

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOCE PARA FINS DE ABASTECIMENTO HUMANO POR MEIO DO IQA NA CIDADE DE COLATINA – ES

QUALITY ASSESSMENT OF RIO DOCE WATER FOR PURPOSES OF HUMAN SUPPLY THROUGH IQA IN THE CITY OF COLATINA - ES

Enza Dondoni¹, Gemael Barbosa Lima²

¹Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC). ²Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (2013), graduação em Engenharia Ambiental pela FAESA (2009). Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC).

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Doce, no ponto RDC1D020, que se localiza na segunda ponte da cidade de Colatina–ES. O estudo foi feito através do método do IQA, uma avaliação que busca trazer resultados que toda a população possa entender, por meio de classificações que variam de ótima a péssima, sendo que cada classificação também possui cor específica. O cálculo conta com nove parâmetros: coliformes termotolerantes, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais, diferença de temperatura e turbidez. Estes indicam várias características da água, importantes para sua qualificação e classificação quanto ao consumo humano. O estudo analisou a qualidade da água durante um período de sete anos, do ano de 2009 até 2015. Ao final dos cálculos, constatou-se através dos resultados que durante todo o período, a água foi classificada como boa, onde o IQA variou de 65 a 68. Com isso, conclui-se que a qualidade da água pode melhorar, para conseguir ser classificada como ótima, porém está adequada para o consumo humano.

Palavras-Chave: IQA, Água, Classificação, Qualidade, Parâmetros.

ABSTRACT

The main objective of this paper is to evaluate the water quality of the Doce river, at point RDC1D020, which is located in the second bridge in Colatina city - ES. The study was done through the IQA method, an evaluation system that seeks to bring results that can be easily understood by the population. The classification on this method varies from great to very bad. Each classification also has a specific color. The calculation has nine parameters: thermotolerant coliforms, pH, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), total nitrogen, total phosphorus, total solids, temperature difference and turbidity. These parameters indicate several water characteristics, important for their qualification and classification for human consumption. The study analyzed water quality over a period of seven years, from 2009 to 2015. Through the results of the calculations, water was classified as good, this represents a IQA number that ranges from 65 to 68. Although the water is suitable



for human consumption, it is concluded that water quality can still be improved, in order to be classified as great.

Keywords: IQA, Water, Classification, Quality, Parameters.

INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial aos seres humanos, às plantas, aos animais, enfim, a tudo o que tem vida. Sua qualificação transcende a sua forma molecular, H_2O ; depende também de outros fatores naturais, e, na maioria das vezes, da ação humana, com interferências como a poluição. Diante disso, sabe-se que, com o passar do tempo, sua qualidade cada vez mais fica comprometida (VON SPERLING, 2011).

Ainda segundo o mesmo autor, a concentração de poluentes nas águas não é clara para toda a população leiga, pois os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade são técnicos. Por que motivo, foi criado o “Índices de Qualidades da Água” (IQA), um método de avaliação que apresenta resultados de um dado ponto do curso da bacia, cujo resultado é de fácil entendimento para toda população.

Nesse sentido, o presente artigo tem por objetivo realizar o estudo da qualidade da Água do Rio Doce, no município de Colatina, Espírito Santo, por meio do IQA. O ponto de estudo no rio é RDC1D020, que se localiza na ponte Sérgio Ceotto, conhecida como Segunda Ponte da cidade.

Para o cálculo do IQA, os dados necessários são: coliformes termotolerantes, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo total, diferença de temperatura, turbidez, sólidos totais e OD. Tais dados foram obtidos juntos à “Agencia Estadual de Recursos Hídricos” (AGERH). Através dos dados, é possível obter o resultado do IQA, classificando a água bruta quanto a sua qualidade, de ótima a péssima para o consumo humano.

O estudo da água do Rio Doce no determinado ponto de captação de Colatina, bem como sua comparação ao passar dos anos, traz mais clareza e informação à população em geral. O rio é frequentemente utilizado para diversas atividades da cidade, e por isso, é indispensável saber-se como está a qualidade da água, e os fatores que podem interferir.

1 CICLO DA ÁGUA

A água é o principal elemento da natureza, e qualquer forma de vida necessita dela. Ela está presente no planeta em três formas: sólida, líquida e gasosa, e suas propriedades químicas e físicas são bem específicas. A água não para, e a movimentação que ela faz na natureza é explicada pelo ciclo hidrológico (COLLISCHONN e DORNELLES, 2013).

O processo do ciclo hidrológico é representado, resumidamente, como:

A energia do sol resulta no aquecimento do ar, do solo e da água superficial e resulta na evaporação da água e no movimento das massas de ar. O vapor de ar é transportado pelo ar e pode condensar no ar formando nuvens. Em circunstâncias específicas o vapor do ar condensado nas nuvens pode voltar à superfície da Terra na forma de precipitação (COLLISCHONN e TASSI, 2008, p. 5).

Segundo Tundisi (2003), os principais processos que também podem ser citados de forma resumida para explicar o Ciclo Hidrológico são:

- Para conduzir o ciclo: energia térmica solar; força dos ventos; força da gravidade; precipitação; infiltração; deslocamento;
- Principais componentes do ciclo: evaporação; precipitação; transpiração; percolação; infiltração; drenagem.

Conforme a água vai passando pelos diversos processos do ciclo, vão ocorrendo modificações em sua qualidade. Quando a água salgada dos oceanos é evaporada, ela converte-se em água doce, por exemplo. Da mesma maneira que a água doce pode absorver sais quando infiltrada no solo (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

2 PANORAMA DA ÁGUA NO MUNDO

Sabe-se que a maior parte do planeta Terra é constituída por água, totalizando $1,36 \times 10^{18}$ m³. Porém, 97% desse volume são apenas de água do mar, restando 2,2% nas geleiras, e apenas 0,8% de água doce (VON SPERLING, 2011).

Do total de água doce existente, 68,9% estão nas geleiras e neves eternas; 29,9% nas águas subterrâneas; 0,9% nos solos, pântanos e geadas; e apenas 0,3% estão presentes nos rios e lagos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005).

Segundo Libânio (2010), como a maior concentração de água doce encontra-se nas calotas polares, o que se pode aproveitar para abastecimento humano é muito pouco. Devido a essas condições, com a falta de disponibilidade de água doce, alguns lugares do mundo contam com a dessalinização parcial ou total da água do mar, para uso da população.

Segundo a Agência Nacional das Águas – ANA (2019), o continente que apresenta maior quantidade de água doce superficial é a América, com 39,6%. Enquanto isso, o Brasil possui 12% do total mundial, e a distribuição e uso dessa água é feita de maneira totalmente diversificada.

2.1 PANORAMA DA ÁGUA NO BRASIL

O Brasil, país rico em vegetação e clima diversificado, possui abundância em inúmeros recursos naturais, como a água, por exemplo. A América possui a maior quantidade de água doce superficial do mundo, e os recursos hídricos brasileiros são os mais relevantes da América do Sul. Porém, a distribuição pelo país é desigual. Enquanto há riqueza de água na Amazônia, há carência em toda a região nordestina (TUCCI, HESPANHOL e NETTO, 2001).

O volume hídrico brasileiro, sem contribuição externa, chega a 179516 m³/s. A distribuição pelo território brasileiro se dá da seguinte forma: 68% no Norte, 16% no Centro-Oeste, 7% no Sul, 6% no Sudeste, e apenas 3% no Nordeste (ANA, 2009).

A lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, Lei das Águas, estabelece instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal. Ela busca, principalmente, assegurar às atuais e futuras gerações a qualidade da água, seu uso racional, prevenções e preservações. Ainda assim, há registros de grandes desperdícios da água já tratada quando distribuída, que variam de 20% a 60%, e uso indevido, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2005). Além dessas perdas, existem aquelas feitas pelo uso da água de maneira inconsciente.

O uso da água pode alterar tanto sua qualidade como sua quantidade. Entre as diversas utilidades que apresenta, destacam-se: abastecimento humano de forma geral, irrigação e uso na agricultura, abastecimento animal, geração de energia, navegação e pesca, e saneamento básico. Contudo, muitas vezes o saneamento

básico é falho ou não existe em determinados lugares, o que gera muito problemas de poluição e, conseqüentemente, à saúde (COLLISCHONN e DORNELLES, 2013).

3 POLUIÇÃO DA ÁGUA

De acordo com a Lei Federal nº 6.938, a poluição é definida, resumidamente, como qualquer tipo de ação que possa: prejudicar a saúde da população, afetar de maneira desfavorável a biota, prejudicar as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, lançar matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A poluição está cada vez mais afetando os rios, que são essenciais para a vida humana. Ela vem na forma de esgoto, de lixo comum jogado pelo homem, por indústrias que despejam produtos tóxicos, conforme ilustrado na Figura 1. Toda essa poluição, muitas vezes, afeta os lençóis freáticos e toda vida existente nos rios, seja de plantas ou peixes, todos são ameaçados (BARBIOTI e CAMPOS, 2012).



Figura 1: Lançamento de esgoto sem tratamento em Colatina – ES
Fonte: Fardin, (2016).

Segundo o CONSEA (2017), a poluição dos rios acontece em todos os lugares, porém, nas áreas urbanas acontece com mais intensidade, como, por exemplo, no Rio Doce (ES) e no Rio Tietê (SP). Na maioria das vezes essa poluição acontece por falta de saneamento básico, onde o esgoto é jogado de modo direto nos rios.

De acordo com a NBR 9648 (ABNT, 1986) *apud* Nuvolari (2011), o esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

O destino final em que o esgoto sanitário é despejado, na maioria das vezes, são os rios. Invariavelmente, esse despejo deixa consequências ecológicas e comprometem a qualidade do corpo receptor (NUVOLARI, 2011).

4 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, trata do controle e vigilância da qualidade da água e de sua potabilidade para fins de abastecimento humano. Logo, todos os indicadores de qualidade da água devem estar de acordo com suas instruções.

Braga *et al.* (2005) evidenciam que os parâmetros de avaliação da qualidade da água são dinâmicos. Por esse motivo, é necessário observar os valores-limites, em constante revisão e estudo, para que, quando seja feito o abastecimento de água para fins humanos, os parâmetros obedeçam aos padrões de potabilidade.

Para que o abastecimento seja eficaz e seguro, as instalações devem ser construídas de maneira responsável. Em vista disso, o engenheiro torna-se essencial para que o projeto de abastecimento seja construído de maneira responsável, para que possa ser operado e mantido com segurança (HELLER e PÁDUA, 2016).

Ainda de acordo com Braga *et al.* (2005), a estrutura completa para o abastecimento de água contém: manancial, captação, adução, tratamento, reservatório de distribuição e rede de distribuição.

Em Colatina, o abastecimento de água é feito pelo SANEAR (Serviço Colatinense de Saneamento Ambiental), e a captação de água é feita no Rio Doce. O SANEAR oferece serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza urbana. Busca, ainda, usufruir da natureza de maneira consciente e sustentável (SANEAR, 2018).

5 METODOLOGIA

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Rio Doce, que está situada entre dois estados do Sudeste Brasileiro, tem sua maior parte em Minas Gerais, e restante no Espírito Santo, com 86% e 14% de sua extensão em cada estado, respectivamente, e totaliza uma área de 83.500 km², conforme Figura 2 (ANA, 2013).

As nascentes da Bacia do Rio Doce localizam-se no estado mineiro, nas serras da Mantiqueira e Espinhaço, e sua foz está no oceano atlântico, em Regência, solo capixaba. A extensão total da bacia possui 853 km (CASTILHO, 2002).

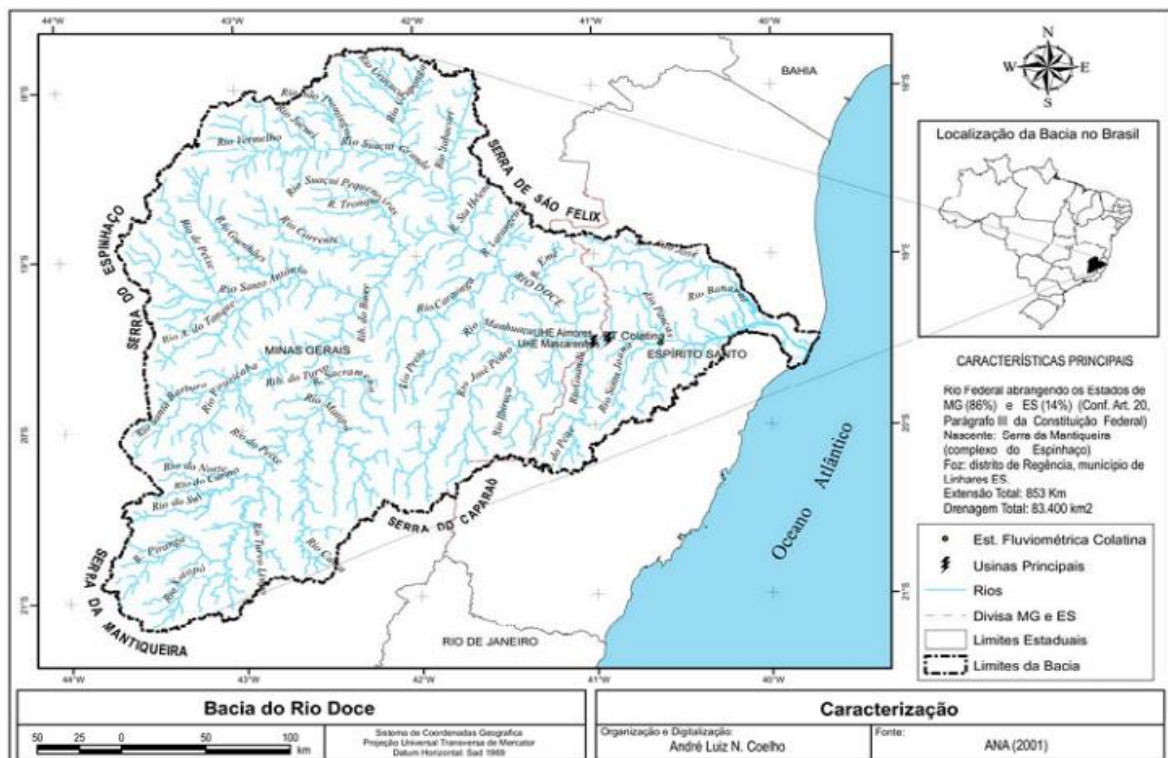


Figura 2: Localização da bacia hidrográfica do rio Doce e área de drenagem.
Fonte: Coelho (2007)

Ao longo da Bacia do Rio Doce, três tipos de clima são presentes, segundo a ANA (2013): (I) tropical de altitude com chuvas de verão e verões frescos; (II) tropical de altitude com chuvas de verão e verões quentes; e (III) clima quente com chuvas de verão presente. Ou seja, a bacia não possui um clima uniforme, e diversos fatores colaboram para efetivar esse fato, como seu relevo e sua localização geográfica. As

temperaturas médias anuais da bacia são altas, ficando entre 18 °C e 24 °C (COELHO, 2009).

A época chuvosa na bacia estende-se de outubro a março, logo, o período de seca está entre abril e setembro. Os índices de chuva e seca são de 800 a 1.300 mm e 150 a 250 mm respectivamente, ou seja, o regime pluviométrico da Bacia do Rio Doce possui períodos bem diversificados (ANA, 2013).

Ainda de acordo com a ANA (2013), os principais tipos de solo da bacia são Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho Amarelo. O relevo é considerado em sua maior parte ondulado a montanhoso, o que interfere em algumas atividades econômicas bem como o uso do solo pelo homem.

A economia da Bacia do Rio Doce possui ramos diferentes, porém todos possuem destaque no mercado. Variam entre: agropecuária, onde há cultivo de cana de açúcar, café, etc.; agroindústria, com produção de açúcar e álcool; complexos siderúrgicos, com indústrias de mineração; indústrias de laticínios; indústrias de celulose; e ainda indústrias de geração de energia elétrica (CBH-DOCE, 2016).

5.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

O índice de Qualidade da Água (IQA) foi fundado pela *National Sanitation Foundation* (NSF), nos Estados Unidos, no ano de 1970. Tempos depois, outros países também adotaram o método para avaliar a qualidade da água, como a ANA fez no Brasil (ANA, 2018).

De acordo com Piasentin *et al.* (2009), para o cálculo do IQA, são analisados nove critérios, cada um com sua relevância. Tais critérios são: temperatura, turbidez, pH, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, coliformes totais e termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD).

A equação para o cálculo do IQA é expressa por:

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

Em que, segundo Saad *et al.* (2007):

IQA = qualidade das águas (0 a 100);

n = número de parâmetros no cálculo do IQA (sempre igual a nove);

q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro, também variável de 0 a 100 e obtido da curva média, em função da concentração;

w_i = peso correspondente do i-ésimo parâmetro, que é um número porcentual obtido pela importância do parâmetro na análise, predeterminado pelos especialistas.

Para cada parâmetro do cálculo do IQA, é atribuído um peso diferente, conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Parâmetros do IQA e respectivos pesos

Parâmetro	Unidade	Peso w
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	0,15
pH	-	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mgO ₂ /L	0,10
Nitrogênio total	mg/L	0,10
Fósforo total	mg/L	0,10
Diferença de temperatura	°C	0,10
Turbidez	UNT	0,08
Sólidos totais	mg/L	0,08
Oxigênio dissolvido (OD)	mgO ₂ /L	0,17

Fonte: Santos *et al.* (2018)

A partir dos resultados obtidos ao final do cálculo do IQA, a qualidade da água é definida de acordo com a seguinte tabela:

Tabela 2 – Índice de Qualidade da Água – IQA

Valor	Qualificação	Cor
$79 < \text{IQA} \leq 100$	Ótima	Azul
$51 < \text{IQA} \leq 79$	Boa	Verde
$36 < \text{IQA} \leq 51$	Regular	Amarelo
$19 < \text{IQA} \leq 36$	Ruim	Vermelho
$\text{IQA} \leq 19$	Péssima	Roxo

Fonte: (CETESB, 2016)

Os dados sobre poluição exibem muita complexidade, e pessoas leigas mostrariam dificuldade para entender. O resultado ao final do cálculo do IQA transforma os dados complexos para resultados simples, para que a população em geral entenda. Por esse motivo, os resultados são caracterizados como notas que

variam de “ótima” a “péssima”, variando também a cor, tudo para facilitar e entendimento do estudo (VON SPERLING, 2014).

O cálculo do IQA ainda permite que comparações de diferentes cursos d’água sejam feitas, de acordo com sua qualidade. Desse modo, é possível que sejam estudados impactos ambientais nos corpos hídricos, e suas causas, podendo pesquisar e trabalhar em ações que preservem os corpos hídricos (LIBÂNIO, 2010).

5.3 DADOS

Os parâmetros da qualidade da água (Tabela 1) utilizados para o cálculo do IQAU foram obtidos junto à Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) do Espírito Santo, visto que tal agência realiza monitoramento da qualidade da água em alguns pontos, em cursos hídricos do estado, desde 2007. As amostras pela AGERH são coletadas quatro vezes ao ano, sendo que há duas campanhas de inverno e duas de verão, e encaminhadas ao laboratório da própria agência. O protocolo de amostragem realizado pela AGERH seguiu recomendações do guia de coleta e preservação de amostras da CETESB (CETESB, 2011) e as análises em laboratório foram realizadas de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA, 1998).

Segundo o plano de monitoramento da AGERH, o ponto escolhido para essa pesquisa foi nomeado por RDC1D020, situado próximo à ponte Sérgio Ceotto, popularmente conhecida por Segunda Ponte. O entorno dessa ponte é caracterizado por estar à jusante do conglomerado urbano e próximo a um local de extração de areia. Isso motivou a escolha para avaliação da qualidade de água a partir do IQA, dado que é um ponto que sofre forte interferência antrópica.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 3 são apresentados os valores de IQA dos anos de 2009 a 2015 no ponto RDC1D020, discriminando os respectivos parâmetros e mês de coleta. Percebe-se que no determinado período, o maior valor de IQA foi de 74, em maio de 2014, e o menor valor obtido foi 44, em junho de 2013.

Tabela 3 – Parâmetros de qualidade da água e respectivos IQA

Ano	Mês	Colif.	pH	DBO	N Total	P Total	Diferença temp.	Turbidez	Sól. Totais	OD	IQA
2009	05	4900	7,14	1,70	0,677	0,040	94	24	60	7,50	69
	06	3500	6,96	5,00	0,721	0,070	94	33	90	7,70	64
	09	9400	7,87	2,00	0,761	0,020	94	17	60	9,60	71
	11	22000	6,51	2,00	0,850	0,333	94	79	60	7,10	50
2010	04	17000	6,37	5,56	1,252	0,176	94	74	90	7,00	49
	06	54000	6,94	2,90	0,440	0,007	94	5	100	7,70	63
	08	11000	5,60	6,50	1,075	0,091	94	7	50	8,00	52
	11	4600	7,40	2,00	1,989	0,111	94	242	200	7,30	61
2011	06	16000	7,20	1,00	0,453	0,011	94	11	70	8,70	65
	11	5400	7,40	1,30	0,543	0,026	94	42	70	7,60	71
2012	03	14000	7,30	2,44	1,276	0,617	94	34	60	7,70	54
	05	16000	7,50	1,96	0,301	0,014	94	29	60	7,60	61
	08	35000	7,00	3,86	0,440	0,005	94	9	50	7,90	62
	10	54000	7,70	5,08	0,636	0,010	94	8	50	6,80	60
2013	03	11000	7,80	3,00	3,680	0,180	94	62	134	7,10	52
	06	17000	7,60	3,00	2,850	2,850	94	59,1	206	8,40	44
	08	1100	7,70	3,00	3,500	0,100	94	6,03	80	8,00	68
2014	05	450	7,00	3,00	3,000	0,130	94	8,31	86	7,40	74
	08	9200	6,90	3,00	2,100	0,160	94	6,61	76	8,10	65
	10	9200	7,50	3,90	1,000	0,120	94	164	226	7,10	59
2015	03	2200	7,55	3,00	1,300	0,180	94	116	116	7,21	59

Na Figura 3 estão sumarizadas médias anuais do IQA, em que é possível observar que os valores do índice são inconstantes. No entanto, as mudanças ocorrem com valores relativamente pequenos, não havendo alteração significativa.

De acordo com a tabela de qualificação, a qualidade da água de todo o período é considerada boa, com a cor verde.

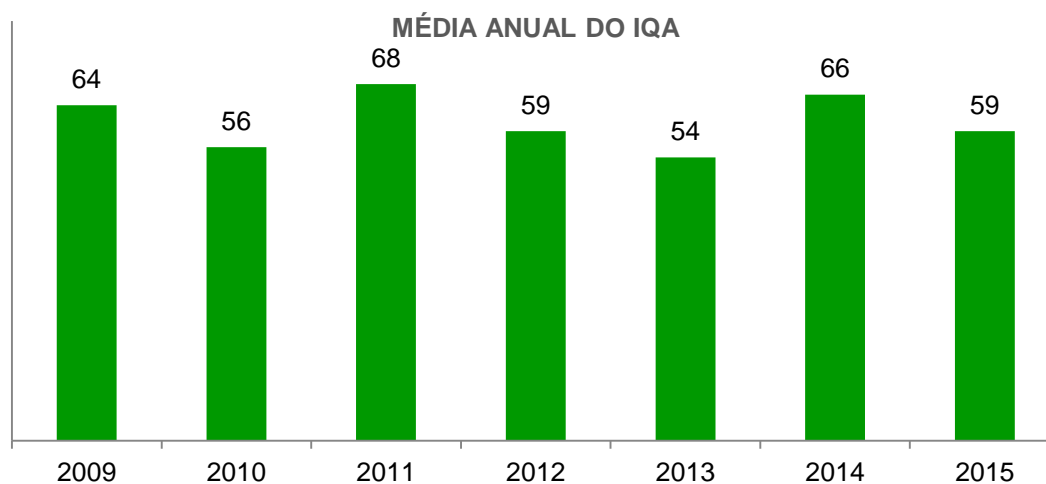


Figura 3 – Média anual do IQA entre os anos de 2009 a 2015

A partir dos resultados obtidos ao final do cálculo do IQA, é possível interpretá-lo juntamente com cada parâmetro, pois estes possuem características particulares que revelam detalhes sobre a qualidade da água.

Ao observar a Tabela 3, nota-se que a média dos coliformes termotolerantes do ano de 2012 é a mais alta, resultando 29750 NMP/100 mL. De acordo com a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (CONAMA), para classe II, o padrão dos coliformes termotolerantes é de 1000NMP/100 ml, ou seja, muito além do permitido. Percebe-se, ainda, que cada parâmetro do IQA apresenta um peso diferente, e os coliformes possuem o maior peso, conseqüentemente, com os coliformes termotolerantes altos, o valor do IQA é mais baixo.

Toda vida existente no meio aquático necessita do oxigênio dissolvido nele existente. Logo, quando o despejo de esgotos é alto, e quando há outros tipos de poluição nos rios, os micro-organismos em sua decomposição consomem esse oxigênio, podendo deixar os rios sem capacidade de ter vidas (VALENTE, PADILHA e SILVA, 1997). A ANA destaca que as águas onde os níveis de OD estão acima de 5 mg/L, são limpas. Então, percebe-se, de acordo com o material coletado, que os valores de concentração de OD na água, estão entre 6,8 mg/L e 9,6 mg/L, o que demonstra que a qualidade da água está boa.

Houve ocorrência de chuva nas últimas 24 horas antes da data de coleta de novembro de 2010. Isso explica o fato da turbidez ter sido a maior de todo o período analisado, sendo de 242 UNT. Conforme Mota (2012), a turbidez consiste nas matérias que ficam em suspensão na água, interferindo na passagem da luz pela mesma. Por esse motivo, a chuva tem ligação com a turbidez, pois quando chove são carregados pela água argila e outras partículas, deixando-a mais turva. A menor turbidez do período, em contrapartida, foi em agosto de 2013, com 6,03 UNT. Nessa coleta não houve ocorrência de chuva 24 horas antes.

Verificou-se, ainda, que um estudo da qualidade da água no Açude Gavião, localizado nos municípios cearenses de Pacatuba e Itaitinga, foi feito em 2012 também através do cálculo do IQA, mesmo período do estudo em Colatina. Tal açude é responsável pelo abastecimento em Fortaleza, e o objetivo da pesquisa também era a utilização dos resultados para fins de abastecimento humano. Em um período de quatro meses, os valores variaram de 81 a 86, classificados como ótimos (BARROS, BARRETO e LIMA, 2012). Comparativamente, também em um período de quatro

meses em 2012, a qualidade da água do ponto de estudo em Colatina variou de 54 a 68, sendo classificada como boa.

Em conformidade com a ANA (2018), os sólidos totais resumem-se na matéria que permanece após a água da amostra evaporar. Tais resíduos, por se conservarem no leito dos rios, provocando assoreamento, podem ser os causadores de enchentes. A quantidade de sólidos totais no estudo não seguiu um padrão, variando muito de um ano para o outro, mas também mostrando grande variação em poucos meses. De novembro de 2011 até abril de 2010, houve diferença de 60 mg/L para 90 mg/L. Em 2010, em agosto obteve-se 50 mg/L, enquanto o mês de novembro apresentou um aumento, chegando a 200 mg/L. Já em 2013 houve decaída durante os meses, pois em junho a coleta apresentou um total de 206 mg/L, logo depois, em agosto, o resultado foi 80 mg/L.

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, recomenda que o pH da água para consumo humano esteja entre 6,0 e 9,5. Todos os dados da coleta obedecem a esse padrão, mostrando que o pH da água, no ponto da coleta, está neutro, contribuindo, assim, para o bom resultado do IQA.

CONCLUSÃO

No referido ponto estudado, a existência de residências não é alta, pois se localiza no limite do perímetro urbano. Tal fato explica o porquê de os parâmetros serem bons. Porém, isso deveria fazer com que a qualidade fosse classificada de maneira melhor, pois o principal fator prejudicial para os índices do IQA é o lançamento indevido de esgoto nos rios.

Cada parâmetro tem sua particularidade, e, no caso dos coliformes termotolerantes, sabe-se que possuem alta concentração de fezes. Os valores analisados foram altos, e tal fato evidencia que no ano de 2012 houve um alto índice de despejo de esgoto sem tratamento no ponto de coleta e redondezas, já que não há grande incidência de animais, que pudessem alterar significativamente a qualidade da água no local. O lançamento de esgoto sem tratamento é altamente prejudicial à vida do rio. Além dos microorganismos presentes no esgoto consumirem o OD da água, eles podem ser causadores de doenças, o que afeta a vida da população que direta ou indiretamente faz o uso da água do rio.

Sabe-se, ainda, que a principal causa da turbidez é a erosão dos solos. Em vista disso, é possível perceber que um dos principais fatores que contribuem para o aumento dos níveis de turbidez no ponto estudado é a falta de vegetação nas margens do rio. Quando há presença de árvores, suas raízes seguram melhor o solo, não o deixando desmoronar nos períodos de chuva. Logo, o reflorestamento nas margens do rio contribuiria para abaixar os níveis de turbidez, principalmente nos períodos de chuva.

Nota-se que, de modo geral, as médias dos nove parâmetros analisados contribuíram para que o IQA fosse qualificado como apto para fins de abastecimento humano. Com o resultado anual sendo classificado como bom, percebe-se que são necessárias mudanças para a qualidade da água melhorar a tornar-se ótima. A principal mudança adotada para elevar o valor de IQA é o controle com exploração e utilização da água, verificação da necessidade da vegetação nas margens dos rios, controle no despejo de esgoto sem tratamento. Assim, os parâmetros se enquadram, fazendo com que a qualidade da água possa tornar-se ótima. Com isso, a população faz uso de uma água com melhor qualidade, contribuindo, acima de tudo, com a saúde.

Sugere-se, para estudos futuros, a inclusão do IQA com índices que avaliem a qualidade da água, considerando os macro-organismos bentônicos, bem como a inter-relação entre os dois. Além disso, sugere-se, ainda, comparar as análises de qualidade de água antes e após o desastre de Mariana, com o intuito de verificar os impactos ambientais decorrentes do desastre na qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional das Águas. **Água**. Brasília. 2009. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

_____. **Indicadores de Qualidade – Índices de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 16 maio 2018.

_____. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Doce**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/planoIntegradoDeRecursosHidricosDaBaciaHidrograficaDoRioDoce.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2018.

APHA – American Public Health Association. (1998) **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. 20 ed. Washington, D.C.

BARBIOTI, Elza Maria; CAMPOS, Rodolfo Boranga de. **Poluição dos Rios**. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva. 2012. Disponível em: <http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/QLF007aFh29pSRz_2014-4-16-17-35-57.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2018.

BARROS, Jessyca Costa; BARRETO, Francisco Mauricio de Sá; LIMA, Marlon Vieira. Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB) no açude Gavião para determinação futura do Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP). CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, **Anais ...** 2012. Palmas. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2850/2313>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BRAGA, Benedito *et al.* **Introdução a engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 15 out. 2018.

_____. **Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 11 out. 2018.

_____. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em 15 set. 2018.

_____. **Resolução nº 357, de 17 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. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

CASTILHO, Alice da Silva. **Operação do sistema de alerta contra enchentes na bacia do Rio Doce**. 2002. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/sace/conteudo/doce_artigos/artigo2002.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2018.

CBH-DOCE - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **A Bacia**. 2016. Disponível em: <<http://www.cbhdoce.org.br/institucional/a-bacia>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2016**. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2017_02-06_VF.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

_____. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostra**. Agência Nacional das Águas. Brasília, p. 51. 2011.

COELHO, André Luis Nascentes. **Alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo Rio Doce/ ES**. 2007. 227f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Niterói. Disponível em: <http://pct.capes.gov.br/teses/2007/969121_5.PDF>. Acesso em: 20 set. 2018.

COELHO, André Luiz Nascentes. Bacia Hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): Uma Análise Socioambiental Integrada. **Geografares**, n. 7, p. 131-146, 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/156-88-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais**. 2. ed. ABRH, 2013. 342p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/24743567/livro---hidrologia-para-engenharia>>. Acesso em: 19 set. 2018.

COLLISCHONN, Walter; TASSI, Rutinéia. **Introduzindo Hidrologia**. IPH UFRGS. 2008. Disponível em: <http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/bitstream/123456789/1774/1/introduzindo_a_hidrologia%20%282%29.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2018.

CONSEA, Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Degradação ambiental castiga os rios, lagos e mananciais do país**. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/noticias/2017/julho/degradacao-ambiental-castiga-os-rios-lagos-e-mananciais-do-pais>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

FARDIN, Gabriela. **Esgoto sem tratamento é despejado no Rio Doce em Colatina**, ES. TV Gazeta. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/03/esgoto-sem-tratamento-e-despejado-no-rio-doce-em-colatina-es.html>>. Acesso em: 09 nov. 2018.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2016. 870p.

LIBANIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010. 496p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Consumo Sustentável**: manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160p. Disponível em:

<http://www.idec.org.br/uploads/publicacoes/publicacoes/Manual_completo.pdf>. Acesso em: 24 out. 2018.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 549p.

PIASENTIN, Adriana Miólla *et al.* Índice de Qualidade da Água (IQA) do Reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise Sazonal e Efeitos do Uso e Ocupação do Solo. **Geociências**. São Paulo, v. 28, n. 3, p. 305-317, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/71381/2-s2.0-77949493126.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SAAD, Antônio Roberto *et al.* Índice de Qualidade da Água – IQA do Reservatório do Tanque Grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil: 1990 – 2006. **UnG Geociências**, v. 6, n. 1, p. 118-133, 2007. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/viewFile/138/277>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

SANEAR, Serviço Colatinense de Saneamento Ambiental. **Institucional**. 2018. Disponível em: <https://www.sanear.es.gov.br/institucional>. Acesso em: 20 out. 2018.

SANTOS, Rosa Cecília Lima *et al.* Ligação de Índices para Avaliação de Qualidade da Água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Eng Saint Ambient**, v. 23, n. 1, p. 33-46, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n1/1809-4457-esa-s1413-41522017159832.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2018.

SPERLING, Marcos Von. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 492p.

_____. **Introdução à Qualidade das Águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 452p.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001298/129870por.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2018.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 55, n. 4, out./dez. 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S000967252003000400018&script=sci_arttext&tlng=en>. Acesso em: 23 jun. 2018.

VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética Química**. São Paulo, v. 22, p. 49-66, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 09 nov. 2018.