

## INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO JAGUARIBE EM SÃO JOÃO DO JAGUARIBE-CE, BRASIL

**FRANCISCO GILLIARD CHAVES FREIRE<sup>1</sup>; RAFAEL OLIVEIRA BATISTA<sup>1</sup>; PAULO CÉSAR MOURA DA SILVA<sup>1</sup>; SOLERNE CAMINHA COSTA<sup>2</sup>; ADRIANA DE FÁTIMA MENDES OLIVEIRA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ciência Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró – RN, Brasil. gilliardchaves@yahoo.com.br, rafaelbatista@ufersa.edu.br, paulo.moura@ufersa.edu.br, oliveira.adrianamendes@gmail.com

<sup>2</sup> IFCE - Campus Limoeiro do Norte – CE, Brasil. solerne@ifce.edu.br

### 1 RESUMO

A falta de gestão adequada dos corpos hídricos, cada vez mais contribui para os conflitos por água, em especial nas regiões áridas e semiáridas. Objetivou-se analisar os indicadores de qualidade da água para fins de abastecimento humano em partes das sub-bacias do médio e baixo Jaguaribe-CE, nos períodos de estiagem e chuvoso. Realizou-se um plano de monitoramento, no qual foram analisados três pontos georreferenciados do rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE. As amostras de água foram coletadas na profundidade de 0,40 m, distando 5,0 da margem do corpo hídrico, sendo posteriormente encaminhadas à distintos laboratórios para análises físico-químicas (turbidez, nitrogênio total, fósforo total, Demanda Bioquímica de Oxigênio e sólidos totais) e microbiológicas (coliformes termotolerantes). Nos locais das amostragens mediu-se pH, oxigênio dissolvido e temperatura. Para interpretação dos resultados de qualidade da água foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA) e legislação nacional sobre qualidade das águas nos corpos hídricos e para abastecimento humano. Os dados de qualidade de água foram submetidos à análise descritiva com determinação do valor médio e do desvio padrão. Os resultados indicaram que não houve alteração no Índice de Qualidade da Água do Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012. As concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio, nitrogênio total e fósforo total estão superiores aos limites estabelecidos na legislação nacional para corpos hídricos classe 2 (água doce).

**Palavras-chave:** poluição antrópica, manancial superficial, gestão ambiental.

**FREIRE, F. G. C.; BATISTA, R. O; SILVA, P. C. M.; COSTA, S. C.; MENDES OLIVEIRA, A. F.**

**INDICATORS OF WATER QUALITY IN JAGUARIBE RIVER IN SÃO JOÃO DO JAGUARIBE-CE, BRAZIL**

### 2 ABSTRACT

The lack of adequate management of water bodies, increasingly contributes to conflicts for water, especially in arid and semiarid regions. The aim of this study was to analyze indicators of water quality for purposes of drinking water in parts of the sub-basins of medium and low-

Jaguaribe river, CE during dry and rainy periods. A monitoring plan was conducted, in which 3 georeferenced points of the Jaguaribe river in São João do Jaguaribe-CE were analyzed. Water samples were collected at 0.40 m deep, lying 5.0 m away from the margin of the water body. Afterward, the samples were referred to different laboratories for physical and chemical (turbidity, total nitrogen, total phosphorus, Biochemical Oxygen Demand and total solids) and microbiological (fecal coliform) analyses. The following parameters were measured at the sampling site: pH, dissolved oxygen and temperature. For interpretation of results related to water quality, the Water Quality Index (WQI) and the national legislation on water quality in water bodies and human consumption were used. Data on water quality underwent descriptive analysis and the mean value as well as standard deviation were determined. The results showed that no changes were observed in the Water Quality Index of the Jaguaribe river in São João do Jaguaribe from November 2011 to February 2012. Concentrations of Biochemical Demand of Oxygen, total Nitrogen and total Phosphorus are above limits established by the national legislation for water bodies class 2 (fresh water).

**Keywords:** anthropogenic pollution, surface water sources, environmental management.

### 3 INTRODUÇÃO

No Ceará, e particularmente no seu semiárido, devido às suas peculiaridades, os recursos naturais apresentam uma real fragilidade às ações antrópicas. Áreas fundamentais no ciclo hidrológico estão degradadas tais como matas ciliares, mangues, encostas, rios e nascentes, especialmente devido às ações humanas, comprometendo os recursos hídricos em termos qualitativos e quantitativos (CEARÁ, 2008).

Segundo Rosa et al. (2006), as características climáticas, edáficas e de cobertura vegetal de uma região oferecem riscos de erosão do solo e são agravados pelo mau uso e ocupação do mesmo. Na Bacia do Jaguaribe, as principais causas são o desmatamento, o cultivo das terras, a mineração, as obras civis e a urbanização. Para os recursos hídricos tem-se o grave problema do assoreamento de rios e reservatórios que provoca o desequilíbrio das condições hidráulicas, com enchentes e perda da capacidade de armazenamento hídrico, com prejuízos à demanda dos usos múltiplos da água.

O Rio Jaguaribe, principal recurso hídrico do Estado do Ceará, constitui-se como de fundamental importância sócio-ambiental no contexto Nordeste, haja vista as condições de adversidade climáticas na qual a região é submetida. Com 610 km de extensão o Rio Jaguaribe surge e deságua em território cearense, drenando praticamente metade do território estadual. Apresenta uma bacia hidrográfica com aproximadamente 72.645 km<sup>2</sup> inserida completamente dentro do domínio do clima semiárido (ROSA et al., 2006).

O Rio Jaguaribe destaca-se pela importância no abastecimento de água da população cearense, dado que as três bacias que têm como tronco o citado rio, respondem por aproximadamente 54% da capacidade de armazenagem de água do Estado do Ceará, algo entorno de 9,4 bilhões de metros cúbicos (EMBRAPA, 2008).

Visando balizar o uso múltiplo dos recursos hídricos, uma importante medida ambiental para diagnosticar um corpo hídrico é o uso de indicadores físicos, químicos e biológicos, os quais são usados para descrever e controlar as condições do ambiente aquático. O Índice de Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* com auxílio de especialistas, abrange as interações entre as diversas variáveis mensuradas em amostras de água (BONNET et al., 2008; SÃO PAULO, 2013).

Esse índice propõe dar uma idéia da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo, além de permitir uma comparação entre diferentes cursos hídricos ou entre diferentes pontos de um mesmo curso (BONNET et al., 2008; SILVA et al., 2009). A utilização de índices de qualidade de água tem como objetivo a simplificação de uma série de parâmetros em valores inteiros (OLIVEIRA et al., 2009; UMETSU et al., 2012).

Nesse sentido, objetivou-se determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA) em três pontos georreferenciados do Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE nos períodos de estiagem e chuvoso.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no rio Jaguaribe que nasce na Serra da Joanhina, no município de Tauá-CE. O município de São João do Jaguaribe-CE apresenta clima semiárido, com precipitações anuais variando de 700 a 800 mm e temperatura média anual entre 26°C e 27°C, com temperatura superior a 18°C no mês mais frio (BSW'h'), de acordo com a classificação de Köppen.

Segundo Rosa (2006), predominam na região do Rio Jaguaribe os seguintes tipos de solos: Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos e Afloramento de Rochas, Planossolos, Luvissolos, Latossolos Vermelho-Amarelo e Cambissolos. Esses solos são pouco profundos e com características morfológicas, físicas e químicas que favorecem o desencadeamento de processos erosivos. Tal fato contribui para incrementar o déficit hídrico na região, tendo em vista que, ao reduzir a espessura do solo como resultado da erosão diminui, também, a capacidade de armazenamento de água dos mesmos.

As áreas de coleta foram escolhidas em função dos melhores acessos ao rio, identificando os possíveis agentes causadores de alteração nas características da água, ao longo do corpo hídrico, sendo escolhidos três pontos no rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe, destacados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Coordenadas georreferenciadas dos três pontos de coleta no Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe em 2012.

Pontos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
X Coordenadas mE	579553	579769	581852
Y Coordenadas mN	9416976	9417528	9418144

**Nota:** Coordenadas dos locais de coletas, georreferenciados com aparelho *GPS Garmin Quest*, Projeção *UTM*, Datum SAD 69, Zona 24 S.

No Rio Jaguaribe, em São João do Jaguaribe-CE, foram coletadas três amostras de água, sendo que cada ponto amostrado distou 100 m um do outro. Tais amostras foram coletadas em frascos plásticos de 2,0 L, à profundidade de 0,40 m no corpo hídrico, sendo posteriormente identificados e conservadas em caixa isotérmica com gelo à 4,0°C. Em seguida, tais amostras foram encaminhadas para laboratórios específicos com a finalidade realizar análises físico-químicas e microbiológicas, seguindo as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (RICE et al., 2012). No processo de amostragem foram utilizadas luvas descartáveis para minimização da contaminação das amostras de água também seguindo as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (RICE et al., 2012). As coletas foram realizadas a uma distância média de 5 m da margem em todos os pontos, iniciando-se a amostragem às 08:00 h e finalizando-se às 10:00 h da manhã. Para evitar interferências na concentração, antes de

cada coleta, as garrafas foram lavadas com água e detergente neutro e enxaguadas com água destilada e deionizada. Ao chegar ao ponto amostral, lavou-se cada garrafa três vezes com a água do ponto de coleta, a fim de evitar interferências nos valores das características.

O Laboratório de Diagnóstico Físico-Químico da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) quantificou as concentrações de  $\text{DBO}_5^{20}$  (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO) pelo método iodométrico pelo processo Winkler, expressas em  $\text{mg L}^{-1}$ ; ST (sólidos totais) pelo método gravimétrico, expressos em  $\text{mg L}^{-1}$ ; e N (nitrogênio total) e P (fósforo total) por espectroscopia no ultravioleta visível, em  $\text{mg L}^{-1}$ .

O Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal da UFERSA quantificou-se os níveis populacionais de CTe (coliformes termotolerantes) pelo método dos tubos múltiplos, expressos em Número Mais Provável por 100 mL (NMP 100  $\text{mL}^{-1}$ ).

Nos locais das amostragens determinaram-se os valores de pH com peagâmetro portátil; Temperatura (temperatura da água) com termômetro, expressos em  $^{\circ}\text{C}$ ; Turb (turbidez) com turbidímetro, expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e OD (oxigênio dissolvido) com medidor multiparométrico portátil, expressos em  $\text{mg L}^{-1}$ .

A qualidade da água para abastecimento humano pode ser representada pelo agrupamento de alguns parâmetros, que traduzem as características físicas, químicas e biológicas do ambiente aquático. Na resolução CONAMA n<sup>o</sup> 357/05 estão apresentados padrões para mais de 70 parâmetros de qualidade da água (BRASIL, 2005).

Os parâmetros contemplados pelo IQA são CTe (coliformes termotolerantes), pH, DBO, N (nitrogênio total), P (fósforo total), Temp (temperatura), Turb (turbidez), ST (sólidos totais) e OD (oxigênio dissolvido).

Para a determinação do IQA d'água do Rio Jaguaribe, foi utilizada a fórmula do cálculo do IQA (equação 1) desenvolvido e adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) à partir do IQA desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos.

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

Em que;

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, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade desse parâmetro, em função de sua concentração ou medida; e  $w_i$  - peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para o cálculo global de qualidade.

De acordo com o resultado do produtório, as amostras de água foram classificadas conforme os critérios apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Classificação da qualidade da água de acordo com o valor do Índice de Qualidade de Água (IQA) para o Estado do Ceará.

Classificação da qualidade de água	Faixa do IQA
Ótima	80 -100
Boa	52 - 79
Regular	37 - 51
Ruim	20 - 36
Péssima	0 - 19

Fonte: ANA (2012).

Os dados de qualidade de água foram submetidos à análise descritiva com determinação do valor médio e do desvio padrão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, bem como os valores dos Índices de Qualidade da Água (IQA) das amostras de água superficiais do rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe no período seco estão apresentadas na Tabela 3.

Constatou-se no trecho de São João do Jaguaribe, que a qualidade da água foi classificada como boa para o consumo humano (Tabela 3), conforme as recomendações da ANA (2012) para o Estado do Ceará. No trabalho realizado por Santos et al. (2009) constatou-se que a qualidade da água do açude Orós no Estado do Ceará foi inferior ao do presente trabalho. O referido autor afirma que uso do IQA e dos dados pluviométricos do período, foi possível verificar que as condições climáticas e, principalmente, as atividades antrópicas no entorno do açude Orós são decisivas na degradação da qualidade da água deste corpo hídrico receptor.

Notou-se, na Tabela 17, que as características turbidez, coliformes termotolerantes e o pH estão dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. As características fósforo (P) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) tornam-se preocupantes, pois no futuro esses indicadores podem causar danos aos ecossistemas aquáticos e à saúde humana. A concentração de P foi superior ao limite de 0,030 mg L<sup>-1</sup> estabelecido para corpo hídrico classe II (água doce).

**Tabela 3.** Valores médios, resultante de três amostras de água, dos indicadores de qualidade da água do rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe no período seco (23/11/2011), bem como o respectivo Índice de Qualidade da Água (IQA).

Indicadores de qualidade da água	Valores medidos	Valor limite permitido (BRASIL, 2005)
Temperatura (°C)	28 ± 0,10	-
Turbidez (UNT)	1,8 ± 0,20	100
DBO (mg L <sup>-1</sup> )	7,27 ± 0,40	5
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	0,45 ± 0,05	0,030
Nitrogênio total (mg L <sup>-1</sup> )	5,92 ± 0,80	1
Coliformes termotolerantes (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	3,0 ± 1,0	< 200
Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	206 ± 20	-
pH	8,2 ± 0,30	6 – 9
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	8,1 ± 0,40	5
IQA (%)	78,83	
Classificação (ANA, 2012)	BOA	

**Nota:** UNT – Unidade nefelométrica de turbidez.

Os valores da DBO e do nitrogênio total foram superiores aos limites de 5,0 e 1,0 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, estabelecido para corpo hídrico classe 2 (água doce). Tal fato pode ser atribuído ao lançamento de águas residuárias no rio Jaguaribe, aumentando a carga orgânica na água e conseqüentemente a DBO, o excesso de fósforo é proveniente de sabão e detergentes presentes nas águas residuárias domésticas e da água de escoamento superficial de

áreas que recebam a aplicação de adubos e defensivos agrícolas, tais fatores podem acarretar a eutrofização do corpo hídrico (von SPERLING, 2011).

Mesmo no período chuvoso a água do rio Jaguaribe foi classificada como boa (Tabela 4) em São João do Jaguaribe, conforme as recomendações da ANA (2012) para o Estado do Ceará. Resultados semelhantes de IQA foram obtidos por Tavares et al. (2009) nas águas do açude Ayres de Sousa em Sobral-CE. Os referidos autores obtiveram a classificação boa e ótima para as campanhas desenvolvidas no ano de 2009. Tais resultados são de grande importância, pois esse reservatório é utilizado para abastecimento humano na zona norte do Estado do Ceará.

Constata-se, na Tabela 4, que os valores de DBO, nitrogênio total e o fósforo total estão acima dos valores máximos permitidos, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005. Já as características coliformes termotolerantes, pH e turbidez estão dentro do permitido pela legislação vigente.

Estabelecendo comparação entre os indicadores de qualidade da água e os valores de IQA dos períodos de estiagem e chuvoso apresentados nas Tabelas 3 e 4 verificou-se que os eventos de precipitação pluviométrica não causaram alterações consideráveis na qualidade da água do Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe. Tais resultados contrariam os obtidos por Toledo e Nicolella (2002) em Guaíra-SP, onde foi realizado o monitoramento da qualidade da água em uma microbacia de uso agrícola e urbano com 9.600 ha, no período de jun/95 a jun/96. Os referidos autores concluíram que a influência climática foi pouco significativa no IQA, apresentando uma pequena deterioração na qualidade da água durante o período chuvoso.

**Tabela 4.** Valores médios, resultante de três amostras de água, dos indicadores de qualidade da água do rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe no período chuvoso (14/02/2012), bem como o respectivo Índice de Qualidade da Água (IQA).

Indicadores de qualidade da água	Valores medidos	Valor limite permitido (BRASIL, 2005)
Temperatura (°C)	27,5 ± 0,20	-
Turbidez (UNT)	1,5 ± 0,10	100
DBO (mg L <sup>-1</sup> )	11,23 ± 0,50	5
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	0,55 ± 0,03	0,030
Nitrogênio total (mg L <sup>-1</sup> )	6,78 ± 0,30	1
Coliformes termotolerantes (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	0 ± 0	< 200
Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	210 ± 30	-
pH	8,23 ± 0,20	6 - 9
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	7,86 ± 0,30	5
IQA (%)	77,41	-
Classificação (ANA, 2012)	BOA	-

**Nota:** UNT – Unidade nefelométrica de turbidez.

De acordo com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), as amostras de água coletadas no Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe nos períodos de estiagem e chuvoso atendem parcialmente aos critérios de potabilidade. Em relação à característica pH, os valores obtidos nas amostras de água do Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE tanto no período de estiagem quanto no período chuvoso encontram-se dentro de faixa de 6,0 a 9,5 estabelecida para potabilidade da água (Tabela 3 e 4), não sendo

necessária a adição de elementos químicos para auxiliar no tratamento da água em relação ao pH. Fato similar foi constatado para a característica turbidez, onde os valores das amostras de água nos períodos de estiagem e chuvoso foram inferiores ao limite de 5,0 Unidades Nefelométricas de Turbidez, indicando o padrão de potabilidade. Os níveis populacionais de coliformes termotolerantes atenderam ao padrão de potabilidade somente no período chuvoso, quando foi detectada ausência desses agentes patogênicos. Indicando que existe a necessidade de tratamento para atingir os padrões de potabilidade durante todo o ano.

## 6 CONCLUSÕES

Não houve alteração no Índice de Qualidade da Água do Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012.

As concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio, nitrogênio total e fósforo total estão superiores aos limites estabelecidos na legislação nacional para corpos hídricos tipo água doce classe 2.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Indicadores de qualidade da água**: índice de qualidade das águas. Brasília, 12. dez, 2009. Disponível em: <<http://www.pnqa.ana.gov.br/indicadoresqa/indiceqa.aspx>>. Acesso: 6 mar. 2013.

BRASIL. Portaria MS nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 14. dez. 2011. Disponível em: <[http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Portaria\\_MS\\_2914-11.pdf](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Portaria_MS_2914-11.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2013.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 18. mar, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 311-322, 2008.

CEARÁ (Estado). **Cenário atual dos recursos hídricos do Ceará**. Fortaleza: INESP, 2008. 174 p.

EMBRAPA. **Competitividade da cadeia produtiva de leite do Ceará**: análise de ambientes. Juiz de Fora, 2008. 149 p.

OLIVEIRA, T. M. B. F.; SOUZA, L. D.; CASTRO, S. S. L. Dinâmica da série nitrogenada nas águas da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró/RN - Brasil. **Eclética Química**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 17-26. 2009.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; CLESCERI, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington, DC: APHA, AWWA, WPCR, 2012. 1496 p.  
ROSA, M. F.; GONDIM, R. S.; FIGUEIREDO, M. C. B. **Gestão sustentável no baixo Jaguaribe, Ceará**. Fortaleza: EMBRAPA, 2006. 404 p.

SANTOS, M. R. P.; ALCÂNTARA, L. O.; BARROS, E. C. M. Avaliação da qualidade da água do açude Orós a partir de análise fatorial. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4., 2009, Belém. **Anais...** Belém: CONNEPI, 2009. p.1882-1890.

SÃO PAULO. Companhia de tecnologia de saneamento ambiental. **Índices de qualidade das águas**. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

SILVA, A. P. S. et al. Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1063-1069, 2009.

TAVARES, J. L.; TAVARES, F. C. S.; HORTEGAL FILHA, M. S. R. Uso dos métodos somatório e produtório para o cálculo do índice IQA em uma represa do ceará. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4., 2009, Belém. **Anais...** Belém: CONNEPI, 2009. p.1546-1556.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 181-186, 2002.

UMETSU, R. K. et al. Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica amazônica, Carlinda, MT. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 83-92, 2012.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 425 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).