

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA BRUTA E COEFICIENTE DE CONFIABILIDADE EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

MARCELO JACOMINI MOREIRA DA SILVA¹, ANDREIA MARTIN NUNCI², CAROLINE DE MARQUI MORRETI³, JULIANA GOMES DE SOUZA⁴, GLEDSON RENAN SALOMÃO⁵

¹Prof. Dr. Faculdade Aldete Maria Alves – FAMA ITURAMA, silvamjm@gmail.com;

² Grad. em Eng. Civil - Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul – FUNEC, deianunci@hotmail.com

³ Grad. em Eng. Civil - Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul – FUNEC, carolinemorreti@hotmail.com

⁴ Grad. em Eng. Civil - Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul – FUNEC, jullygomes76@gmail.com

⁵ Grad. em Eng. Civil – FUNEC, Mestrando em Eng. Civil – UNESP, gledson.salomao@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: A água bruta, afluenta a estação de tratamento, sem que ainda tenha ocorrido alterações de suas características físico-químicas e biológicas; alterações estas que acontecerão na Estação de Tratamento de Água (ETA). O Índice de Qualidade de Água Bruta (IQAB) tem como objetivo avaliar a tratabilidade da água, através de oito parâmetros analisados: Turbidez, Cor Verdadeira, pH, Cianobactérias, Algas, E.coli, Ferro e Manganês. O Coeficiente de Confiabilidade de uma ETA consiste no valor a ser almejado como objetivo do tratamento, de modo que para atender a legislação brasileira, 95% das amostras de água tratadas apresentem turbidez inferior a 0,5 uT e cor aparente inferior a 15 uH. Este trabalho teve como objetivo analisar a turbidez da água bruta para os anos de 2016 e 2017; o IQAB para o ano de 2017 e o Índice de Confiabilidade para os anos de 2016 e 2017, tendo como hipótese a possível correlação entre estes índices. O presente trabalho demonstrou a fraca correlação entre IQAB e índice de confiabilidade, demonstrando a robustez no tratamento realizado em uma estação de tratamento de água com ciclo convencional, no município de Santa Fé do Sul – SP – Brasil; permitindo concluir que mesmo com as alterações do afluenta a ETA mantendo a qualidade da água tratada nos padrões exigidos pela legislação brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Água Bruta. Coeficiente de Confiabilidade. IQAB. Tratamento de água.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF GROSS WATER QUALITY INDEX AND RELIABILITY COEFFICIENT IN WATER TREATMENT

ABSTRACT: The raw water, affluent to the treatment plant, with no changes in its physicochemical and biological characteristics; changes that will happen at the Water Treatment Plant (WTP). The Raw Water Quality Index (RWQI) was used to evaluate the water treatability through eight analyzed parameters: Turbidity, True Color, pH, Cyanobacteria, Algae, E.coli, Iron and Manganese. The Reliability Coefficient of an WTP consists of the target value of the treatment, so that to comply with Brazilian legislation, 95% of the treated water samples present turbidity of less than 0.5 uT and an apparent color less than 15 uH. This study aimed to analyze the turbidity of raw water for the years 2016 and 2017; the RWQI for the year 2017 and the Reliability Index for the years 2016 and 2017, with the hypothesis of a possible correlation between these indexes. The present work demonstrated the weak correlation between RWQI and reliability index, demonstrating the robustness in the treatment performed in a conventional cycle water treatment plant, in the city of Santa Fé do Sul - SP - Brazil; allowing to conclude that even with the alterations of the WTP tributary, keeping the quality of the water treated in the standards required by Brazilian legislation.

KEYWORDS: Raw Water, Reliability Coefficient, RWQI, Water Treatment.

INTRODUÇÃO

A amplitude dos fatores intervenientes no desempenho das estações de tratamento de água tem dificultado a necessária hierarquização que certamente nortearia a atuação dos prestadores dos serviços

de abastecimento das companhias estaduais de saneamento, autarquias municipais, prefeituras ou empresas privadas, quer na operação quer na ampliação das unidades potabilizadoras (LIBÂNIO E OLIVEIRA, 2014).

O uso de índices de qualidade é uma ferramenta para tornar possível a quantificação de diferentes parâmetros, mediante hierarquização dos mesmos, como cita Freitas et al (2011): “O índice de qualidade de 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.”

Por sua vez, a confiabilidade de uma estação de tratamento de água consiste na probabilidade de se obter desempenho adequado, no caso da legislação brasileira, produzir efluente com turbidez inferior a 1,0 uT (ou 0,5 uT), sob determinadas condições de operação, por período específico de tempo.

Diante do exposto o presente artigo busca alcançar os seguintes objetivos:

- ✓ Analisar os parâmetros de Água do Manancial de Captação de Água do município de Santa Fé do Sul – SP para verificar o comportamento da turbidez para o ano de 2016 e o Índice de Qualidade de Água Bruta (IQAB) proposto por Souza e Libânio (2009); para o ano de 2017;
- ✓ Determinar, utilizando a ferramenta estatística de coeficiente de confiabilidade, o valor de referência para atuação no controle de turbidez, considerando a necessidade de manter 95% das amostras abaixo de 0,5 uT, conforme preconiza a Portaria MS 2914/2011, para os anos de 2016 e 2017,
- ✓ Verificar a correlação entre o coeficiente de confiabilidade, IQAB e turbidez afluente, durante os anos de 2016 e 2017.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se neste trabalho o índice de qualidade de água bruta (IQAB), proposto por Libânio (2010), conforme a relevância de cada parâmetro a ser analisado foi demonstrada pelas figuras 1 e 2 na seção 2.1.

A frequência de amostragem para composição do IQAB foi semanal para: turbidez, pH, cor aparente, ferro e manganês; para Cianobactérias e E.coli foram trimestrais com os resultados atribuídos ao período referente, e algas foi analisado, porém com resultados expressos em número de células/ml e não em clorofila a. Deste modo para possibilitar o uso do IQAB tornou necessária a distribuição do peso – w – que seriam atribuídos aos resultados com lacunas algas igualmente entre os demais parâmetros.

Para cálculo do coeficiente de confiabilidade foi aplicado o método estatístico estudado por Melo (2014) e apresentado na seção 2.2. Foram utilizados dados do monitoramento operacional da ETA nos anos de 2016 e 2017, com frequência de análises de turbidez a cada 2 horas,

Foi monitorada a intensidade pluviométrica diariamente, com objetivo de considerar alterações nos dados que fossem resultantes destes eventos atmosféricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os anos de 2016 e 2017, a intensidade pluviométrica teve comportamento típico para a região onde se realizou o estudo, com redução de precipitação nos meses de inverno, como mostra a Figura 1. Observa-se também que a redução desta nos meses de junho e julho foi seguida da redução de turbidez da água bruta nos meses subsequente - agosto – setembro – outubro; e com o início do período de chuvas a partir de agosto os valores de turbidez voltaram a aumentar a partir de novembro; porém a correlação entre turbidez na água bruta e precipitação é baixa ($R^2 = 7,5\%$) e sua influência sobre a turbidez da água tratada possui pequena influência, se considerado a tendência linear com coeficiente angular ($m = 0,0002$).

Os resultados médios mensais estão apresentados no Quadro 1, demonstrando que apenas em 3 meses em 2016 (janeiro, fevereiro e dezembro) a média de turbidez da água tratada foi acima da média anual, sendo estes também os que apresentaram os maiores valores de desvio padrão. Outrossim para 2017, há ocorrência de valor mais altos de turbidez também nos meses de abril, maio, junho e setembro; acompanhados de elevação do desvio padrão, dados que podem ser consequência da incidência de chuvas nos meses antecedentes a estes. O coeficiente de confiabilidade, é obtido pela relação entre desvio padrão e média dos valores de turbidez da água tratada (Coeficiente de Variação - CV), deste modo o efeito do aumento do desvio padrão, simultaneamente ao aumento da turbidez média é atenuado no cálculo do coeficiente de confiabilidade, representado graficamente na Figura 2, manteve correlação negativa quando associada a turbidez da água tratada, porém quando comparado à turbidez da água bruta

a correlação se torna positiva (Figura 3), demonstrando que valores mais elevados na água bruta reduzem variação do valor médio da turbidez na água tratada, tornando o processo de tratamento mais previsível, ainda que os valores médios da água tratada tenham elevação.

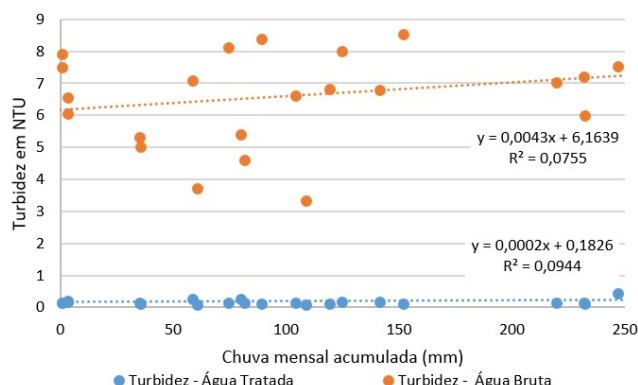


Figura 1 Correlação dos valores de turbidez com precipitação mensal - Fonte: Próprios autores.

Quadro 1. Dados de Turbidez da Água Tratada (média mensal e desvio padrão), para 2016 e 2017

2016	Turbidez				Coef. de Confiabilidade	2017	Turbidez				Coef. de Confiabilidade
	Água Bruta	Água Tratada					Água Bruta	Água Tratada			
	Média	Média	Desv. Padrão	Coef. Var.			Média	Média	Desv. Padrão	Coef. Var.	
	6,34	0,21	0,089	0,429	0,558						
Jan.	7,58	0,47	0,212	0,451	0,532	Jan.	8,22	0,28	0,141	0,500	0,513
Fev.	5,46	0,31	0,148	0,477	0,525	Fev.	8,57	0,17	0,076	0,471	0,539
Mar.	6,87	0,17	0,053	0,312	0,633	Mar.	7,25	0,19	0,098	0,526	0,510
Abr.	8,44	0,17	0,054	0,318	0,635	Abr.	7,13	0,30	0,174	0,567	0,478
Mai.	6,67	0,18	0,065	0,361	0,601	Mai.	6,83	0,23	0,145	0,609	0,459
Jun.	8,16	0,18	0,069	0,383	0,580	Jun.	6,11	0,24	0,152	0,625	0,457
Jul.	7,96	0,18	0,065	0,361	0,597	Jul.	7,55	0,18	0,164	0,889	0,377
Ago.	5,08	0,16	0,072	0,450	0,546	Ago.	5,36	0,19	0,127	0,684	0,440
Set.	3,75	0,13	0,067	0,515	0,510	Set.	6,61	0,22	0,184	0,818	0,393
Out.	3,39	0,14	0,081	0,579	0,480	Out.	6,03	0,16	0,098	0,625	0,468
Nov.	4,66	0,18	0,083	0,461	0,527	Nov.	7,08	0,18	0,123	0,667	0,433
Dez.	8,04	0,21	0,100	0,476	0,527	Dez.	20,00	0,23	0,896	3,913	0,258

Fonte: Próprios autores.

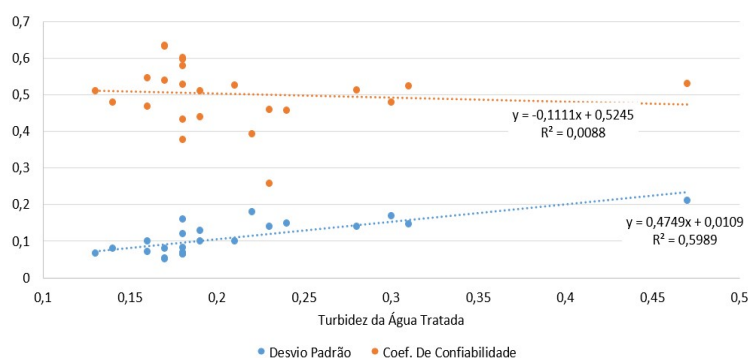


Figura 2 Correlação dos coeficientes obtidos com a turbidez da água tratada - Fonte: Próprios autores.

Aplicando-se os dados do Quadro 1 a equação $Mx = CC.Xs$, temos os valores de controle da ETA para garantir que 95% das amostras estejam abaixo de 0,5 NTU como previsto na Portaria 2.914/2011. Observa-se que a média anual de turbidez é 0,21 NTU e 0,22 NTU para os anos de 2016 e 2017, respectivamente e o parâmetro Mx médio é 0,28 e 0,21 NTU, sendo que os meses que apresentam condição mais crítica, onde o valor médio de turbidez superou a referência estatística de controle, são os mesmos que apresentaram aumento de desvio padrão em função das chuvas; 2016 (janeiro, fevereiro e dezembro) e 2017 (janeiro, abril, maio, junho, setembro e dezembro)

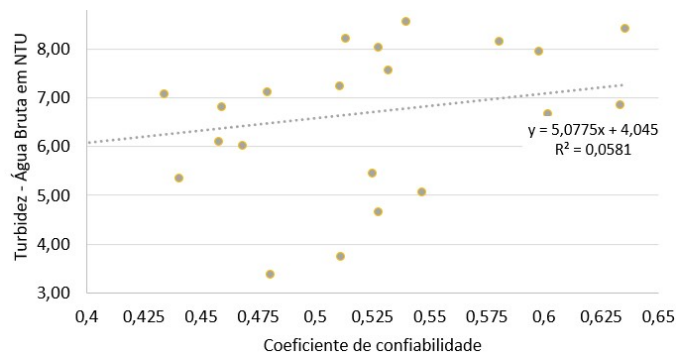


Figura 3 Correlação dos coeficientes obtidos com a turbidez da água bruta e tratada - Fonte: Próprios autores.

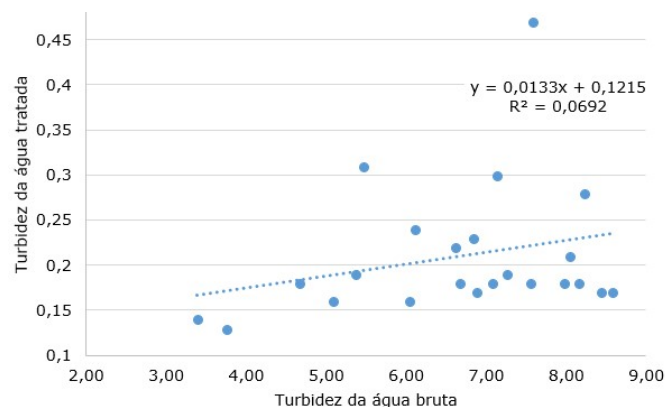


Figura 4 Correlação entre a turbidez da água bruta e tratada - Fonte: Próprios autores.

Sendo estes 2 meses atípicos em relação aos demais para a turbidez da água tratada, existe a possibilidade de as alterações estarem relacionadas a regime pluvial, uma vez que não houveram anotações operacionais da ETA que justifiquem tal condição.

O monitoramento por meio do IQAB foi realizado entre 12 de abril e 27 de dezembro de 2017, com a correção do peso dos parâmetros, uma vez que não estavam disponíveis os valores para algas e E.Coli, os 19% referentes a esses parâmetros foram igualmente distribuídos entre os demais, o que representa um acréscimo de 0,0316 em cada um deles. O Quadro 2 sintetiza os valores de IQAB obtidos para o período de estudo.

Quadro 2 Valores de IQAB médio, máximo e mínimo no período de estudo.

2017	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	83,93	84,97	77,24	76,14	75,82	73,85	72,76	62,54	55,56
Média	81,16	68,96	70,20	70,15	73,69	68,12	66,49	58,31	52,95
Mínimo	78,26	60,33	63,18	65,44	71,06	62,90	61,57	55,73	54,37

Fonte: Próprios autores.

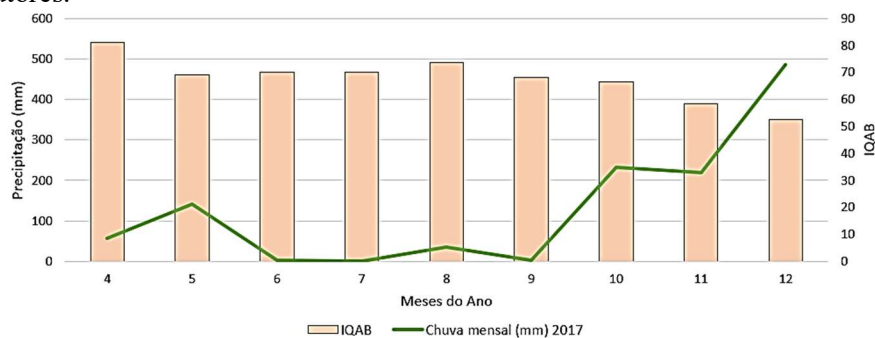


Figura 5 Comparação entre IQAB e precipitação no período estudado - Fonte: Próprios autores.

A alteração do IQAB, médio, ao longo do período estudado, está associado a turbidez da água bruta, como previsto pela proposta de cálculo do índice, e pela precipitação ocorrida. A Figura 5 ilustra o comportamento de tais parâmetros, demonstrando que a partir setembro de 2017, com o aumento da intensidade pluviométrica, o IQAB médio passa a ter redução no valor calculado

Os valores de coeficiente de confiabilidade e turbidez da água tratada, em comparação com o IQAB, apresentados na Figura 6, demonstram que o aumento da qualidade da água bruta reduz o coeficiente de confiabilidade, reafirmando o comportamento da Figura 5, uma vez que a relação entre o desvio padrão e os valores médios passam a ser mais significativos. Por sua vez, ao comparar o IQAB com a turbidez de efluente da ETA, valores que indicando a melhora na qualidade a qualidade bruta, refletem no aumento nos valores médios da turbidez da água tratada; comportamento inverso ao apresentado na Figura 4, quando se avaliou apenas turbidez da água bruta e sem os demais parâmetros que compõem a avaliação da água bruta por meio do índice.

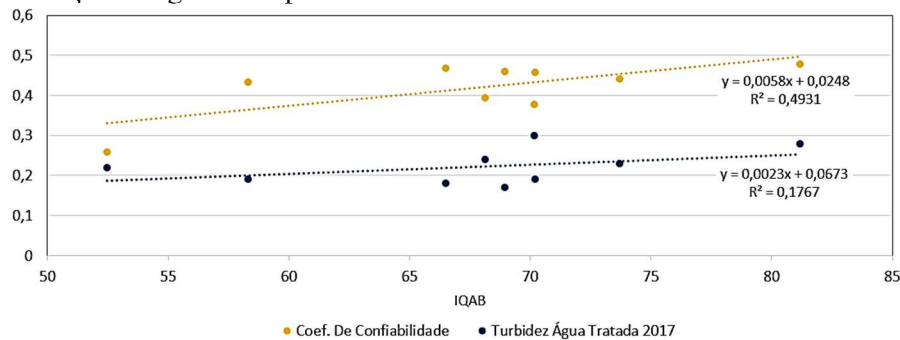


Figura 6 Comparação entre IQAB e os valores de turbidez da água tratada e coeficiente de confiabilidade entre abr e dez/2017 - Fonte: Próprios autores.

CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu a aplicação das ferramentas: Índice de Qualidade de Água Bruta e Coeficiente de Confiabilidade, em estudo de caso aplicado na Estação de Tratamento de Água de Santa Fé do Sul / SP, operada pelo SAAE, possibilitando as seguintes indicações:

- ✓ A intensidade pluviométrica interfere na turbidez da água bruta e no IQAB, como demonstram as figuras 1 e 5.
- ✓ A turbidez da água tratada possui pequena alteração quando relacionada à intensidade pluviométrica (Figura 1), e quando comparada as alterações no IQAB e turbidez afluente a ETA apresenta alterações, que apesar de não superarem os limites legais, tem correlação positiva.
- ✓ O comportamento do coeficiente de confiabilidade indica que apesar da turbidez média não ser significativamente alterada, a variação entre os dados se torna mais expressiva, a mesma tendência foi observada quando comparada a turbidez média.
- ✓ O IQAB e o Coeficiente de Confiabilidade, bem como a relação de turbidez nas águas bruta e tratada, demonstraram que possível efeito da alteração de qualidade do manancial perpassa ao tratamento. O presente trabalho, para produzirem resultados com maior inferência, terá continuidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Santa Fé do Sul – SP, as Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul e Faculdade Aldete Maria Alves.

REFERÊNCIAS

- 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.
- LIBÂNIO, M.; Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água, Campinas: Átomo, 3.ed. 494p. 2010.
- LIBÂNIO, M.; OLIVEIRA, M.D.; Indicadores Aplicados a Saneamento, Meio Ambiente E Recursos Hídricos. Revista Organizações e Sociedade – Multidisciplinar, Iturama (MG), v.3, jan./dez. 2014
- MELO, L. D. V., Aplicação De Técnicas Estatísticas Para Avaliação De Desempenho E Confiabilidade De Estações De Tratamento De Água. Dissertação de Mestrado, UFMG, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 110p. 2014
- SOUZA, M.E.T.A., LIBÂNIO, M. Proposição de um índice de qualidade da água bruta afluente a estações convencionais de tratamento de água, Revista Eng Sanit Ambient, ABES, v.14, n.4, p.471-478. out/dez 2009