



IV-067 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MANANCIAL PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO, UTILIZANDO DIFERENTES ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Cláudia Alves de Souza ⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal de Goiás (UFG), atual Universidade Federal de Jataí (UFJ). Mestre em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG). Bióloga da Saneamento de Goiás (Saneago).

Poliana Nascimento Arruda ⁽²⁾

Graduada em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Goiás (IFG). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Doutoranda em Ciências Ambientais pela UFG.

Samara Silva Soares ⁽³⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista e de Segurança do Trabalho. Mestre em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Doutoranda em Ciências Ambientais pela UFG.

Sílvia Moreira dos Santos ⁽⁴⁾

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás (UCG). Mestre em Ecologia e Desenvolvimento Sustentável pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. (PUC-GO). Bióloga da Saneamento de Goiás (Saneago).

Paulo Sérgio Scalize ⁽⁵⁾

Graduado em Engenharia Civil e Biomedicina, Doutor em Hidráulica e Saneamento, Professor Associado I na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Vereador José Monteiro, 1953 – Negrão de Lima - Goiânia - GO - CEP: - - Brasil - Tel: (62) 3269-9825 - e-mail: kasouzaa.frei@gmail.com

RESUMO

O Índice de Qualidade da Água corresponde a uma importante ferramenta utilizada para avaliar e divulgar o estado dos recursos hídricos para o público em geral. Desse modo, diante a importância do Ribeirão João Leite para o abastecimento público para os municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia no estado de Goiás, o objetivo da presente pesquisa foi a aplicação de dois diferentes IQAs, CWQI e proposto por Bascarán, a fim de verificar a qualidade da água em diferentes meses durante 10 anos, e obter o comportamento dos valores obtidos analisando a ferramenta que mais se adequa a área de estudo. É possível verificar que o IQA CWQI apresentou melhores resultados em todos os anos estudados quando comparados com o IQA_B, porém é preciso destacar que no IQA_B os pesos foram atribuídos de uma forma a contemplar diferentes cenários, enquanto que o IQA CWQI contempla os limites estabelecidos pela legislação local. O período chuvoso interferiu nos menores índices registrados pelo IQA_B, havendo uma semelhança no comportamento do IQA CWQI também apresentando baixos valores em meses desse período. Foi possível concluir que os IQAs foram sensíveis a questões de sazonalidade e que a turbidez foi o parâmetro que mais influenciou os resultados de IQA_B e o fósforo total aliado a turbidez foram os parâmetros determinantes na redução dos valores do IQACWQI. OS dois índices se mostraram eficientes quanto a representar a qualidade do manancial estudado e quando se busca resultados mais restritivos o IQA_B mais adequado ao IQA CWQI.

PALAVRAS-CHAVE: IQA, abastecimento público, captação, parâmetro físico-químico, recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

À medida que o desenvolvimento urbano aumenta, implica em duas atividades conflitantes, o aumento da demanda de água com qualidade e a degradação dos mananciais urbanos por contaminação dos resíduos urbanos e industriais.

A má qualidade da água, em combinação com saneamento e higiene inadequados, contribui para a morte de cerca de 842.000 pessoas por ano, representando 58% das mortes causadas por diarreia. Cerca de 361.000 dessas mortes ocorrem em crianças menores de 5 anos (WHO, 2014).



Perante esse cenário, o monitoramento e manutenção da qualidade das águas superficiais é imprescindível e, uma ferramenta muito utilizada para avaliar e divulgar o estado dos recursos hídricos para o público em geral é o Índice de Qualidade da Água (IQA), que retrata, através de um índice único global, a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento, baseado em diversos parâmetros.

Atualmente, vários pesquisadores tem aplicado o IQA para avaliar a qualidade dos corpos hídricos superficiais em diversas regiões brasileiras, como Abreu e Cunha (2017), na região norte do Brasil, Andrietti et al. (2016), em Mato Grosso, Martins et al. (2017), em Minas Gerais, Oliveira, Santos e Lima (2017), no Maranhão, Santos et al. (2017) na Bahia, Santos, Oliveira e Palmeira (2016) em Sergipe.

Silva et al. (2017) aplicou o IQA CWQI para o sistema de abastecimento público do município de Rosário do Catete, Sergipe e obteve resultados satisfatórios para avaliar amostras de água de diversas fontes de abastecimento, embora a amostra de uma fonte no período chuvoso tenha sido considerada ruim, devido a concentração do antimônio ter excedido o seu valor máximo permitido pela legislação. Fernandes e Scalize (2015), também aplicaram este IQA e afirmam que o mesmo se mostra vantajoso pelo fato de permitir a inclusão de outros parâmetros, com aumento do espectro de avaliação da qualidade da água.

Oliveira, Santos e Lima (2017) utilizaram o IQA proposto por Bascarán (1979) (IQA_B) no riacho São Caetano, em Balsas/MA, e foi verificado resultados condizentes com as ações antrópicas associadas a área de estudo. Roveri et al. (2017), aplicaram o mesmo índice para um curso d'água que desagua na praia por meio de um canal de drenagem, no município de Guarujá/SP e verificaram que o valor resultante corroborava com os resultados dos parâmetros analisados.

O Sistema de Abastecimento de Água João Leite prevê o abastecimento de água da Região Metropolitana de Goiânia para um horizonte de 25 anos e a barragem construída tem volume de 129 milhões de metros cúbicos e a vazão média de abastecimento é de 5,33 m³.s⁻¹. Por se tratar de um empreendimento de grande porte, a barragem tem sido fonte de preocupação constante, pois sua presença na região pode estimular o crescimento populacional, aliado a especulação imobiliária, além da utilização do lago para fins recreativos, lançamentos de esgoto, agrotóxicos, causando a eutrofização do reservatório (SECIMA, 2015).

Deparando-se com a importância deste manancial para o abastecimento público, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água do ribeirão João Leite por meio da aplicação e comparação de dois Índices de Qualidade da Água.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica de captação de água do Ribeirão João Leite com 758,82 km², inserida na Região Metropolitana de Goiânia (Figura 1) e com percentual de participação no abastecimento público do município de Goiânia e Aparecida de Goiânia, respectivamente, de 39,9% e 44,2%.

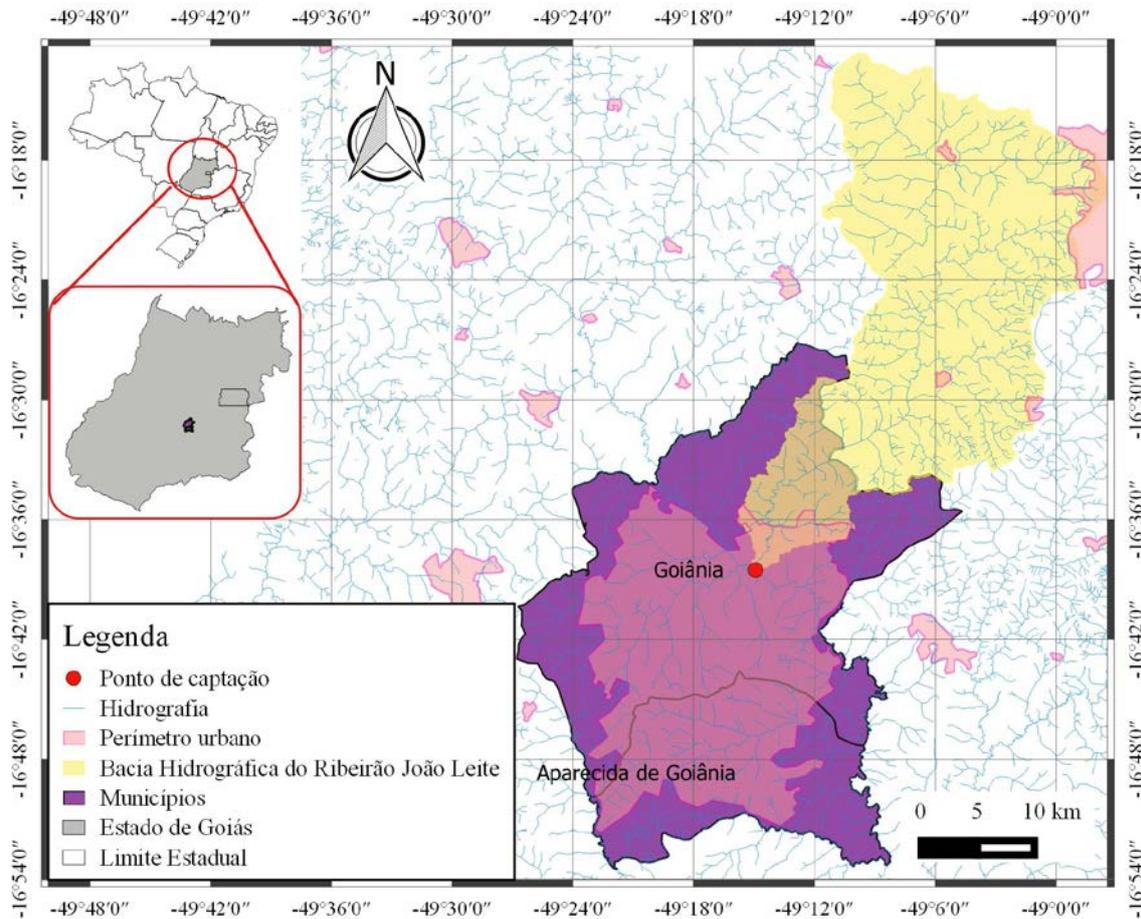


Figura 1 - Mapa da localização da bacia hidrográfica e ponto de captação de água do ribeirão João Leite.

Para avaliação da qualidade da água foram aplicados dois Índices de Qualidade da Água (IQA) e utilizados os seguintes parâmetros físico-químicos como dados de entrada: nitrito, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais dissolvidos, nitrogênio amoniacal, nitrato, pH e fósforo total relativos ao monitoramento da qualidade da água bruta nos períodos de 2007 a 2016. Os parâmetros utilizados foram determinados de acordo com o Standard Methods (APHA, AWWA, WEF, 2012) e os dados fornecidos pela Saneago S.A.

Para o cálculo do IQA CWQI foi utilizado uma combinação de fatores onde:

F₁ representa o Alcance, ou seja, o número de parâmetros que apresentaram valores fora dos padrões normativos em relação ao número de parâmetros utilizados. Calculado por meio da Equação 1:

$$F_1 = \frac{\text{Número de parâmetros fora do padrão}}{\text{Número total de parâmetros}} \times 100 \quad [1]$$

F₂ se refere a Frequência com que os valores das análises se apresentaram fora dos padrões. Calculado por meio da Equação 2:

$$F2 = \frac{\text{Número de análises fora do padrão}}{\text{Número total de análises}} \times 100 \quad [2]$$

F₃ está ligado a Amplitude, ou seja, o quanto os valores dos parâmetros distanciam-se dos valores padrão que é calculado nesta sequência:

1) O número de vezes que uma concentração individual é maior que o valor determinado pelas normas; foi denominado “excluído” e expresso conforme Equação 3:

$$\text{Excluído} = \left(\frac{\text{Valor da análise fora do padrão}}{\text{Valor determinado pela norma}} \right) - 1 \quad [3]$$

2) O afastamento dos valores das análises individuais que estiveram fora dos padrões estabelecidos pelas normas. O afastamento foi calculado somando os excluídos de cada análise e, posteriormente, o valor obtido foi dividido pelo número total de análises realizadas. Essa variável é denominada de Soma Normalizada dos Excluídos (SNE). A SNE foi calculada por meio da Equação 4.

$$SNE = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excluído}}{\text{Total de análises}} \quad [4]$$

3) F₃ foi calculado por meio de uma função que escala a SNE, com vistas à obtenção de um valor em uma escala de 0 a 100, conforme a Equação 5.

$$F3 = \left(\frac{SNE}{01 \text{ sne} + 01} \right) \quad [5]$$

Após obter os valores de F₁, F₂ e F₃, o IQA foi calculado por meio da Equação 6, em que o divisor 1,732 normaliza os valores resultantes para uma faixa entre 0 e 100 (Quadro 1).

$$IQA_CWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1732} \right) \quad [6]$$

Após a normalização dos dados, o valor do IQA é categorizado por meio de uma caracterização relacionada a qualidade, como pode ser vista no Quadro 1.

Quadro 1 – Valores de IQA CWQI categorizados.

IQA	Classificação	Descrição
95-100	Excelente	A qualidade da água é protegida com ausência de ameaças ou danos. As condições são muito perto dos níveis desejados.
80-94	Bom	A qualidade da água é protegida, mas com algumas ameaças ou danos de baixa magnitude. As condições raramente desviam-se dos níveis desejados.
65-79	Regular	A qualidade da água é, geralmente, protegida, mas ocasionalmente é ameaçada ou danificada. As condições, por vezes, desviam-se dos níveis desejados.
45-64	Ruim	A qualidade da água é frequentemente ameaçada ou danificada. As condições, muitas vezes, desviam-se dos níveis desejados.
0-44	Péssimo	A qualidade da água é quase sempre ameaçada ou danificada. As condições normalmente desviam-se dos níveis desejados.

Fonte: adaptada de Canadian Council Of Ministers Of The Environment Winnipeg (2001).



Os cálculos descritos foram realizados em uma planilha disponibilizada pelo Conselho Canadense. A norma utilizada para os parâmetros avaliados foi a Resolução CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005), no que tange aos limites impostos para as águas doces de classe 2.

O segundo IQA aplicado foi o índice proposto por Bascarán (1979) (IQA_B) adaptado por Rizzi (2001) que permite a inserção de diferentes combinações de parâmetros, obtendo um valor global para a qualidade da água. O Índice calculado pela equação 7, corresponde a um número que varia de 0 a 100, associado a uma classificação qualitativa com escala entre péssimo a excelente.

Os limites são: $IQA = 100 \Rightarrow$ Excelente; $90 < IQA < 100 \Rightarrow$ Muito bom; $80 < IQA < 90 \Rightarrow$ Bom; $70 < IQA < 80 \Rightarrow$ Agradável; $60 < IQA < 70 \Rightarrow$ Aceitável; $50 < IQA < 60 \Rightarrow$ Normal; $40 < IQA < 50 \Rightarrow$ Impróprio; $30 < IQA < 40 \Rightarrow$ Desagradável; $20 < IQA < 30 \Rightarrow$ Ruim; $10 < IQA < 20 \Rightarrow$ Muito Ruim; $0 \leq IQA < 10 \Rightarrow$ Péssimo.

$$IQAB = k \left(\frac{\sum C_i P_i}{\sum P_i} \right) \quad (7)$$

Em que:

C_i = valor percentual correspondente ao parâmetro.

P_i = peso correspondente a cada parâmetro.

K = constante de ajuste em função do aspecto visual das águas, atribuídas conforme a seguinte escala: 1,00 para águas claras sem aparente contaminação; 0,75 para águas com ligeira cor, espumas, ligeira turbidez aparente não natural; 0,50 para águas com aparência de estar contaminada e com forte odor; 0,25 para águas negras que apresentam fermentações e odores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da média anual do IQA para cada método calculado estão dispostos na Figura 2. É possível verificar que o IQA CWQI apresentou melhores resultados em todos os anos estudados quando comparados com o IQA_B . Vale ressaltar que os limites utilizados pelo IQA CWQI são inseridos no cálculo de acordo com a legislação pertinente, ou seja, os limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005) para mananciais de classe 2, enquanto que o IQA_B , os limites são fixos e limitados a um estudo que buscou a generalização, podendo então ser mais restritivo quanto a alguns parâmetros.

É possível observar na Figura 2 que o IQA CWQI obteve para os períodos de 2012, 2014, 2015 e 2016 classificação na categoria excelente, mesmo tendo o período de 2015 apresentado desvio para o parâmetro fósforo total, o que se deve ao range de categorização estar entre 95 e 100. Para 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2013 os desvios ocorreram com maior frequência para os seguintes parâmetros, nesta ordem: fósforo total, turbidez e demanda bioquímica de oxigênio, em períodos de seca e chuva, fato que pode estar relacionado a possíveis despejos de esgoto doméstico sem tratamento no manancial estudado, como indicado por Almeida e Schwarzbold (2003). O maior número de desvios e valores acima dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005) utilizados neste estudo foram os fatores que levaram a categorizar a qualidade da água do manancial em estudo em um nível bom.

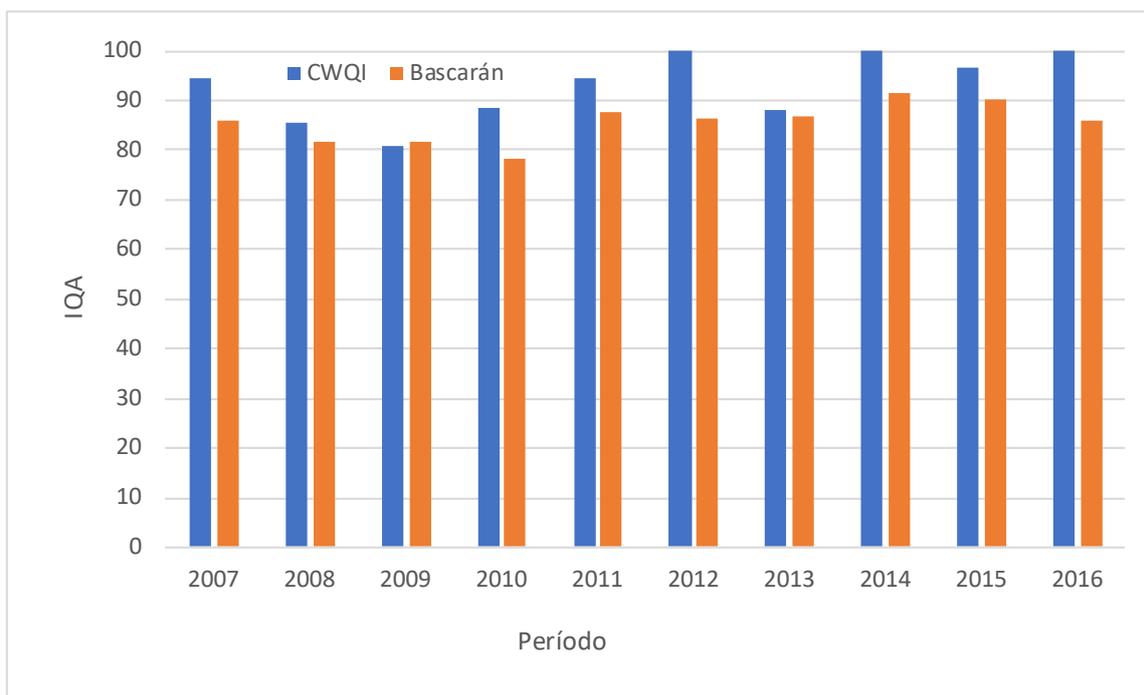


Figura 2 – Média anual do IQA CWQI e IQA_B

Em relação a sazonalidade observa-se na figura 3 que nos meses da estação chuvosa (outubro a abril) o IQA_B e o IQACWQI apresentaram redução nos valores, exceto para o IQACWQI em dez./2007, out./2010, abr./2011. A redução foi atribuída aos valores de turbidez que respectivamente, possui peso 2 no cálculo do IQA_B e se encontrou muito acima dos valores permitidos pela legislação no IQACWQI. Os valores acima do padrão também foram recorrentes na estação chuvosa dos anos de 2007 a 2011 para o parâmetro fósforo total, referente ao IQACWQI o que conjuntamente com valores elevados de turbidez reduziu os valores deste índice. Esta recorrência de desvios para o fósforo total, com 4 datas em exceção, levanta a hipótese de aporte deste nutriente por despejos domésticos e/ou industriais sem tratamento, hipótese também levantada por Souza (2017) ao mapear o uso e ocupação da Terra na bacia em estudo e observar ao longo da bacia intensa ocupação urbana, 34 km² de um total de 758 km² da bacia. Nota-se ainda para o IQACWQI que há uma elevação e estabilização dos valores deste índice a partir de ago./2015, não havendo diferenças sazonais, provavelmente em razão das altas temperaturas e baixas precipitações nesse período como demonstrado por Souza (2017), exceto para maio/2015 que apresentou desvio para o parâmetro fósforo total (Figura 3). Na estação seca de 2007 a 2009 (maio a setembro) foi observado desvios recorrentes para o parâmetro fósforo total, o que foi estabilizado a partir de 2010.

Quanto ao IQA_B foi possível observar que dentre as 45 coletas contempladas na presente pesquisa apenas sete delas ficaram com valor de IQA menor que 80 (Figura 3). No ano de 2008, os IQA_B dos meses de fevereiro (76,25), outubro (79,37) e novembro (78,12) receberam influência principalmente dos parâmetros fósforo total, turbidez e nitrogênio amoniacal com pesos de 2, 2 e 3, respectivamente. A chuva, presente no período dessas coletas, pode ter sido responsável pelo aporte de sólidos e nutrientes no manancial devido a lavagem do solo, onde a atividade agropecuária ocupa 60% da área da APA do João Leite, onde está inserida a captação estudada (SEMARH, 2009). Suntti et al. (2016) também atribuiu ao escoamento superficial os valores altos de fósforo total nos pontos captação do município de Videira/SC, devido a presença de lavouras que utilizam fósforo como nutriente.

Em dez./2009, abr./2010 e dez./2010, coletas que contemplam o período chuvoso os parâmetros que influenciaram foram diversificados, como fosforo total, turbidez, nitrito e DBO. Quando relacionamos a resolução CONAMA n°. 357/2005 (BRASIL, 2005) com os valores dos parâmetros utilizados para o cálculo do IQA_B, é possível estabelecer uma relação, como no caso do fósforo total que é estabelecido 0,1 mg.L⁻¹ de Fósforo, e os resultados encontrados nos menores valores de IQA discutidos, se encontram acima.

O Parâmetro DBO, em abr./2010 chegou a um valor de 6,8, ultrapassando o limite da resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) de 5 mg.L⁻¹, destacando que foi esta foi a única amostra que não respeitou o limite da legislação. Os resultados de Lima e Alves (2017) verificaram que o parâmetro DBO foi um dos que mais influenciaram nos resultados de IQA principalmente no período chuvoso em estudo realizado em reservatórios no estado de Sergipe utilizando o IQA da CETESB.

Nota-se que apenas a coleta de ago./2013 que resultou em IQA menor que 80, não se encontra no período chuvas, sendo que o restante desse grupo contempla o período chuvoso aplicado para o estado de Goiás que compreende entre a segunda quinzena de outubro até março (SIMEHGO, 2018), porém foi observado que em abr./2010 houve um comportamento semelhante ao meses de chuvas, caracterizando o fim desse período.

Gonçalves e Rocha (2016) utilizaram o IQA de Bascarán em associação ao estudo de uso do solo em quatro bacias hidrográficas no estado do Paraná e verificaram que os maiores valores de IQA encontrados também foram na estação seca que corresponde ao inverno na região estudada, onde o manejo com a terra é menos frequente e em consequência a utilização de fertilizantes é menor, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos, uma vez que não há o carreamento tanto de sólidos quanto de produtos químicos para os rios que influenciam em parâmetros importantes como fósforo total, DBO e turbidez.

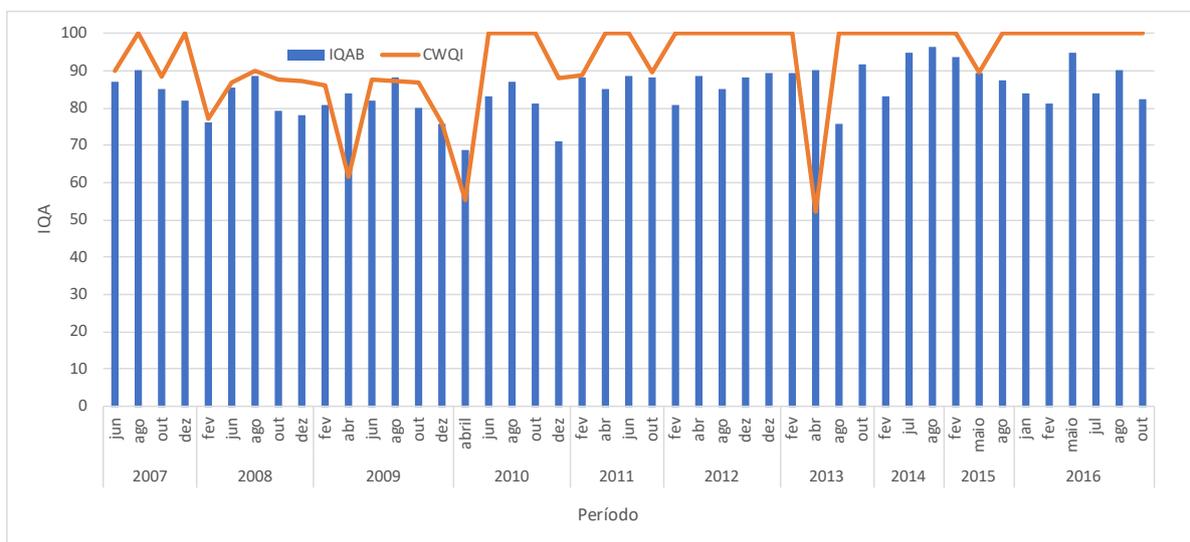


Figura 3 – Resultados do IQA CWQI e IQAB

CONCLUSÃO

Foi possível verificar que os IQAs foram sensíveis a questões de sazonalidade e que a turbidez foi o parâmetro que influenciou significativamente os resultados de IQAB e o fósforo total aliado a turbidez foram os parâmetros determinantes na redução dos valores do IQACWQI. As atividades da região em torno do manancial podem ter influenciado principalmente quanto ao parâmetro fósforo total e turbidez, exigindo uma atenção maior quanto aos usos da bacia hidrográfica. Nota-se que os IQAB, quando comparado com o IQACWQI, é mais restritivo respondendo com índices mais baixos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, C. H. M. De., CUNHA, A. C. *Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental*. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2017. v. 22, n. 1, p. 45–56.
2. ALMEIDA, M. A. B.; 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**, 2003. v.8, n. 1, p. 81-97.

3. ANDRIETTI, G., FREIRE, R., AMARAL, A. G., TERRA DE ALMEIDA, F., CARVALHO, M. B., SCHNEIDER, R. *Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT*. Taubaté: Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 26 jan. 2016. v. 11, n. 1, p. 17–35.
4. APHA-AWWA-WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater. 22th Edition. Washington, DC: American Public Health Association, 2012, 1360 p.
5. BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *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, e dá outras providências*. Coleção de Leis da República Federativa do Brasil. Brasília-DF, v. 357, p. 58-63, 2005.
6. CCME - Canadian Council Of Ministers Of The Environment Winnipeg. *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index 1.0*. Canada, 2001.
7. FERNANDES, N. C; SCALIZE, P. S. *Comparação entre dois métodos para determinação da qualidade da água tratada*. **Ciência & Engenharia**, v. 24, n. 2, p. 85-93, 2015.
8. GONÇALVES, D. R. P.; ROCHA, C. H. Indicadores de qualidade da água e padrões de uso da terra em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1172-1183, 2016.
9. LIMA, R. S.; ALVES, J. P. H. Avaliação da qualidade da água dos reservatórios localizados nas bacias hidrográficas dos rios Piauí–Real, utilizando o índice de qualidade da água (IQA). **Scientia Plena**, v. 13, n. 10, 2017.
10. MARTINS, G. L. A., COSTA, A. S. V. DA., BARROS, A. R., RAMALHO, F. M. G. *Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas – MG após construção de barragem..* **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 23 nov. 2017. v. 12, n. 6, p. 1025.
11. OLIVEIRA, R. M. M., SANTOS, E. V. Dos., LIMA, K. C. *Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos*. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2017. v. 22, n. 3, p. 523–529.
12. RIZZI N. E. *Índices de qualidade de água*. Sanare. **Revista Técnica Sanepar**, v. 50, n. 200, 2001.
13. SANTOS, R. C. L., LIMA. A. S., CAVALCANTE, E. B., MELO, C. M. DE., MARQUES, M. N. *Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe*. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2017. n. 0, p. 1–14.
14. SANTOS, V. D. J., OLIVEIRA, F. B. S., PALMEIRA, E. S. *Contribuição individual dos parâmetros do índice de qualidade da água – IQA do rio Cachoeira, região sul da Bahia*. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, 2016. v. 4, n. 2, p. 252–259.
15. SECIMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás. Goiânia - GO, Brasil: SECIMA, 2015, p. 288.
16. SEMARH. Área de Proteção Ambiental João Leite - APA João Leite - Plano de Manejo. 2009. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2015-09/plano-de-manejo-apa-joao-leite.pdf>.
17. SILVA, R. A. S., MAYNARD, I. N. F., BARBOSA, A. Q., TOLLE, E. C., CAVALCANTE, E. B., MARQUES, M. N. *Aplicação de um Índice de Qualidade de Água para o sistema de abastecimento público*. **Scientia Plena**, v. 13, n. 10, 2017.
18. SIMEHGO. Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás. Disponível em:< http://www.simego.sectec.go.gov.br/cgi-bin/rede_obs/consulta_dados3.pl> Acesso em: 04/05/2018.
19. SOUZA, C. A. *Influência de Parâmetros Morfométricos e do Uso e Ocupação da Terra na Densidade de Cianobactérias em Bacias Hidrográficas de Captação de Água Para Abastecimento Público*. 2017, 137 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Goiás, 2017.
20. SUNTTI, Carla et al. *Qualidade de Pontos de Captação de Águas para Abastecimento em Propriedades Rurais do Município de Videira-Sc*. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira**, v. 1, p. 12071, 2016.
21. WHO. Preventing diarrhoea through better water, sanitation and hygiene. Geneva: World Health Organization, 2014.