

## AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PARAÍBA DO SUL EM BARRA DO PIRAÍ-RJ

*Marcelo Casiuch<sup>1</sup>; Elisa Barbosa Marra<sup>2</sup>; Abmael de Sousa Lima Junior<sup>3</sup>; Roberta de Melo Guedes Alcoforado<sup>4</sup>; Júlio César da Silva<sup>5</sup>; Ana Nery de Macedo Cadete<sup>6</sup>; Andresa Dornelas de Castro<sup>7</sup>*

### RESUMO

A aplicação de Índices de Qualidade de Água (IQA) tem a finalidade de transformar as informações procedentes dos monitoramentos em uma forma mais acessível. O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas são primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas. Portanto, objetivou-se a análise e interpretação da evolução, no período de 2010 a 2019, dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do Paraíba do Sul, em um trecho pré-determinado, através de indicadores de qualidade da água, segundo metodologias preconizadas pela Fundação Nacional de Saneamento dos Estados Unidos (NSF) e por Bascarán. O trecho de estudo, com 17,5 km de extensão, está localizado no município de Barra do Piraí/RJ e foi avaliado em seis captações de água dispostas ao longo do rio estudado. Foram avaliados laudos de qualidade de água municipais e estaduais para que fossem determinados os IQA's pelo método NSF<sup>NSF-INEA</sup> e Bascarán. Foram desenvolvidos gráficos e mapas para melhor visualização dos resultados e verificou-se que no ano de 2016, todos os pontos captados tiveram um significativo decréscimo na qualidade de água através de ambos os métodos. Ao comparar ambos os métodos, pode-se afirmar que o IQA<sub>Bascarán</sub> foi o que apresentou valores mais baixos e, conseqüentemente, aparecendo 10 vezes mais na classificação ruim, do que o outro método comparado. Os pontos levantados pelo trabalho são de suma importância para a tomada de decisões, tendo em vista a efetiva necessidade de investimentos na área de saneamento no município.

### Palavras-Chave – Recursos Hídricos, IQA, Monitoramento.

- 
- 1) Aluno do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua - UERJ – marcelo.casiuch@profagua.uerj.br
  - 2) Aluna do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua - UERJ, elisa.marra@profagua.uerj.br
  - 3) Aluno do Programa de Pós Graduação strictu sensu em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco - UPE, aslj@poli.br
  - 4) Prof.<sup>a</sup> Dra. do Programa de Pós Graduação strictu sensu em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco- UPE – roberta.alcoforado@poli.br.
  - 5) Prof. Dr. do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua - UERJ, julio.silva@profagua.uerj.br
  - 6) Aluna de Doutorado em Engenharia Civil com ênfase em Geotecnia pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, ana.cadete@ufpe.br
  - 7) Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Simulação e Gerenciamento de Reservatório de Petróleo pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, andresa\_dornelas@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A aplicação de Índices de Qualidade de Água (IQA) tem a finalidade de transformar as informações procedentes dos monitoramentos em uma forma mais acessível, incorporando uma visão sistêmica, e de fácil entendimento pelos gestores deste recurso, bem como pelas populações usuárias destes mananciais (COIMBRA, 2011), de tal forma que aqueles que não são especialistas no assunto, mas que necessitam subsidiar suas ações gerenciais ou simplesmente adquirir tal conhecimento, possam se valer dessas informações.

Muito destaque tem sido dado recentemente a estudos, pesquisas e revisões sobre o tema da qualidade de água, e notadamente sobre os Índices de Qualidade de Água, tanto no exterior, como os trabalhos de revisão e mapeamento global de IQAs de Uddin et al. (2021) e de Dash, S. et al. (2021) e de desenvolvimento de um índice específico de qualidade de água para rios urbanos altamente poluídos, por Casillas-García, L.F. et al. (2021), quanto no Brasil, com estudos comparativos e adaptações de IQAs à realidade brasileira, como os de Silveira, L.G (2018), Cicilinski, A.D. (2018) e Ferreira, K.C.D. et al. (2015).

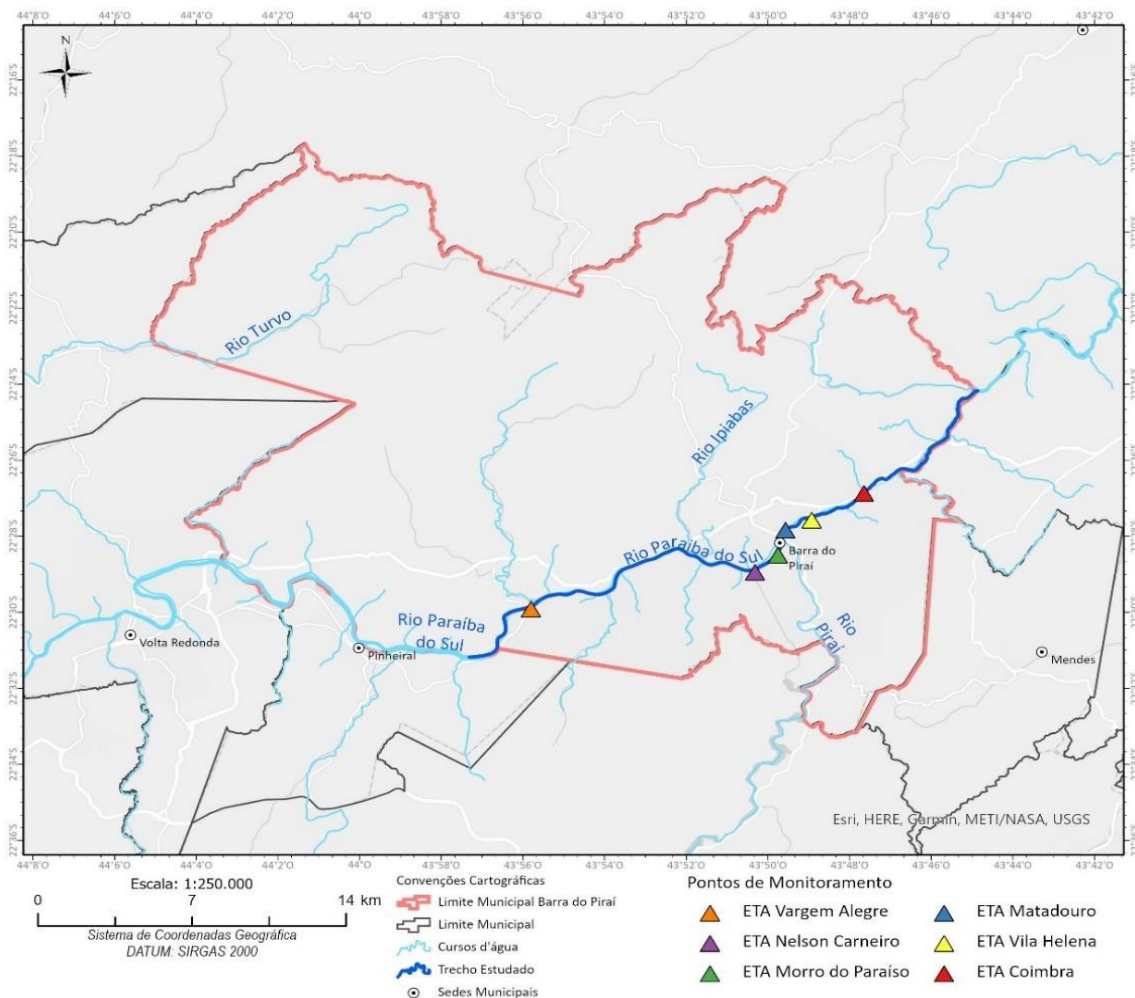
Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2009), o monitoramento e a avaliação da qualidade das águas são fatores primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, sendo essenciais para várias atividades de gestão. No que diz respeito à Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III), onde se insere parcialmente o município de Barra do Piraí - RJ, a sua gestão foi iniciada em 2008, sendo esta região considerada como uma das mais importantes do Brasil, pois dela dependem mais de um milhão de habitantes, com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-IDHM na faixa de médio ou alto, além de materializar uma intensa atividade econômica e industrial, ocupando uma área total de 6.429 km<sup>2</sup>, equivalente a 10,48% da Bacia do Paraíba do Sul.

Como objetivos desse trabalho destacam-se a análise e interpretação da evolução, no período de 2010 a 2019, dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do Paraíba do Sul junto a seis captações de estações de tratamento de água de Barra do Piraí-RJ, através de indicadores de qualidade da água, segundo metodologias preconizadas pelo NSF (Brown et al., 1970) e adaptadas pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro – INEA (2018) e por Bascarán (1979), bem como a interpretação de tais resultados face à localização das captações e à evolução, nos últimos anos, das condições ambientais da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul no trecho avaliado.

## METODOLOGIA

O trecho de estudo do rio Paraíba do Sul, disposto na Figura 01, com 17,5 km de extensão, foi selecionado por nele estarem compreendidos todos os pontos de monitoramento de qualidade de água das Estações de Tratamento de Água (ETA's) que a cidade de Barra do Piraí utiliza para o uso de abastecimento público. Na Figura 01, pode-se verificar ainda o rio principal, marcado em azul, e a foz do Rio Piraí compreendida no intervalo entre a captação da ETA Morro do Paraíso e a captação da ETA Vila Helena.

Figura 01 – Trecho de estudo do Rio Paraíba do Sul no Município de Barra do Piraí, RJ



Fonte: Autores, 2021

Os pontos de monitoramento de qualidade de água estão localizados nas coordenadas no datum SIRGAS 2000 conforme a Tabela 01.

Tabela 01 – Coordenadas dos Pontos de Monitoramento

Descrição	Latitude	Longitude
ETA Vargem Alegre	22°29'53.24"S	43°55'48.22"O
ETA Nelson Carneiro (Barragem)	22°28'55.14"S	43°50'19.02"O
ETA Morro do Paraíso	22°28'28.14"S	43°49'45.27"O
ETA Matadouro	22°27'48.69"S	43°49'34.20"O
ETA Vila Helena	22°27'32.73"S	43°48'55.69"O
ETA Coimbra	22°26'50.54"S	43°47'38.87"O

Para o cálculo do IQA foram avaliados laudos de qualidade de água cedidos pelo setor de monitoramento de água da Secretaria Municipal de Água e Esgoto de Barra do Piraí. Para a metodologia de análise, a norma *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*

(APHA, 2005) foi utilizada. As épocas avaliadas foram: março de 2010, setembro de 2011, junho de 2012, abril de 2013, abril de 2014, junho de 2016, novembro de 2017 e fevereiro de 2019. Devido à inexistência dos laudos das captações de Vargem Alegre e Morro do Paraíso em 2018 e Nelson Carneiro em 2010, foram utilizados dados da mesma época coletados e analisados pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA) em estações próximas, para que todos os IQA's pudessem ser comparados anualmente.

Os parâmetros examinados foram a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), turbidez, pH (a 25°C), sólidos dissolvidos totais, fósforo total, nitrato (como N), coliformes termotolerantes e a temperatura da água no momento de coleta.

Foram calculados os IQA's por meio de duas metodologias distintas, quais sejam: US National Sanitation Foundation (NSF) com a modificação realizada pelo INEA e Bascarán.

- $IQA_{NSF-INEA}$

O  $IQA_{NSF-INEA}$  foi desenvolvido utilizando a metodologia Delphi que é um princípio sistemático que considera as opiniões de pessoas especializadas na área. Já o método do INEA, empregou uma adaptação tendo em vista a realidade do Brasil, esta modificação pode ser visualizada nos pesos relacionados a cada parâmetro conforme Tabela 02.

Tabela 02 – Parâmetros e seus respectivos pesos dados pelo  $IQA_{NSF-INEA}$ .

Variáveis	Unidade	Peso (wi)
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	NMP/100 mL	0,16
<b>DBO</b>	mg/L O <sub>2</sub>	0,11
<b>Fosfato Total</b>	mg/L	0,10
<b>Nitratos</b>	mg/L	0,10
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	% saturação	0,17
<b>pH</b>	-	0,11
<b>Sólidos Totais Dissolvidos</b>	mg/L	0,07
<b>Temperatura</b>	°C	0,10
<b>Turbidez</b>	uT	0,08

Fonte: INEA, 2019.

O cálculo deste método foi realizado pelo produto dos parâmetros de qualidade das águas, conforme apresentado na Equação 1 (INEA, 2018).

$$IQA_{NSF-INEA} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

$IQA_{NSF-INEA}$  – 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”, em função de sua concentração ou medida;  $w_i$  – peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Onde:

$n$  - número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Após o cálculo do IQA, a qualidade das águas é enquadrada em uma das 5 classes definidas, segundo o valor encontrado, conforme a Tabela 04.

- IQA Bascarán

Sua formulação matemática foi desenvolvida por Bascarán (1979) e utiliza como método o somatório de sub índices ponderados. Nesta forma de cálculo do IQA mais parâmetros podem ser utilizados, cerca de 20 no total, ao contrário do IQA<sub>NSF-INEA</sub>, que para a construção do cálculo são necessários 9 parâmetros.

A Equação 3 demonstra a fórmula para a determinação do resultado do IQA Bascarán.

$$IQA_{Bascarán} = k \frac{\sum_{i=1}^n C_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3)$$

Onde: Ci: valor percentual (subíndice) correspondente ao parâmetro i, de acordo com a Tabela 02; Pi: peso correspondente a cada parâmetro de acordo com a Tabela 02; K: constante de ajuste, em função do aspecto visual das águas; K = 1,00 para águas claras sem aparente contaminação; K = 0,75 para águas com ligeira cor, espumas, turbidez aparente não natural; K = 0,50 para águas com aparência de estar contaminada e com forte odor e K = 0,25 para águas negras que apresentam fermentações e odores (Rizzi, 2001).

Para o devido cálculo do IQA pelo método de Bascarán, o K escolhido por meio de percepção em campo foi o de 0,75.

A Tabela 03 demonstra os parâmetros utilizados e suas devidas classificações em relação aos pesos.

Tabela 03 – Parâmetros e pesos para o método Bascarán

Parâmetro	pH	OD (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (n°/100 mL)	Nitrato (ppm)	Fosfato (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Turbidez (NTU)	Aspecto Aparente (Constante K)	Valor
<b>Peso</b>	1	4	3	2	2	2	2	-	(%)
<b>Valor Analítico do Parâmetro (Ci)</b>	1	0	>14000	>100	>500	>15	>400	Péssimo	0
	2	1	10000	50	300	12	250	Muito Ruim	10
	3	2	7000	20	200	10	180	Ruim	20
	4	3	5000	15	100	8	100	Desagradável	30
	5	3,5	4000	10	50	6	50	Impróprio	40
	6	4	3000	8	30	5	20	Normal	50
	6,5	5	2000	6	20	4	18	Aceitável	60
	9	6	1500	4	10	3	15	Agradável	70
	8,5	6,5	1000	2	5	2	10	Bom	80
	8	7	500	1	1	1	8	Muito Bom	90
7	7,5	0	0	0	<0,5	<5	Excelente	100	

Fonte: MENEZES, 2018. (Adaptada)

A Tabela 04 evidencia os dois métodos escolhidos com a atribuição de diferentes classes e seus respectivos pesos.



Tabela 04 – Comparativo de pesos de três metodologias para a determinação do IQA

Ponderação	IQA <sub>Bascarán</sub>	IQA <sub>NSF-INEA</sub>	Ponderação	IQA <sub>Bascarán</sub>	IQA <sub>NSF-INEA</sub>
100	Excelente	Excelente*	50	Média	Média
95	Excelente	Excelente	45	Ruim	Ruim**
90	Excelente	Excelente	40	Ruim	Ruim
85	Boa	Boa*	35	Ruim	Ruim
80	Boa	Boa	30	Ruim	Ruim
75	Boa	Boa	25	Ruim	Ruim
70	Boa	Boa	20	Muito Ruim	Muito Ruim**
65	Média	Média*	15	Muito Ruim	Muito Ruim
60	Média	Média	10	Muito Ruim	Muito Ruim
55	Média	Média			

\* apta ao tratamento convencional

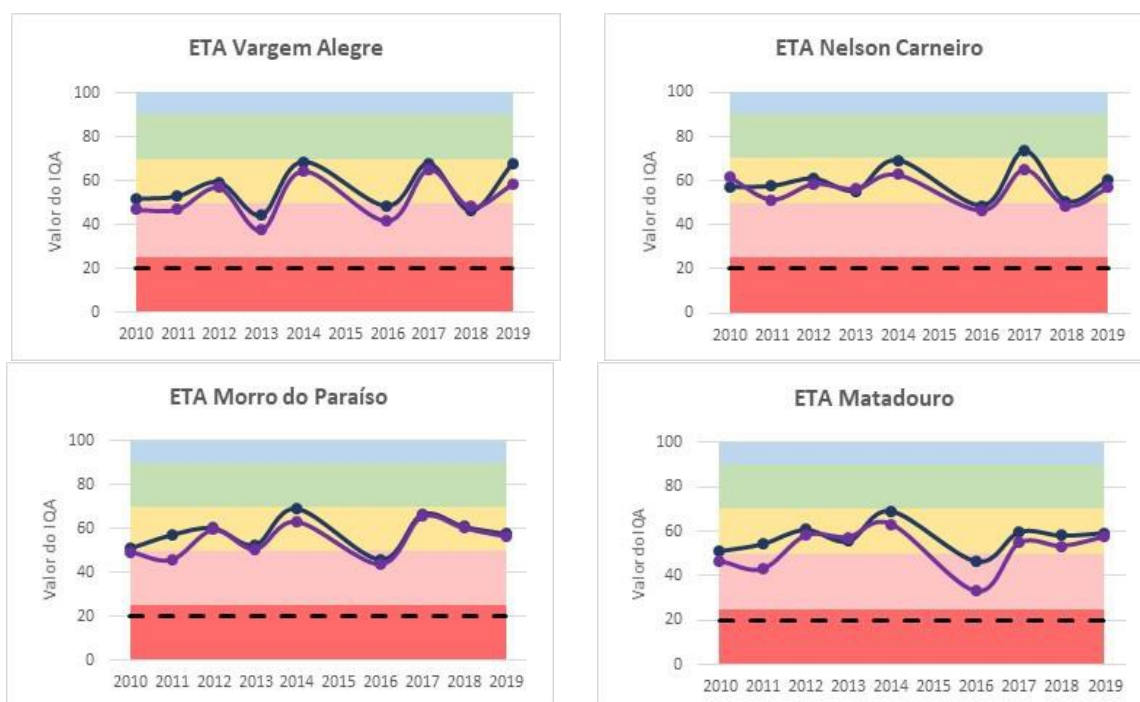
\*\* necessidade de tratamento avançado

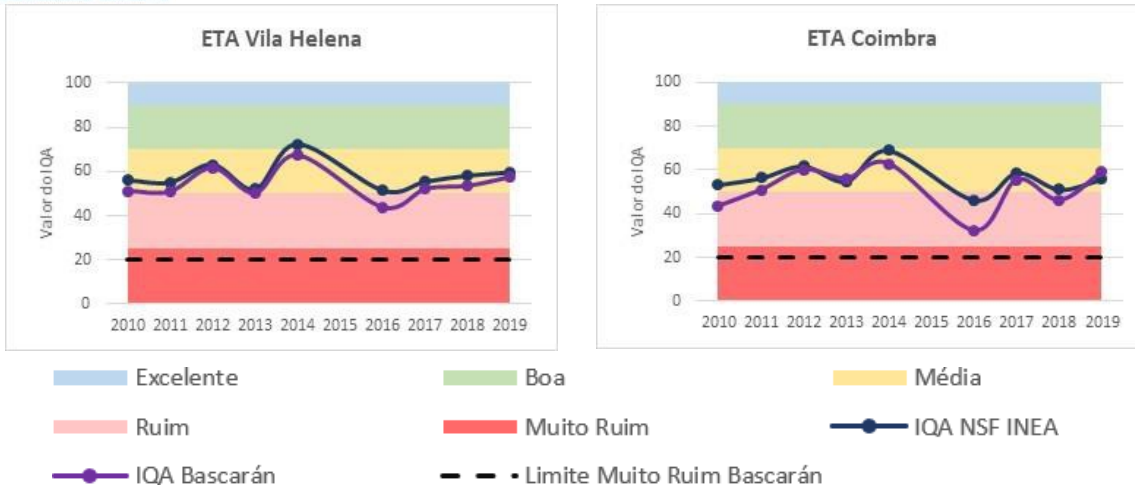
Fonte: SILVEIRA *et al.*, MENEZES *et al.* (2018) e INEA (2020). (Adaptada)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados, bem como as classificações de cada metodologia foram dispostos em gráficos, conforme apresentado na Figura 02, bem como em um mapa, apresentado na Figura 03, de forma a melhor demonstrar a evolução dos IQAs em cada captação estudada ao longo dos anos, para cada um dos métodos estudados.

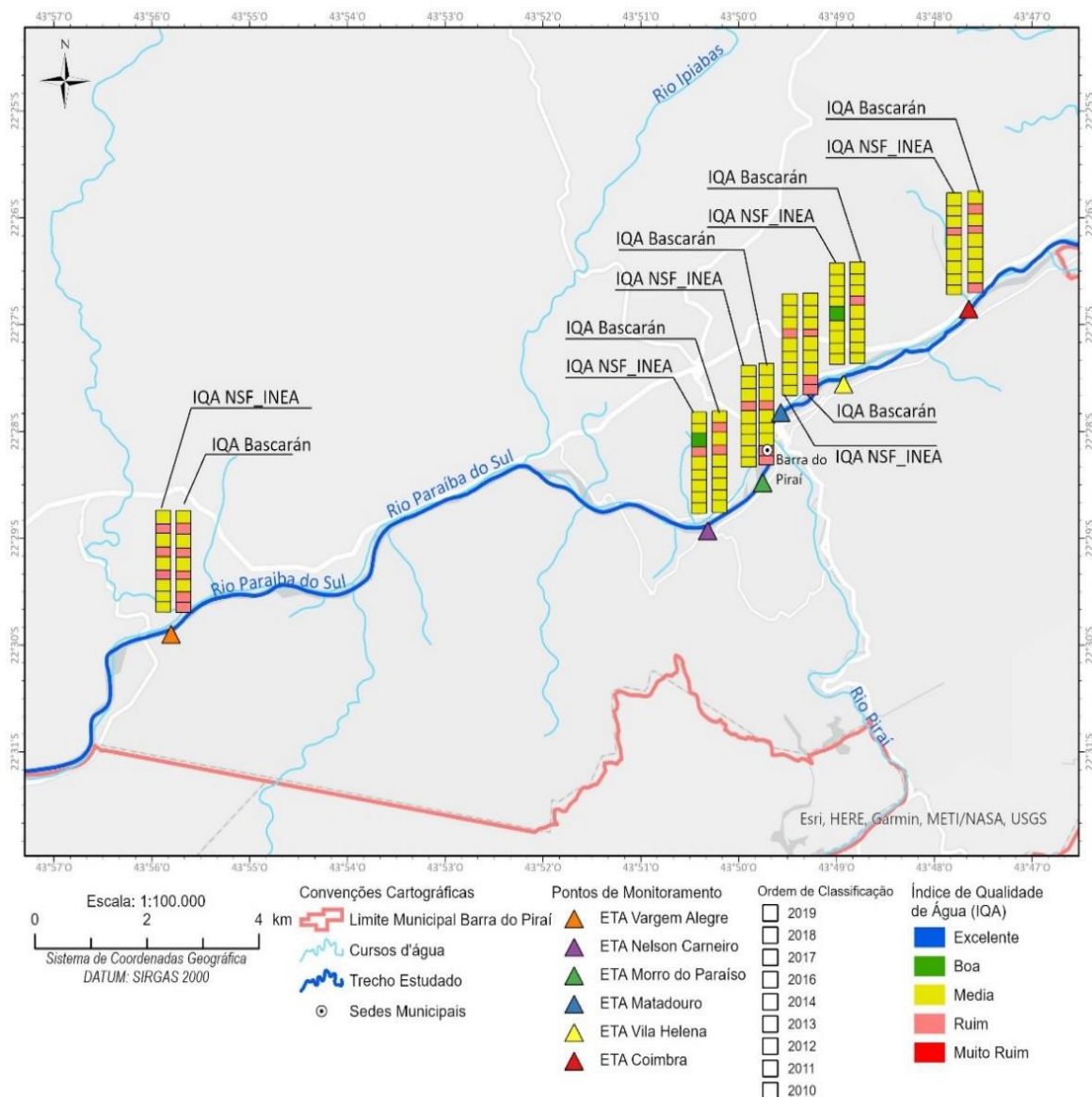
Figura 02 – Gráficos de Evolução do IQA<sub>NSF-INEA</sub> e IQA<sub>Bascarán</sub> de 2010 a 2019





Fonte: Autores, 2021

Figura 03 – Mapa de Evolução do IQA<sub>NSF-INEA</sub> e IQA<sub>Bascarán</sub> de 2010 a 2019

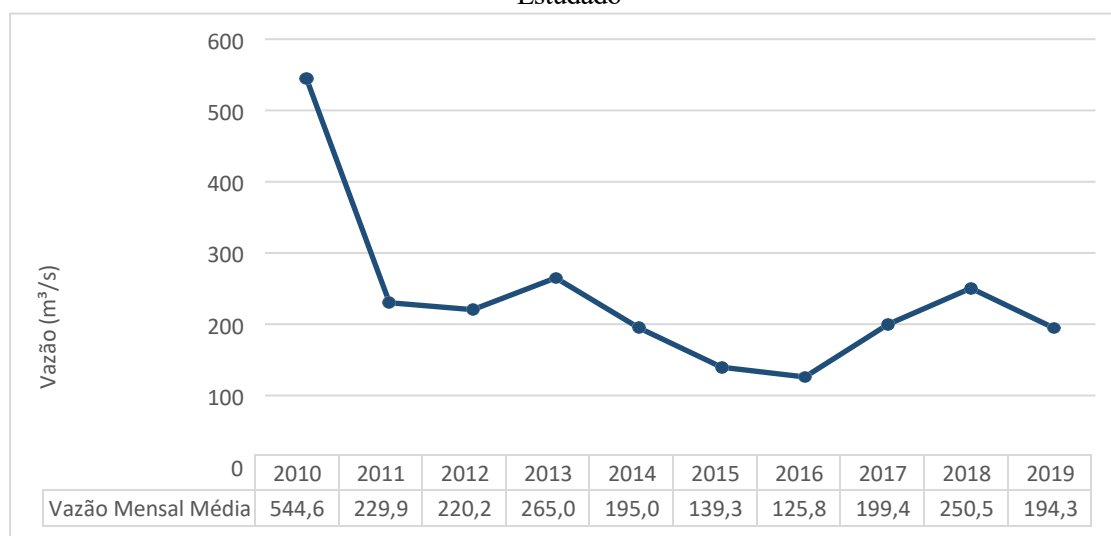


Fonte: Autores, 2021

Verifica-se que no ano de 2016, todos os pontos captados tiveram um decréscimo na qualidade de água em ambos os métodos, passando da classificação média para ruim, salvo pelo ponto da ETA Vila Helena no método IQA<sub>NSF-INEA</sub> onde a classificação anterior foi boa e passou para média.

Conforme pode-se observar na Figura 04, o período estudado, mais especificamente na época de monitoramento em 2016, junho foi um mês de baixa vazão no Paraíba do Sul e conseqüentemente menor diluição dos componentes analisados nos corpos hídricos para o cálculo do IQA.

Figura 04 – Vazão Mensal Média no Paraíba do Sul em Vargem Alegre, Barra do Piraí- RJ, no Período Estudado



Fonte: Hidroweb (ANA, 2021)

Cabe ressaltar que no distrito sede, localização principal do estudo, com a captação de quatro das cinco ETA's deste trabalho, não existe tratamento do esgotamento sanitário. Além disso, o trecho do Rio Piraí, afluente do Rio Paraíba do Sul, situado na cidade de Barra do Piraí, também recebe o aporte de esgoto in natura.

De forma que a Foz do Rio Piraí está localizada a montante da captação da ETA Matadouro, em 2016, o maior decréscimo encontrado foi desta ETA, o que pode ser atribuído à contribuição de cargas que o afluente do rio analisado realiza.

A classificação predominante no trecho investigado é média e, mesmo que esta classificação seja considerada apta para o tratamento convencional visando o abastecimento público, a tendência é que os níveis de IQA desta região diminuam por conta do aumento da população e, conseqüentemente, um volume significativo de despejo sanitário nos corpos hídricos.

Novas ligações de esgoto foram feitas, com uma diferença de 157 novas ligações do ano de 2018 para 2019, além disso, a quantidade de esgoto coletado também aumentou, com uma diferença de 167,03 .1000 m<sup>3</sup>/ano. Porém, a cidade ainda continua sem tratamento do esgotamento sanitário (SNIS, 2018-2019).

Ao comparar o método IQA<sub>NSF-INEA</sub> e IQA<sub>Bascarán</sub> pode-se afirmar que o IQA<sub>Bascarán</sub> foi o que apresentou valores mais baixos, e conseqüentemente, aparecendo 10 vezes mais na classificação ruim, do que o outro método comparado.

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico, sancionado através da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (Brasil, 2020), engloba uma série de regulamentações com o objetivo de aprimorar as condições de saneamento básico no Brasil, estabelecendo novas metas para universalização do acesso aos serviços de saneamento, tais como 90% da população com acesso à coleta de esgoto até 31 de dezembro de 2033 e 99% da população com acesso à água tratada até a mesma data.



Ao dissertar sobre a universalização do saneamento, Obraczka, *et al.* demonstram que Barra do Piraí se encontra no grupo com menos investimentos nesta área, ou seja, mais atrasado. Ultrapassando os 100 mil habitantes, o município é um dos maiores responsáveis pela geração de rejeitos líquidos e sólidos na bacia, além de, de acordo com o boletim consolidado de qualidade de água emitido pelo INEA em 2020, o IQA médio no município ainda se encontrar na classificação ruim.

## CONCLUSÃO

Os pontos levantados neste trabalho são de efetiva importância na avaliação da qualidade da água, pois assim é possível estabelecer meios de tomada de decisão, tendo em vista o uso do corpo hídrico em relação ao tratamento e a melhoria da qualidade objetivando a saúde populacional e a conservação do meio ambiente, principalmente dos rios citados.

Em relação à evolução do IQA, o Rio Paraíba do Sul já se encontra comprometido principalmente em época de vazão baixa, que compreende próximo ao mês de junho, como foi evidenciado na Figura 04. Por esse motivo, torna-se necessário o emprego de tecnologias avançadas no tratamento de água, o que ocasionará ônus ao município ao ter que tratar a água mais poluída.

Por isto, maiores investimentos no saneamento da cidade são essenciais de forma a estabelecer sua maior abrangência, especialmente do sistema de esgotamento sanitário, visando o atendimento às diretrizes de universalização estabelecidos pelo Novo Marco do Saneamento Básico.

## REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil (2009). Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos – SNIRH no Brasil: arquitetura computacional e sistêmica. Brasília.

ANA - Agência Nacional de Águas (2021). HIDROWEB – Sistema de Informações Hidrológicas, <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>, Acesso em 28 jun. 2021.

APHA - American Water, Works Association and World Environment Federation, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (2005). 21st Edition, American Public Health Association, Washington DC.

BASCARAN, G.M. (1979). “*Establecimiento de una metodologia para conocer la calidad del agua*”. pp. 30-49.

BRASIL, Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos (2020). Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 – Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e altera a Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2020.

BROWN, R.M., Mc CLELLAND, N.I., DEININGER, R.A., TOZER, R.G. (1970). “*A Water Quality Index—Do We Dare*” Water Sewage Works, Vol. 117, pp. 339- 343

CASILLAS-GARCÍA, L.F., ANDA, J., YEBRA-MONTES, C., SHEAR, H., DÍAZ-VÁZQUEZ, D., GRADILLA-HERNÁNDEZ, S. (2021). “*Development of a specific water quality index for the protection of aquatic life of a highly polluted urban river*”. Ecological Indicators, Volume 129.

CICILINSKI, A.D. (2018). “*Elaboração e aplicação de um índice de qualidade da água em consonância com a legislação brasileira*”. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 77f.

COIMBRA, C. M. (2011). “*Avaliação da Metodologia IQAFAL nas Bacias Contribuintes à Lagoa Rodrigo de Freitas*”. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, Brasil. PPEA/UERJ.

DASH, S., KALAMDHAD, A.S. (2021). “*Science mapping approach to critical reviewing of published literature on water quality indexing, Ecological Indicators*”, Volume 128.

FERREIRA, K.C.D., LOPES, F.B., ANDRADE, E.M., MEIRELES, A.C.M. E SILVA, G.S. (2015). “*Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro*”, Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 2, p. 277-286, abr-jun, 2015

INEA - Instituto Estadual do Ambiente (2018). Lista de indicadores de qualidade da água – IQANSF. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documentes/document/zeww/mde0/~edisp/inea0014751.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente (2019). Metodologia e Qualidade de Água, 2019. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/IQA-NSF-Metodologia-Qualidade-de-%C3%81gua.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente (2020). Boletins de qualidade das águas por região hidrográfica. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/qualidade-das-aguas-por-regiao-hidrografica-rhs/>> Acesso em: 20 jun. 2021.

MENEZES, J. M *et al.* (2018). “*Comparação entre os índices de Qualidade de Água CETESB e Bascarán*”. Anuário do Instituto de Geociências, v. 41, n. 1.

OBRACZKA, M.; MARQUES, C. F.; PINTO, S. de O. M. (2018). “*Avaliação do Estágio do Saneamento com base no Emprego de Indicadores: Estudo de Caso em Municípios da Região Hidrográfica III-Médio Paraíba Do Sul*”. III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

RIZZI, N. (2001). “*Índices de Qualidade de Água*”. Sanare, 15 (15): 11-20.

SILVEIRA, L. G. et al. (2018). “*Estudo comparativo da utilização do IQA-NSF e IQA-CCME para análise da qualidade da água no Estado do Rio De Janeiro*”

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. (2018). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos-2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

UDDIN, G., NASH, S., OLBERT, A.I. (2021). “*A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality*”. Ecological Indicators, Volume 122.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001. Os autores agradecem também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.