

AValiação da Qualidade Física e Química da Água na Bacia do Rio Doce

Karla S. Dias¹ (IC), Anderson de Assis Morais (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá, campus Itabira.

Palavras-chave: Análises físicas e químicas. Bacia do rio Doce. Qualidade da água.

Introdução

A bacia hidrográfica do rio Doce é, conforme a Agência Nacional de Águas - ANA (2016), de suma importância para as regiões a qual se localiza, fornecendo a água necessária para o uso doméstico, agropecuário, industrial, geração de energia e atividades de exploração mineral. Ações que foram comprometidas após o rompimento da barragem de rejeitos do fundão, em novembro de 2015. Desastre que, segundo a Bowker Associates Science & Research in the Public Interest, foi o maior em termos de volume de rejeito liberado e distância percorrida pela lama, considerando os registros iniciados em 1915 (BOWKER, 2015).

Devido a alterações naturais e, principalmente, as de atividades humanas, a qualidade e o sistema hidrológico dos rios estão em constante mudança. Com isso, os programas de monitoramento entram com a função de determinar o grau de contaminação do corpo hídrico, possibilitando o desenvolvimento da melhor alternativa para sua recuperação, deixando a água em condições adequadas para seus diferentes usos.

Existem diversas formas de se determinar a qualidade de corpos d'água, sendo neste trabalho utilizados os parâmetros físicos e químicos. Consideraram-se os valores estipulados na resolução CONAMA 357/2005, para determinar se os resultados obtidos estão de acordo com a legislação vigente no Brasil para águas doces de classe 2. Foi utilizado a literatura como referência, quando o parâmetro não está citado na legislação.

Portanto, este trabalho busca determinar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Doce, coletando e analisando a água da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio. E com isso, conseguir determinar as necessidades da água do local selecionado, possibilitando a escolha de ações que melhor se enquadram na demanda do local.

Metodologia

A bacia do rio Doce possui estações de monitoramento de água pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, sendo neste trabalho selecionadas oito dessas estações para a realização das análises. As

coletas das amostras para análise foram realizadas no período de estiagem, entre 14/06/2022 a 06/08/2022, sendo armazenadas em recipientes de plástico e mantidos resfriados até o momento da realização da análise.

Tabela 1 - Pontos de Coletas e suas localizações.

Pontos de Coleta	Município	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
P1	Itabira/MG	-19°32'48,2"	-43°09'14,7"
P2	São Sebastião do Rio Preto/MG	-19°17'15,72"	-43°10'40,43"
P3	Ferros/MG	-19°17'3,77"	-43°0'57,53"
P4	Ferros/MG	-19°13'16,86"	-42°52'47,39"
P5	Carmesia/MG	-19°5'51,54"	-43°10'16,86"
P6	Conceição do Mato Dentro/MG	-19°4'22,13"	-43°26'43,44"
P7	Dores de Guanhães/MG	-19°3'10,08"	-42°52'41,88"
P8	Naque/MG	-19°13'54,66"	-42°19'40,24"

Fonte: Autora (2022).

Foram avaliados um total de 19 parâmetros de qualidade física e química da água, sendo o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, salinidade e temperatura realizados in loco, com a utilização da sonda multiparâmetros Hydrolab Quanta.

As demais análises foram feitas no laboratório de química e saneamento ambiental da Universidade Federal de Itajubá, *Campus* Itabira, sendo representadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Análises feitas no Laboratório.

Parâmetros	Métodos Utilizados
Alcalinidade	APHA, 2012

Dureza (total, cálcio e magnésio)	APHA, 2012
Fósforo	Hach 8190
Turbidez	Uso do turbidímetro
Cor verdadeira	Hach 8025
Sólidos totais e em suspensão	APHA, 2012
DBO5	Método do oxímetro
Manganês total	Hach 8149
Nitrato	Hach 10020
Sódio	Fotometria de chama
Potássio	

Fonte: Autora (2022).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) (ml/L)	0,35	1,98	1,40	1,58	3,44	2,20	0,35	0,71
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,064	0,029	0,045	0,034	0,030	0,035	0,042	0,045
Manganês total (mg/L)	0,152	0,026	0,003	0,023	0,014	0,005	0,021	0,015
Nitrato (mg/L)	2	1,4	1,7	1,5	1,7	1,4	1,4	1,6
Sódio (mg/L)	2,5	0,8	2,2	1,8	1,7	1,5	2,5	3,1
Potássio (mg/L)	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	0,8	1,0

Fonte: Autora (2022).

Resultados e discussão

Os resultados das análises realizadas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores encontrados.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
pH	5,9	7,1	7,8	7,3	7,6	7,9	6,7	7,4
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	19,9	10,2	15,4	12,7	8,4	11,7	14,4	15,4
Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	19,60	9,80	10,78	6,86	4,90	5,88	7,84	9,80
Dureza cálcio (mg/L de CaCO ₃)	7,84	1,96	4,90	2,94	3,92	2,94	3,92	3,92
Dureza magnésio (mg/L de CaCO ₃)	11,76	7,84	5,88	3,92	0,98	2,94	3,92	5,88
Fósforo total (mg/L)	0,069	0,104	0,228	0,184	0,202	0,121	0,214	0,055
Turbidez (NTU)	4,2	3,2	8,4	4,0	5,7	81,9	7,5	6,6
Cor Verdadeira (uH)	16,0	14,0	9,0	15,0	7,0	20,0	20,0	29,0
Sólidos totais (mg/L)	47,7	18,3	68,7	23,7	10,7	14,3	36,7	46,3
Sólidos suspensos (mg/L)	4,70	11,00	5,00	4,80	4,50	2,00	15,50	4,00
Temperatura (°C)	19,3	17,4	18,9	19,7	18,0	19,4	20,7	24,9
Salinidade (PSS)	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,0	8,5	9,0	8,1	5,4	4,4	7,5	7,2

pH

Considerando a Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, o valor para este parâmetro pode oscilar entre 6 e 9. Com isso, foi possível constatar que apenas o Ponto 1 ficou levemente abaixo do indicado, com um pH de 5,93. Entretanto, de maneira geral, os valores encontrados estão próximos da neutralidade, visto que, considerando todos os pontos, a média para esse parâmetro foi de 7,40.

Alcalinidade

De acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde (Brasil, 2006), a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg L⁻¹ de CaCO₃. Todos os pontos obtiveram baixa alcalinidade (<24 mg L⁻¹ de CaCO₃), com uma média de 13,50 mg L⁻¹ de CaCO₃, simbolizando uma baixa capacidade de neutralizar ácidos (FRITZSONS et al., 2009).

Dureza

Todos os pontos analisados apresentaram baixos valores de dureza, resultando em uma média de 9,43 mg L⁻¹ de CaCO₃ de dureza total, 4,04 mg L⁻¹ de CaCO₃ de dureza de cálcio e 5,39 mg L⁻¹ de CaCO₃ de dureza de magnésio. Os resultados encontrados no presente estudo se mostram correspondentes a águas moles, segundo Von Sperling (1996), que estabelece que águas com valores menores que 50 mg L⁻¹ de CaCO₃ são moles. Sendo que nas águas de baixa dureza, a biota possui uma fragilidade maior a substâncias tóxicas, em razão da toxicidade ser inversamente proporcional ao grau de dureza da água (BRASIL, 2006).

Fósforo

Para o fósforo, apenas dois pontos ficam com um valor abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, resultando em uma média de 0,147 mg L⁻¹, enquanto o valor indicado para esse

parâmetro é de até $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ para águas de classe 2, em ambientes lóticos. As razões que poderiam justificar os valores que ultrapassaram o limite, seriam a contaminação de despejos de domésticos e industriais, excrementos de animais, detergentes e fertilizantes, além dos processos que ocorrem naturalmente como a dissolução do solo e decomposição de matéria orgânica (VON SPERLING, 1996).

Turbidez

Quanto à turbidez, o Ponto 5 apresentou o valor mais expressivo, com $81,9 \text{ NTU}$. A média de turbidez, considerando todos os pontos, foi de $16,774 \text{ NTU}$. Segundo a resolução CONAMA 357/2005 para turbidez, o valor máximo para esse parâmetro é de 100 NTU , para a Classe 2 de águas doces. Com isso, é possível constatar que todos os pontos estão abaixo do limite estabelecido pela Resolução.

Cor Verdadeira

Considerando este parâmetro, todos os pontos ficaram com valores dentro do estipulado pela resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2. A média para esse parâmetro considerando todos os pontos foi de $16,25 \text{ uH}$.

Sólidos Totais e em Suspensão

Há uma maior quantidade de sólidos totais (ST) no Ponto 3, com $69,7 \text{ mg L}^{-1}$, entretanto em relação aos sólidos em suspensão o Ponto 7 obteve maior valor, com $15,5 \text{ mg L}^{-1}$. A resolução CONAMA 357/2005 não determina a quantidade de sólidos totais e em suspensão, entretanto estipula um valor máximo de 500 mg L^{-1} para sólidos dissolvidos totais (SDT). Visto que os ST são sempre maiores que os SDT, é possível concluir que os SDT estão de acordo com a resolução.

Temperatura

Houve uma variação da temperatura da água entre os pontos, sendo o Ponto 1 o que apresentou maior valor, $24,92^\circ\text{C}$, e o Ponto 2 o menor valor, $17,37$. Essa variação pode ter ocorrido devido ao horário e temperatura do dia de coleta.

Salinidade

Os resultados encontrados atingiram os valores esperados, sendo que os pontos com maior quantidade de sódio (P1, P3, P7 e P8) apresentaram $0,03 \text{ PSS}$ e os demais pontos $0,02 \text{ PSS}$.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Oxigênio dissolvido é o parâmetro principal usado para caracterizar efeitos da poluição das águas causadas por despejo orgânicos (VON SPERLING, 1996).

Era esperado que os pontos de menor temperatura e salinidade obtivessem os maiores valores de OD, entretanto isto não ocorreu, visto que os pontos não seguiram esse padrão nos resultados. O que pode justificar a incompatibilidade entre os valores esperados e os obtidos é a influência da pressão atmosférica dos pontos na concentração de oxigênio dissolvido de cada um deles, visto que o OD também varia em função da pressão atmosférica. Segundo a resolução CONAMA 257/2006, valor deste parâmetro deve ser maior que 5 mg L^{-1} . Apenas o Ponto 6 obteve um valor menor do que o desejado, com $4,4 \text{ mg L}^{-1}$.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, a DBO deve ter um valor de até 5 mg L^{-1} . Com isso, observa-se na Tabela 3 que todos os pontos atenderam satisfatoriamente, esse parâmetro, resultando em uma média de $1,5 \text{ mg L}^{-1}$.

Condutividade Elétrica (CE)

Em relação a esse parâmetro, todos os pontos encontram-se com valores abaixo do limite para se constatar uma degradação na água. A média, considerando todos os pontos, foi de $0,041 \text{ mS.cm}^{-1}$.

Manganês Total

O manganês e seus compostos podem levar mais de 200 dias para serem degradados na água, entretanto, estão comumente presentes em baixas concentrações na maioria das águas naturais, tendo um teor menor que $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ (SANTOS, 1997).

A resolução CONAMA 357/2005 determina que esse parâmetro deve ter um limite de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ em águas doces de classe 2. Com isso, todos os pontos, exceto o Ponto 1 que obteve um valor de $0,152 \text{ mg L}^{-1}$, ficaram dentro do limite permitido.

Nitrato

A resolução CONAMA 357/2005 determina um limite de 10 mg L^{-1} de nitrato para águas doces de classe 2. Valores acima desse limite podem indicar contaminação por fertilizantes. Todos os pontos ficaram dentro do valor estipulado pela legislação, resultando em uma média de $1,58 \text{ mg L}^{-1}$.

Sódio

A concentração deste parâmetro em águas doces geralmente varia entre 1 e 150 mg/L (SANTOS, 1997). Todos os pontos apresentaram baixos valores de sódio, resultando em uma média de 2,01 mg L⁻¹.

Potássio

Segundo Piratoba *et al.* (2017), o potássio é um elemento que está presente em águas naturais em baixas concentrações, sendo que sua principal fonte é a lixiviação de rochas.

Todos os pontos apresentaram baixas concentrações desse parâmetro, sendo o Ponto 1 o que obteve maior valor, com 1,1 mg L⁻¹, e o Ponto 6 com o menor valor, registrando nenhuma quantidade de potássio.

Conclusões

Conclui-se que a água da bacia do Rio Doce, considerando as análises feitas nos pontos selecionados para a realização do trabalho de iniciação científica, atendeu satisfatoriamente a maioria dos parâmetros analisados, sendo o fósforo, o parâmetro que menos foi atendido considerando a legislação, visto que apenas dois dos oito pontos analisados obtiveram os resultados ideais para águas classe 2. Considerando a literatura, a alcalinidade de todos os pontos, apresentou um valor menor do que a maioria das águas naturais, implicando em uma baixa capacidade de resistir à mudança de pH, e a dureza apresentou, em todos os pontos, valores referentes à água mole, condição em que a biota está mais frágil a substâncias tóxicas. O Ponto 8, referente à estação de monitoramento RD39, mesmo não obtendo os melhores resultados, é o ponto mais consistente, visto que atendeu a maior quantidade de parâmetros analisados.

Agradecimento

Ao meu orientador Anderson, pela oportunidade e conhecimentos passados.

A Weronica, técnica do laboratório em que foram realizadas as análises, por toda ajuda concedida em todo período do projeto.

Aos companheiros Diego e Igor que estiveram presentes em todo o processo de coleta e análise das amostras.

Por fim, ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo auxílio financeiro que possibilitou uma maior dedicação ao projeto.

Referências

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Encarte Especial sobre a Bacia do Rio Doce: Rompimento da Barragem em Mariana/MG. 2016. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/RioDoce/EncarteRioDoce_22_03_2016v2.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2022.

APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22 ed. APHA: 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357/2005, 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, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

BOWKER, L. N. Samarco dam failure largest by far in recorded history. lindsaynewlandbowker, 2015. Disponível em:

<<https://lindsaynewlandbowker.wordpress.com/2015/12/12/samarco-dam-failure-largest-by-far-in-recorded-history/>>. Acesso: 01 jul. 2022.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; CHAVES NETO, A.; HINDI, E.C. A influência das atividades mineradoras na alteração do pH e da alcalinidade em águas fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do Carste Paranaense. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 3, p. 381-390, 2009. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000300012>.

PIRATOBA, A. R. A. et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. Revista Ambiente & Água. 2017, v. 12, n. 3, p. 435-456. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>>. Acesso em: 29 ago. 2022.

SANTOS, A. C. Noções de Hidroquímica. In: Hidrologia: Conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 2 ed. Belo Horizonte: Desa/UFGM, 1996.