

**I-350 - APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQA) DAS ÁGUAS  
NO AÇUDE PEDRAS BRANCAS PARA A DETERMINAÇÃO DO  
ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS BRUTAS PARA FINS DE  
ABASTECIMENTO PÚBLICO (IAP)**

**Mikaell Coelho Fernandes<sup>(1)</sup>**

Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/IFCE.

**José Fernandes Cavalcante<sup>(1)</sup>**

Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE.

**Jeftha Amanda de Sousa e Silva<sup>(1)</sup>**

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE.

**José Gilmar da Silva do Nascimento<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará – UFC.

**Patrícia Marques Carneiro Buarque<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Processos Químicos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/CE. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Professora efetiva do Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Quixadá. Doutoranda em Engenharia Civil pela UFC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. José de Freitas Queiroz, 5000 – Quixadá – CEP: 63902-580 – Brasil – Tel.: (88) 3412-0149 – e-mail: pmcbuarque@gmail.com

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Av. Humberto Monte, S/N, Universidade Federal do Ceará, Pici, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – DEHA, Bloco 713 – Fortaleza – Ceará – CEP: 60455-760 – Brasil – Tel: (85) 3366-9628

## RESUMO

O monitoramento dos corpos hídricos, principalmente aqueles destinados ao abastecimento público, é de suma importância tanto para avaliar a qualidade desses ecossistemas, como para prever o melhor tratamento a ser utilizado antes consumo. O Índice de Qualidade das Águas – IQA-CETESB se tornou um conceituado mecanismo para avaliar a qualidade das águas, e seu resultado é de fácil entendimento para a população em geral. Assim, o presente estudo buscou avaliar a qualidade da água do açude Pedras Brancas, principal manancial de abastecimento das cidades do sertão central, localizado no Município de Quixadá, no Estado do Ceará. Para isso, foram realizadas coletas trimestrais durante o ano de 2017, nos meses de janeiro, abril, julho e outubro, a fim de avaliar a influência dos períodos seco e chuvoso na qualidade das águas do manancial. Para o IQA-CETESB foram avaliados parâmetros físicos, químicos e biológicos disponibilizados pela Companhia de Gestão do Recursos Hídricos – COGERH e que compõe o Índice de Qualidade da Água – IQA-CETESB: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Termotolerantes, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Sólidos Totais, Temperatura da Água e Turbidez. Os resultados encontrados mostraram que a qualidade do manancial permaneceu em uma faixa boa para fins de abastecimento público, não havendo, portanto, mudanças significativas em função do período chuvoso ou seco.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índice de Qualidade, Abastecimento Público, Manancial, Água.

## INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade dos mananciais de abastecimento tornou-se uma temática cada vez mais frequente e necessária. Segundo relatório da Organização das Nações Unidas – ONU (2015), 748 milhões de pessoas no mundo ainda não têm acesso a fontes de água potável de qualidade, isto é, fontes que sejam protegidas de contaminação externa. O documento estima que a população global deva totalizar 9,1 bilhões de pessoas em 2050, com acréscimo de cerca de 80 milhões por ano. De acordo com Suguio (2006), a água, especialmente a considerada doce, representa um recurso natural tão significativo quanto o petróleo para a sociedade moderna. É de conhecimento dos estudiosos que a porcentagem de água considerada adequada para consumo humano é mínima, visto que a maioria, não potável, se encontra nos oceanos.

Dentre os vários usos para esse recurso tão importante, o abastecimento humano é considerado prioridade, e além dele, existem outros tipos de uso, como a utilização industrial, higiene pessoal, irrigação, produção de energia elétrica, navegação, recreação, entre outros. Para manter uma conformidade e principalmente preservar a saúde da população, existem legislações para esses diferentes usos, que visam destacar padrões importantes de enquadramento e de tratamento da água, já que quando não tratada, é um meio de disseminação de doenças patogênicas (SAAD *et al.*, 2007), por isso torna-se fundamental o monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

De acordo com Von Sperling (2005), a boa ou má qualidade de um corpo hídrico, é determinada principalmente em razão do uso e ocupação do solo na região, ou seja, as diferentes ações antrópicas nas proximidades de uma matriz aquosa, impactam diretamente nesse ecossistema aquático.

Uma das formas mais utilizadas mundialmente para quantificar os resultados obtidos de monitoramentos, é através do cálculo do Índice de Qualidade das Águas – IQA. O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um método simples utilizado como parte do levantamento da qualidade geral da água usando um grupo de parâmetros que reduzem as grandes quantidades de informação para um único número, geralmente adimensional, de forma simples e reprodutível (ABBASI e ABBASI, 2012). De acordo com a Agência Nacional de Águas - ANA (2005), o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi elaborado em 1970 pelo *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos, a partir de uma pesquisa de opinião realizada com especialistas em qualidade de águas. Nessa pesquisa, cada especialista indicou os parâmetros a serem avaliados, seu peso relativo e a condição em que se apresenta cada parâmetro.

No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São Paulo utiliza, desde 1975, uma versão do IQA adaptada da versão original do *National Sanitation Foundation* - NSF. Nessa adequação feita pela CETESB, o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total, e o parâmetro fosfato total foi substituído por fósforo total, mantendo-se os mesmos pesos ( $w = 0,10$ ) e curvas de qualidade estabelecidas pela NSF.

A preocupação com a degradação dos recursos hídricos e as perspectivas de escassez, principalmente na região Nordeste do país, traz à tona a necessidade de uma interpretação eficaz da qualidade das águas (MANOEL *et al.*, 2016). Tendo em vista a pouca disponibilidade de água e as baixas precipitações históricas do Estado do Ceará, onde o estudo em questão está inserido, o monitoramento contínuo dos açudes se torna necessário para a prevenção de possíveis problemas ambientais que possam vir a comprometer o abastecimento público.

O açude Pedras Brancas atualmente é utilizado para abastecer os dois maiores municípios da região do Sertão Central cearense, Quixadá e Quixeramobim, razão essa que torna o monitoramento da qualidade ainda mais essencial. A vantagem deste reservatório em relação a outros, é a relevante distância de centros urbanos e de ações do homem, características essas que tendem a tornar a água desse açude de qualidade mais elevada do que outros que se localizam próximos a atividades antrópicas.

Assim, esse estudo buscou calcular o Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB) do Reservatório Pedras Brancas, a fim de avaliar a qualidade da água utilizada para o abastecimento de dois municípios no Ceará, servindo de base para o cálculo do índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP), cuja análise é mais detalhada comparado ao IQA, haja vista que leva em consideração a presença de substâncias tóxicas e organolépticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O açude de Pedras Brancas fornece água para cerca de 160.000 habitantes, abastecendo dois grandes municípios do Ceará, Quixadá e Quixeramobim. O manancial está localizado na cidade de Quixadá (04° 58' 17" S; 39° 00' 55" W) e possui capacidade de 434.049.250 milhões de metros cúbicos com uma profundidade média de 4m (COGERH, 2016).

O monitoramento da qualidade da água foi realizado no ponto de captação de água bruta, conforme apresentado na Figura 1. Este ponto de amostragem é padronizado para as análises mensais realizadas pela concessionária de abastecimento de água de Quixadá, CE, que também monitora outros pontos ao longo da bacia em que o corpo hídrico está inserido, a fim de observar a influência dos seus afluentes.

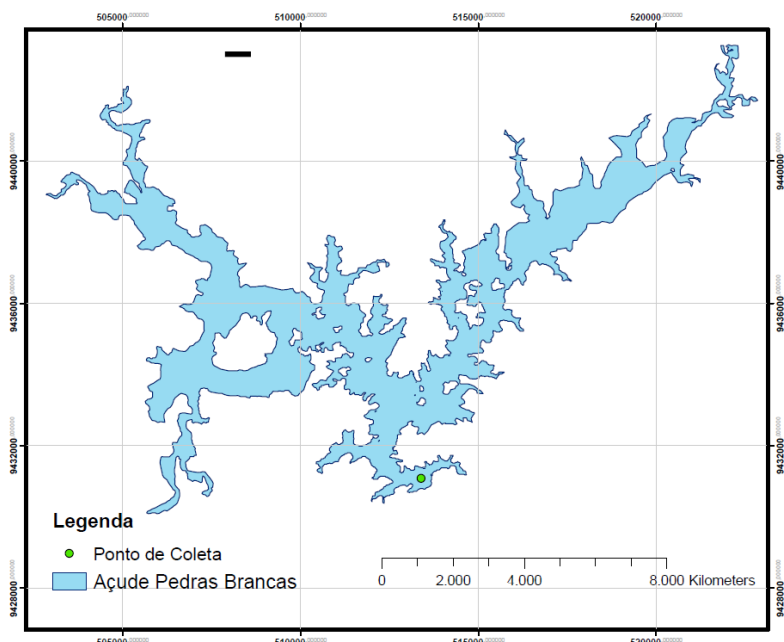


Figura 1. Mapa do reservatório Pedras Brancas e localização do ponto de coleta.

Fonte: COGERH.

### Amostragem e Análise laboratorial

As amostras utilizadas neste trabalho foram coletadas trimestralmente ao longo do ano de 2016, nos meses de janeiro, abril, julho e outubro. Para isso, foram utilizados frascos de coleta de 2000 mL, cujo acondicionamento foi realizado em caixas térmicas contendo gelo e, em seguida, levadas para o laboratório da concessionária de abastecimento de água da cidade.

Os parâmetros de qualidade da água selecionados para avaliação da qualidade da água do manancial estão dispostos na Tabela 1. A coleta das amostras, bem como a preservação e análises laboratoriais para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos seguiram as normas descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA (2005).

**Tabela 1. Parâmetros químicos, físicos e microbiológicos analisados.**

Parâmetro de Qualidade da Água	Unidade
Oxigênio Dissolvido	mg/L
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL
Potencial Hidrogeniônico – pH	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO5,20	mg/L
Temperatura da água	°C
Nitrogênio Total	mg/L
Fósforo Total	mg/L
Turbidez	UNT
Resíduo Total	mg/L

### Cálculo do índice de Qualidade de Água

Para determinar o IQA-CETESB no Açude Pedras Brancas 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. Este modelo apresenta-se como uma alternativa bastante confiável e tem como característica principal o poder de refletir a situação ambiental dos corpos hídricos de maneira acessível aos não técnicos. Por isso, é o modelo mais utilizado em diversos países para avaliar a qualidade dos corpos d’água (LERMONTOV *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2014). Trata-se, portanto, de um produtório ponderado nas notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de um conjunto de nove indicadores específicos, os quais estão descritos na Tabela 1. Segundo a CETESB (2006), o cálculo do índice de qualidade das águas fornece resultados representados por (qi) que variam em uma escala de 0 a 100, obtidos através das equações representativas das curvas de qualidade de cada parâmetro (Tabela 2), as quais foram retiradas do livro “Estudos e modelagem da qualidade da água de rios” do autor Marcos Von Sperling. Os valores de qi associados aos seus respectivos pesos (Tabela 3), permitem calcular o IQA a partir da equação 1.

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

equação (1)

Fonte: CETESB, 2006.

IQA – Índice de Qualidade da Água: um número entre 0 e 100;

q – Qualidade do parâmetro: um número entre 0 e 100 obtido através da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida (Tabela 2).

w – Peso correspondente ao parâmetro: um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade (Tabela 3); e

n – Número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

**Tabela 2. Classificação das águas de acordo com o resultado do IQA.**

Faixas de IQA utilizadas no Estado do Ceará	Avaliação da Qualidade da Água
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Razoável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte: adaptado de Von Sperling (2005).

**Tabela 3. Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e seu respectivo peso.**

Parâmetro de Qualidade da Água	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido – OD (% saturação)	0,17
Coliformes Termotolerantes – CTT	0,15
Potencial Hidrogeniônico – pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO <sub>5,20</sub>	0,10
Temperatura da água – T	0,10
Nitrogênio Total – NT	0,10
Fósforo Total – FT	0,10
Turbidez – Tu	0,08
Resíduo Total – RT	0,08

Fonte: adaptado de CETESB, 2006.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As concentrações dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados estão dispostas na Tabela 4. Os valores de Oxigênio dissolvido estiveram dentro das especificações da Resolução do Conama 357 para corpos de classe II, destinados ao abastecimento público, o que reflete também em baixíssimas concentrações de DBO, indicando que não está havendo grande oxidação de matéria orgânica biodegradável, e a disponibilidade de oxigênio para a manutenção do equilíbrio aquático está favorável. Entretanto, no último trimestre, representado pela coleta do mês de outubro, a concentração de DBO esteve acima do valor estabelecido pelo CONAMA 357 (14,15 mg/L), bem como o CTT (25,8 NPM/100mL), como observado na Tabela 4. Tal comportamento pode estar relacionado a uma maior incidência solar na região nesse período, bem como a escassez de chuvas, o que acarreta em uma maior concentração de matéria orgânica e sólidos.

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

Parâmetros	Janeiro	Abril	Julho	Outubro	VME*
OD (mg/L)	7,96	7,56	7,7	8,08	≥ 5
CTT – NPM/100MI	1	0	0	25,8	≤ 2000
pH	8,64	8,75	8,89	8,8	6 a 9
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	0	0	3,61	14,15	≤ 5
T (°C)	29,29	30,27	27,68	28,51	-
NT (mg/L)	1,962	2,237	1,487	2,288	≤ 3,7
FT (mg/L)	0,03	0,032	0,033	0,03	≤ 0,030
Tu (uT)	1,39	1,42	2,64	2,3	≤ 100
RT (mg/L)	1475,6	1437,8	1628	1887,3	≤ 500

\*Valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe 2, destinados ao abastecimento humano.

Foi visto que o pH variou de 8,64 a 8,89, dentro da faixa estabelecida pela legislação, bem como a turbidez, o nitrogênio total e o fósforo total, como descrito na Tabela 4, embora este último estivesse sempre margeando o valor máximo estabelecido. Esses resultados indicaram não ter acontecido oxidação de nutriente suficiente para que ocorresse floração de algas e perturbação no meio, bem como redução na quantidade de oxigênio disponível, mantendo-se o sistema sempre em equilíbrio. Os valores de resíduos estiveram sempre elevados, haja vista que o manancial está abaixo da capacidade de trabalho e devida a baixa incidência de chuvas.

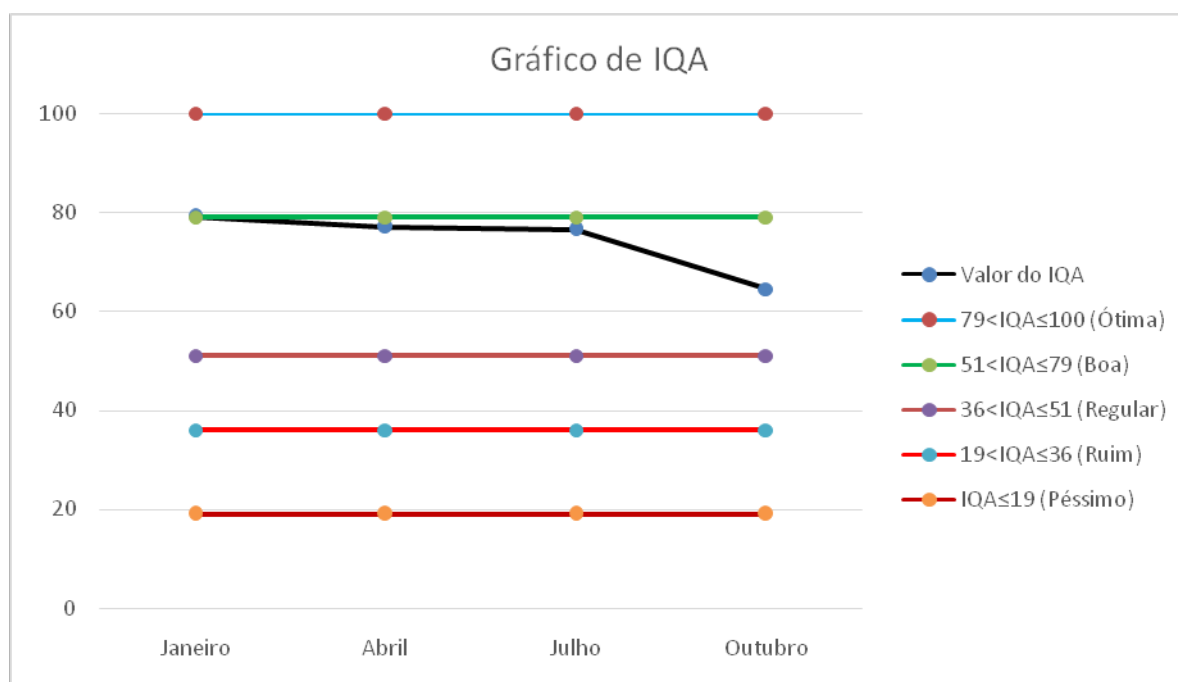
Os dados utilizados para avaliação temporal do manancial, nos parâmetros avaliados, foram compilados e calculados pela equação 1, a fim de se obter os valores do Índice de Qualidade da Água para o período de estudo. Os resultados do IQA-CETESB, no ponto monitorado para as análises realizadas no ano de 2016 estão representados na Tabela 5.

**Tabela 5. Resultados de IQA para os meses de coleta.**

Mês de coleta	Valor do IQA
Janeiro	79,13
Abril	77,09
Julho	76,55
Outubro	64,47

Os resultados obtidos para o Índice de Qualidade de Água enquadraram as águas do reservatório de Pedras Brancas como boa, visto que o IQA variou de 64 a 79. Embora as coletas tenham sido realizadas durante todo o ano de 2016, a região nordeste do país, local em que está inserido o manancial, vive uma grande estiagem, cuja precipitação anual ficou bem abaixo da média histórica, não havendo, portanto, incremento de volume de água no reservatório.

Essa queda na precipitação e consequente redução no volume do manancial, agravada pelo período seco, predominante nos últimos seis meses do ano, acarretaram em uma queda gradativa na qualidade do reservatório, como observado na Figura 2.



**Figura 2. Gráfico da variação do IQA do açude Pedras Brancas no ano de 2016.**

Entre os meses de julho e outubro, o IQA sai de um perfil bom (76,55) para as proximidades de um perfil regular (64,47), o que pode ser atribuído ao período seco vivenciado na região, haja vista que o corpo hídrico se encontra em uma região de clima semiárido, cuja principal característica é a presença de duas estações anuais bem definidas: chuvosa (primeiro semestre) e seca (segundo semestre). Entretanto, a qualidade do manancial permaneceu em uma faixa boa, não havendo, portanto, mudanças significativas em função do período chuvoso ou seco, corroborando com os resultados de Brito *et al.* (2005) que estudara as águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre, BA.

Já Lemos (2010), em Apodi – RN e Zanini *et al.* (2010) em Jaboticabal – SP, que também avaliaram a qualidade de mananciais destinados ao abastecimento público, observaram mudanças importantes na variação da qualidade da água em função da sazonalidade de chuvas. Essa qualidade tende a aumentar em períodos secos e a diminuir em períodos chuvosos, principalmente em ambientes lóticos, uma vez que a chuva, através do carreamento de sedimentos (areia, argila, matéria orgânica e etc), elevam a turbidez de qualquer reservatório (MANOEL *et al.*, 2016).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, observou-se que o manancial avaliado está em boas condições para fins de abastecimento público, conforme resultados dos estudos do índice de qualidade da água. Não apresentando, portanto, grandes mudanças no perfil da qualidade do corpo hídrico por influência de estações chuvosa ou secas. Entretanto, estudos mais detalhados devem ser realizados, a fim de obter dados para o cálculo do índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP), cujos cálculos envolvem os parâmetros de IQA já obtidos, bem como parâmetros que avaliam a presença de substâncias tóxicas (e.g. formação de trihalometanos, cádmio e chumbo) e aqueles que afetam a qualidade organoléptica da água (e.g. fenóis, ferro e manganês).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBASI, T. ABBASI, S.A. *Water quality indices Elsevier, Amsterdam, Netherlad* (2012) pp. 384.
2. ANA – Agência Nacional de Águas. Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil, v. 1, p. 16, 2005.
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION- APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 2005.
4. BRITO, L. T. L.; SRINIVASAN, V. S.; SILVA, A. de S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. de O.; HERMES, L. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 596-602, 2005.
5. CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Índices de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>. Acesso em: 15 Dez.2016.
6. COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, dez. 2016.
7. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n°. 357, de 17 de Março de 2005.
8. FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.
9. LEMOS, M.; NETO, M. F.; DIAS, N. S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN1. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 14, n. 2, p. 155-164, 2010.
10. LERMONTOV, A.; YOKOYAMA, L.; LERMONTOV, M.; MACHADO, M. A. S. *River quality analysis using fuzzy water quality index: Ribeira do Iguape river watershed, Brazil. Ecological Indicators*, v. 9, n. 6, p. 1188, 2009.
11. MANOEL, L. O.; PINHEIRO, J. H. P. A.; CARVALHO, S. L. Avaliação do Índice de Qualidade da Água do Córrego do Ipê no município de Ilha Solteira/SP. XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. 2016.
12. OLIVEIRA, M. D.; REZENDE, O. L. T.; OLIVEIRA, S. M. A. C.; LIBÂNIO, M. Nova abordagem do Índice de Qualidade de Água Bruta utilizando a Lógica Fuzzy. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.19, n.4 p. 361-372, 2014.
13. Organização das Nações Unidas – ONU. Relatório da Organização das Nações Unidas (2015).
14. Políticas Nacional dos Recursos Hídricos – Lei N° 9.433/1997.
15. SAAD, A. R., SEMENSATTO JR, D. L., AYRES, F. M., OLIVEIRA, P. E. Índice de Qualidade da Água – IQA do Reservatório do Tanque Grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil: 1990-2006. *UnG – Geociências*, v. 6, n. 1, p. 118-133. Guarulhos, 2007.
16. SUGUIO, K. Água. Ribeirão Preto: Holos, p. 313, 2006.
17. VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, v. 7. Belo Horizonte, 2005.
18. WANDA, E. MAMBA, B. MSAGATI, T. *Determination of the water quality index ratings of water in the Mpumalanga and North West provinces, South Africa. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. v. 92, p. 70–78. Abr. 2016.
19. YEHIA, H. SABAE, S. *Microbial pollution of water in El-salam canal Egypt American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 11 (2), pp. 305–309, 2011.
20. ZANINI, H. L. T.; AMARAL, L. A.; ZANINI, J. R.; TAVARES, L. H. S. Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 30, n. 4, p. 732-741, 2010.