com a condição ambiental da microbacia*. 54 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Cultura e Organizações Sociais) – Universidade do Estado de Minas Gerais, campus da Fundação Educacional de Divinópolis, Divinópolis.

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.

SOUSA, E. R. de. *et al.* (2002). *Identificação de Fontes Pontuais e Difusas na Bacia do Rio Ocoy, tributário do Reservatório de Itaipu, utilizando Análise de Componentes Principais (PCA)*. In: 25ª Reunião da Sociedade Brasileira de Química – SBQ. Medianeira: Universidade Tecnológica Feral do Paraná. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cd29ra/resumos/T0349-2.pdf>>. Acesso em: 25 maio. 2012.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradem a FAPEMIG pela bolsa de estudos e ao FUOM/UNIFOR-MG pelos recursos disponibilizados.