

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MÉDIO E BAIXO CURSO DO RIO UBERABINHA, TRIÂNGULO MINEIRO

Letícia Martins de Oliveira⁽¹⁾; Aline Martins Pinheiro⁽²⁾; Lucianno Eduardo Fernandes⁽³⁾; Marcio Ricardo Salla⁽⁴⁾

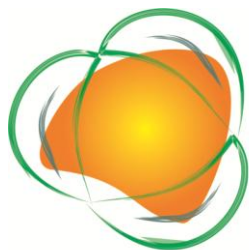
⁽¹⁾Graduanda em Eng. Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia-MG, puentoportilloleticia@hotmail.com; ⁽²⁾Química, Faculdade de Eng. Civil, UFU, Uberlândia-MG, ampinheiro@feciv.ufu.br; ⁽³⁾Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Eng. Civil, UFU, Uberlândia-MG, luciannoeduardo@hotmail.com; ⁽⁴⁾Professor Associado I, Faculdade de Eng. Civil, UFU, Uberlândia-MG marcio.salla@ufu.br.

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos

RESUMO - Este estudo avaliou a qualidade da água superficial em seis pontos no médio e baixo curso do rio Uberabinha, a fim de averiguar a influência do lançamento de efluente tratado pela ETE Uberabinha sobre o curso de água em período de seca (junho a outubro de 2015). Utilizou-se o Índice de Qualidade da Água e a concentração de cinco metais potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cu, Cr, Zn) como instrumentos para a detecção da qualidade da água, além da comparação com os limites preconizados pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011 e COPAM 01/2008. O IQA revelou uma variação da qualidade de MÉDIA a RUIM durante o período seco. De acordo com a Resolução CONAMA 430/2011, com relação ao efluente lançado no rio, somente o metal chumbo ultrapassou os limites máximos. Com relação ao curso de água, conforme as resoluções CONAMA 357/2005 e COPAM 01/2008, existe desacordo com os limites definidos pelas resoluções para o parâmetro fósforo e os metais cádmio, chumbo, cromo e zinco, em todos os pontos e campanhas mensais.

Palavras-chave: Parâmetros físico-químicos. IQA. CONAMA. Metais pesados.

ABSTRACT - This study evaluated the quality of surface water in six points in the middle and lower course of Uberabinha River in order to investigate the influence of treated effluent discharge by ETE Uberabinha into the watercourse during the dry season (June-October 2015). We used the Water Quality Index and the concentration of five potentially toxic metals (Cd, Pb, Cu, Cr, Zn) combined with a comparison with the limits recommended by the Resolutions CONAMA 357/2005 and 430/2011 and 01/2008 COPAM as tools for the detection of water quality. The WQI showed a variation in the quality from average to bad during the dry season. According to CONAMA Resolution 430/2011, which concerns effluent discharge into the river, only values detected for the metal lead exceeded the ceilings. Regarding the watercourse and, considering the resolutions CONAMA 357/2005 and 01/2008 COPAM, there is an incompatibility with the limits set by these resolutions when analyzing the concentrations values of phosphorus, cadmium, lead, chromium and zinc, from all the collection points and monthly campaigns.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Key words: physical-chemical parameters. WQI. CONAMA. Heavy metals.

Introdução

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade é uma preocupação crescente devido à poluição, às chuvas irregulares, ao desperdício, aos altos níveis de consumo para abastecimento urbano, irrigação, geração de energia, entre várias outras demandas.

De acordo com Sperling (2005), a ocupação e o uso do solo somado às condições naturais influenciam na qualidade dos recursos hídricos. Para as condições naturais, mesmo a bacia hidrográfica preservada, a qualidade da água é influenciada por escoamento superficial e infiltração no solo devido à precipitação atmosférica. Já a ação do homem pode ocorrer através da introdução de compostos de forma concentrada, por exemplo, despejos domésticos ou industriais, e de maneira dispersa como a aplicação de defensivos agrícolas no solo.

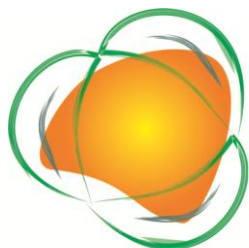
O enquadramento dos corpos de água em classes, elencado como um dos instrumentos na Política Nacional de Recursos Hídricos, procura garantir padrões de qualidade da água compatíveis com os usos que dela se faz ou se pretende. No Brasil, a legislação que estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, é a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005, com posterior modificação nº430/2011. Em consonância com a legislação nacional, em Minas Gerais vigora também a Deliberação Normativa Conjunta nº 01/2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM).

Como ao longo de uma avaliação de qualidade da água é gerado um grande volume de dados, estes são sintetizados de forma a traduzir o estado atual e o futuro da água. Uma forma de agregar todas as informações é usar os indicadores, que representam uma característica específica da água. A união de dois ou mais indicadores forma um índice. Neste contexto, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA).

O conhecimento da situação da qualidade dos corpos de água, seu comportamento e as tendências ao longo do tempo constituem ações básicas para a gestão integrada dos recursos hídricos. Sendo o rio Uberabinha o principal curso de água da bacia hidrográfica do rio Uberabinha, que juntamente com o Ribeirão Bom Jardim são responsáveis pelo abastecimento de cerca de 662.362 mil habitantes da cidade de Uberlândia/MG, é imprescindível ações para avaliação das condições atuais de qualidade, de forma a servir de apoio na elaboração de diagnósticos capazes de prevenir e/ou corrigir a degradação da qualidade de suas águas.

Material e Métodos

Foram definidos seis pontos de amostragem ao longo do médio e baixo curso do rio Uberabinha, conforme ilustra a Figura 1, sendo: 1) Ponte (a montante da ETE); 2) Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Uberabinha; 3) Fazenda Capim



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Branco (a jusante da ETE); 4) Montante do represamento da Pequena Central Hidrelétrica – PCH Martins; 5) PCH Martins e 6) Distrito de Martinésia.



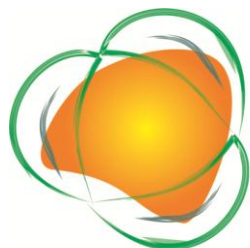
Figura 1 – Pontos de amostragem.

Fonte: Google Earth (2015).

As amostras foram coletadas uma vez por mês do período seco do ano, de junho até outubro de 2015, e acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo e transportadas até o Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil – FECIV da UFU, onde foram efetuadas as análises. Para garantir e preservar as características das amostras, desde a coleta até o momento de sua análise, foram respeitadas as exigências da NBR 9898/1987 (ABNT, 1987). Foram analisados os nove parâmetros de qualidade da água integrantes do IQA, que incluem: turbidez, pH, sólidos totais, oxigênio dissolvido, nitrato, fósforo total, DBO, E. coli e temperatura da água, mais a DQO e o restante da série de nitrogênio: nitrogênio amoniacal e nitrito. Além desses parâmetros, a análise também contemplou cinco metais potencialmente tóxicos: cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr) e zinco (Zn). As metodologias de análise para cada parâmetro também foram obtidas pela ABNT, conforme Tabela 1.

Tendo como arcabouço legal as resoluções CONAMA 357/2005 e COPAM 01/2008, e sendo o rio Uberabinha enquadrado como classe 2 da categoria de água doce, as amostras foram analisadas e seus resultados comparados com os limites estabelecidos por tais resoluções.

Especialmente o ponto 2, por se localizar na saída da ETE Uberabinha, teve seus resultados confrontados com as Resoluções CONAMA 430/2011 e COPAM 01/2008. Todos os resultados foram analisados com base no período de estiagem, referente aos meses de junho a outubro de 2015, exceto as análises de metais que contemplaram somente duas campanhas no período seco (junho e julho de 2015).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A metodologia do IQA adotada foi proposta pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2014), uma vez que o rio Uberabinha situa-se em Minas Gerais e o estado usa essa metodologia para o monitoramento de suas águas. Esse IQA contempla nove parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez e sólidos totais. A cada um dos parâmetros foi atribuído um peso de importância, listados na Tabela 2.

Tabela 1. Metodologias para análise dos parâmetros.

Parâmetro	Resolução	Método
DBO	ABNT – NBR 12614/1988	Diferença de pressão (<i>OxiTop® measuring system</i>)
DQO	ABNT – NBR 10357/1988	Refluxo fechado, colorimétrico
E. coli	Standard Methods – 9221 F	EC-MUG medium
Fósforo Total	ABNT – NBR 12772/1992	Colorim. redução ácido ascórbico
Nitrato	ABNT – NBR 12620/1992	Ácido fenoldissulfônico
Nitrito	ABNT – NBR 12619/1992	Sulfanilamida e N-(1-naftil)- etilenodiamina
Nitrog. amoniacal	ABNT – NBR 10560/1988	Nesslerização
Oxig. dissolvido	ABNT – NBR 10559/1988	Iodométrico de Winkler
pH	ABNT – NBR 9251/1986	Eletrométrico
Sólidos Totais	ABNT – NBR 10664/1989	Método gravimétrico
Turbidez	ABNT – NBR 17025	Nefelométrico
Metais	ABNT – NBR 13809/1997	Absorção atômica

Fonte: ABNT.

Tabela 2. Fator peso para estimativa do índice.

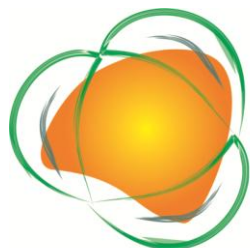
Parâmetros (q_i)	Pesos (w_i)
Oxigênio dissolvido – OD (% OD _{Sat})	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO ₃ ⁻)	0,10
Fosfato total (mg/L Po ₄ ⁻)	0,10
Variação da temperatura (°C)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: Adaptado IGAM (2014).

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondente a esses parâmetros, conforme Equação (1).

$$IQA = \prod_i^n q_i^{w_i}$$

(1)



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Na equação (1): IQA o índice de qualidade das águas, variando de 0 a 100 (adimensional); q_i a qualidade do parâmetro i obtido da curva média específica de qualidade, variando de 0 a 100 (adimensional); w_i o peso do parâmetro i , em função de sua importância na qualidade, entre 0 a 1; i o número do parâmetro, variando de 1 a 9 e n representa o número de parâmetros total que compõe o IQA .

Para o q_i da variação de temperatura considera-se o valor constante e igual a 92, conforme adotado pelo IGAM (2014). O resultado da Equação 1 traz um número de classificação, que varia de 0 a 100, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação de qualidade da água.

Categoria	Ponderação
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

Fonte: Adaptado IGAM(2014).

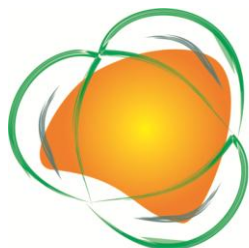
Resultados e Discussão

A Tabela 3 traz os valores de IQA no período de estiagem. Os resultados de q_i abaixo de 50 encontram-se realçados (cor cinza) para destaque dos parâmetros de maior influência na quantificação deste índice. Lembra-se que q_i é a qualidade do parâmetro i obtido da curva média específica de qualidade, variando de 0 a 100.

Tabela 3. IQA obtido para os cinco pontos no rio Uberabinha.

Pontos	Época seca				
	1	3	4	5	6
OD	68,5	41,1	47	17	68,4
E.coli	16,6	16,5	17,4	14,9	16,8
pH	91	90,3	90,8	92	92,3
DBO5,20	77,1	49,4	33,2	49,4	37,2
Nitrato	78,5	67,3	89,4	95,7	56,3
Fosfato	13,7	7,2	6,3	6,4	6,3
Variação da temperatura	92	92	92	92	92
Turbidez	96,4	74,7	87,2	86,7	80,4
Sólidos Totais	42,9	41,7	41,1	40,4	51,6
IQA	51	40,3	41,1	35,4	42,6

Ainda na Tabela 3 observa-se que, no ponto 1, o IQA igual 51 refere-se a uma qualidade de nível MÉDIO para a água, conforme escala apresentada no Quadro 1. Este ponto se encontra a montante do ponto 2. Após o ponto 2, isto é, após o lançamento de efluente sanitário no rio, nota-se uma queda na qualidade das águas no período seco, passando de MÉDIO para RUIM em todos os pontos a jusante do lançamento, sendo possível concluir uma interferência na qualidade



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

decorrente do efluente lançado.

De uma forma geral, os parâmetros OD, E. coli, DBO_{5,20}, fosfato e ST foram, dentre os nove parâmetros avaliados, que proporcionaram maior influência para o abaixamento dos valores de IQA. Todos os parâmetros utilizados no cálculo tiveram seus valores indicativos de qualidade reduzidos no ponto 3, quando comparados aos valores do ponto imediatamente a montante do lançamento (Ponto 1).

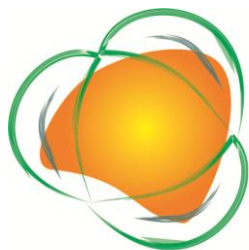
A variação da qualidade representada pela E. coli e pelo pH foram muito sutis ao longo dos pontos de monitoramento. O teor de OD, após o lançamento de esgoto tratado pela ETE Uberabinha, diminuiu se comparado com os teores do ponto a montante do lançamento, indicando o consumo de OD possivelmente pelos microrganismos decompositores de matéria orgânica que fazem o uso de OD para seus processos respiratórios. Já no ponto 6 ocorre um aumento do seu valor subentendendo-se que o processo de rearação natural nesta região prevalece sobre a degradação de material orgânico carbonáceo e nitrificado, além do processo de sedimentação de material orgânico via adsorção.

A qualidade pela DBO_{5,20} seguiu na mesma tendência do OD, com uma variação ao longo dos pontos durante a estiagem, possuindo antes do lançamento uma qualidade q_i igual a 77 e diminuindo sua qualidade já no ponto 3 de 49,4.

Segue a Tabela 4 com o resumo dos resultados e a comparação com as resoluções citadas. Em destaque, com fundo em lilás, está apresentado os resultados obtidos nos pontos 1, 3, 4, 5 e 6, durante o período seco, que foram confrontados com os limites estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/2005 e COPAM 01/2008. Já o fundo em azul apresenta o confronto dos resultados no ponto 2, durante o período seco, com as resoluções CONAMA 430/2011 e COPAM 01/2008 e os valores em vermelho indicam os resultados que ultrapassaram os limites máximos legais.

Tabela 4. Resumo dos resultados e a comparação com as resoluções citadas.

PARÂMETRO	Limites rio		Limites para efluentes		ESTIAGEM					
	CONAMA 357 e COPAM 01	CONAMA 430	COPAM 01							
				1	2	3	4	5	6	
Cádmio total	0,001 mg/L	0,2 mg/L	0,1 mg/L	0,09	0,024	0,05	0,03	0,02	0,04	
Chumbo total	0,01mg/L	0,5 mg/L	0,1 mg/L	2,47	0,93	2,07	1	1,25	1,42	
Cobre dissolvido	0,009 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L	0,06	0,025	0,22	0,01	0,18	0,01	
Cromo total	0,05 mg/L	-	-	0,86	-	0,81	0,9	1,1	1,02	
DBO _{5,20}	5 mg/L	120 mg/L	60 mg/L	2,5	7	6,5	10	6,5	9	
E. coli	1000	-	-	1806	-	1860	1590	2400	1750	
Fósforo	0,1 mg/L	-	-	1,24	-	2,37	2,692	2,636	2,679	
Nitrato	10 mg/L	-	-	0,96	-	1,456	0,15	0,196	1,947	
Nitrito	1 mg/L	-	-	0,08	-	0,09	0,02	0,01	0,19	
N. amoniacal	3,7 mg/L	20 mg/L N	Não aplicável	2,06	0,32	0,21	0,2	0,21	0,17	
OD	>5mg/L	-	-	5,27	-	4,008	2,574	2,152	5,443	
pH	6 a 9	5 a 9	6 a 9	7,18	6,87	7,135	7,165	7,245	7,275	
Temperatura	#	< 40°C	< 40°C	#	23,5	#	#	#	#	
Turbidez	100 NTU	-	-	0,98	-	10,758	4,153	4,356	7,383	
Zinco total	0,18 mg/L	5 mg/L	5 mg/L	2,22	1,02	1,45	0,91	0,36	1,49	



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

“–“ representa aqueles parâmetros listados que não são contemplados pelas resoluções CONAMA 430/2011 e COPAM 01/2008; “#” representa o único parâmetro não estabelecido nas resoluções CONAMA 357/2005 e COPAM 01/2008.

Conclusões

A qualidade das águas do rio Uberabinha, no trecho estudado, variou de MÉDIO a RUIM no período seco. As variáveis que mais interferiram negativamente no IQA foram DBO_{5,20}, E. coli, fosfato, OD e sólidos totais.

De acordo com as Resoluções CONAMA 430/2011 e COPAM 01/2008, têm-se que, no ponto 2, somente chumbo ultrapassou os limites máximos legais, apesar da conformidade com as resoluções em junho de 2015. Os parâmetros DBO_{5,20}, nitrogênio amoniacal, pH, temperatura e os metais cádmio, cobre e zinco atenderam o limite máximo de lançamento preconizados em tais resoluções.

O parâmetro fósforo e os metais cádmio, chumbo, cromo e zinco, ultrapassaram, em todos os pontos e em todas as campanhas, o limite máximo permitido pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e COPAM 01/2008 para a classe 2 do rio Uberabinha. Todavia, os parâmetros nitrato, nitrito, pH e turbidez, durante todo o monitoramento ao longo do rio, estiverem em conformidade com os limites máximos permitidos para tal classe. As variáveis DBO_{5,20}, E. Coli, nitrogênio amoniacal, OD e cobre tiveram, em algum momento, em conformidade com tais resoluções, mas, em grande parte, não atenderam aos limites máximos permissíveis.

Este estudo trouxe subsídios para que os gestores públicos possam melhor gerir os recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Agradecimento

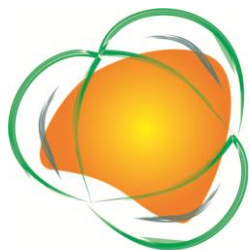
Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor e pelo auxílio financeiro concedido na realização deste estudo via processo CRA APQ-01024. Agradecem também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES pela bolsa de mestrado concedida ao terceiro autor.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9251: água - determinação do pH método eletrométrico. Rio de Janeiro, 1986.

_____. NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 10357: águas – determinação da demanda química de oxigênio (DQO) – métodos de refluxo aberto, refluxo fechado – titulométrico e refluxo fechado – colorimétrico. Rio de Janeiro, 1988.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

_____. NBR 10559: águas – determinação de oxigênio dissolvido método iodométrico de Winkler e suas modificações. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 10560: águas – determinação de nitrogênio amoniacal métodos de Nesslerização, fenato e titulométrico. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 10664: águas- determinação de resíduos(sólidos) – método gravimétrico. Rio de Janeiro, 1989.

_____. NBR 12614: águas – determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) – método de incubação (20° C, cinco dias). Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 12619: águas – determinação de nitrito – método da sulfanilamida e N-(1-naftil)-etilenodiamina. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 12620: águas – determinação de nitrato – métodos do ácido cromotrópico e do ácido fenoldissulfônico. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 12772: água – determinação de fósforo. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 13809: água – tratamento preliminar de amostras para determinação de metais – método da espectrometria de absorção atômica emissão em chama. Rio de Janeiro, 1997.

_____. NBR 17025: água – determinação da turbidez método nefelométrico. Rio de Janeiro, 1986.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (MG). Deliberação Normativa nº01 de 05 de maio de 2008. Belo Horizonte, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMEBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 2005.

_____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Brasília, DF, 2011.

GOOGLE Earth. Aplicativo de localização terrestre. [2015]. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 4 jun. 2015.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Monitoramento da qualidade das águas. Belo Horizonte, (2014). Acesso em 20 jun. 2015. Online. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/3302-nova-categoria/1523-monitoramento-da-qualidade-das-aguas>

Standard Methods for the examination of water & wastewater (21ª Edição) 2005 – EC-MUG (Method 9221 F) or NA-MUG (Method 9222 G) 9221 F.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452p.