

## CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM TRECHO DO RIO SALGADO NO CEARÁ ATRAVÉS DAS ANÁLISES DE IQA E IET.

Thiago de Norões Albuquerque\*, Wladya Maria Mendes de Oliveira, Bárbara da Silva Castro, Belarmino Ferreira de Albuquerque

\* Instituto Federal do Ceará, [Thiago.noroies12@hotmail.com](mailto:Thiago.noroies12@hotmail.com).

### RESUMO

O uso inadequado das águas bem como a ausência de tratamento dos efluentes gerados nas diversas atividades pode alterar drasticamente a qualidade da água quando retornados aos corpos hídricos afetando os mais diversos usos a que essas águas se destinam, assim o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da água utilizada pelas comunidades próximas ao recurso hídrico rio Salgado, comparando o Índice de Qualidade das Águas e o Índice do Estado Trófico quanto aos seus resultados, discutindo as possíveis causas e propondo medidas que auxiliem a melhoria da qualidade das águas utilizadas nessa região. Foram analisados 8 laudos de amostra referentes ao ponto em questão no intervalo de dois anos (2012 – 2013), concluindo que o corpo hídrico sofre com o constante lançamento de efluente de características doméstico, esses degradam a qualidade da água produzindo baixo valor de IQA e alto valores de IET sendo intensificado no período de estiagem por conta da redução do volume de água afluente e os principais responsáveis por essas alterações são a elevada concentração de DBO, Coliformes Fecais, Fósforo e as reduzidas concentrações de oxigênio dissolvido disponíveis no meio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, IQA, Estado Trófico.

### INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são regiões em que toda a água da chuva e drenada para um rio principal localizado em uma cota mais baixa e separado das demais bacias por um ponto denominado divisor de águas. Geralmente a região de convergência das águas possibilita a disponibilidade de áreas que favorecem a atividade agrícola e a captação para diversos usos. Porém, o uso inadequado dessas águas bem como a ausência de tratamento dos efluentes gerados nas diversas atividades pode alterar drasticamente a qualidade da água quando retornados aos corpos hídricos, afetando os mais diversos usos a que estes se destinam.

Localizado na região sul do estado, o rio Salgado está incluso na Bacia do Salgado e compõem uma das cinco sub-bacias hidrográfica do rio Jaguaribe. Com 308 km de extensão e uma área de 12.865 km<sup>2</sup>, que contempla 23 municípios, dentre eles Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha. Apesar de possuir mais de 700 açudes na área de sua abrangência de acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) apenas 13 são gerenciados.

Para o enquadramento dos corpos de água utiliza-se a Resolução CONAMA 357/2005, onde se especifica a divisão entre as classes de águas, seus parâmetros e direciona as atividades as quais poderão ser realizadas, entretanto de forma a facilitar a comunicação com o público foi desenvolvido o Índice de Qualidade da Água (IQA) como ferramenta para a avaliação da qualidade das águas brutas. Inicialmente o IQA foi concebido pela “National Sanitation Foundation” (NSF) dos Estados Unidos e conta com nove parâmetros em sua estrutura, determinando ponderações as quais foram selecionadas por especialistas da área e propostas em relação à importância de cada parâmetro para a garantia da qualidade dos recursos hídricos.

Quando introduzido no Brasil o índice sofreu algumas modificações em relação às especificidades do país de forma que o aperfeiçoamento da proposta desenvolvida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB adotou o nitrogênio total para os cálculos ao invés do nitrato, proposto pela NSF, devido a grande introdução de esgoto doméstico nos cursos de água brasileiros. Ainda com referência ao IQA, seus valores de classificação vão de 0 a 100 e são seguidos por cores de identificação.

Com relação ao Índice de Estado Trófico (IET) esse é utilizado como indicador de estágio de eutrofização dos corpos de água, de acordo com a CETESB o fósforo é identificado como o principal agente causador do processo de eutrofização, enquanto os valores obtidos de clorofila “a” são apontados como uma consequência direta do processo, expondo o nível de crescimento de algas. Para a caracterização da eutrofização em um corpo de água utiliza-se um

sistema classificatório de níveis de trofia baseado nas concentrações de fósforo total e clorofila “a” sendo classificado em uma de seis categorias entre elas ultraoligotrófico menor grau de trofia ou hipereutrófico máximo grau de trofia. Apesar de ter sido desenvolvido para reservatórios, o IET vem sendo aplicado com sucesso também para rios.

Com base na correlação dos dados referentes ao IQA e IET é possível estimar de forma mais precisa a qualidade da água a qual estão expostas as populações que a utilizam para as diversas atividades do cotidiano.

## **OBJETIVO:**

Avaliar a qualidade da água utilizada pelas comunidades próximas ao recurso hídrico, rio Salgado, comparando o Índice de Qualidade das Águas e o Índice do Estado Trófico quanto a os seus resultados, discutindo as possíveis causas e propondo medidas que auxiliem a melhoria da qualidade das águas utilizadas nessa região.

## **QUALIDADE DA ÁGUA**

Segundo Alves *et al* (2012), a redução da qualidade das águas está diretamente ligada as ações antrópicas a qual são submetidas, o IQA e IET demonstram-se efetivamente úteis como forma representativa das qualidades, porém em virtudes das características locais de cada região algumas vezes são passíveis de ajuste de forma a melhor retratar a realidade existente.

As alterações provocadas na qualidade das águas podem ser proporcionadas por poluição pontual originárias de efluentes domésticos e industriais ou difusa através da agricultura por meio de fungicidas, inseticidas, herbicidas e fertilizantes de forma geral (Prado e Novo, 2006).

Assim de forma a melhor representa a realidade de um corpo hídrico os parâmetro da avaliação de qualidade de água podem ser mais específicos voltados as alterações ambientais que afetam de forma direta a qualidade das águas (Silva e Jardim, 2006).

Segundo Almeida e Schwarzbold (2003), uma melhor qualidade da água é encontrada quando está localiza-se em áreas de menor ocupação humana e reduzida atividade industrial, entretanto quando passível de intervenções antrópicas como intrusão de efluentes domésticos e industriais, aliado a variação de pluviosidade é significativa a redução da qualidade existente nos cursos de água.

Para Buss, Baptista e Nessimian (2003), a efetiva implementação de um programa de monitoramento necessita de uma metodologia simples que facilite a exposição de seu resultado final, de forma que seja de fácil entendimento para todos aqueles que possam se utilizar da informação.

De acordo com Helen *et al* (2010), a utilização do índice de qualidade de água correlacionado ao índice de estado trófico representa de forma mais precisa as características dos recursos hídricos, onde em seus estudos de caracterização da água da microbacia do Córrego Rico o IET representou de forma mais adequada a realidade no período chuvoso e o IQA o período seco avaliando a qualidade da água existente.

Para Lamparelli (2004), a eutrofização dos corpos aquáticos é comumente caracterizada pelo excessivo lançamento de nutrientes como nitrogênio e fósforo, esses em águas destinadas a abastecimento publicam tornam-se um dos principais responsáveis pela degradação de rios, lagos, reservatórios e alteram drasticamente suas características. Inviabilizando os seus mais diversos usos, afetando todo o ecossistema aquático e o abastecimento público.

Conforme Azevedo e Porto (1998), como método de garantir água em quantidade e qualidade satisfatória são elencados uma serie de etapas que facilitam o gerenciamento dos recursos hídricos, identificação do problema, seguridade das necessidades básicas de seus utilizadores, objetivos da utilização das águas e análise dos impactos ambientais gerados por cada alternativa adotada são alguns dos itens analisados para a efetiva implementação das propostas de gerenciamento.

## METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa foi dividida em quatro etapas, para um primeiro momento foi analisada a literatura de forma avaliar os padrões de qualidade da água segundo a Resolução CONAMA 357/05 que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento.

A pesquisa na literatura contemplou no primeiro momento, a análise sobre o índice de qualidade de água (IQA) proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, Índice de Estado Trófico (IET) e demais fontes de pesquisas que retratavam o histórico bem como a utilização dos índices nas diferentes regiões do país como mecanismo de comunicação ao público.

Em um segundo momento foram coletados os dados referentes ao ponto em análise, os dados de coleta são provenientes da Superintendência Estadual de Meio Ambiente – SEMACE, o tipo de amostra analisada é a água do rio Salgado e o ponto de coleta é a Bacia do Salgado – Sob a ponte de acesso ao distrito de São Bento, Crato/CE coordenadas em UTM 457201/9201887 (Figura 1).



Figura 1: Ponto de coleta, sob a ponte de acesso ao distrito de São Bento.

Fonte: Google, (2014).

Foram analisados 8 laudos de amostra referentes ao ponto em questão no intervalo de dois anos (2012 – 2013), as análises ocorreram em 4 amostras por ano estando 1 incluída na estação chuvosa, janeiro a maio, e 3 na estação seca respectivamente contemplada de junho a dezembro conforme o IPECE 2012. Os parâmetros avaliados no artigo foram os referentes ao IQA e IET, entretanto os laudos obtidos contemplavam a análise dos parâmetros relacionados ao CONAMA 357/2005 conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros Avaliados 2013-2012 .

IQA-CETESB									N	VMR CONAMA/357
Parâmetros	Período - 2013				Período – 2012					
	abr/13	jun/13	set/13	dez/13	mar/12	jun/12	ago/12	nov/12		
OD (mg/L)	1.8	2.9	2.35	0.5	10.4	0.3	0.33	1.3	8	≥5
DBO (mg/L)	30	5.4	17.7	79	5.9	12	24	26.4	8	≤5
Temperatura (°C)	30	26.8	28.4	35.5	24.5	27	23	35.4	8	-
Turbidez (uT)	32	1.22	16.61	2.9	43	53	4	46	8	≥100

Sólidos Totais (mg/L)	364	520	442	398	790	330	386	334	8	-
pH	6.3	7.56	6.93	7.5	5.8	6.5	7.3	6.3	8	6,0 – 9,0
Coliformes Totais	5000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	8	1000
Nitrogênio total (mg/L)	0.9	15.7	8.3	0.1	1.3	0.6	4.9	0.9	8	10
Fósforo Total (mg/L)	3.2	2.46	2.83	4.9	ND	1	1.947	4.8	7	0.1

- ND – não determinado;
- N – número de amostras
- VMR – valor máximo de referencia;
- Nitrogênio total considerado = valor de nitrato na amostra;
- O valor do fósforo total para a coleta de março de 2012 foi calculado através da média das coletas analisadas;
- Coliforme utilizou-se valor de 16000 para efeito de calculo mas seu resultado é  $\geq 16000$ .

No terceiro momento foram realizados os cálculos dos valores do IQA por coleta produzido através dos nove parâmetros constituintes do índice de forma que foram gerados oito resultados sendo um por período de coleta, como forma de minimizar erros pontuais gerados por situações específicas para o dia das coletas optou-se por retirar os valores de maior e menor IQA, ao final foi realizada a media dos valores restantes produzindo assim o IQA médio. Com relação ao valor do IQA geral esse foi produzido através da media dos valores encontrados para cada parâmetro, calculando assim um único valor, proposto pela media dos valores de coleta, de cada um dos itens analisados para o índice. As equações para o cálculo do IQA foram retiradas do livro Estudo e Modelagem da Qualidade da Água de Rios (2007), foram propostas pela CETESB visando à facilitação para o calculo das curvas em planilhas e o enquadramento, com relação a qualidade do recurso hídrico, de péssimo a ótimo seguido da respectiva cor que o representa.

Ainda no terceiro momento foi realizado o calculo do IET esse utilizado como indicador do grau de trofia apresentado pelo corpo de água, seu valor pode seu calculado em função do teor de fósforo presente no meio, em relação a concentração de clorofila “a” ou ambos, sendo no presente trabalho avaliado através da concentração de fósforo com suas equações propostas pelo livro Estudo e modelagem da qualidade da água de rios (2007).

Por fim foram analisados os resultados obtidos com os cálculos dos valores de IQA de forma geral e média, correlacionado aos dados calculados do IET, elencando assim os principais parâmetros responsáveis pelo resultado obtido, suas consequências e as respectivas variações desses ao longo do período de coleta.

## RESULTADOS

Para o Ceará os corpos de água doce por não apresentarem um enquadramento são considerados como corpos de água Classe II segundo o art. 42 da Resolução CONAMA 357/2005, assim quando comparado os dados obtidos em campo frente à legislação vigente observa-se uma enorme discrepância entre os valores permissíveis e os observados em campo.

Dentre os parâmetros avaliados para o calculo do IQA no mínimo 4 destes encontravam-se em desacordo com a legislação para cada dia de coleta. Avaliando o IQA de forma isolada observa-se que o menor valor ocorreu no período de coleta referente a dezembro de 2013 com o valor de 19, classificado como péssima identificação cor roxo, já o melhor valor foi identificado em junho de 2013 com o valor de 36, classificado como ruim identificação cor vermelho. Para as demais coletas os valores variaram de 20 a 27 também inclusas como de qualidade ruim com um valor de IQA médio 24, na realização do calculo do IQA médio retirou-se o valor máximo e mínimo existentes obtendo um grau de variação por meio do desvio padrão de 3,12.

Para o cálculo do IQA geral foi utilizada a média dos parâmetros em todas as coletas, ao final dos cálculos demonstrou-se um valor de 28, Tabela 2. De forma geral as duas metodologias de cálculo apresentaram o IQA com um valor final classificado como de qualidade ruim cor vermelho, de acordo com a CETESB.

**Tabela 2. Cálculo dos valores de IQA.**

Parâmetros	Valor de qi								Média dos parâmetros	Peso	Valor ponderado	
	abr/13	jun/13	set/13	dez/13	mar/12	jun/12	ago/12	nov/12				
pH	73.63	91.99	90.32	92.23	51.56	80.04	92.52	73.63	80.74	0.12	1.69	
Turbidez (uT)	50.46	96.97	66.24	92.74	42.22	35.91	90.09	40.22	64.36	0.08	1.4	
Temperatura (°C)	94	94	94	94	94	94	94	94	94	0.1	1.58	
Nitrogênio total (mg/L)	92.9	74.27	53.27	99.19	89.9	95.21	67.32	92.9	83.12	0.1	1.56	
OD (mg/L)	16.63	28.15	22.18	6.04	2.18	4.46	4.5	12.91	12.13	0.17	1.53	
DBO (mg/L)	4.92	81.57	14.11	2	80.35	70.63	7.68	6.35	33.45	0.1	1.42	
Fósforo (mgPO <sub>4</sub> /L)	5.24	7.13	6.11	5	5.65	15.78	8.82	2.7	7.26	0.1	1.22	
Sólidos totais (mg/L)	51.01	32	40.16	46.28	32	55.74	47.95	55.19	45.04	0.08	1.36	
Coliformes termotolerantes (NPM/100ml)	111.76	7.37	7.37	7.37	7.37	7.37	7.37	7.37	7.92	0.15	1.36	
<b>Valor do IQA por coleta</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>IQA MÉDIO</b>	<b>24</b>	<b>IQA GERAL</b>	<b>28</b>

- A conversão do fósforo total para fosfato se deu pela multiplicação por 3,066 conforme a literatura;
- O valor do qi da temperatura foi adotado 94 em função das condições brasileiras.
- Para a DBO de dezembro de 2013 foi considerado valor de 2 por essa ser superior a 30mg/L;
- Para o teor de fosfato superior a 10mg/L adotado valor de qi igual a 5;
- Para sólidos superiores a 500mg/L adotado valor de qi igual a 32.
- Para o cálculo da saturação do oxigênio dissolvido foi utilizada a altitude de 400m conforme o Google, 2014.
- O valor do IQA médio foi feito através da média dos valores do IQA por coleta excluindo-se o maior e o menor valor existente;
- O valor do IQA geral foi produzido através da media dos parâmetros em todas as coletas.

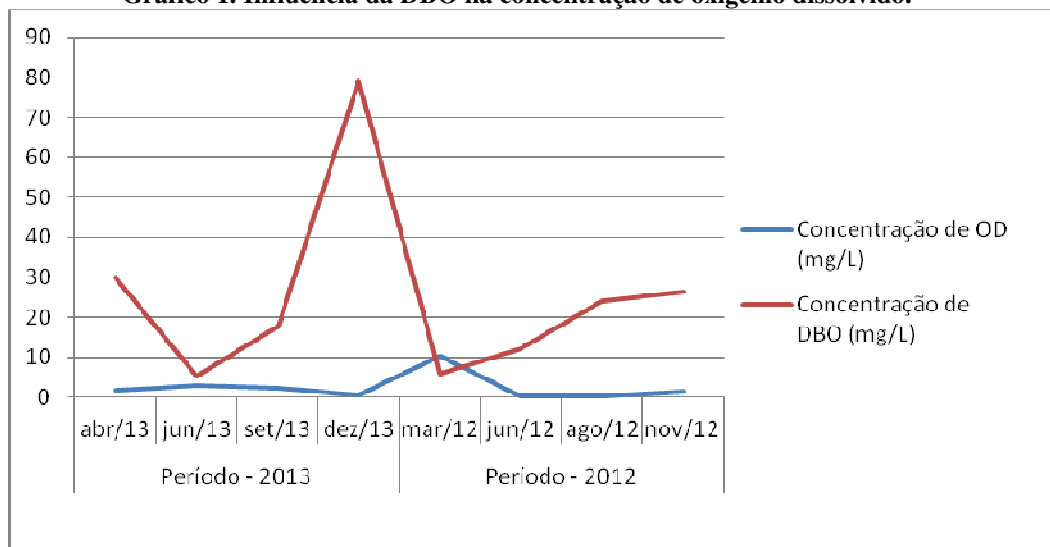
Dentre os principais responsáveis pela inadequação da qualidade do corpo hídrico pode citar-se: a reduzida concentração de oxigênio dissolvido (OD), elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), grande quantidade de coliformes e os elevados teores de fósforo presentes nas amostras.

Os baixos valores de OD provocam a anaerobiose do corpo hídrico quando exposto a consumos excessivos de oxigênio, as bactérias responsáveis pela degradação da fração facilmente degradável utilizam inicialmente o oxigênio como aceptores de elétrons e quando na ausência desses passam a utilizar outros compostos com o NO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub>, produzindo dentre outros a emissão de odores desagradáveis.

Em relação a os baixos valores de OD obtidos para a análise esses encontram-se diretamente ligados as grandes concentrações de DBO encontradas no recurso hídrico Gráfico – 1. Devido a os elevados valores de contribuição de DBO aliados à minimização do volume de água no período seco ocorre à depleção da concentração de oxigênio dissolvido no curso de água, visto que, inicialmente o processo de estabilização da matéria orgânica facilmente degradável será feita de forma aeróbia. Os microorganismos advindos possivelmente das mesmas fontes provedoras da DBO prejudicam ainda mais o curso de água tornando-o vetor de doenças hídricas e auxiliando na redução dos valores referentes a o IQA.



**Gráfico 1. Influencia da DBO na concentração de oxigênio dissolvido.**



Com relação a os valores do fósforo observa-se que esse se encontra bem superior a o permitido de acordo com a legislação vigente para o enquadramento do corpo de água como classe II de água doce.

Para o calculo do IET através da media do fósforo para todos os períodos de coleta, esse obteve valor de 76, Tabela 3, enquadrado como mesotrófico, quando comparado à média do IET calculado através dos dias de coleta, este demonstrou valor similar com resultado de 75, também classificado como mesotrófico conforme o Tabela 4.

**Tabela 3. Cálculo dos valores de IET.**

Parâmetros	IET								Média dos valores	Valor geral do IET
	Período - 2013				Período - 2012					
	abr/13	jun/13	set/13	dez/13	mar/12	jun/12	ago/12	nov/12		
Fósforo Total (mg/L)	3.2	2.5	2.8	4.9	3.0	1.0	1.9	4.8	3.0	<b>76</b>
<b>Valor do IET por coleta</b>	76	74	75	78	76	70	73	78	<b>IET Médio</b>	<b>75</b>

- O valor do fósforo total para o mês de março de 2012 foi calculado em função da media das demais coletas;
- O valor geral do IET foi calculado em função da concentração média de fósforo;
- O valor do IET por coleta foi calculado em razão do teor de fósforo por período de análise;
- O valor do IET médio foi calculado através da média dos valores do IET por coleta.

**Tabela 4. Classificação do IET.**

ESTADO TRÓFICO	IET (fósforo total µg/L)
Ultraoligotrófico	fósforo ≤ 13
Oligotrófico	13 < fósforo ≤ 35
Mesotrófico	35 < fósforo ≤ 137
Eutrófico	137 < fósforo ≤ 296
Supereutrófico	296 < fósforo ≤ 640
Hipereutrófico	fósforo > 640

Fonte: Adaptado da CETESB, (2006).

## CONCLUSÕES

Como conclusão observa-se que o corpo hídrico sofre com o constante lançamento de efluente de características doméstico, esses degradam a qualidade das águas produzindo os baixos valores de IQA e altos valores de IET sendo intensificado no período de estiagem por conta da redução do volume de água afluente.

O valor de IQA teve como gerador de seus baixos valores a elevada concentração de DBO, Coliformes Fecais, Fósforo e reduzidos valores de oxigênio disponíveis no meio, não atendendo assim o disposto na legislação vigente para a condizente classificação.

Como propostas para solucionar e mitigar a contaminação da região afetada bem como proporcionar uma melhoria da qualidade de vida da população que se utiliza dessas águas é proposto:

- Promover campanhas de conscientização sobre o lançamento de dejetos e formas seguras de utilização das águas provenientes do rio salgado;
- Adotar sistemas de tratamento de esgoto com vista a proporcionar a redução do aporte de esgotos domésticos no recurso hídrico;
- Propor projetos de fiscalização relacionados à verificação de lançamento de origem doméstico e industrial no recurso hídrico;
- Assegurar monitoramento constante do recurso hídrico através de parcerias e convênios.

Quando adotada essas medidas espera-se que a qualidade das águas da Bacia do Salgado torne-se de qualidade satisfatória atendendo assim a legislação e os usos múltiplos existentes na Bacia, assegurando sua utilização de forma correta e melhoria da qualidade de vida de seus usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, M. A. B. e SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Rio Grande do Sul, v 8, 2003
2. ALVES, Igor Charles Castor et al. **Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil)**. [S.l.]: Acta Amazônica, 2012. 10 p.
3. AZEVEDO, Luiz Gabriel T.; PORTO, Monica. Sistema de apoio a decisão para o gerenciamento integrado de quantidade e qualidade da água: metodologia e estudo de caso. Rio Grande do Sul: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 1998. 31 p.
4. BRASIL.Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental. Disponível <[http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das%C3%81guas-\(iqa\)](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das%C3%81guas-(iqa))>. Acesso em: 24 de junho de 2014.
5. BRASIL.Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental. Disponível <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>>. Acesso em: 24 de junho de 2014.
6. BRASIL. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos <<http://portal.cogerh.com.br/categoria2>>. Acesso em: 24 de junho de 2014.
7. BRASIL. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2012/Crato.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2012/Crato.pdf)>. Acesso em: 24 de junho de 2014.
8. BUSS, Daniel Forsin; BAPTISTA, Darcílio Fernandes; NESSIMIAN, Jorge Luiz. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Rio de Janeiro: **Caderno de Saúde Pública**, 2003. 9 p.
9. Ceará. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Informes técnicos: **Laudos. n 972/2013;724/2013; 456/2013; 256/2013; 1250/2012; 964/2012; 633/2012 e 262/2012**. Ceará, 2014.
10. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 357, 17 de março de 2005. **Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.**

11. HELEN, L.H.T. *et al.* Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 2010.
12. LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: **Avaliação dos Métodos de Monitoramento**. 2004. 207 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
13. PRADO, Rachel Bardy; NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. **Análise espaço-temporal da relação do estado trófico do reservatório de barra bonita (SP) com o potencial poluidor da bacia hidrográfica**. [S.l.]: Inpe - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. 10 p.
14. SILVA, Gilberto Silvério da; JARDIM, Wilson de F.. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia – SP. [S.l.]: **Revista Química Nova**, 2006.
15. VON SPERLING, Marcos (Ed.). **Estudo e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2008. 588 p. (II).