



## **Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB) no açude Gavião para determinação futura do Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP)**

**Jessyca Costa Barros<sup>1</sup>, Francisco Mauricio de Sá Barreto<sup>2</sup>, Marlon Vieira de Lima<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Aluna do Departamento de Construção Civil do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental do IFCE - Campus Fortaleza

<sup>2</sup>Professor Dr. do Departamento de Construção Civil do IFCE - Campus Fortaleza

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Química do IFCE - Campus Fortaleza

**Resumo:** A presente pesquisa avaliou preliminarmente a qualidade da água do açude Gavião, localizado na bacia metropolitana no município de Pacatuba/CE, a partir do índice de qualidade das águas (IQA-CETESB). Os resultados obtidos serão utilizados no cálculo do índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público – IAP do referido açude (em andamento). As amostras de água foram coletadas no ponto de captação da água bruta para fins de abastecimento público, após sua potabilização. Foram realizadas quatro campanhas nos meses de fevereiro, abril, maio e junho de 2012. Os parâmetros analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), fósforo total (PT), nitrato, *Escherichia coli*, turbidez, sólidos totais (ST) e temperatura. Os valores mensais do índice de qualidade das águas (IQA-CETESB) variaram de 81 a 86, enquadrando a qualidade da água do manancial no intervalo de classificação ótima. Entretanto, o fósforo total e a DBO<sub>5</sub> apresentaram valores em desacordo com o valor máximo para classe 2 de água doce regulamentados pela Resolução do CONAMA 357/05. Dessa forma, constata-se que o IQA-CETESB apesar de ser um instrumento importante de informação ao público em geral, o mesmo pode mascarar (subestimar) o comportamento dos parâmetros que estão envolvidos na sua formulação, tornando essencial uma análise individual de cada um dos parâmetros de qualidade de água envolvidos.

**Palavras-chave:** açude gavião, indicadores de qualidade de água, qualidade de água bruta

### **Introdução**

A água é um bem natural, patrimônio da humanidade, portanto, de direito de todos; ela é o elemento fundamental da vida, tanto para plantas e animais como para o ser humano. Seus múltiplos usos são indispensáveis, entre eles se destacam o abastecimento público e industrial, a irrigação, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática. A crescente expansão demográfica e industrial observada nas últimas décadas trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, lagos e reservatórios (SILVEIRA E GUANDIQUE, 2006). Dessa forma, vem se agravando problema de poluição nos corpos de água para abastecimento público, principalmente relacionado ao processo de eutrofização.

Segundo a Lei nº 9866/97, mananciais são as águas interiores subterrâneas, superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público. 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 (BOLLMANN, 2003a). Os índices e indicadores ambientais surgiram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores (CETESB, 2012).

Em 1970 foi realizado um estudo pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a partir do qual a 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), com o objetivo principal de fazer a utilização dos seus resultados para posteriormente calcular o índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP).

O IAP é relevante em relação ao IQA. Pois o IAP além de envolver todos os parâmetros pertencentes ao IQA-CETESB, também abrange o índice de substâncias tóxicas e organolépticas da água (ISTO). Dessa forma pode-se perceber que a aplicação do IAP fornece uma análise mais detalhada da qualidade de água de um corpo hídrico que o IQA-CETESB.

### Material e Métodos

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).

À jusante do Açude Gavião, está implantada a ETA Gavião, estação de tratamento de água com capacidade máxima de 10 m<sup>3</sup>/s que hoje opera na ordem de 8 m<sup>3</sup>/s para abastecer o município de Fortaleza e sua região metropolitana. A ETA Gavião utiliza nos processos de potabilização da água bruta a tecnologia de tratamento do tipo filtração direta descendente (CAGECE, 2011).

Atualmente está sendo construída uma nova Estação de Tratamento de água, denominada ETA Oeste, localizada no conjunto Araturi, no município de Caucaia. Esta obra tem como objetivo principal reforçar o abastecimento no município de Caucaia e no setor oeste de Fortaleza, locais estes que passam por um acelerado crescimento demográfico. A obra levará água diretamente a 1,2 milhão de pessoas e aumentará a vazão de água para 5 m<sup>3</sup>/s por segundo. A previsão para conclusão desse projeto é em outubro deste ano.

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 quatro coletas durante um período de cinco meses. As coletas foram realizadas mensalmente, 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 em que a água bruta é captada e aduzida para Estação de Tratamento de Água do Açude Gavião (ETA Gavião), onde é tratada 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 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, obtidos através das equações representativas das curvas de qualidade de cada parâmetro, as quais foram retiradas do livro “Estudos e modelagem da qualidade da água de rios” do autor Marcos Von Sperling. Os valores de  $q_i$  associados aos seus respectivos pesos (tabela 2), permitem calcular o IQA a partir da equação 1.

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

Eq. 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
Sólidos totais	mg/L	0,08
OD	% saturação	0,17

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).

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
<b>ÓTIMA</b>	79 < IQA ≤ 100
<b>BOA</b>	51 < IQA ≤ 79
<b>REGULAR</b>	36 < IQA ≤ 51
<b>RUIM</b>	19 < IQA ≤ 36
<b>PÉSSIMA</b>	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB, 2012.

### **Resultados e Discussão**

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

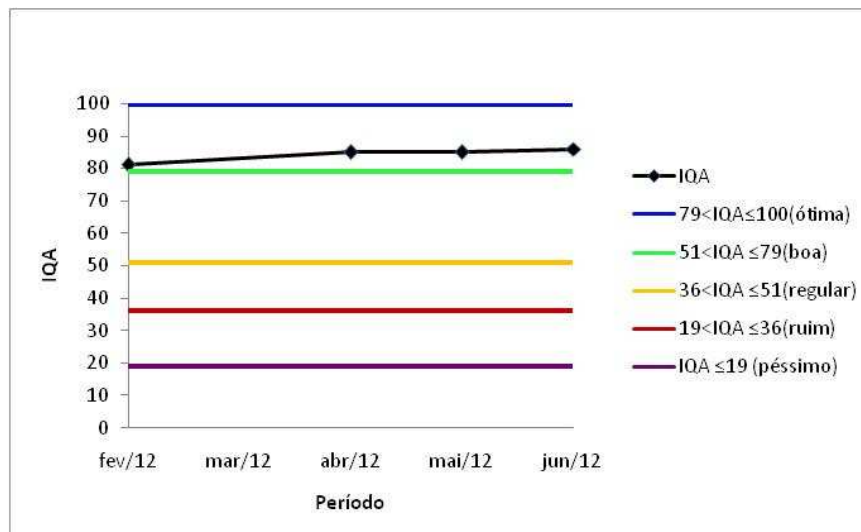


Figura 1 - Gráfico com a classificação do IQA-CETESB para os meses monitorados.

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). Os resultados de IQA, apresentados no gráfico da figura 1, mostraram que no ponto de captação do Açude Gavião a água classificou-se como ótima, ou seja, se enquadrando entre 79 e 100. Dessa forma, indicando que a qualidade da água bruta nesse ponto apresentou características apropriadas para ser usada no consumo humano, após o tratamento adequado. 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. Cada faixa de qualidade da água é representada por uma cor, este é outro recurso que permite uma boa comunicação com o público não técnico.

Nos estudos de monitoramento da qualidade de corpos hídricos, os resultados do IQA-CETESB podendo ser extensivo aos demais índices de qualidade – devem ser confrontados 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 subestimar a qualidade da água do corpo em estudo, pois o índice pode mascarar informações relevantes dos parâmetros dado seu caráter reducionista. Essa avaliação é importante, pois possibilita um diagnóstico realístico da qualidade do corpo hídrico monitorado, além de apontar medidas de prevenção e/ou correção do corpo estudado de forma assertiva. Entretanto, quando o objetivo for apenas de comunicação ao público não técnico, o índice por si só é suficiente para atestar a qualidade da água em uma situação específica, como por exemplo, o uso da água para atividades de recreação.

Diante do exposto, a tabela 4 mostra os resultados das concentrações dos parâmetros que compõem o IQA-CETESB, seus valores de referências, com destaque daqueles em desacordo com a legislação.

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

Parâmetros	Fevereiro	Abril	Mai	Junho
<i>Escherichia coli</i> 1000NMP/100ml*	5,00	4,10	1,00	1,00



pH ideal: 6 a 9	7,75	7,89	7,93	7,66
DBO <sub>5</sub> ** 5mg/L*	10,08	7,56	3,87	2,24
Nitrato 10 mg/L*	0,06	0,06	0,02	0,04
Fósforo total 0,030mg/L*	0,04	0,04	0,05	0,04
Temperatura (°C)	29,10	30,20	28,30	28,00
Turbidez Máximo:100 UNT*	6,12	6,93	5,96	5,28
Sólidos totais 500mg/L*	478,25	341,20	378,00	400,50
Oxigênio dissolvido Mínimo: 5mg/L	6,96	6,96	6,92	6,92

\*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 notar que *Escherichia coli*, pH, Nitrato, Turbidez, sólidos totais e OD durante o período de monitoramento obedeceram os limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA357/05. Porém, fósforo total (PT), em todos os meses, e DBO<sub>5</sub>, nos dois primeiros 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 e detergentes) 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 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.

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, portanto, do carbono orgânico biodegradável.

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, 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 todos os meses o volume máximo da Resolução CONAMA 357/05. Pode-se supor que as possíveis fontes dessa substância nesse corpo hídrico são os lançamentos de esgotos domésticos e atividades de recreação, já que essas atividades são destacadas no levantamento realizado pela COGERH.

Os valores de DBO durante os meses de fevereiro e abril de 2012 ficaram acima do valor máximo regulamentado pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doces de classe 2, ou seja: 5 mg/L. Em função da ocorrência de chuvas no período é provável que a matéria orgânica sedimentável tenha sido detectada, o que provavelmente justifica esta alteração. 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, previstas na referida resolução, não forem desobedecidas.

Este artigo apresenta um dos objetivos específicos da pesquisa, qual seja: estimar a qualidade da água do Açude Gavião a partir do IQA-CETESB. Os dados obtidos no IQA-CETESB, em conjunto com outros parâmetros de qualidade de água, serão utilizados para se determinar o IAP.

É importante salientar que a classificação da qualidade da água do açude Gavião poderá ser alterada com a aplicação do IAP, ou se manter na mesma faixa daquela classificada pelo o IQA-CETESB. Uma vez que o IAP incorpora além dos parâmetros de qualidade previstos no IQA-CETESB, as substâncias que compõem o índice de substâncias tóxicas e organolépticas (ISTO).

### Conclusões

A qualidade da água bruta no ponto de captação do açude Gavião, durante o período monitorado, foi classificada com ótima; indicando que pode ser utilizada para o abastecimento público, após o tratamento adequado.

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 preventivas e corretivas 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.

### Agradecimentos

A Deus em primeiro lugar; ao Prof. Dr. Francisco Maurício de Sá Barreto, meu orientador, por todo apoio; ao Professor Marlon Vieira pela ajuda nas etapas de coleta e análise das amostras e a toda equipe de técnicos do Laboratório Central da Cagece.

### Literatura citada

- 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).
- BOLLMANN, H. A. (2003a). “**Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas**”. In: Andreoli, C. V. (org.). Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 267-316.
- 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 como 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.daae.sp.gov.br/legislacao/arquivos/733/lei\\_9866.pdf](http://www.daae.sp.gov.br/legislacao/arquivos/733/lei_9866.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2011.

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **História**. Disponível em: <http://www.cagece.com.br/institucional/historia> . Acesso em: 15 de Dezembro de 2011.

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Eta Oeste**. Disponível em: <http://www.cagece.com.br/institucional/eta-oeste> . Acesso em: 06 de junho de 2012.

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](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.

SILVEIRA, T. A; GUANDIQUE, M. E (2006). **Água: patrimônio natural da vida**. Disponível em: <http://www2.sorocaba.unesp.br/noticias/artigos> . Acesso em: 06 de junho de 2012.

VIDAL, T. F. **Balanco 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.