

DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS PRINCIPAIS INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Anna Letícia Araújo da Mata ¹
Jairo Rodrigues de Souza ²

RESUMO

As águas superficiais estão expostas a muitas formas de contaminação. O aporte de substâncias nos mananciais origina-se de várias fontes, e cada uma possui características próprias quanto aos poluentes que carregam. Devido a isso, torna-se difícil a determinação sistemática de todos os poluentes que possam estar presentes na água em tempo hábil. O uso de índices de qualidade da água surge da necessidade de sintetizar a informação sobre os vários parâmetros de qualidade, a fim de orientar as ações de planejamento e gestão da água. Diante desse cenário, o principal objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão de literatura para descrever e avaliar os modelos de índice de qualidade de água definidos pela Agência Nacional de Águas como os principais utilizados. Os índices de qualidade abordados neste artigo foram: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP), Índice de Estado Trófico (IET), Índice de Contaminação por Tóxicos, Índice de Balneabilidade (IB) e Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática (IVA). Pode-se concluir que o Índice de Qualidade das Águas é o principal indicador qualitativo utilizado no Brasil para avaliação da qualidade da água, sendo o mais utilizado dentre os índices avaliados. Apesar de normalmente não mostrarem o efeito de poluições pontuais, os índices de qualidade de água se constituem em um eficiente instrumento de comunicação para a sociedade sobre as condições de qualidade de água dos corpos hídricos.

Palavras-chave: Indicadores de qualidade, Monitoramento, Qualidade da água, Índices.

INTRODUÇÃO

Água é um dos bens mais preciosos para a manutenção da vida no planeta, sua importância para o consumo humano e animal, recreação e navegação é conhecida desde a antiguidade. Atualmente, os recursos hídricos estão ligados ao desenvolvimento dos mais variados segmentos da nossa sociedade: além do consumo próprio e uso em atividades domésticas, também podemos citar os setores de geração de energia, indústrias de diversos tipos, mineração e agricultura. Observando a evolução das civilizações é possível perceber que a demanda por este recurso sofreu grande aumento, mas devido aos impactos dessa evolução a qualidade da água que encontramos no meio ambiente tem ficado cada vez mais comprometida.

¹ Pós graduanda do Curso de Gestão ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, leticiaaraujodamata@outlook.com;

² Professor orientador: Mestre, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, jairo.souza@ifrn.edu.br.

As águas superficiais estão expostas a muitas formas de contaminação. O uso e a ocupação do solo influenciam na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos, as alterações decorrem principalmente de atividades antrópicas como desmatamento e urbanização. Além da contaminação pelo lançamento direto de efluentes urbanos e industriais, temos os resíduos sólidos, agrotóxicos e fertilizantes, detergentes, sedimentos oriundos de processos erosivos e águas pluviais que carregam impurezas da superfície do solo.

A resolução CONAMA nº 357 e a Portaria MS nº 05 apresentam-se como as principais ferramentas na gestão da qualidade dos recursos hídricos brasileiros, onde a primeira dispõe sobre as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e a segunda apresenta os padrões de potabilidade da água. Para avaliar quão impactado se encontra o ecossistema, considera-se as alterações nas concentrações das variáveis físicas, químicas e microbiológicas para o monitoramento, classificação e enquadramento em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade.

O aporte de substâncias nos mananciais origina-se de várias fontes, e cada uma possui características próprias quanto aos poluentes que carregam. Devido a isso, torna-se difícil a determinação sistemática de todos os poluentes que possam estar presentes na água em tempo hábil. Sendo assim, é conveniente a seleção de parâmetros que sejam mais representativos, sendo incorporados em indicadores de qualidade da água.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), os principais índices de qualidade da água utilizados no Brasil são: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP), Índice de Estado Trófico (IET), Índice de Contaminação por Tóxicos, Índice de Balneabilidade (IB) e o Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática (IVA), entendidos como ferramentas científicas para o monitoramento e a gestão sustentável da qualidade da água.

O uso de índices de qualidade da água surge da necessidade de sintetizar a informação sobre os vários parâmetros de qualidade, a fim de orientar as ações de planejamento e gestão da água. Os índices também facilitam a comunicação com a população no geral, já que permitem sintetizar várias informações em um único valor com intervalos de escala definidos (VON SPERLING, 2005; BRAGA *et al.*, 2005). Sendo assim, a proposta básica deste trabalho é ampliar o conhecimento sobre os indicadores de qualidade da água por meio de uma revisão de literatura, com a descrição em função de suas aplicações e parâmetros usados.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica. A busca foi realizada na plataforma de busca *Google scholar*, mais especificamente, em artigos (de congressos e periódicos), dissertações ou teses e relatórios de agências governamentais. Para a realização das buscas, as palavras-chave utilizadas foram: “Índice de Qualidade das Águas”, “Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público”, “Índice de Estado Trófico”, “Índice de Contaminação por Tóxicos”, “Índice de Balneabilidade” e “Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática”. Não foi definido intervalo de tempo específico, mas optou-se por abordar os trabalhos mais recentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O IQA foi elaborado a partir de um estudo do National Sanitation Foundation (NSF), em 1970, nos Estados Unidos. Um grupo de pesquisadores em qualidade da água definiram possíveis variáveis que poderiam ser levadas em consideração para o índice, o peso relativo de cada uma delas e as condições determinantes da qualidade da água ao defini-las. Das 35 variáveis que inicialmente foram propostas, somente nove foram selecionadas para compor o índice. Para estas, curvas de variação da qualidade das águas foram estabelecidas, de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro (CETESB, 2020).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) verificou a eficácia do modelo e o adaptou às necessidades dos corpos hídricos brasileiros. De acordo com o relatório da CETESB (2020), a seguinte equação (Figura 1) é usada para o cálculo do IQA:

Figura 1 – Equação para o cálculo do IQA.

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

Fonte: CETESB (2020)

Onde IQA é um número entre 0 e 100, q_i é a 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. A variável w_i é o 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 representa o número de variáveis que entram no cálculo

do IQA. As variáveis consideradas no IQA são: Coliformes fecais, pH, Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Nitrogênio total, Fósforo total, Temperatura, Turbidez, Resíduo total e Oxigênio dissolvido.

A partir do cálculo efetuado, a qualidade das águas brutas é indicada pela classificação do valor do IQA, pela Tabela 1.

Tabela 1: Classificação do IQA.

| PONDERAÇÃO | CATEGORIA |
|------------|-----------|
| 80 - 100 | Ótima |
| 52 - 79 | Boa |
| 37 - 51 | Aceitável |
| 20 - 36 | Ruim |
| 0 - 19 | Péssima |

Fonte: CETESB (2020).

O uso do IQA para indicar a qualidade da água apresenta algumas limitações, entre elas a de considerar apenas a sua utilização para o abastecimento público. Ainda, o índice não contempla outras variáveis importantes como metais pesados, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, presença de cianobactérias e potencial de formação de trihalometanos, dentre outras. As variáveis que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação causada pela presença de esgotos domésticos (COSTA, 2022; VISCARD JUNIOR; CAMPOS, 2022; SANTOS *et al.*, 2020; DECKER *et al.*, 2018).

Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP)

O IAP é um índice mais complexo da qualidade da água bruta a ser captada, pois contempla outras variáveis importantes que não estão incluídas no IQA. O IAP é definido como o produto da ponderação entre o IQA e do Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas (ISTO). Assim, o índice é composto por três grupos principais de variáveis, sendo o primeiro referente ao IQA. As variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas (Potencial de formação de trihalometanos, Número de células de cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Cromo total, Mercúrio e Níquel) e que afetam a qualidade organoléptica (Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre e Zinco) fornecem o ISTO, utilizado para determinar o IAP, a partir do IQA original (CETESB, 2020). As classificações do IAP estão descritas na Tabela 2:

Tabela 2: Classificação do IAP.

| PONDERAÇÃO | CATEGORIA |
|------------|-----------|
|------------|-----------|

| | |
|----------|---------|
| 79 - 100 | Ótima |
| 51 - 79 | Boa |
| 36 - 51 | Regular |
| 19 - 36 | Ruim |
| 0 - 19 | Péssima |

Fonte: CETESB (2020).

Apesar de mais completo (OLIVEIRA *et al*; 2017) quando comparado ao IQA, o uso do IAP é mais restrito devido à maior complexidade das variáveis envolvidas e ao maior custo das análises (PEREIRA, 2014).

Índice de Estado Trófico (IET)

O IET é o índice que tem por objetivo avaliar a qualidade da água com relação ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e cianobactérias, classificando os corpos d'água em diferentes graus de trofia. Para o cálculo desse índice duas variáveis são consideradas: Clorofila *a* e Fósforo total (CETESB, 2020). Como agente causador do processo de eutrofização, a medição de fósforo pode ser vista como uma mensuração do potencial de eutrofização, enquanto a avaliação da Clorofila *a* pode ser considerada uma medida de resposta do corpo hídrico à presença do nutriente na água.

De acordo com o relatório da CETESB (2020), o IET será a média aritmética simples dos índices relativos ao Fósforo total e a Clorofila *a*, segundo a Equação (1):

$$IET = [IET (PT) + IET (CL)] / 2 \quad (1)$$

O cálculo da Clorofila *a* e Fósforo para rios correspondem às Equações (2) e (3):

$$IET (CL) = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln CL)) / \ln 2)) - 20 \quad (2)$$

$$IET (PT) = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln PT)) / \ln 2)) - 20 \quad (3)$$

Enquanto as Equações (4) e (5) a seguir correspondem ao cálculo em reservatórios:

$$IET (CL) = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln CL)) / \ln 2)) \quad (4)$$

$$IET (PT) = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln PT)) / \ln 2)) \quad (5)$$

Onde PT representa a concentração de Fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$, CL refere-se a concentração de Clorofila *a* medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$, e \ln é o logaritmo natural. As classificações do IET estão descritas nas Tabelas 3 e 4:

Tabela 3: Classificação do IET para rios.

| CATEGORIA | PONDERAÇÃO | P-total | Clorofila <i>a</i> |
|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Ultraoligotrófico | $IET \leq 47$ | $P \leq 13$ | $CL \leq 0,74$ |
| Oligotrófico | $47 < IET \leq 52$ | $13 < P \leq 35$ | $0,74 < CL \leq 1,31$ |
| Mesotrófico | $52 < IET \leq 59$ | $35 < P \leq 137$ | $1,31 < CL \leq 2,96$ |
| Eutrófico | $59 < IET \leq 63$ | $137 < P \leq 296$ | $2,96 < CL \leq 4,70$ |
| Supereutrófico | $63 < IET \leq 67$ | $296 < P \leq 640$ | $4,70 < CL \leq 7,46$ |
| Hipereutrófico | $IET > 67$ | $640 < P$ | $7,46 < CL$ |

Fonte: CETESB (2020).

Tabela 4: Classificação do IET para reservatórios.

| CATEGORIA | PONDERAÇÃO | P-total | Clorofila <i>a</i> |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| Ultraoligotrófico | $IET \leq 47$ | $P \leq 8$ | $CL \leq 1,17$ |
| Oligotrófico | $47 < IET \leq 52$ | $8 < P \leq 19$ | $1,17 < CL \leq 3,24$ |
| Mesotrófico | $52 < IET \leq 59$ | $19 < P \leq 52$ | $3,24 < CL \leq 11,03$ |
| Eutrófico | $59 < IET \leq 63$ | $52 < P \leq 120$ | $11,03 < CL \leq 30,55$ |
| Supereutrófico | $63 < IET \leq 67$ | $120 < P \leq 233$ | $30,55 < CL \leq 69,05$ |
| Hipereutrófico | $IET > 67$ | $233 < P$ | $69,05 < CL$ |

Fonte: CETESB (2020).

Considerando que a eutrofização pode apresentar variações no decorrer do ano, havendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras de forma mais limitada, todo o contexto deve ser levado em consideração ao se determinar o estado trófico. Por exemplo, o trabalho de Farias *et al* (2022) considerou dois períodos sazonais distintos, com maior e menor índice de precipitação pluviométrica, e não foi constatada influência estatisticamente significativa do regime de precipitação nos parâmetros analisados. A conclusão é de que as alterações detectadas podem estar unicamente ligadas aos efeitos da ação antrópica no entorno do rio, evidenciando a relevância de considerar os fatores que podem influenciar a eutrofização.

Índice de Contaminação por Tóxicos (CT)

O índice foi adotado principalmente pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). A análise de contaminação por tóxicos considera uma classificação dos corpos d'água em função das concentrações observadas dos seguintes parâmetros: Amônia, Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre total, Cobre dissolvido, Cromo hexavalente, Cromo total, Fenóis totais, Mercúrio total, Nitritos, Nitratos e Zinco total (IGAM, 2021). A contaminação por tóxicos é classificada em Baixa, Média ou Alta, de acordo com as faixas definidas na Tabela 5:

Tabela 5: Classificação do CT.

| VALOR CT EM RELAÇÃO À CLASSE DE ENQUADRAMENTO | CATEGORIA |
|---|-----------|
| Menor que 1,2P | Baixa |
| 1,2P – 2P | Média |
| Maior que 2P | Alta |

Fonte: IGAM (2021).

Onde P representa os limites estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008, usados para a avaliação dos parâmetros (IGAM, 2021). Na classe Baixa as substâncias tóxicas apresentam concentrações iguais ou inferiores a 20% dos limites de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza o ponto de amostragem. Na categoria Média ocorrem concentrações entre 20% e 100% dos limites mencionados, e na categoria Alta as concentrações são superiores a 100% dos limites.

As interferências de origem antrópica têm introduzido significativas quantidades de diferentes substâncias nos corpos hídricos, incluindo compostos químicos tóxicos. Mesmo que esses poluentes estejam em conformidade com a legislação, podem se acumular na biota aquática em concentrações superiores às detectadas no ambiente. Nesse contexto, o CT é capaz de apontar as condições peculiares em relação aos efeitos antrópicos (ROCHA *et al.*, 2021; COSTA *et al.*, 2014).

Índice de Balneabilidade (IB)

Considerando os usos múltiplos da água, o índice de Balneabilidade avalia as condições para uso na recreação de contato primário, sendo aplicado em praias litorâneas, rios e reservatórios. Em síntese, a condição de balneabilidade reflete os riscos de exposição a organismos patogênicos e outros materiais podem prejudicar a saúde humana. A Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, é a legislação que estabelece os critérios e limites para análise de balneabilidade.

Segundo a resolução, as águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário terão sua condição avaliada nas categorias Própria, com três subcategorias, e Imprópria, considerando os critérios descritos na tabela a seguir:

Tabela 6: Critérios de classificação do IB.

| CATEGORIA | Coliforme Termotolerante (UFC/100 mL) | <i>E. Coli</i> (UFC/100 mL) | Enterococos (UFC/100 mL) |
|-----------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | | | |

| | | | |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Excelente | Máx. de 250 em 80% | Máx. de 200 em 80% | Máx. de 25 em 80% |
| Muito boa | Máx. de 500 em 80% | Máx. de 400 em 80% | Máx. de 50 em 80% |
| Satisfatória | Máx. de 1000 em 80% | Máx. de 800 em 80% | Máx. de 100 em 80% |
| Imprópria | Superior a 1000 | Superior a 800 | Superior a 100 |
| | Maior que 2500 na última medição | Maior que 2000 na última medição | Maior que 400 na última medição |

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA 274 (2000).

Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas deverão ser avaliadas de acordo com o critério mais restritivo, e os padrões referentes aos enterococos aplicam-se apenas às águas marinhas. Ainda, as águas serão consideradas impróprias quando for verificada incidência elevada ou anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica, presença de resíduos ou despejos sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, pH inferior a 6,0 ou acima 9,0 em águas doces, desde que não seja em condições naturais, floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana, dentre outros fatores que limitem, de forma temporária ou permanentemente, a recreação de contato primário.

Diversos fatores podem impactar diretamente na balneabilidade, sendo o principal deles a contaminação por esgotos domésticos. As redes de esgoto clandestinas depositam efluentes no mar sem tratamento prévio, corpos d'água contaminados por esgotos domésticos podem expor os banhistas a bactérias, vírus e protozoários que estão associados a doenças graves. Além disso, a falta de drenagem e macrodrenagem nas cidades também podem influenciar diretamente na balneabilidade das praias. Essa influência foi notada no estudo de Alves e Rabelo (2019), que observou a relação entre as praias abordadas em seu estudo classificadas como imprópria e a interferência de canais de drenagem e redes clandestinas de esgoto nos pontos onde a água é coletada. O estudo de concluiu que a qualidade da água das praias avaliadas em seu estudo sofre interferência da carência de saneamento básico presente no local.

Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática (IVA)

O IVA é o índice que tem como o objetivo a avaliação da qualidade das águas visando à proteção da fauna e flora aquáticas (Zagatto *et al.*, 1999), sendo composto por dois outros indicadores: o Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática (IPMCA) e o Índice do Estado Trófico (IET). Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

O IPMCA é composto por dois grupos de variáveis: o grupo de variáveis essenciais refere-se ao oxigênio dissolvido, pH e toxicidade. O segundo grupo considera a concentração

de substâncias que causam efeito tóxico sobre os organismos aquáticos, como cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio e surfactantes. Os limites dos parâmetros são aqueles determinados pela Resolução CONAMA nº 357 para as classes de enquadramento que se destinam à preservação da vida aquática, bem como por legislações internacionais que estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas na água (CETESB, 2020).

Para cada variável incluída no IPMCA, são estabelecidos três diferentes níveis de qualidade com ponderações numéricas de 1 a 3, correspondentes aos níveis A, B e C que refletem as condições de qualidade de água: O nível A se refere a águas que atendem aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/2005 para águas classes 1 e 2, com características desejáveis para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos. O nível B é sobre águas com características desejáveis para a sobrevivência dos organismos aquáticos, mas cuja reprodução pode ser afetada em longo prazo. O nível C, águas cujas características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos aquáticos. O IPMCA é calculado da seguinte forma:

$$\text{IPMCA} = \text{VE} \times \text{ST} \quad (6)$$

Onde VE refere-se ao valor da maior ponderação do grupo de variáveis essenciais e ST representa o valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas. O valor do IPMCA pode variar de 1 a 9, sendo subdividido em quatro faixas de qualidade (Tabela 7):

Tabela 7: Classificação do IPMCA.

| PONDERAÇÃO | CATEGORIA |
|--------------------|-----------|
| 1 | Boa |
| 2 | Regular |
| 3 e 4 | Ruim |
| Maior ou igual a 6 | Péssima |

Fonte: CETESB (2020).

Considerando os valores dos índices IPMCA e IET, o IVA é calculado pela seguinte equação (7):

$$\text{IVA} = (\text{IPMCA} \times 1,2) + \text{IET} \quad (7)$$

O valor resultante do índice descreve cinco classificações de qualidade (Tabela 8):

Tabela 8: Classificação do IVA.

| PONDERAÇÃO | CATEGORIA |
|------------|-----------|
|------------|-----------|

| | |
|----------------------|---------|
| Menor ou igual a 2,5 | Ótima |
| 2,6 – 3,3 | Boa |
| 3,4 – 4,5 | Regular |
| 4,6 – 6,7 | Ruim |
| Maior ou igual a 6,8 | Péssima |

Fonte: CETESB (2020).

Apesar de o objetivo do IVA ser a avaliação da qualidade visando à proteção da fauna e flora aquáticas, uma classificação ruim ou péssima não reflete apenas o impacto negativo sobre a biodiversidade, mas também nas características físicas da água, com aspecto desagradável que seria evidenciado em outros índices (VISCARD JUNIOR; CAMPOS, 2022). Considerando a resolução CONAMA 357/05, a proteção das comunidades aquáticas está prevista para corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3, o que justifica a aplicação do IVA nesses ambientes. Assim, os corpos d'água da classe 4 não se enquadram para o uso do IVA.

Panorama geral

Pode-se concluir que o Índice de Qualidade das Águas é o principal indicador qualitativo utilizado no Brasil para avaliação da qualidade da água (PEREIRA, 2014), fato evidenciado pela quantidade de estudos encontrados na pesquisa que utilizam este índice.

Considerando que os dados são resumidos em um valor representativo, a utilização de indicadores de qualidade da água implica em perda de informações sobre os parâmetros individuais. Ainda, normalmente os índices não mostram o efeito de poluições pontuais, a menos que sejam relativamente frequentes ou de longa duração. Apesar disso, os índices de qualidade de água se constituem em um eficiente instrumento de comunicação para a sociedade sobre as condições de qualidade de água dos corpos hídricos.

Vale destacar que os índices não são instrumento de avaliação estabelecido pela legislação, mas sim em um mecanismo de comunicação. Os resultados numéricos refletem condições que podem variar de “muito ruim” a “excelente” e, associados a uma escala de cores, também podem ser classificados de forma qualitativa e facilitar a comunicação com o público.

A depender das características do entorno do corpo hídrico ou conforme a finalidade desejada, determinado indicador pode ser mais adequado que outro. Os índices de certa forma são complementares entre si e, quando utilizados em conjunto, permitem inferir a qualidade da água em um corpo de água considerando os seus usos múltiplos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi alcançado uma vez que foi apresentada, de maneira sucinta, informações e conceitos sobre os indicadores de qualidade da água elencados pela ANA como os principais. Pôde-se concluir que o Índice de Qualidade das Águas é o principal indicador qualitativo utilizado no Brasil para avaliação da qualidade da água, sendo o mais utilizado dentre os índices avaliados.

De modo geral, os índices não apresentam grande complexidade de uso, podendo ser implementados não apenas em organizações governamentais, mas em qualquer pesquisa onde se queira avaliar a qualidade da água.

O presente artigo não abordou todos os indicadores de qualidade disponíveis para a utilização, visto que o escopo se limitou aos índices listados pela ANA. Dependendo do intuito da utilização, outros modelos podem ser usados para indicar a qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. S.; RABELO, I. S. Avaliação da balneabilidade das Praias do Farol da Barra e Porto da Barra, Salvador (BA). **Natural Resources**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 38-46, 20 jun. 2019. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2237-9290.2019.001.0005>.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2020 – Apêndice E – Índice de Qualidade das Águas. São Paulo: CETESB, 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005**. 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. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.

COSTA, G. *et al.* Monitoramento químico e do potencial genotóxico para o diagnóstico da qualidade de corpos hídricos. **Brazilian Journal of Environmental Sciences** (Online), n. 32, p. 65-74, 30 jun. 2014.

COSTA, L. G. Panorama da Qualidade da água utilizada pela população da zona rural de Urutaí – GO. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.

DECKER, A. *et al.* Análise ambiental e qualidade da água da Lagoa Dos Patos nas proximidades de uma tradicional comunidade de pescadores. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 105, 27 abr. 2018. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e22018105-123>.

FARIAS, D. M. *et al.* Índice de estado trófico do rio Tocantins a margem direita a jusante da usina hidrelétrica de Tucuruí/PA / Tocantins river trophic state index on the right margin downstream of the Tucuruí hydroelectric plant/PA. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 35161-35169, 6 maio 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n5-162>.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2020: resumo executivo anual. Belo Horizonte: IGAM, 2021.

OLIVEIRA, A. F. *et al.* Desenvolvimento do índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público-IPA para Amazônia. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 13, n. 01, p. 1-10, 13 2017. Associação Sergipana de Ciência. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2017.012715>.

PEREIRA, I.S. Índices de qualidade da água para consumo humano: modelagem e influência do uso e ocupação do solo. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2014.

ROCHA, M. H. F. F. *et al.* Avaliação do Índice de Qualidade das águas e da contaminação por tóxicos do Ribeirão do Carmo em Monsenhor Horta, distrito de Mariana – MG. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 10, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18680>.

SANTOS, G. B. *et al.* Avaliação dos parâmetros e do índice de qualidade da água para o Arroio Moreira/Fragata, Pelotas/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.4, p.287-299, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0024>

VISCARD JUNIOR, K. O.; CAMPOS, V. P. Avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Joanes (Bahia), ao longo de 10 anos e identificação de fontes poluidoras. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 4, n. 1, p. 45-66, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6302478>

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

ZAGATTO, P. A. *et al.* Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 11(2): 111-126. 1999.