

## ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAMAQUÃ COM BASE NO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

BRUNO DA SILVA TEIXEIRA<sup>1</sup>; SAMANTA TOLENTINO CECCONELLO<sup>2</sup>; LUANA  
NUNES CENTENO<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense –  
brunos.teixeira27@gmail.com<sup>1</sup>; samantacecconello@ifsul.edu.br<sup>2</sup>;  
luanacenteno@ifsul.edu.br<sup>3</sup>*

### 1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos superficiais são uma das principais fontes de abastecimento de água doce e a sua qualidade reflete diretamente o desenvolvimento socioeconômico, cultural e ambiental. Entretanto, com o crescimento demográfico e expansão dos centros urbanos e industriais, exigem captação de maiores vazões de água para consumo humano e reestruturação dos sistemas de abastecimento de água. Diante disso, há grandes desafios para a gestão e planejamento dos recursos hídricos, devido a sua escassez quali e quantitativa (CHANG et al., 2020).

Com relação à quantidade de água, em parte, se deve à distribuição global de água doce no mundo que ocorre de maneira desigual (LUO et al., 2020; HADDOUT et al., 2020). Por vez, a qualidade da água está intimamente relacionada às suas propriedades físicas, químicas e biológicas, e sua condição depende do uso pretendido. Segundo Heller e Pádua (2010), verificam-se diversos usos dos recursos hídricos que são demandados pelas diferentes atividades antrópicas e econômicas, dentre elas podem-se citar o abastecimento público, a irrigação, a navegação, a pesca, a geração de energia, entre outros.

Neste contexto as modificações que ocorrem nas características morfológicas da bacia hidrográfica, e que de alguma forma alteram o equilíbrio e a dinâmica dos corpos d'água, estão associadas à poluição existente no território. A gestão correto dos recursos hídricos é a chave fundamental para aliviar os problemas de estresse hídrico e degradação da qualidade da água e promover a seguridade hídrica para as populações. Contudo, para a correta gestão da água são necessárias ferramentas adaptativas para o monitoramento ambiental dos recursos hídricos (SANTOS et al., 2020). Sendo assim, no Brasil em esfera nacional um dos mais importantes instrumentos utilizados para auxiliar no entendimento do estado dos corpos hídricos é a Resolução CONAMA 357/2005, ela dispõe das diretrizes de enquadramento dos recursos aquáticos de acordo com limites estabelecidos de certas variáveis limnológicas, classificando os mananciais em diferentes classes e recomendando determinadas interações antrópicas (BRAGA, 2019; BRASIL, 2005).

Sendo assim, o monitoramento da qualidade da água se torna fundamental, pois permite o acompanhamento dos processos de uso dos corpos hídricos, indicando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas e proporcionando ações de controle ambiental (ALIYU et al., 2019). O monitoramento ambiental deve ser realizado ao longo do tempo e do espaço, pois permite acompanhar a evolução das condições da qualidade da água e o comportamento de determinadas variáveis em determinados pontos do manancial superficial, respectivamente, servindo como medida de apoio a tomadas de decisão sobre os recursos hídricos (FEHRI et al., 2020).

Dentre as ferramentas empregadas para se realizar o monitoramento ambiental tem-se o Índice de Qualidade da Água (IQA) que permite através de informações resumidas indicar as condições do manancial superficial ao longo do tempo, reduzindo custos e tempo, além de fornecer resultados de fácil interpretação pela sociedade (CETESB, 2021; RODRIGUES, 2019). O índice IQA foi criado pela NSF (National Sanitation Foundation), partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2021). Frente ao exposto, o objetivo deste estudo foi analisar espacial e temporalmente a

qualidade da água do rio Camaquã com base no Índice de Qualidade da Água, assim como, compreender a relação existente entre os pontos analisados.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Caracterização da área

A Bacia Hidrográfica do rio Camaquã (BHRC) pertence à Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas e localiza-se na porção centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul. A Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas abrange uma área de cerca de 21.623,15 km<sup>2</sup> (SEMA, 2021), apresenta uma população total estimada de 249.326 habitantes e em seu território estão inseridos, total ou parcialmente, 29 municípios (FEPAM, 2021).

Sendo assim para este estudo foram utilizados 5 pontos de monitoramento: GER51 (Latitude: 31° 07' 036" S; Longitude: 51° 47' 022" O); GER53 (Latitude: 31° 00' 043" S; Longitude: 52° 03' 012" O), GER57 (Latitude: 30° 51' 047" S; Longitude: 53° 37' 02" O), GER58 (Latitude: 30° 58' 027" S; Longitude: 53° 02' 050" O) e GER60 (Latitude: 30° 57' 054" S; Longitude: 53° 25' 06" O). Estes pontos estão localizados no rio Camaquã e inseridos na bacia hidrográfica do Camaquã dentro da Região da Bacia Litorânea.

### 2.2. Obtenção dos dados

Utilizaram-se dados secundários de qualidade da água disponibilizados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler -RS (FEPAM). As coletas de água ocorreram a cada seis meses, no período de 2005 a 2013. Sendo que dentre os parâmetros monitorados das regiões hidrográficas utilizou-se, a saber: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Termotolerantes (CT), Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT), Turbidez (TH), Temperatura da Água (TH<sub>2</sub>O) e Sólidos Totais (ST). As coletas foram realizadas pela FEPAM, sendo que para a realização utilizou-se a metodologia adotada pela CETESB (1987). Os métodos analíticos bem como a preservação das amostras seguiram os procedimentos definidos pelo Standard Methods (APHA, 1998).

### 2.3. Índice de Qualidade da Água (IQA)

O índice é obtido através do produtório ponderado correspondente aos parâmetros estabelecidos, conforme a Equação 1.

$$IQA = \sum_{i=1}^n q_i^{wt} \quad \text{Equação 1}$$

QA: Índice de Qualidade de Águas, apresentando faixa de valores entre 0 e 100; q<sub>i</sub>: 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; e w<sub>i</sub>: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade e n: número de variáveis utilizadas no cálculo do IQA. Ademais, neste trabalho foi utilizada a classificação, referente ao Estado do Rio Grande do Sul (CETESB, 2021).

### 2.4. Análise de correlação

Todos os pontos estudado, após o cálculo do IQA, foram analisados através de uma matriz de correlação, com o objetivo de identificar se há correlações significativas entre eles, foi utilizado o teste t-Student, com um nível de significância de 5%; sendo os que passaram no teste estão destacados em vermelho. O p-valor foi calculado com base na matriz de correlação, utilizando o software R, versão .3. 4. 3., onde a hipótese nula é aceita (H<sub>0</sub>), quando o p-valor for menor do que o nível de significância adotado, ou seja, 0,05, concluindo-se que efetivamente existe uma relação significativa entre essas variáveis.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Tabela 1 foi possível verificar que o IQA não apresentou-se em nenhum dos pontos dentro da faixa ótima, mas sim entre as faixas péssima e boa. Dentro da faixa péssima encontrou-se o GER57 no primeiro semestre de 2007, o GER 53 no segundo semestre de 2008 e em 2013-1, bem como o GER 60 no segundo semestre de 2008 e 2009. Quando analisando o GER 57, observa-se que na maior parte da série histórica se encontrou na faixa aceitável o mesmo ocorreu com o GER 53.

Contudo, nos primeiros períodos analisados, em todos os pontos, há uma tendência de melhor qualidade da água do Rio Camaquã, quando comparado ao último semestre, onde a qualidade esteve na faixa de ruim e péssima.

Tabela 1: Análise da variabilidade espacial do IQA, do Rio Camaquã

Período	GER57	GER53	GER53	GER58	GER60
2005-1	57	77	71	82	75
2005-2	54	80	41	81	82
2006-1	53	73	79	47	45
2006-2	60	25	25	82	77
2007-1	21	55	53	27	28
2007-2	62	25	38	53	52
2008-2	57	16	53	41	18
2009-2	60	58	69	32	21
2010-1	64	66	53	34	33
2011-1	62	56	46	42	70
2011-2	39	46	48	80	41
2012-2	40	51	58	52	70
2013-1	36	20	39	40	41

Entretanto, para compreender o que fez com que a qualidade desta água ao longo do rio sofresse estas alterações, seria necessária uma análise de uso e ocupação da área, simultânea aos pontos analisados. Porém, podemos inferir com base em outros estudo que estes pontos podem ter sofrido a influência de precipitações ou estiagens, de atividades antrópicas como descargas de despejos domésticos e industriais. Além da influencia da propria hidráulica do manancial (CENTENO, 2017)

Com relação a correlação existente entre os pontos do IQA, pode-se observar a Tabela 2.

Tabela 2: Análise de correlação entre os pontos, contendo o cálculo do IQA

	GER57	GER51	GER53	GER58	GER60
GER57	1.000				
GER51	-0.680	1.000			
GER53	-0.004	0.787	1.000		
GER58	0.166	0.143	-0.266	1.000	
GER60	0.208	0.289	-0.294	0.812	1.000

Sendo assim, foi possível encontrar três correlações fortes e significativas. Sendo estas positivas no GER 60 com o GER 58 ( $r=0,812$ ) e entre o GER 53 com o GER 51 ( $r=0,787$ ). Possivelmente estas correlações se estejam relacionadas a distribuição espacial destes pontos, uma vez que ambos se encontram próximos.

Já a correlação inversa e significativa existente entre os pontos GER 51 e GER 57 ( $r=-0,680$ ), possivelmente esteja relacionada a hidráulica do manancial, bem como as fontes de poluição. Uma vez que o ponto GER 57 se encontra próximo a cabeceira do rio Camaquã, ao passo que o ponto GER 51 encontra-se próximo ao exutório da bacia.

#### 4. CONCLUSÕES

Os usos múltiplos da água, relacionados as diferentes atividades têm gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Este fato refletiu diretamente na qualidade da água do Rio Camaquã. Uma vez que a qualidade da água variou de péssima a boa entre os pontos analisados. Contudo em sua maioria a qualidade da água entre o período analisado se encontra entre ruim e aceitável.

Foi possível compreender a relação existente entre os pontos, com o cálculo do IQA da série história em questão. Sendo estas positivas com relação aos GERs 60 e 58 e entre os GERs 53 e GER 51 e negativa com relação aos GERs 51 e 57.

Sendo assim, este estudo permitiu compreender o comportamento da qualidade da água do rio Camaquã, podendo servir de base como indicativo inicial para o monitoramento da qualidade da água no mesmo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIYU, G.A.; JAMIL, N.R.B.; ADAM, M.B.; ZULKEFLEE, Z.. Assessment of Guinea Savanna River system to evaluate water quality and water monitoring networks. **Global Journal Of Environmental Science And Management**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 345-356, jul. 2019. Global Journal of Environmental Science and Management.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20ª ed. Washington: American Public Health Association. APHA/AWWA/WEF, 1998.
- BRAGA, Rita de Cássia Silva Braga e. Enquadramento de rios e gestão de recursos hídricos: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio das contas - Bahia, Brasil. In: 15 Congresso da água, 15., 2019, Bahia. 15 Congresso da água. Bahia: [S.L.], 2019. p. 1-4.
- BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p.
- CHANG, I-Shin; et al. Evaluation on the integrated water resources management in China's major cities -- Based on City Blueprint® Approach. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 262, p. 121410, jul. 2020. Elsevier BV.
- CENTENO, Luana Nunes. **Proposta metodológica para a construção de índices de qualidade da água na bacia hidrográfica Piratini-São Gonçalo-Mangueira, RS**. 2017. 190 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ppg Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. **Indicadores de qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Site oficial da CETESB 2021. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas>. Acesso em: 01 jul. 2021.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1987. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. CETESB, São Paulo, SP, Brasil.
- FEHRI, Raed; KHLIFI, Slaheddine; VANCLOOSTER, Marnik. Testing a citizen science water monitoring approach in Tunisia. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 104, p. 67-72, fev. 2020. Elsevier BV.
- Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Roessler – FEPAM. **Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas**. Site oficial da FEPAM. 2021. Disponível em: [http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor\\_agua\\_litoral.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor_agua_litoral.asp). Acesso em: 07 abr. 2021.
- HADDOUT, S.; et al. Water Scarcity: a big challenge to slums in africa to fight against covid-19. **Science & Technology Libraries**, [S.L.], v. 39, n. 3, p. 281-288, 26 maio 2020. Informa UK Limited.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 418 p.
- LUO, Pingping; et al. Historical assessment and future sustainability challenges of Egyptian water resources management. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 263, p. 121154, ago. 2020.
- OLIVEIRA, Cristiane Barbosa de; FERREIRA, Adriana Costa. avaliação do índice de qualidade da água (iqa) dos poços do bairro do Calabar e seu entorno, Salvador – BA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais** (Gesta), Bahia, v. 7, n. 2, p. 238-254, set. 2019.
- RODRIGUES, Annelir Pereira. Avaliação da qualidade da água do arroio Tapera - RS utilizando o IQA – índice de qualidade de água. 2019. 24 f. **Monografia** (Especialização) - Curso de Especialista em Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Soledade, 2019.
- SANTOS, Mayara dos; et al.. Evaluation of Potentially Toxic Elements in Mundaú Lagoon (Maceio, AL-Brazil): systematic environmental monitoring of water and food quality. **Journal Of The Brazilian Chemical Society**, [S.L.], v. 0, n. 0, p. 1-11, 1 nov. 2021.