



## CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO AÇUDE GAVIÃO UTILIZANDO O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA-CETESB)

*Jessyca Costa Barros*<sup>1\*</sup> *Priscila Araújo Barbosa Parente*<sup>2</sup>; *Tician Fontoura Vidal*<sup>3</sup> *Rejane Felix Pereira*<sup>4</sup> & *Francisco Maurício de Sá Barreto*<sup>5</sup>

**RESUMO** – Esta pesquisa trata da aplicação do índice de qualidade das águas (IQA-CETESB) no açude Gavião, localizado na bacia metropolitana no município de Pacatuba/CE, para avaliar a qualidade das águas do açude durante o período de monitorado. Para tanto, foram realizadas cinco campanhas analisando os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO5), fósforo total (PT), nitrato, Escherichia coli, turbidez, sólidos totais (ST) e temperatura. A partir dos resultados, foi verificado que os valores mensais do IQA-CETESB variaram de 81 a 86, enquadrando a qualidade da água no intervalo de classificação ótima. Entretanto, o fósforo total e a DBO5 apresentaram valores em desacordo com o valor máximo para classe 2 de água doce, regulamentados pela Resolução do CONAMA 357/05. Com isso, constata-se que o IQA-CETESB, apesar de ser instrumento importante de informação, pode superestimar o comportamento dos parâmetros envolvidos na sua formulação, tornando essencial a análise individual de cada um dos parâmetros de qualidade de água que compõem o índice.

**ABSTRACT**– This paper applied the water quality index (IQA-CETESB) in Gavião Reservoir, located in the metropolitan basin of Fortaleza, Pacatuba/CE, in order to assess the quality of the water during the monitored period. In such way, five campaigns were accomplished analyzing the parameters: hydrogenise potential (pH), dissolved oxygen (OD), biochemistry of oxygen demand (DBO5), total phosphorus (PT), nitrate, Escherichia coli, turbidity, total solids (ST) and temperature. From the results, it was found that the monthly values of the IQA-CETESB ranged 81-86, setting the water quality of the stock in the range of optimum classification. However, total phosphorus and DBO5 values presented in disagreement with the maximum value for class 2 freshwater regulated by CONAMA Resolution 357/05. Thus, it appears that the IQA-CETESB, despite being an important information tool, can overestimate the behavior of the parameters involved in its formulation, making essential the individual analysis of each of the water quality parameters that make up the index.

**Palavras-Chave** – Açude Gavião; Indicadores de qualidade de água; Qualidade de água bruta.

1\* Mestranda em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará e bolsista CAPES. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [jessycacbarros@gmail.com](mailto:jessycacbarros@gmail.com);

2 Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [prhparente@gmail.com](mailto:prhparente@gmail.com);

3 Mestre e Doutoranda em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará e bolsista FUNCAP. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [ticianafvidal@yahoo.com.br](mailto:ticianafvidal@yahoo.com.br);

4 Mestre e Doutoranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará e bolsista CNPq. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [rejanejp@gmail.com](mailto:rejanejp@gmail.com);

5 Mestre e Doutor em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará. IFCE, CEP- 60040-531. Bloco da Construção Civil. Fortaleza – Ceará. e-mail: [mauriciolicarao@hotmail.com](mailto:mauriciolicarao@hotmail.com).

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A água é um recurso natural indispensável e insubstituível, sendo elemento necessário para o desenvolvimento de todas as formas de vida do planeta. As propriedades deste líquido permitem usos e funções múltiplas necessárias a um largo espectro de atividades humanas, as quais são essenciais para o modelo de desenvolvimento das sociedades, entre elas: abastecimento público e industrial, irrigação, regulação térmica, produção de energia, navegação, diluição, solvente universal, pesca, aquicultura, lazer, transporte e afastamento de rejeitos (CARNEIRO e ANDREOLI, 2005).

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2008).

A crescente expansão demográfica e industrial observada nas últimas décadas trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, lagos, reservatórios e aquíferos. Segundo Mota (2012), a poluição das águas resulta da introdução de resíduos na mesma, na forma de matéria ou energia, de modo a torná-la prejudicial às pessoas e a outras formas de vida, ou imprópria para um determinado uso para ela estabelecido.

Por este motivo, o monitoramento das águas dos mananciais para o abastecimento público é uma ferramenta importante, tanto para o controle da qualidade hídrica quanto para tomada de decisões corretivas e preventivas.

Em 1970 foi realizado um estudo pela “*National Sanitation Foundation*” dos Estados Unidos, a partir do qual a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou e desenvolveu o IQA-CETESB, um índice composto por nove parâmetros com objetivo de avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2012).

Nesta pesquisa foi realizada a caracterização de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos no ponto de captação do açude Gavião, com a finalidade de calcular o índice de qualidade das águas (IQA-CETESB) e classificar essa água em categorias de qualidade, conforme a metodologia do índice.

## 2. METODOLOGIA

O Açude Gavião, localizado no município de Pacatuba, faz parte de um complexo de reservatórios integrados que é composto pelos Açudes Pacajús/Pacoti/Riachão/Gavião. Este reservatório é responsável pelo abastecimento de água do município de Fortaleza e sua Região Metropolitana (FREITAS *et al*, 2011).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 mananciais de água doce, enquadrados em classe 2 e os considerados (como por exemplo, o Açude Gavião), devem ser submetidos ao tratamento convencional quando utilizados para fins de abastecimento público, de modo que a água tratada atenda aos padrões de potabilidade regulamentados na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Para caracterizar a qualidade da água do Açude Gavião foram realizadas cinco coletas durante um período de seis meses. As coletas foram mensais, com exceção do mês de março, em virtude de problemas técnicos. Foram analisados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para determinar o índice de qualidade das águas (IQA-CETESB), apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros químicos, físicos e microbiológicos analisados para o cálculo de IQA no açude Gavião.

Parâmetros	Unidade
Temperatura (T)	°C
pH	-
Oxigênio Dissolvido(OD)	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml
Nitrogênio total(NT)	mg/L
Fósforo total(PT)	mg/L
Sólidos totais(ST)	mg/L
Turbidez	UNT

Fonte: CETESB, 2012.

É importante frisar que não foi possível determinar a concentração de nitrogênio total nas amostras de água, em função de limitações laboratoriais. Assim, optou-se determinar a concentração de nitrato, considerando que este composto é regulamentado pela Resolução CONAMA 357/05 para o enquadramento dos corpos de água. Para o cálculo da nota de qualidade ( $q_i$ ) deste parâmetro foi utilizada a metodologia desenvolvida por (NUNES, 2006).

Em relação aos coliformes termotolerantes (CTT), considerou-se a *Escherichia coli*, um indicador microbiológico de qualidade da água. Como não existem limites estabelecidos para esta espécie, utilizou-se o limite de CTT regulamentado pela Resolução CONAMA 357/05.

As amostras foram coletadas no ponto de tomada d'água, cujas coordenadas são as seguintes: 548960 E; 9568425 N. O referido ponto de monitoramento foi confirmado e ajustado em campo com auxílio de receptor GPS 315 MAGELLAN. Considera-se este ponto como mais apropriado, pois é neste local que a água bruta é captada e aduzida para Estação de Tratamento de Água do Açude Gavião (ETA Gavião) e, posteriormente, encaminhada para o abastecimento público.

A coleta, a preservação e as análises das amostras seguiram a metodologia recomendada pelo Procedimento Operacional Padrão (POP) do Laboratório de Controle e Qualidade da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), que se baseia no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - 20ª edição, o referido laboratório é certificado pelo Sistema ISO 9001/2000.

Os parâmetros foram analisados no Laboratório de Controle de Qualidade da CAGECE, com exceção do pH, da temperatura e da turbidez que foram analisados do Laboratório da ETA Gavião.

Para determinar o IQA-CETESB no Açude Gavião foi aplicada a metodologia proposta pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com base na *National Sanitation Foundation – NSF*. Segundo a CETESB (2012), o cálculo do índice de qualidade das águas fornece resultados representados por ( $q_i$ ) que variam em uma escala de 0 a 100, os quais são obtidos através das equações representativas das curvas de qualidade de cada parâmetro (VON SPERLING, 2007). Os valores de  $q_i$  associados aos seus respectivos pesos (Tabela 2), permitem calcular o IQA a partir da Equação 1.

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

Fonte: CETESB, 2012.

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

$q_i$ : qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100;

$w_i$ : peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro (número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade).

Tabela 2 - Valores de pesos da cada parâmetro do IQA.

Parâmetros	Unidade	Peso( $w_i$ )
CTT	NMP/100ml	0,15
pH	-	0,12
DBO <sub>5</sub>	mg/L	0,10
Nitrogênio total	mgN/L	0,10
Fósforo total	mgPO <sub>4</sub> /L	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	UNT	0,08

Fonte: CETESB, 2012.

A partir do cálculo efetuado, obteve-se a classificação da qualidade da água do açude Gavião, indicada pelo IQA-CETESB, parametrizado de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação da qualidade da água (IQA-CETESB).

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2012.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do IQA-CETESB, no ponto monitorado para os meses de fevereiro, abril, maio, junho e julho estão apresentados na Figura 1.

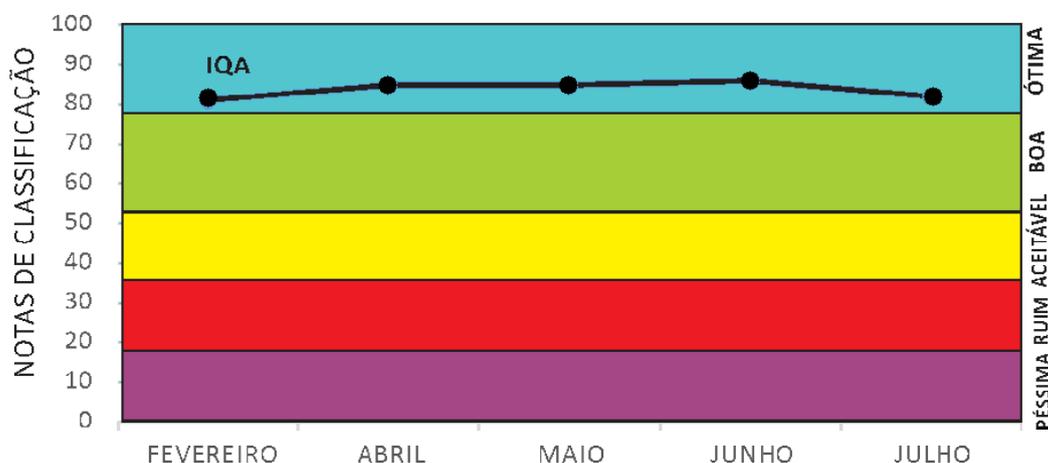


Figura 1 - Gráfico com a classificação do IQA-CETESB para os meses monitorados.

Cada faixa de qualidade da água é representada por uma cor, este é um dos recursos que permite uma boa comunicação com o público não técnico. O índice de qualidade das águas tem como principal objetivo traduzir os parâmetros de qualidade de um determinado corpo hídrico em “nota” de classificação, de modo a facilitar a comunicação com o público não técnico (FREITAS *et al*, 2011). Pelos resultados de IQA, ilustrados na Figura 1, observa-se que no ponto de captação do Açude Gavião a água foi classificada como ótima, enquadrando-se entre 79 e 100. Isso indica que a qualidade da água bruta nesse ponto apresentou características apropriadas para ser usada no consumo humano após o tratamento. Os meses de fevereiro e junho apresentaram, respectivamente, as “notas” de classificação 81 e 86, ou seja, o menor e maior valor do IQA. Os meses de abril e maio os valores do IQA foram iguais, com “nota” 85 e o mês de julho com “nota” 82.

Nos estudos de monitoramento da qualidade de corpos hídricos, os resultados do IQA-CETESB podem se estender aos demais índices de qualidade – devem ser avaliados e interpretados em relação ao comportamento individual dos parâmetros que o compõe, principalmente quando um ou mais parâmetros, em consequência de sua concentração e/ou dinâmica no corpo aquático, possa superestimar a qualidade da água do corpo em estudo, uma vez que o índice pode mascarar informações relevantes dos parâmetros dado seu caráter reducionista. Essa avaliação é fundamental, pois possibilita um diagnóstico realístico da qualidade do corpo hídrico monitorado, além de facilitar a prevenção e/ou correção do corpo estudado de forma assertiva. Diante do exposto, na Tabela 4 encontram-se os resultados das concentrações dos parâmetros que compõem o IQA-CETESB, seus valores de referências, com destaque aqueles em desacordo com a legislação.

Tabela 4 - Concentração dos parâmetros que compõem o IQA nos meses de monitoramento.

Parâmetros	Fevereiro	Abril	Maior	Junho	Julho
<i>Escherichia coli</i> (1000NMP/100ml <sup>*</sup> )	5,00	4,10	1,00	1,00	5,00
pH (ideal: 6 a 9)	7,75	7,89	7,93	7,66	7,95
DBO <sub>5</sub> ** (5mg/L <sup>*</sup> )	10,08	7,56	3,87	2,24	7,69
Nitrato (10 mg/L <sup>*</sup> )	0,06	0,06	0,02	0,04	0,03
Fósforo total (0,030mg/L <sup>*</sup> )	0,04	0,04	0,05	0,04	0,016
Temperatura (°C)	29,10	30,20	28,30	28,00	27,7
Turbidez (Máximo:100 UNT <sup>*</sup> )	6,12	6,93	5,96	5,28	5,81
Sólidos totais (500mg/L <sup>*</sup> )	478,25	341,20	378,00	400,50	427,5
Oxigênio dissolvido (Mínimo: 5mg/L)	6,96	6,96	6,92	6,92	7,00

\*VM = Valor Máximo, estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, para águas de classe 2

\*\*DBO<sub>5</sub> = Demanda Bioquímica de Oxigênio

Os valores em cor vermelha estão em desacordo com a Resolução CONAMA 375/05, para água doce de classe 2.

Analisando separadamente o comportamento dos parâmetros envolvidos no IQA-CETESB, é possível destacar que os valores de *Escherichia coli*, pH, Nitrato, Turbidez, sólidos totais e OD durante o período de monitoramento obedeceram aos limites estabelecidos na Resolução do CONAMA357/05. Porém, fósforo total (PT), em quase todos os meses, e DBO<sub>5</sub>, em três meses, excederam o valor máximo.

Segundo Von Sperling (2007), o fósforo naturalmente é escasso, embora várias atividades humanas conduzam ao aporte de fósforo nas águas naturais. A drenagem pluvial de áreas agricultáveis e as cargas veiculadas pelos esgotos (atividades fisiológicas, detergentes e até os produtos resultantes da decomposição da matéria orgânica – restos vegetais e animais) podem contribuir para uma elevação dos teores de fósforo no meio aquático. A elevação da concentração de fósforo pode resultar em um aumento na densidade de cianobactérias. As florações desses organismos são ocasionadas, principalmente, com a elevação da concentração de nitrogênio e fósforo. O nitrogênio pode ser fixado da atmosfera pela maioria das espécies de cianobactérias, dessa forma a elevação do fósforo na água tornou-se uma preocupação constante pelas concessionárias de água (JARDIM *et al*, 2011). Essas taxas elevadas de fósforo podem contribuir para eutrofização do Açude Gavião. De acordo com Vidal, 2011; Batista *et al*, 2011 o açude Gavião foi classificado como eutrófico.

Em virtude da ocorrência de florações de cianobactérias no açude Gavião, a água bruta captada neste manancial passou (na etapa de oxidação) a receber dióxido de cloro, tendo em vista o menor risco de formação de trihalometanos quando comparado com a aplicação de cloro gasoso.

De acordo com um levantamento realizado pelas gerências regionais da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará - COGERH em convênio com o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS em 2008, o açude Gavião foi classificado na faixa de 0 a 8 em relação à quantidade de fontes de poluição. Esse levantamento afirma que estas fontes são decorrentes de lançamentos de esgotos domésticos e de atividades de recreação na bacia hidráulica (COGERH, 2012).

O PT ultrapassou em quase todos os meses, com exceção de julho, o volume máximo da Resolução CONAMA 357/05. Pode-se supor que duas das possíveis fontes dessa substância nesse corpo hídrico são os lançamentos de esgotos domésticos e atividades de recreação, já que essas atividades são destacadas em um levantamento realizado pela COGERH/DNOCS em 2008. No final de julho a precipitação de chuvas diminuiu, contribuindo para diminuição do carreamento de

excrementos de animais, vegetais e animais em decomposição do entorno do manancial para seu interior, o que, conseqüentemente, diminui a quantidade de fósforo presente neste recurso hídrico.

Segundo Von Sperling (1998), a DBO indica a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. É uma indicação indireta do carbono orgânico biodegradável.

Os valores de DBO durante os meses de fevereiro, abril e julho de 2012 ficaram acima do valor máximo regulamentado pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce de classe 2, ou seja: 5 mg/L. Esses valores acima do limite de referência provavelmente são provenientes das fontes de poluição do açude em estudo, as quais foram detectadas por um levantamento da COGERH/DNOCS em 2008. Porém, apesar da DBOs ter apresentado essas concentrações acima do valor máximo as concentrações mínimas de OD, previstas na referida resolução, não foram desobedecidas. Segundo a Resolução CONAMA 357/05 os limites de DBO, estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevadas quando as análises indicarem que as concentrações mínimas de OD, prevista na referida resolução, não forem desobedecidas.

É importante salientar que a classificação da qualidade da água do açude Gavião poderá ser alterada com a aplicação de outro índice de qualidade, o qual tenha em sua composição mais ou menos parâmetros que o IQA-CETESB.

#### **4. CONCLUSÕES**

A qualidade da água bruta no ponto de captação do açude Gavião, durante o período monitorado, foi classificada como ótima; o que indica que a qualidade da água bruta nesse ponto apresentou características apropriadas para ser usada para o consumo humano, após o tratamento de água com tecnologia compatível com as características físicas, químicas e biológicas do Açude Gavião.

A avaliação individual dos parâmetros que compõem um determinado índice deve ser considerada, principalmente quando um ou outro parâmetro estiver em desacordo com a legislação vigente.

Medidas de caráter preventivo e corretivo devem ser aplicadas em mananciais em que sua qualidade esteja comprometida, de modo a minimizar os custos do tratamento da água, entre outros aspectos positivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, L. S; BARRETO, F. M. S; NUNES, A. B. A; ALENCAR, M. F. **Índice do Estado Trófico da Água Bruta do Açude Pacoti – Município Horizonte – Ce.** 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. IV-244 (2011).
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357/05.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 de março 2005.
- BRASIL. **LEI nº 9.866, de 28 de novembro de 1997.** Estado de São Paulo. Disponível em: <[http://www.dae.sp.gov.br/legislacao/arquivos/733/lei\\_9866.pdf](http://www.dae.sp.gov.br/legislacao/arquivos/733/lei_9866.pdf)>. Acesso em: 20 de novembro de 2011.
- CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de Qualidade das Águas.** São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/108-indices-de-qualidade-das-aguas>01.pdf/02.pdf/03.pdf>> Acesso em: 05 de março de 2012.
- COGERH- Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará. **Quantidade de Impactos.** Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br>> Acesso em: 05 de julho de 2012.
- DIÁRIO DO NORDESTE. **Presidenta Visita ETA Oeste e Projeto Vila Do Mar III.** Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/noticia.asp?codigo=335570&modulo=966>>. Acesso em: 06 de junho de 2012.
- FREITAS, E. V. C; BARRETO, F. M. S; NUNES, A. B. A; ALENCAR, M. F. **Índice de Qualidade da Água Bruta do Açude Gavião – Município de Pacatuba.** 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (2011).
- JARDIM, F. A; PEREIRAS, S. P; AZEVEDO, S. G; GALINARI, P. C; FERREIRA, T. F. **Remoção de Fósforo Solúvel Reativo em Águas Eutróficas Utilizando Argila Modificada com Lantânio.** 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (2011).
- NUNES, A. B. A. **“Avaliação Ex-Post da Sustentabilidade Hídrica e da Conservação Ambiental de Perímetros Irrigados Implantados – O Caso do Perímetro Irrigado Jaguaribe -**

**Apodi (Dija)”. Tese submetida à Coordenação do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil / Área de Concentração em Recursos Hídricos, da Universidade Federal do Ceará. 2006.**

**VIDAL, T. F. Balanço de macro nutrientes no açude Gavião/CE–uma nova abordagem.**

Dissertação de Mestrado em Saneamento Ambiental – Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, PÁGINAS: 183, 2011.

**VON SPERLING, M. (2007). Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007. v. 7.

**VON SPERLING, M. (1998). Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1998. v. 1.

**AGRADECIMENTOS** Nossos agradecimentos ao CNPq e CAPES, pelo suporte financeiro que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa.