



QUALIDADE DA ÁGUA: PARÂMETROS E MÉTODOS MAIS UTILIZADOS PARA ANÁLISE DE ÁGUA DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

WATER QUALITY: PARAMETERS AND METHODS USED FOR WATER ANALYSIS OF SURFACE WATER RESOURCES

Adolfo de Souza Ramos¹; Vicente de Paulo Santos de Oliveira¹; Thiago Moreira de Rezende Araújo¹.

¹ Instituto Federal Fluminense (IFF), Campos dos Goytacazes, RJ. E-mails: (adolfosramos@gmail.com, vsantos@iff.edu.br, thiago_uenf@yahoo.com.br)

Artigo recebido em: 12/10/2018 e aceito para publicação em: 05/06/2019.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/holos.v19i2.12315>

Resumo: A preocupação com mensuração da qualidade da água tem adquirido cada vez mais destaque em âmbito mundial, face à crescente demanda de água para fins de abastecimento e uso agrícola, bem como a progressiva perda de potabilidade dos recursos hídricos disponíveis. A definição da qualidade da água é dependente do uso pretendido, pois devem ser considerados parâmetros físicos, químicos e biológicos distintos para cada caso. O CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente classificou os corpos hídricos em nove classes, conforme o valor máximo permitido de determinados parâmetros e o tipo de uso das águas (denominada com enquadramento), sendo um importante critério no gerenciamento dos recursos hídricos. Foi objetivo do presente trabalho realizar uma revisão bibliográfica de artigos científicos referentes à análise da qualidade de águas superficiais, publicados nos últimos cinco anos (2014 a 2018) em diferentes regiões do Brasil. Enfoque foi dado na verificação dos métodos empregados e os parâmetros mais comumente avaliados na caracterização da qualidade da água. Para pesquisa dos trabalhos consultados foram pesquisadas as seguintes palavras chave: “análise qualidade de água”, “análise parâmetro qualidade de água”, “caracterização qualidade de água”. A tabulação dos dados originou gráficos de percentual de parâmetros analisados conforme a resolução CONAMA nº 357/2005. O cálculo do IQA apareceu em 25,5% dos artigos. O número de parâmetros estabelecidos pelo CONAMA nº 357/05, demanda grande investimento. Os indicadores adotados pela ANA – Agência Nacional de Águas demandam poucos parâmetros para análise, porém nem sempre retratam a real condição do recurso hídrico, caso estejam contaminados por metais pesados, porém são ferramentas bastantes utilizadas para tomadas de decisões e gestão.

Palavras-chave: CONAMA. Índice de Qualidade das Águas. Recursos hídricos superficiais.

Abstract: Concern about measuring water quality has become increasingly global, given the increasing demand for water for agricultural supply and use, as well as the progressive loss of potability of available water resources. The definition of water quality is depending on the intended use, since different physical, chemical and biological parameters must be considered for each case. CONAMA - National Environment Council classified the water bodies into nine classes, according to the maximum allowed value of certain parameters and the type of water use (called with the framework), being an important criterion in the management of water resources. It was the objective of the present work to carry out a bibliographical review of scientific articles referring to the analysis of surface water quality published in the last five years (2014 to 2018) in different regions of Brazil. Approach was given in the verification of the methods employed and the parameters most commonly evaluated in the characterization of water qual-

ity. The following keywords were searched for: "water quality analysis", "water quality parameter analysis", "water quality characterization". The data tabulation generated graphs of percentage of parameters analyzed according to CONAMA resolution nº 357/2005. The IQA calculation appeared in 25.5% of the articles. The number of parameters established by CONANA nº 357/05, demands great investment. The indicators adopted by the National Water Agency (ANA) require few parameters for analysis, but they do not always portray the real condition of the water resource if they are contaminated by heavy metals, but they are quite a tool used for decision making and management.

Palavras-chave: CONAMA. Water Quality Index. Surface water resources.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos passaram por alterações na qualidade de suas águas ao longo dos anos que comprometeram diretamente a manutenção dos seus múltiplos usos (ARRUDA, RIZZI e MIRANDA, 2015) porém, somente durante as últimas três décadas a preocupação com a qualidade da água foi extremamente sentida, de modo que, até agora, a qualidade adquiriu tanta importância quanto a quantidade de água. (ABBASI, 2012). Nesse sentido, a principal maneira para a constatação de alteração na qualidade da água, é o monitoramento contínuo *in situ* de determinados corpos hídricos. (OLIVEIRA, 2016; LIMA e SANTOS, 2016; SANTOS, 2018), incluindo as análises das mudanças climáticas como chuvas atípicas, secas severas e prolongadas e inundações que alteram a qualidade e a escassez da água (WHO, 2017; BRASIL, 2014).

A expansão urbanista juntamente com o adensamento populacional (SILVA, *et al.* 2017), a crescente industrialização e o crescimento populacional exigindo grandes áreas de cultivo de alimentos juntamente com a utilização de defensivos agrícolas e também da pecuária, têm se tornado grandes vilões ao meio ambiente, principalmente os recursos hídricos, sem contar a demanda cada vez maior de água. (BUCCI, 2015; SANTOS, *et al.* 2018; OLIVEIRA, 2016).

A intensificação das atividades antrópicas em uma bacia hidrográfica promove diversas possibilidades de contaminação, poluição e alterações na qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis. Essas atividades têm perturbado a dinâmica natural de reciclagem da água, empobrecendo muitos ecossistemas, e em alguns casos, sendo totalmente destruídos (BUCCI, 2015).

As águas superficiais doces, salobras e salinas são classificadas, de acordo com a resolução CONANA nº 357 de 17 de março de 2005, segundo a qualidade requerida para usos distintos, e são divididas em treze classes de qualidade.

Para cada um dos usos e classes de qualidade foram estabelecidas condições e padrões por meio de variáveis descritivas e quantitativas (CETESB, 2018), tais como materiais flutuantes não naturais, óleo e graxa, substâncias que propiciam gosto ou odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos e; pH, DBO, OD, substâncias orgânicas, metais totais e dissolvidos, densidade de cianobactérias, teor de clorofila, entre outras (BRASIL, 2005) onde existem faixas de concentração permitidas. O limite máximo permissível das variáveis para cada classe de água é denominado de padrão de qualidade. (CETESB, 2018).

O termo qualidade da água não se restringe a determinação de certo grau de pureza da água, mas de suas características desejáveis para os diferentes usos. Essas características (físicas, químicas e biológicas) podem ser alteradas por poluentes de diversas origens sendo que a sobrecarga pode comprometer a disponibilidade e a qualidade da água para a população humana (SILVA, 2015; OLIVEIRA, 2016).

Segundo a Organização Mundial de Saúde - WHO (2017) a influência do uso da terra na qualidade da água deve ser levada em consideração na gestão dos recursos hídricos, principalmente com relação à modificação da cobertura da terra, atividades de extração, aplicação de fertilizantes, herbicidas, pesticidas e outros produtos químicos, desenvolvimento residencial urbano ou rural e com particular atenção para o descarte de excrementos, saneamento, aterro e disposição de resíduos (SILVA, 2015).

Cada atividade antrópica impacta os recursos hídricos de formas específicas onde pode-se destacar principalmente os impactos gerados pelo esgoto doméstico que apresentam matéria orgânica biodegradável, microrganismos, nutrientes, fósforo, óleo, graxa, detergentes, metais, etc.; os depósitos de lixo que podem alcançar concentrações até 100 vezes maiores que do esgoto doméstico derivado da decomposição do lixo; e também podem ser observados grandes impactos derivados da mineração, principalmente através de metais pesados como mercúrio e arsênio (SILVA, 2015).

Os agrotóxicos, também denominados pesticidas, defensivos agrícolas ou agroquímicos (SOARES, FARIA e ROSA, 2017) é uma grande preocupação devido ao crescimento considerável dos seus usos nos últimos anos. Segundo, Pignati, Oliveira e Silva (2014) foram pulverizados cerca de cerca de 1,05 bilhões de litros de

herbicidas, inseticidas e fungicidas nas lavouras brasileiras, e essas aplicações tendem a se deslocar principalmente para as águas superficiais e subterrâneas, como também para a atmosfera (GOMES, 2014).

O objetivo do presente trabalho foi apresentar o estado da arte da avaliação da qualidade da água de recursos hídricos superficiais do território brasileiro nos últimos cinco anos apresentando quantitativamente os principais e o número de vezes que cada parâmetro foi analisado baseando-se nos parâmetros descritos na resolução CONAMA nº 357/2005.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo teve como base a metodologia descritiva, com o emprego de pesquisa bibliográfica em artigos científicos publicados nos últimos cinco anos (2014 a 2018). Foram investigadas as metodologias mais utilizadas para a caracterização da qualidade de água e os parâmetros mais analisados nos corpos hídricos superficiais nas diferentes regiões brasileiras. Para pesquisa dos artigos foram utilizadas as seguintes palavras chave: “qualidade de água”, “análise parâmetro qualidade de água” e “caracterização qualidade de água”. Através dos filtros foram excluídos artigos que continham as palavras: “água subterrânea”, “poços”, “aquíferos”, “água de beberdours”. Para as pesquisas utilizou-se a plataforma do Google Scholar® que localizou 1430 artigos. Devido ao grande número de artigos foi realizado um cálculo estatístico que apresentou um valor de aproximadamente 210 artigos que retratará a realidade com confiabilidade de 90% e margem de erro de 5%. Para a localização dos parâmetros e das metodologias foram analisadas a seção “Materiais e Métodos” de cada artigo onde os dados foram organizados conforme apresentado na Tabela 1, cuja tabulação originou gráficos de percentual de parâmetros baseando-se na resolução CONAMA nº 357/2005. Para a elaboração das figuras 1 a 5 foi utilizado o Microsoft Excel®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, parâmetros inorgânicos e parâmetros orgânicos descritos na resolução CONAMA nº357/2005 e aqueles que foram avaliados por artigo científico consultado são apresentados no Tabela 1.

Tabela 1 – Número de parâmetros avaliados para caracterização da qualidade da água entre os anos de 2014 e 2018 de recursos hídricos superficiais nacional (Continua)

Parâmetros	Número de vezes analisados	Percentual (%)
<i>Físico-Químicos e Microbiológicos</i>		
OD - Oxigênio Dissolvido	171	81,43
pH - Potencial Hidrogênionico	202	96,19
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio	123	58,57
DQO - Demanda Química de Oxigênio	27	12,86
Temperatura	140	66,67
Condutividade Elétrica	119	56,67
Turbidez	160	76,19
Coliformes Termotolerantes	122	58,10
Coliformes Totais	59	28,10
Sólidos Totais Dissolvidos	116	55,24
Clorofila	22	10,48
Cor	46	21,90
Cianobactérias	2	0,95
<i>Parâmetros Inorgânicos</i>		
Alumínio	13	6,19
Antimônio	0	0,00
Arsênio	5	2,38
Bário	4	1,90
Berílio	0	0,00
Boro	1	0,48
Cádmio	13	6,19
Chumbo	11	5,24
Cianeto	2	0,95
Cloreto	47	22,38
Clorofila	18	8,57
Cobalto	3	1,43
Cobre	12	5,71
Cromo	11	5,24
Ferro	40	19,05

Tabela 1 – Número de parâmetros avaliados para caracterização da qualidade da água entre os anos de 2014 e 2018 de recursos hídricos superficiais nacional (Conclusão)

Parâmetros	Número de vezes analisados	Percentual (%)
Fluoreto	8	3,81
Fósforo	114	54,29
Lítio	0	0,00
Manganês	16	7,62
Mercúrio	3	1,43
Níquel	9	4,29
Nitrato	82	39,05
Nitrito	46	21,90
Nitrogênio	92	43,81
Prata	0	0,00
Selênio	1	0,48
Sulfato	22	10,48
Sulfeto	3	1,43
Urânio	0	0,00
Vanádio	1	0,48
Zinco	16	7,62

A figura 1 apresenta, de forma detalhada, o percentual de análises realizadas, demonstrando poucas avaliações da Demanda Química de Oxigênio – DQO, cianobactérias, cor e clorofila. Os parâmetros de OD, DBO, temperatura, nitrogênio, fósforo, coliformes termotolerantes, pH, turbidez e sólidos totais são os mais avaliados, relativamente, os mesmos fazem parte dos nove parâmetros para o cálculo do IQA – Índice de Qualidade das Águas.

O parâmetro menos avaliado nos últimos cinco anos foi a cianobactérias, aparecendo em apenas 1% (tabela 1 e figura 1). A resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe do valor máximo permitido (VMP) que varia de 2,0 a 10 mm³.L⁻¹ para recurso hídrico de água doce dependendo do uso desse recurso hídrico. Segundo o Ministério da Saúde, dentre os aproximadamente 150 gêneros presentes na maioria dos ecossistemas do nosso planeta, 40 estão relacionados com a produção de algum tipo de toxina (BRASIL, 2015).

Para a análise de cianotoxinas as melhores alternativas são a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC/CLAE) e os testes imunoenzimáticos – ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay). Mesmo apresentando elevado custo para obtenção do equipamento, o custo analítico da HPLC/CLAE, quando comparado ao ELISA, é menor (BRASIL, 2015; RAMOS, *et al.*, 2014; DINIZ, 2016). As análises de cianotoxinas são laborosas e apresentam elevado custo analítico, podendo ser um dos principais fatores para as poucas avaliações nos últimos cinco anos. Outro fator importante é que a análise desse parâmetro é obrigatória somente para água de abastecimento humano pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2015) o que não foi o objetivo deste trabalho.

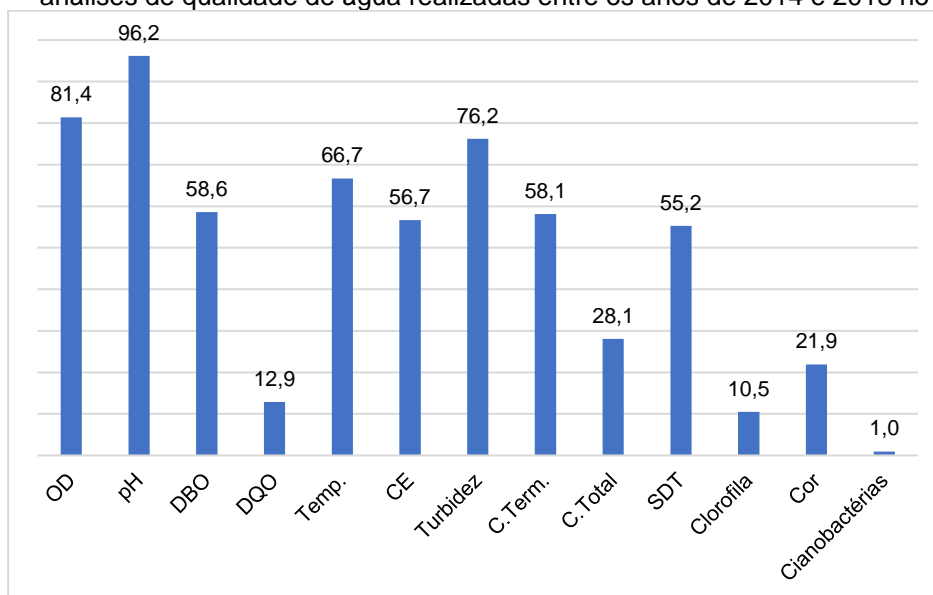
O pH foi o parâmetro mais avaliado nos últimos cinco anos, aparecendo em 96,2% dos artigos científicos como pode ser observado na figura 1. Segundo a *World Health Organization – WHO* (2017) o pH é um dos mais importantes parâmetros operacionais de qualidade da água. A Agência Nacional de Água – ANA afirma que este parâmetro afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9 (BRASIL, 2005). Alterações nos valores de pH da água pode aumentar a solubilidade de substâncias químicas que podem ser tóxicas aos organismos aquáticos. (BRASIL, 2014).

Vários processos são influenciados pelo pH, podendo destacar a desinfecção por cloro que preferencialmente necessita de valor inferior a 8 e valores muito abaixo a 7 pode ser corrosiva afetando diretamente as tubulações de distribuição, podendo influenciar até mesmo no revestimento de cimento na construção civil (WHO, 2017). O pH influencia diretamente na dissolução de metais pesados na água o que dificulta a recuperação de diferentes metais-traço (VERMA *et al.*, 2018). Efeitos significativos também foram observados por Qian *et al.* (2019) no processo de desnitrificação em sistema de tratamento de esgoto onde o pH mais alcalino aumenta o acúmulo de nitrato e nitrito no sistema.

As análises de parâmetros inorgânicos também apresentam boa frequência em determinados parâmetros no período em estudo. A figura 2 demonstra um percentual maior de análise para os parâmetros fósforo (P), nitrogênio (N) e nitrato. O nitrato é resultado da decomposição do nitrogênio orgânico por microrganismos heterotróficos, e indica uma poluição relativamente recente (MARTINS, 2018). O uso de fertilizantes em terras agrícolas é considerado como uma das fontes mais comuns de poluição

ambiental por nitrogênio e fósforo o que pode acarretar grandes impactos ao meio ambiente e à saúde humana. (DAMBENIECE-MIGLINIECE *et al.*, 2018; KANTER e BROWNLIE, 2019).

Figura 1 – Percentual de parâmetros físico-químico e microbiológicos investigados nas análises de qualidade de água realizadas entre os anos de 2014 e 2018 no Brasil.

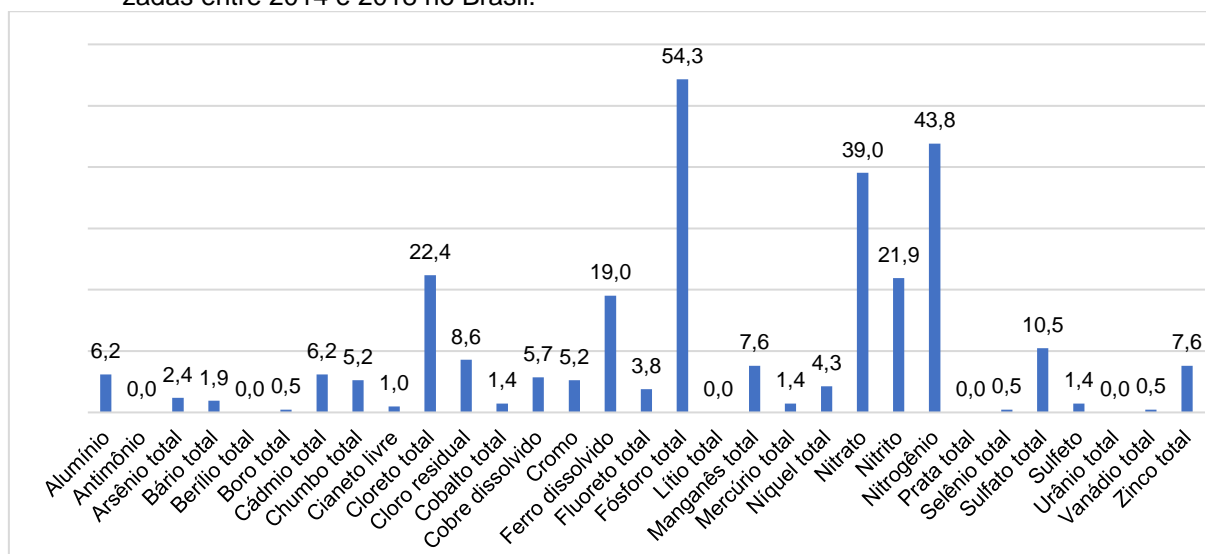


OD = Oxigênio dissolvido; **pH** = Potencial Hidrogênionico; **DBO** = demanda bioquímica de oxigênio; **DQO** = demanda química de oxigênio; **Temp.** = Temperatura; **CE** = Condutividade Elétrica; **Turb.** = Turbidez; **C.Term.** = Coliformes termotolerantes; **C.Total** = Coliformes total; **SDT** = sólidos dissolvidos totais; **Cianob.** = Cianobactéria.

A agricultura é a fonte dominante de poluição por nutrientes, já que o manejo ineficiente de esterco e fertilizante sintético leva a perdas significativas de nitrogênio e fósforo. Quimicamente, na natureza a forma “reativa” do N (qualquer forma diferente de N₂) pode converter-se em múltiplas formas químicas que podem causar grandes impactos ao meio ambiente e à saúde humana. Já a química de P limita-se principalmente a meios aquosos. Concentrações elevadas de P nos corpos de água podem estimular o crescimento excessivo de algas, levando à eutrofização (KANTER e BROWNLIE, 2019).

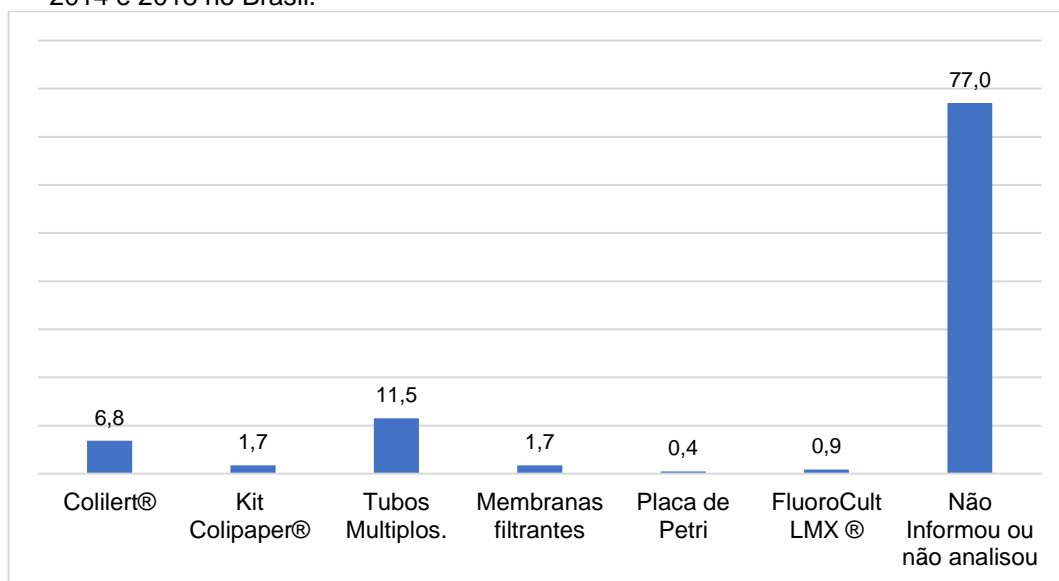
Alguns parâmetros não foram analisados no período estudo onde podemos destacar: antimônio, berílio total, lítio total, prata total e urânio. O elemento boro, cianeto, selênio e vanádio foram pouco avaliados, apresentando frequência de apenas 0,5% em cinco anos. O alto custo analítico e para obtenção de equipamentos, pode ser um fator importante para as poucas análises destes parâmetros.

Figura 2- Percentual de parâmetros inorgânicos investigados nas análises de qualidade de água realizadas entre 2014 e 2018 no Brasil.



Com relação às análises microbiológicas, os métodos convencionais frequentemente usados para enumeração de coliformes são a Técnica de Múltiplos Tubos (TM) e Técnica de Membrana Filtrante (MF), sendo hoje o método de Substrato Cromogênico-Fluorogênico o mais comum (BRASIL, 2013). Porém o TM exige uma grande quantidade de meio de cultura e vidraria, sendo um método laborioso. O MF é uma metodologia com extensa utilização, sendo rápido e preciso para isolamento e identificação de colônias de bactérias (FRANÇA e OLIVEIRA, 2015). Baseia-se na filtração de um dado volume de amostra ou da amostra diluída através de uma membrana filtrante de porosidade adequada para reter as bactérias em análise (SILVA, *et al.* 2018). O MF não é muito eficaz para a caracterização de coliformes quando a turbidez da água está muito alta, ao qual dificulta o processo de filtragem. Outros métodos vêm surgindo ao decorrer dos tempos, onde se destacam os métodos rápidos, diminuindo o tempo necessário para se obter os resultados, simplificando o trabalho, custo e tempo (GREGHI, 2005). Através da Figura 3, pode-se observar que a Técnica de Múltiplos Tubos ainda é utilizada nas análises microbiológicas da água, mesmo com os métodos mais rápidos e práticos, onde pode-se destacar o Colilert® que foi utilizado em 6,8% das análises. As análises microbiológicas têm papel fundamental na caracterização da qualidade da água.

Figura 3 – Percentual dos métodos utilizados para análise microbiológica realizadas entre os anos de 2014 e 2018 no Brasil.



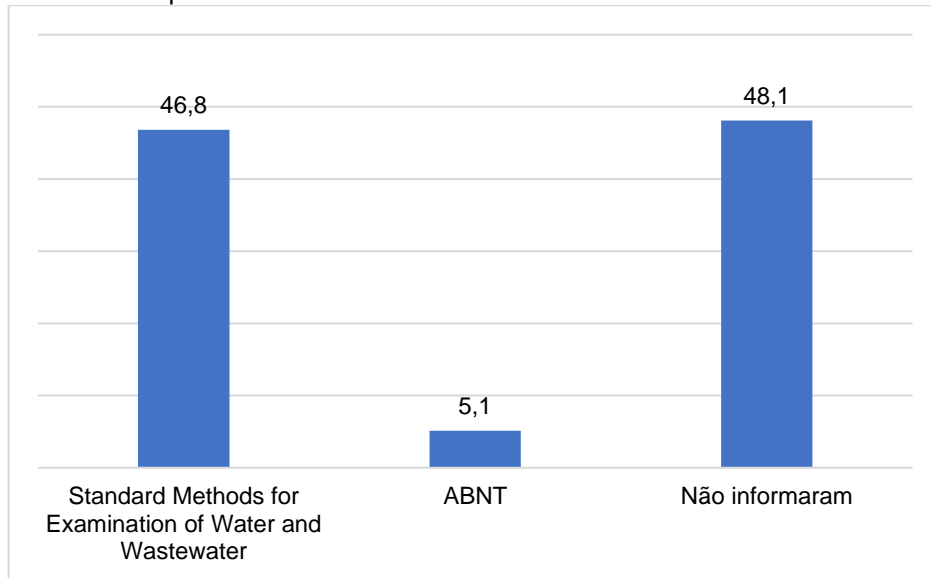
Antes de qualquer análise ou coleta de amostra de água, a metodologia que será utilizada é de fundamental importância para confiabilidade dos resultados, além de ser vital para a solução de um problema analítico. No Brasil, as metodologias mais utilizadas atendem especificamente às normas do *Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater*, das normas publicadas pela *International Standardization Organization (ISO)* e as descritas na NBR 9898 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Nesse sentido, a figura 4 demonstra que entre os anos de 2014 e 2018 a metodologia mais utilizada foram as descritas no *Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater* tendo uma frequência de 46,8%. Já a ABNT ocorreu em apenas 5,1% e aproximadamente 48% dos artigos não disponibilizaram as metodologias utilizadas.

O IQA – Índice de Qualidade das Águas foi adaptado e desenvolvido pelo CETESB a partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, ao qual é um indicador da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público (CETESB, 2017). Foi a partir do IQA, que os índices passaram a ser vistos como ferramentas importantes para redução da poluição ambiental e informação pública (VERÍSSIMO e FERREIRA, 2013). O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice, onde valores próximos a zero (pior qualidade) a 100 (melhor qualidade), que também são dispostos em categorias, que variam com os Estados brasileiros, e podem ser representados por cores,

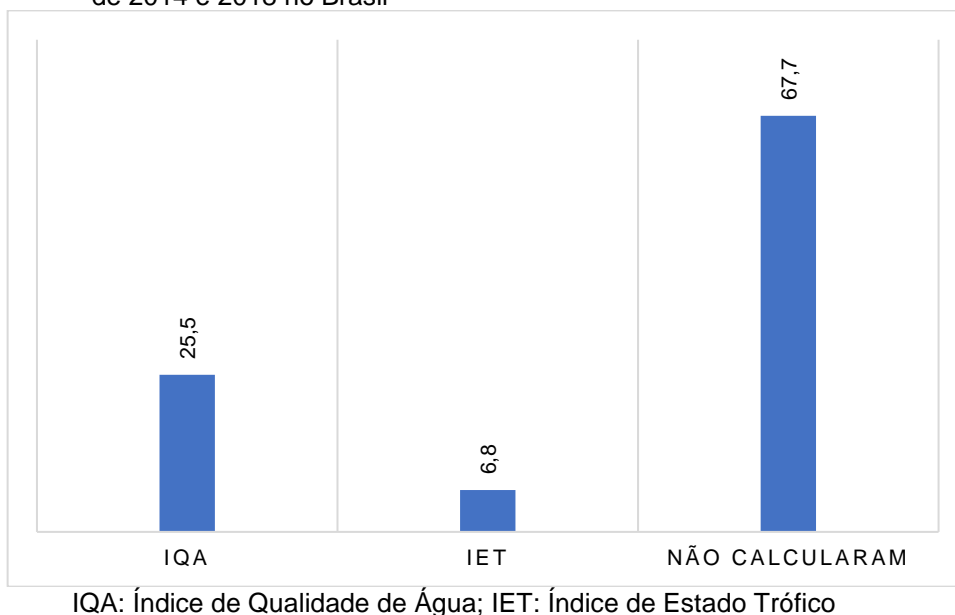
o que facilita a assimilação dos resultados (FERREIRA, *et al.*, 2015; CETESB, 2017; VERÍSSIMO e FERREIRA, 2013).

Figura 4 – Percentual dos métodos utilizados para coleta de amostra de água em artigos científicos publicados entre os anos de 2014 e 2018 no Brasil



Dos artigos públicos nos últimos cinco anos (figura 5), 25,5% utilizaram o cálculo de IQA para avaliar a qualidade da água superficial, 6,8% utilizaram o cálculo do IET e outros 67,7% não realizaram.

Figura 5 – Percentual de artigos científicos que calcularam o IQA e IET entre os anos de 2014 e 2018 no Brasil



Além do IQA a ANA disponibiliza em sua plataforma digital outros indicadores de qualidade totalizando sete índices para diferentes aplicabilidades: IAP - Índice de Qualidade da Água Bruta; IET – Índice de Estado Trófico; Índice de Contaminação por Tóxicos; IB – Índice de Balneabilidade; IVA - índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática; e o IQAR - Índice de Qualidade de Água em Reservatórios.

4 CONCLUSÃO

A partir dos dados e tabelas analisados, é possível inferir que a análise da qualidade de água é de extrema importância para uma boa gestão dos recursos hídricos devido ao aumento das grandes cidades do uso de agrotóxico e fertilizantes na agricultura, mineração etc. Observou-se que não há uma padronização referente ao número mínimo de parâmetros analisados para a caracterização da qualidade da água de recursos hídricos superficiais, ao qual está disposto no CONAMA nº 357/05 mais de cem parâmetros para enquadramento referente a cada classe de uso.

Os parâmetros que apresentaram poucas ou nenhuma avaliação como o DQO, clorofila, cianobactérias, antimônio, berílio, lítio, prata e urânio pode ser observado devido aos seus altos custos para obtenção de equipamentos, alto custo analítico e também a falta de metodologias e mão de obra qualificada.

O IQA vem sendo muito utilizado nas análises de água por ser um dos indicadores de qualidade da ANA – Agencia Nacional de Águas, porém o índice é falho quanto à caracterização de poluentes industriais e por agrotóxicos. Pode-se destacar que os parâmetros mais analisados conseqüentemente estão inseridos no IQA, como: pH, OD, coliformes termotolerantes, DBO5,20, temperatura, nitrogênio, fósforo, turbidez e sólidos totais dissolvidos.

A metodologia *Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater* foi a mais utilizada nos últimos anos conforme demonstrado na figura 4. Devido ao grande número de parâmetros para enquadramento dos corpos hídricos segundo a resolução CONAMA nº 357/05, é grande o investimento de análise, o IQA, por sua vez, demanda apenas nove parâmetros para a caracterização da qualidade da água, porém é limitado quanto à indicação de contaminação industrial e comercial. Por causa da variação do número de parâmetros analisados, o CONAMA deveria padronizar as análises, estabelecendo um número mínimo de parâmetros ou deve-se utilizar

indicadores mais eficientes para uma real demonstração dos impactos aos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, S.A. **Water Quality Indices**, Elsevier B.V. p.353-356, 2012.
- ARRUDA, N.M.B.; RIZZI, N.E.; MIRANDA, T.L.G. **Análise multivariada na avaliação da qualidade de água do reservatório de foz do Areia, Estado do Paraná**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 37, p. 26-37. 2015.
- BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água**. 4. ed. – Brasília, 150 p, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Cianobactérias/cianotoxinas: procedimentos de coleta, preservação e análise**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília, 2014.
- BRASIL. **Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, DF, 2005.
- BUCCI, H.S. *et al.* **Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG**. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 10, n. 4, Taubaté, 2015.
- CETESB. **Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas**. São Paulo, 2017.
- CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017**. São Paulo, 2018.
- DAMBENIECE-MIGLINIECE, L.; VEINBERG, A.; LAGZDINS, A. **The impacts of agricultural land use on nitrogen and phosphorus loads in the Mellupite catchment**. Energy Procedia, Elsevier ed. 147. p. 189–194. 2018.
- DINIZ, C.M. **Avaliação de métodos de detecção de genótipos de cianobactérias produtoras de cianotoxinas em amostras ambientais**. Dissertação de Mestrado em Biologia Molecular e Microbiana. Universidade do Algarve Faculdade de Ciências e Tecnologia. 2016.
- FERREIRA, K.C.D. *et al.* **Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro**. Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 2, p. 277-286, Fortaleza, 2015.

FRANÇA, A.T.; OLIVEIRA, R.V. **Análise microbiológica da água da seringa trí-plice**. Revista UNINGÁ Review. Vol.24,n.2,pp.11-14. 2015)

GOMES, M.A.F. **Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011** Embrapa Meio Ambiente, Documento 98, Jaguariúna, 2014.

GRECHI, S.Q. **Avaliação da eficiência de métodos rápidos usados para detecção de coliforme totais e coliforme fecais em amostras de água, em comparação com a técnica de fermentação em tubos múltiplos**. Dissertação Pós Graduação em Alimentos e Nutrição- Área de Ciências dos Alimentos para obtenção do Grau de Mestre, Araraquara, 2005.

KANTER, D.R.; BROWNLIE, W.J. **Joint nitrogen and phosphorus management for sustainable development and climate goals**. Environmental Science and Policy, Elsevier, Ed. 92, p. 1-8. 2019

LIMA, S.C.A.; SANTOS, C.A.B. **Educação e saúde pública: Determinação de cloro e *Escherichia coli*, na água utilizada para consumo no IFPE, campus Afogados da Ingazeira**. Revista Ouricuri, Paulo Afonso, Bahia, v.6, n.2, p. 029-041. 2016.

MARTINS, A.S. **Influência de produtos de higiene pessoal e limpeza na concentração de sólidos totais, DBO, DQO, nitrogênio total e fósforo total do esgoto doméstico**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal De Uberlândia Faculdade De Engenharia Civil. Uberlândia, 2018.

OLIVEIRA, C.M. **Avaliação dos Impactos Ambientais e Qualidade de Águas Superficiais na Região Hidrográfica VI do Estado do Rio de Janeiro - RJ**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2016.

PIGNATI, W; OLIVEIRA, N_P.; SILVA, A_M_C. **Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros**. Ciênc. saúde coletiva [online]. vol.19, n.12, pp.4669-4678. 2014.

QIAN, W. *et al.* **Long-term effect of pH on denitrification: High pH benefits achieving partial-denitrification**. Bioresource Technology 278, p.444-449, 2019.

RAMOS, C.P.S.; *et al.* **Estudo da presença da toxina microcistina na água de reservatório de Mundaú (Garanhuns-PE) pelas metodologias ELISA e CLAE**. Revista Instituto Adolfo Lutz. p. 169-177, São Paulo, 2014.

SANTOS, L.F. **Avaliação da qualidade ambiental da baía do Guajará em Belém-PA**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2018.

SANTOS, R.C.L.; *et al.* **Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe**. Eng Sanit Ambient., v.23 n.1, 2018.

SILVA, L.P. **Hidrologia, Engenharia e Meio Ambiente**. Elsevier. ed.1, Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, M.A.; *et al.* **Reflexos do uso da terra na qualidade da água da bacia hidrográfica do córrego Taboão, Guarulhos (SP).** Revista UNG – Geociências, Guarulhos-SP, v. 16, n. 1, p. 69-86, 2017.

SILVA, T.T.; *et al.* **Monitoramento da Qualidade da Água da Foz do Rio Santa Maria da Vitória e da Baía de Vitória – ES, Por Meio de Estudos Sistemáticos de Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos.** Rev. Virtual Quim. V. 10, N. 5. 2018.

SOARES, D.F.; FARIA, A.M.; ROSA, A.H. **Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.22, n.2, p.277-284, 2017.

VERÍSSIMO, F.A.R.; FERREIRA, M.I.P. **Aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA) para caracterização do baixo curso do Rio São João.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 7 n. 2, p. 181-197, Campos dos Goytacazes, 2013.

VERMA, S. *et al.* **Dependence of precipitation of trace elements on pH in standard water.** Nuclear Inst, and Methods in Physics Research B 420, p. 18–22, 2018.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for Drinking-water Quality.** ed. 40. 2017.