

## Avaliação temporal da quantidade e da qualidade físico-química e biológica das águas do ribeirão Espírito Santo

*Temporal evaluation of the water quantity and physical-chemical and biological quality in Espírito Santo stream*

Emília Marques Brovini<sup>1</sup>

Guilherme Sena Veloso Stefani Moreira<sup>2</sup>

Nathália da Silva Resende<sup>3</sup>

Simone Jaqueline Cardoso<sup>4</sup>

Renata de Oliveira Pereira<sup>5</sup>

Maria Helena Rodrigues Gomes<sup>5,6</sup>

DOI: <https://doi.org/10.34019/2179-3700.2019.v19.31209>

### Resumo

O objetivo do trabalho é realizar uma análise da quantidade e da qualidade físico-química e biológica das águas de um trecho do ribeirão Espírito Santo, bem como avaliar a densidade e a riqueza das espécies fitoplanctônicas nas águas e quais nutrientes são determinantes na sua limitação. Foram realizadas 10 coletas ao longo de 5 anos em 3 pontos ao longo da bacia hidrográfica do ribeirão Espírito Santo. O ponto 1 se encontra em ambiente rural. O ponto 2 está situado após a captação de água da Estação de Tratamento de Água. O ponto 3 transpassa o Distrito Industrial de Juiz de Fora. O ponto 1 apresentou maior influência nos parâmetros físicos e químicos com o aumento da vazão do que os pontos 2 e 3. Fato esse que pode ser explicado pela contribuição do carreamento de compostos pelas chuvas. Algumas vazões medidas apresentaram valores menores do que a  $Q_{7,10}$ , revelando a importância da continuidade do monitoramento. O ponto 2 e 3 são influenciados pelos despejos de efluentes. Isso faz com que suas águas sejam nutricionalmente mais ricas do que o ponto 1, formando um ambiente favorável para adominação fitoplanctônica. Ainda assim, o ponto 3 é o mais degradado, possuindo mais parâmetros em desconformidade com as normas.

**Palavras-chave:** Qualidade da água. Vazão. Poluição. Comunidade fitoplanctônica.

### Abstract

The objective of the work is to analyze the quantity and the physical-chemical and biological quality of the water of the Espírito Santo stream and also to better understand phytoplankton density and species

<sup>1</sup>Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, Brasil. Institucional de Bolsas de Iniciação Científica: IX PIBIC/CNPQ/UFJF nas Ações Afirmativas - 2017/2018. Mestranda em Biodiversidade e Conservação da Natureza. Contato: emilia.brovini@engenharia.ufjf.br

<sup>2</sup> UFJF, Brasil. Institucional de Bolsas de Iniciação Científica: IX PIBIC/CNPQ/UFJF nas Ações Afirmativas – 2017/2018. Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

<sup>3</sup> UFJF, Brasil. Mestranda em Biodiversidade e Conservação da Natureza.

<sup>4</sup> UFJF, Brasil. Professora do Departamento de Zoologia - Instituto de Ciências Biológicas.

<sup>5</sup> UFJF, Brasil. Professora do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária.

<sup>6</sup> Orientadora. Endereço: Rua José Lourenço Kelmer, Martelos, telefone: (32) 2102-3419 (ramal: 211). Contato: mariahelena.gomes@ufjf.edu.br



richness in water and its nutrient limitation. The study was carried out through during 10 sampling seasons over 5 years at 3 points along the basin. Point 1 located in a rural environment. Point 2 located after the water intake from the Water Treatment Station. Point 3 crosses the Industrial District of the Juiz de Fora. Point 1 had a greater influence on the physical-chemical parameters with increased in the flow in comparison with points 2 and 3. This fact can be explained by the contribution of the carrying of compounds by the rain. Some measured flow rates were lower than  $Q_{7.10}$ , revealing the importance of a continuing monitoring. Points 2 and 3 were influenced by the discharge of effluents, which makes the water nutritionally richer than in point 1, forming a favorable environment to the dominance of phytoplankton. Even so, point 3 is the most degraded, having more parameters that do not comply with the standards.

**Keywords:**Water Quality.Flow rate. Pollution. Phytoplankton community.

## 1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul compreende os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro e seus rios e afluentes passam por áreas industrializadas e urbanizadas (HONJI *et al.*, 2017). Dentre os afluentes dessa bacia, encontra-se o rio Paraibuna, principal corpo hídrico da cidade de Juiz de Fora e caracterizado por ser o maior contribuinte em volume de água da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (SOARES *et al.*, 2016). Esse rio recebe as águas do ribeirão Espírito Santo, que transpassa o Distrito Industrial de Juiz de Fora. Sendo assim, o mesmo contribui de forma significativa para a qualidade das águas do rio Paraibuna.

Um dos objetivos assegurados para as atuais e futuras gerações é estabelecer padrões adequados de quantidade e qualidade das águas para cada uso (PNRH, 1987). No contexto para pequenos ribeirões, principalmente aqueles que são utilizados para abastecimento, essa caracterização técnica de qualidade da água e de vazão ainda é escassa (MOTA *et al.*, 2017). Entender a dinâmica de pequenas unidades de bacias hidrográficas ajuda a compreender unidades de bacias maiores, uma vez que elas dependem da qualidade e da quantidade da água despejada por seus afluentes.

Os organismos planctônicos que são responsáveis pela produção primária em ecossistemas aquáticos são denominados fitoplâncton ou microalgas (SPIJKERMAN, 2010). Além de outros fatores ambientais como luz, temperatura, turbulência e estratificação da coluna d'água, por exemplo, a produção primária é também limitada pela relação de nutrientes disponíveis na água(ESTEVES, 2011); a depleção desses nutrientes pode reprimir a abundância e a riqueza desses organismos, ao passo que o seu excesso pode provocar grande abundância da comunidade (BELLINGER; SIGEE, 2015).

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma análise da quantidade, qualidade

físico-química e biológica da água do ribeirão Espírito Santo<sup>3</sup>. Além disso, buscou-se avaliar a densidade e a riqueza das espécies fitoplanctônicas nas águas e quais concentrações de nutrientes são determinantes na sua limitação.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do ribeirão Espírito Santo (BHRES) está situada a noroeste da cidade de Juiz de Fora e compreende uma área de 147,8 km<sup>2</sup>, uma extensão de 17 km e coordenadas 21°44'41" a 21°44'48" Sul e 43°26'30" a 43°37'46" Oeste (CESAMA, 2018; PINTO *et al.*, 2014). O manancial tem como principal uso o abastecimento de água potável para o município, em segundo lugar o industrial e em menor escala o uso para atividades agropecuárias e de irrigação (CESAMA, 2018).

Foram escolhidos, ao longo da bacia, alguns pontos situados estrategicamente para sua caracterização. O ponto 1 localiza-se a jusante de uma área residencial e se encontra em ambiente rural. O ponto 2 situa-se após a captação de água da Estação de Tratamento de Água do Distrito Industrial de Juiz de Fora. O ponto 3 transpassa o Distrito Industrial do município e recebe efluentes industriais e domésticos (Figura 1). De acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 016, de 24 de setembro de 1996, a BHRES é enquadrada na classe 1 da sua nascente até a captação de água da ETA, e classe 2 da captação até desaguar no rio Paraibuna. Sendo assim, o ponto 1 está enquadrado na classe 1 e os pontos 2 e 3 na classe 2.

Figura 1 – Representação dos pontos de amostragem e de suas características



Fonte: Google Earth, 2018.

<sup>3</sup>Link para o vídeo do projeto: <https://www.youtube.com/watch?v=Wrgct9aaMZo&t=27s>

## 2.2 Amostragem e análises laboratoriais

Foram realizadas 10 coletas no período de 2013 a 2017 conforme representado na Tabela 1. Os processos de coleta e amostragem seguiram a NBR 9897 e a NBR 9898. Para a quantificação da comunidade fitoplanctônica foram retiradas amostras da subsuperfície das águas, estas foram preservadas com lugolacético 1% e mantidas em temperatura ambiente até sua análise.

A medição de vazão (Q) ocorreu no local através do equipamento *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP). Na 6ª coleta, no ponto 3, 7ª coleta, no ponto 1, 8ª coleta nos pontos 1 e 3, e na 10ª coleta não foi possível quantificar a vazão, devido a problemas no equipamento. Os dados obtidos foram processados pelo *software* River Surveyor.

Tabela 1 – Datas das coletas realizadas em três pontos distintos na BHRES.

<b>1ª Coleta</b>	09/06/2013	<b>5ª Coleta</b>	19/01/2014	<b>9ª Coleta</b>	13/10/2016
<b>2ª Coleta</b>	01/09/2013	<b>6ª Coleta</b>	20/03/2014	<b>10ª Coleta</b>	05/07/2017
<b>3ª Coleta</b>	21/10/2013	<b>7ª Coleta</b>	30/03/2015	-	-
<b>4ª Coleta</b>	16/12/2013	<b>8ª Coleta</b>	13/05/2016	-	-

Fonte: Autoria própria.

Os sólidos dissolvidos totais (SDT) e pH foram obtidos no local utilizando a sonda HANNA HI9828 e o parâmetro oxigênio dissolvido (OD) foi medido utilizando a sonda HACH 58258-00. Nas seis primeiras coletas, os parâmetros demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total (F), nitrogênio total (N) e coliformes termotolerantes (CT) foram analisados em laboratório externo de acordo com o APHA (2012), e nas quatro últimas coletas foram analisados no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde também foi realizada a análise de turbidez em todas as coletas com exceção da primeira por erros no equipamento (procedimento 2130.B, método nefelométrico), de acordo com o APHA (2012). Os valores dos parâmetros foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) e com a Deliberação Normativa conjunta COPAM/CERH 01/2008 (MINAS GERAIS, 2008). Realizou-se uma análise de correlação entre os CT e a Q no *software* RStudio v.1.2.1335 (R Core team, 2020).

As amostras de fitoplâncton foram analisadas somente na 8ª, 9ª e 10ª coletas pelo Laboratório de Ecologia Aquática da UFJF. As análises das amostras foram feitas em microscopia invertida pelo método de Utermöhl (1958), e as identificações da comunidade fitoplanctônica foram realizadas de acordo com bibliografia adequada e categorizada em grupos taxonômicos: *Cyanobacteria*, *Chrysophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Chryptophyceae*,

*Euglenophyceae*, *Prasinophyceae*, *Chlorophyceae* e *Zygnematophyceae* de acordo com Hoeket *al.* (1995).

Os índices pluviométricos (P) foram calculados de acordo com a precipitação acumulada mensal para cada coleta. Os dados foram retirados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na estação automática A518, correspondente a Juiz de Fora.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Parâmetros físico-químicos e vazão

Os parâmetros pH e OD ficaram dentro dos padrões preconizados em legislação em todas as coletas. Nas 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> coletas, a turbidez ficou acima dos padrões (máximo de 40 UNT) apenas no ponto 1, e também observaram-se as maiores vazões. Nesses períodos ocorreram um dos maiores índices pluviométricos, o que afetou tanto a vazão como a turbidez nesse ponto (Tabela 2).

O parâmetro SDT ficou acima da legislação apenas no ponto 3 na 2<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> coletas (Tabela 2). O ponto 3 recebe grande aporte de lançamento de efluentes domésticos e industriais que podem ter influenciado nas concentrações desse parâmetro no local. As vazões nesse ponto foram variadas (Tabela 2), podendo indicar que a mesma segue a variação que ocorre no lançamento de efluentes pelo Distrito Industrial.

A  $Q_{7,10}$  da BHRES (vazão mínima de 7 dias, com período de retorno de 10 anos) é de 0.92 m<sup>3</sup>/s segundo MARIA *et al.* (2018). A vazão do ponto 3 está abaixo desse valor nas 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> coletas; a vazão do ponto 2 está abaixo desse valor na 6<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> coletas. E, na 9<sup>a</sup> coleta, todos os pontos estão abaixo da  $Q_{7,10}$  (Tabela 2). A 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> coletas foram as que obtiveram menores índices pluviométricos, e podem ter influenciado as baixas vazões encontradas nesse período (Tabela 2). Isso alerta para a continuação do monitoramento de vazão, com vistas ao controle da quantidade das águas, já que a quantidade das águas afeta a qualidade físico-química e a biota aquática que vive na BHRES.

O F excedeu os limites da legislação (0.1 mg/L) apenas no ponto 3 (Tabela 2). O N não excedeu os limites (0.1 mg/L) em nenhum ponto amostrado (Tabela 2) e a DBO ficou acima do indicado pela legislação (5 mg/L) no ponto 2 em 25% das coletas, e no ponto 3 em 83,3% das coletas (Figura 2A). Percebe-se que os altos valores estão concentrados nos pontos característicos pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais. Von Sperling (2014) menciona que os parâmetros característicos de esgotos domésticos são sólidos, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e indicadores de contaminação fecal. O

ponto 3 obteve o maior número de coletas fora dos padrões, e possui uma maior contribuição de lançamento de efluentes industriais. Ressalta-se os altos valores de DBO encontrados nesse ponto (124 mg/L e 140 mg/L) e a situação crítica em que o mesmo está devido ao Distrito Industrial, fato esse também observado por Santos *et al.* (2020).

Tabela 2 –Parâmetros de qualidade da água, vazão e precipitação no ribeirão Espírito Santo avaliado no período de 2013 a 2017

		P (mm)	pH	OD (mg/L)	Turb (NTU)	SDT (ppm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	N (mg/L)	F (mg/L)
1ª Coleta	Ponto 1	32.00	6.77	8.00	-	13.00	2.03	0.20	0.001
	Ponto 2	32.00	6.54	8.27	-	17.00	1.58	0.10	0.001
	Ponto 3	32.00	7.00	8.12	-	25.00	1.50	0.20	0.001
2ª Coleta	Ponto 1	13.80	6.85	8.46	12.30	12.00	1.50	0.01	0.001
	Ponto 2	13.80	7.26	8.70	12.55	13.50	2.06	0.01	0.001
	Ponto 3	13.80	7.02	7.85	55.00	108.00	0.81	0.90	0.001
3ª Coleta	Ponto 1	73.40	7.00	7.52	11.15	10.00	2.42	0.30	0.001
	Ponto 2	73.40	7.03	7.81	10.90	11.50	2.56	0.60	0.001
	Ponto 3	73.40	7.14	7.54	13.05	24.00	0.91	0.70	0.001
4ª Coleta	Ponto 1	487.80	6.54	6.14	62.95	15.00	4.23	0.70	0.10
	Ponto 2	487.80	6.72	6.90	71.30	16.00	3.76	0.80	0.10
	Ponto 3	487.80	6.62	6.88	65.70	20.00	4.00	0.70	0.10
5ª Coleta	Ponto 1	138.60	6.86	6.18	40.30	8.00	7.40	1.00	0.10
	Ponto 2	138.60	6.83	7.01	60.80	4.50	7.00	1.60	0.10
	Ponto 3	138.60	7.02	7.08	51.90	8.50	7.67	1.10	0.10
6ª Coleta	Ponto 1	98.80	7.23	6.64	12.90	16.50	1.12	0.30	0.10
	Ponto 2	98.80	7.48	5.51	14.10	17.00	0.62	0.20	0.10
	Ponto 3	98.80	7.16	7.57	20.45	112.00	-	0.05	0.10
7ª Coleta	Ponto 1	175.20	-	-	-	-	-	-	-
	Ponto 2	175.20	6.61	7.86	44.40	14.00	3.13	-	-
	Ponto 3	175.20	6.04	7.60	61.67	14.50	3.32	-	-
8ª Coleta	Ponto 1	14.00	6.72	7.75	32.80	14.00	-	-	-
	Ponto 2	14.00	7.65	8.07	29.00	18.00	0.73	-	-
	Ponto 3	14.00	7.20	7.55	38.80	49.00	-	-	-
9ª Coleta	Ponto 1	64.00	6.83	7.81	30.90	11.00	0.81	-	-
	Ponto 2	64.00	6.68	7.27	31.75	14.00	0.36	-	-
	Ponto 3	64.00	6.98	6.33	44.25	106.00	0.46	-	-
10ª Coleta	Ponto 1	6.20	6.80	8.96	34.20	16.50	-	0.28	0.10
	Ponto 2	6.20	6.70	8.13	36.40	15.50	-	0.28	0.08
	Ponto 3	6.20	6.78	7.37	43.60	46.00	-	0.92	0.14

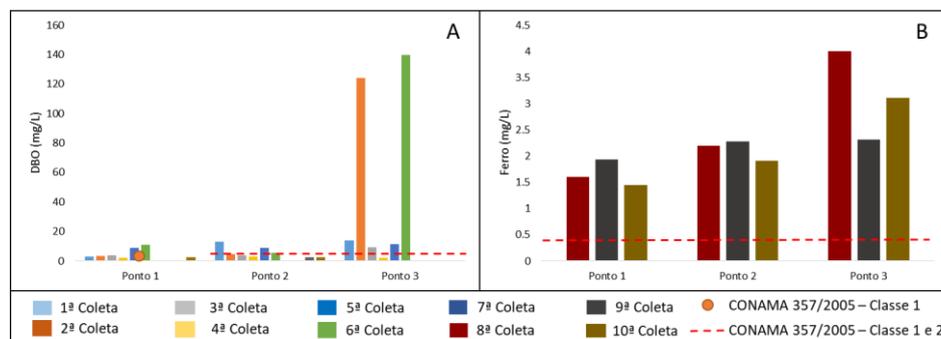
Fonte: Autoria própria.

O ferro excedeu os limites impostos pela legislação em todas as coletas (Figura 2B). Este fato é explicado pelo tipo de solo predominante na região: o latossolo vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2013). Esse solo é rico em óxido de ferro e de alumínio e pode explicar os altos teores desse parâmetro encontrados na água.

Os CT excederam o preconizado pela legislação no ponto 1 na 4ª, 5ª e 6ª coletas (Figura 3), períodos em que também foram encontrados um dos maiores índices pluviométricos

(Tabela 2).A correlação entre CT e Q no Ponto 1 foi de 0.76 (Pearson,  $p < 0.05$ ), indicando uma alta relação entre os parâmetros.

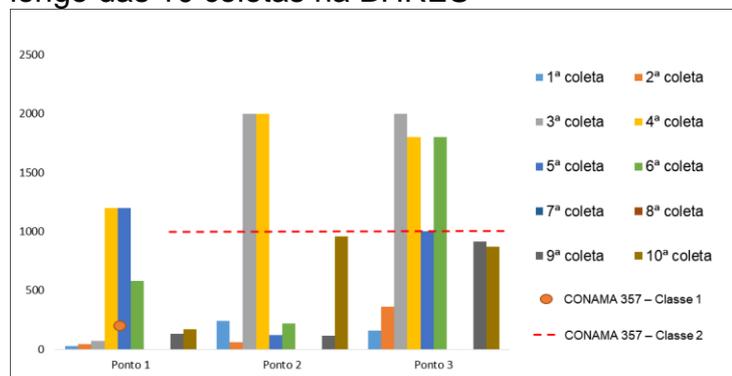
Figura 2 – Concentrações dos parâmetros de qualidade da água e os seus valores máximos permitidos. (A) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO). (B) Ferro.



Fonte: Autoria própria.

O ponto 1 é caracterizado pela atividade de bovinocultura, assim seus dejetos podem ser lançados ou mesmo carregados pela chuva contaminando as águas. Portanto, é provável que a condução das fezes desses mamíferos para o corpo receptor tenha ocorrido pela chuva, visto pela elevada correlação com a vazão do ponto 1.

Figura 3 –Parâmetro coliformes termotolerantes avaliado no período de 2013 a 2017 ao longo das 10 coletas na BHRES



Fonte: Autoria própria.

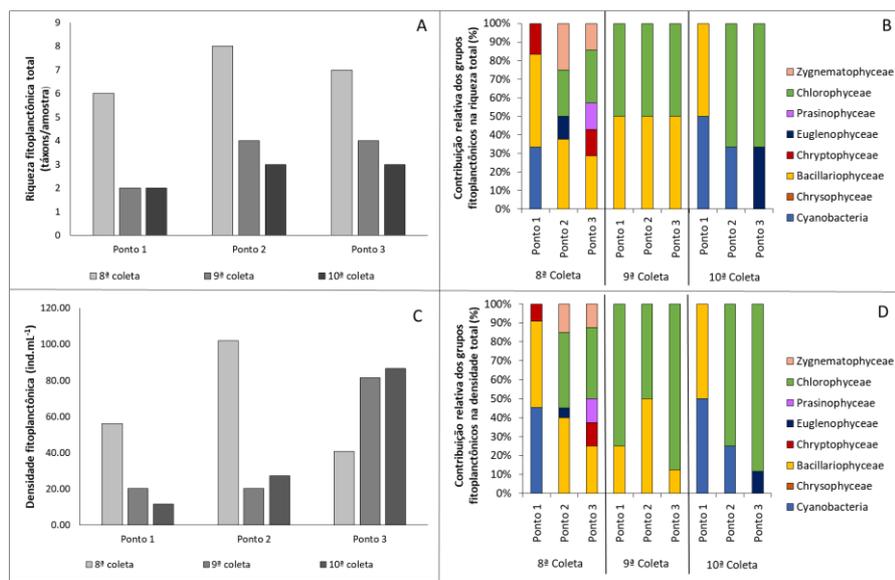
Nos outros pontos o aumento de CT deve ter sido ocasionado pelo lançamento de efluentes de origem doméstica nos pontos, já que esses organismos são um dos seus constituintes. Reforçada pela não correlação do ponto 2 e 3 (-0.17 e 0.22;  $p > 0.05$ ), já que o lançamento de efluentes independe do regime de chuvas e conseqüentemente com a variação de vazão ocasionada pela mesma. Devido aos valores encontrados de CT nesses locais, destaca-se o risco de contaminação das pessoas que utilizam as águas

para balneabilidade, conforme constatado por Santos *et al.* (2018) ou para consumo humano sem devido tratamento.

### 3.2 Comunidade fitoplanctônica

A oitava coleta foi a mais rica e a 10ª coleta a mais pobre (Figura 4A). O grupo das diatomáceas (*Bacillariophyceae*) foi o que mais contribuiu e as 7 espécies identificadas neste grupo pertencem a ordem *Pennales*. O segundo grupo com maior contribuição parcial na riqueza de espécies foi o grupo de algas verdes (*Chlorophyceae*), sendo as algas do gênero *Chlorella* presentes em quase todos os pontos. No ponto 1, na 8ª e 10ª coletas, o grupo das cianobactérias (*Cyanobacteria*) apresentou significativa contribuição, sendo o terceiro mais presente (Figura 4B).

Figura 4 – Riqueza e densidade da comunidade fitoplanctônica da BHRES. (A) Riqueza total da comunidade fitoplanctônica. (B) Contribuição relativos grandes grupos de fitoplâncton na riqueza total de espécies. (C) Densidade total da comunidade fitoplanctônica. (D) Contribuição relativa da densidade total de grandes grupos



Fonte: Autoria própria.

O ponto que apresentou maior densidade foi o ponto 2, na 9ª coleta (Figura 4C). O grupo das algas verdes foi o que apresentou a maior densidade (Figura 4D). As espécies que mais contribuíram nesse grupo foram a *Chlorellasp.* (27 %), que apareceu nos pontos 2 e 3 e *Oocystissp.* (11 %), que teve altas densidades no ponto 3. A primeira é encontrada em ambientes ricos nutricionalmente (F e N) e a segunda é sensível a depleção de carbono (DBO) (SALMASO, 2010; PADISÁK, 2007). Os pontos 2 e 3 são os mais ricos

nutricionalmente (Tabela 2, Figura 2A) e, por isso, apresentaram maior contribuição por essas duas espécies.

O grupo das diatomáceas foi o segundo grupo dominante (Figura 4D). As principais espécies encontradas foram *Synedrasp.* (10,7%) e *Pinnulariasp.* (7%), ambas típicas de ambientes túrbidos e também com disponibilidade de nutrientes. Essas microalgas são comuns em ambientes lóticos, como o ribeirão estudado (SALMASO; PADISÁK, 2007).

#### 4 CONCLUSÃO

O ponto 1 é influenciado pelas chuvas e pelo aumento da vazão que altera os parâmetros de qualidade da água no local, como a turbidez. Alguns dados de vazão foram menores do que a  $Q_{7,10}$ , indicando a importância da continuação do monitoramento da vazão, com vistas ao controle da quantidade das águas. O parâmetro coliformes termotolerantes excedeu seus limites em algumas coletas, destacando o risco de contaminação das pessoas que utilizam as águas do ribeirão Espírito Santo.

Os pontos 2 e 3 são influenciados pelos despejos de efluentes. Isso faz com que suas águas sejam nutricionalmente mais ricas do que o ponto 1, formando um ambiente favorável à dominância fitoplantônica. Ainda assim, o ponto 3 é o mais degradado, possuindo mais parâmetros em desconformidade com as normas, relacionado à influência pelo despejo de efluentes, principalmente industriais, no local.

#### REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898- preservação e técnicas de amostragem de efluentes e corpos hídricos receptores**. Rio de Janeiro, 1997.

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22.ed. Washington: APHA, 2012.

BELLINGER, Edward; SIGEE, David. **Freshwater algae: identification and use as bioindicators**. London: John Wiley & Sons, 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA 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. Brasília, 2005.

CESAMA. Companhia de Saneamento Municipal. **Mananciais: Ribeirão Espírito Santo**. Juiz de Fora, 2019. Disponível em: <http://www.cesama.com.br/?pagina=resanto>. Acesso em: 19 jun. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agência de informações Embrapa. Janeiro de 2013. Disponível em:

[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/Abertura.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/Abertura.html). Acesso em: 1 jun. 2020.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

HOEK, Christiaan *et al.* **Algae: an introduction to phycology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

HONJI, Renato Massaaki *et al.* Biodiversidade e conservação da ictiofauna ameaçada de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista da Biologia**, v. 17, n. 2, p 18-30, 2017.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas**. 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 10 jun. 2020.

MARIA, Marina Andrada *et al.* Avaliação da qualidade da água e capacidade de assimilação de carga poluidora do Ribeirão Espírito Santo – Juiz de Fora/MG. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 3, 2018, Juiz de Fora. **Anais III Simpósio de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul**. Juiz de Fora: UFJF, 2018. p. 1-7.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01**, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Minas Gerais, 2008.

MOTA, Aline de Almeida *et al.* Instalação de uma pequena bacia experimental florestal: estudo de caso da bacia do Rio Araponga. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 22, n. 1, p. 73-80, 2017.

PINTO, Vivian Gemiliano *et al.* Diagnóstico físico-ambiental como subsídio a identificação de áreas vulneráveis à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG), Brasil. **Rev. Ambient. Água**. v. 9, n. 4, p. 632-646, 2014.

PNRH. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. 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. Brasília, 1997.

SALMASO, Nico *et al.* Morpho-Functional Groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). **Hydrobiologia**, v. 578, p. 97-112, 2007.

SALMASO, Nico. Long-term phytoplankton community changes in a deep subalpine lake: responses to nutrient availability and climatic fluctuations. **Freshwater Biology**, v. 55, n. 4, p. 825-846, 2010.

SANTOS, Juliana Mattos Boheret *et al.* Diagnóstico do potencial poluidor das indústrias instaladas na cidade de Juiz de Fora – Distrito Industrial. **Principia: Caminhos da Iniciação Científica**, Juiz de Fora, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2018.

SANTOS, Juliana Mattos Boheret *et al.* VARIAÇÃO DO IQA E ICE NO RIBEIRÃO ESPÍRITO SANTO-MG. R. **Gest. Sust. Ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 460-482, jan./mar. 2020.

---

SOARES, Ricardo *et al.* Avaliação da Aplicabilidade de Índices de Poluição Aquática: Estudo de Caso no Rio Paraibuna (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Rev. Virtual Quim.**, v. 8, n. 6, p. 2105-2122, 2016.

SPIJKERMAN, Ely. High photosynthetic rates under a colimitation for inorganic phosphorus and carbon dioxide. **Journal of Phycology**. v. 46, n. 4, p. 658-664, 2010.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1, e. 4, p. 25-92, 2014.