

Eixo Temático ET-08-007 - Poluição Ambiental

ANÁLISE ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA EM FUNÇÃO DA INTRODUÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS - RIACHO MUSSURÉ/PARAÍBA/BRASIL

Jamille Freire Amorim¹, Maiane Barbalho da Luz², Carmem .Lúcia Moreira Gadelha³,
Lairanne Costa de Oliveira⁴, Gustavo César Santos de Andrade⁵, Thales Raony de Nascimento⁶

¹Engenheira Ambiental - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

²Acadêmica de Engenharia Ambiental - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

³Professora Doutora - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

⁴Acadêmica de Engenharia Ambiental - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

⁵Acadêmico de Engenharia Ambiental - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

⁶Acadêmico de Engenharia Ambiental - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

RESUMO

Diante da importância e necessidade de se conhecer as possíveis alterações sofridas pelos corpos hídricos, provocadas pela poluição, este trabalho teve como objetivo realizar a análise espacial dos parâmetros físico-químicos na água do riacho Mussuré em decorrência do lançamento de efluentes industriais. A área de estudo selecionada está contida na bacia hidrográfica do rio Gramame, no estado da Paraíba. Ao longo de seu percurso esse riacho recebe lançamentos de esgotos domésticos, efluentes industriais e resíduos sólidos, já que atravessa o Distrito Industrial de João Pessoa, capital do Estado. A metodologia consistiu na definição e localização dos pontos de coleta, na análise laboratorial dos parâmetros físico-químicos e no uso de estatística descritiva e comparativa (Mann-Whitney) para obter e processar informações espaciais relevantes a respectivo de tal corpo hídrico. A água do riacho foi coletada em quatro pontos, no período de março a junho de 2017, totalizando quatro amostragens. Os resultados obtidos mostram que o riacho Mussuré apresenta condições críticas no que se refere à qualidade da água. Tal corpo hídrico tem sofrido impactos negativos, denunciados pelos níveis de oxigênio dissolvido (OD) abaixo do limite mínimo estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/2005. A análise estatística comparativa de Mann-Whitney mostrou que a OD, o e os sólidos totais apresentam valores significativamente diferentes entre o ponto mais próximo a nascente e o ponto mais a jusante do riacho. No entanto, observou-se não haver diferença significativa nos parâmetros de qualidade da água analisados com relação a um ponto localizado à montante de um de lançamento de efluente identificado em campo e ao ponto logo à jusante desse lançamento. Através dessa análise, verifica-se que o riacho Mussuré tem sofrido, desde a sua nascente, com os impactos negativos devido as mais diversas interferências humanas na sua bacia hidrográfica. Por isso apresenta singularidades que, em seu conjunto, o credencia como um rico exemplo real de amplitude bastante variada, em número e grau, de complexidade de problemas, necessitando de uma maior atenção dos órgãos ambientais.

Palavras-chave: Efluentes industriais, Qualidade da água, Análise estatística, Riacho.

INTRODUÇÃO

Fatores relacionados ao crescimento populacional, urbanização e desenvolvimento econômico levam ao aumento na demanda humana por água. Nesse sentido, a grande dependência hídrica exerce influência direta na disponibilidade e qualidade desse recurso.

O uso da água de forma indiscriminada associado à poluição hídrica, além de causar a redução no volume disponível, e a alteração no ciclo hidrológico regional, afeta os sistemas ecológicos, econômicos e sociais (TUNDISI, 2006). Sob esse enfoque, alterações físico-químicas e ecológicas no sistema aquático conduzem ao desequilíbrio da fauna e da flora dos corpos hídricos resultando em prejuízos para a região.

No estado da Paraíba, a bacia hidrográfica do rio Gramame, conta com o reservatório Gramame/Mamuaba, maior provedor de água para o abastecimento da cidade de João Pessoa, a capital paraibana, e Grande João Pessoa. Essa bacia hidrográfica também abriga um dos maiores polos industrial do Estado, o Distrito Industrial de João Pessoa que apresenta indústrias de pequeno, médio e grande porte e de diversos gêneros. Os efluentes gerados por essas indústrias constituem uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos que, na maioria das vezes, são lançados nos corpos hídricos, particularmente no riacho Mussuré, sem nenhum tratamento prévio (SCIENTEC, 2000).

Com relação à qualidade da água desse corpo hídrico, trabalhos desenvolvidos anteriormente, indicaram que o riacho Mussuré apresenta condições críticas de degradação (GADELHA et al., 2007; ABRAHÃO et al., 2007; GADELHA et al., 2011), o que é provável que sua capacidade de suporte não seja compatível com o volume de efluente recebido.

Dessa forma, a investigação da qualidade da água do riacho Mussuré, ao longo do seu percurso, permite entender o seu estado de degradação espacial, inferindo sobre a presença e influência de possíveis pontos de lançamento de efluentes. O conhecimento de alterações na qualidade da água ao longo desse corpo hídrico é do interesse não apenas da comunidade científica e da sociedade, mas também dos órgãos ambientais, para que sejam realizadas ações gerenciais.

OBJETIVO

Essa pesquisa teve como objetivo realizar a análise espacial de parâmetros físico-químicos na água do riacho Mussuré em decorrência do lançamento de efluentes industriais.

METODOLOGIA

Área de estudo

A sub-bacia hidrográfica do riacho Mussuré localiza-se entre as latitudes 7°11' e 7°13' sul e as longitudes 34°52' e 34°56' oeste. Esta unidade geográfica está inserida na bacia hidrográfica do rio Mumbaba que, por sua vez, é uma sub-bacia hidrográfica do rio Gramame. Assim, o riacho Mussuré é um tributário do rio Mumbaba, sendo este o principal afluente da margem esquerda do rio Gramame. Nesse contexto, a sub-bacia hidrográfica do riacho Mussuré tem influência sobre a qualidade da água de trechos do rio Mumbaba e do rio Gramame, sendo, desta forma, uma área de grande importância dentro da bacia hidrográfica do rio Gramame.

A bacia hidrográfica do rio Gramame está localizada entre as latitudes 7°11' e 7°23' sul e as longitudes 34°48' e 35°10' oeste, na região litorânea sul, próxima à cidade de João Pessoa, no nordeste do Brasil (Figura 1). Ocupa uma área de 589,1 km² e abrange parcialmente sete municípios: João Pessoa, Conde, Alhandra, Pedras de Fogo, São Miguel de Taipu, Santa Rita e Cruz do Espírito Santo. Apenas as sedes municipais de Pedras de Fogo e do Conde localizam-se no interior da bacia hidrográfica. A rede hidrográfica do rio Gramame orienta-se perpendicularmente à costa oriental do nordeste, desembocando diretamente no Oceano Atlântico. Seus principais cursos d'água são, além do principal, o Gramame, os afluentes Mamuaba, Mumbaba (que tem como principal afluente o riacho Mussuré) e Água Boa, todos perenes. Na parte baixa da bacia, os manguezais, vegetação de preservação permanente, ocorrem ainda em área considerável e, por conta dos atrativos litorâneos e das belezas naturais

que podem ser ali apreciadas, as atividades turísticas e de lazer têm crescido muito nessa parte da bacia.

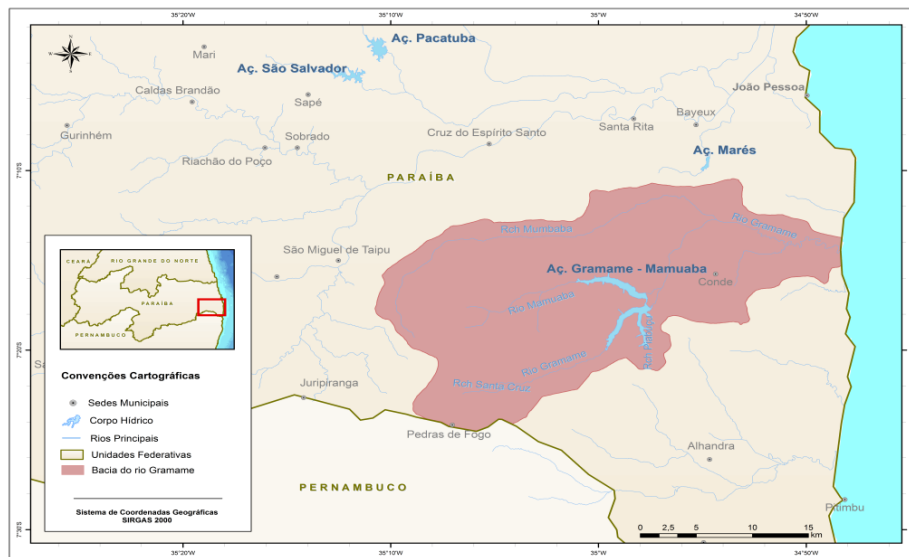


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Gramame. Fonte: Elaboração própria, 2006.

A referida bacia hidrográfica também abriga o reservatório Gramame/Mamuaba que é localizado no limite entre o médio e baixo curso do rio Gramame, que é o maior da região litorânea do estado da Paraíba, com um volume de armazenamento de 56,94 milhões de metros cúbicos de água. Este reservatório é o principal manancial de água para abastecimento público das cidades de João Pessoa, Bayeux, Santa Rita (apenas do distrito de Várzea Nova) e Cabedelo. Também estão presentes na bacia os Distritos Industriais de João Pessoa e do Conde. Na Figura 2 está apresentada a bacia hidrográfica do rio Gramame, com destaque para a área de estudo, que engloba a sub-bacia hidrográfica do riacho Mussuré e nela, o Distrito Industrial de João Pessoa.

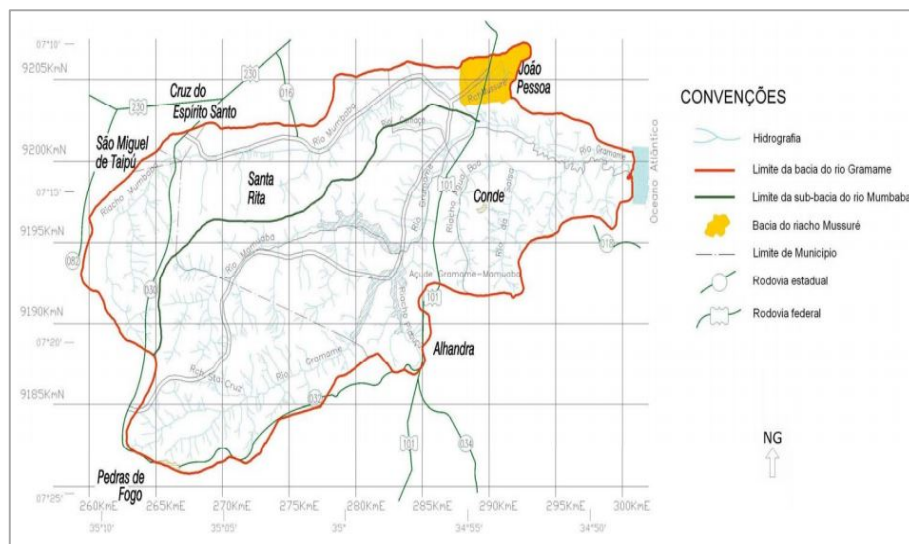


Figura 2. Localização da bacia do RiachoMussuré na bacia hidrográfica do Rio Gramame. Fonte: Abrahão, 2006.

Definição dos pontos de amostragem

De início foram realizados trabalhos de campo para o reconhecimento e a caracterização da área de estudo. Esse reconhecimento foi complementado com informações obtidas junto a órgãos ambientais, tais como a Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA. Para a definição e localização dos pontos de coleta se utilizou o rastreador GPS. Assim, foram definidos, estrategicamente, em função dos locais de lançamento de efluentes industriais, quatro pontos de coleta (Tabela 1). A localização dos pontos é mostrada na Figura 3.

Tabela 1. dos pontos monitorados no riacho Mussuré.

Pontos	Descrição	Coordenadas (UTM – Zona: 25 M)
1. Carrefour	A montante da BR 101, tendo como ponto de referência o depósito do supermercado Carrefour. É o ponto mais próximo da nascente.	X: 9205074,08 m S Y: 290272,34 m E
2. Ponto a montante de despejo de efluente	À jusante da BR 101, aproximadamente na metade do Riacho, situado próximo à Fazenda Mussuré. Localizado a montante de um ponto específico de despejo de efluente.	X: 9205186,19 m S Y: 289814,43 m E
3. Ponto a jusante de despejo de efluente	À jusante da BR 101, aproximadamente na metade do Riacho, situado próximo à Fazenda Mussuré. Localizado a jusante de um ponto de descarga de efluente.	X: 9205175,00 m S Y: 289719,00 m E
4. Ponte	Localizado próximo a uma ponte, antes da confluência do riacho Mussuré com o rio Mumbaba.	X: 9203710,45 m S Y: 287950,47 m E

Coleta de água e parâmetros analisados

A água do riacho Mussuré foi coletada nos quatro pontos já mencionados. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: temperatura; pH; turbidez; oxigênio dissolvido (OD); nitrato; sulfato; demanda bioquímica de oxigênio (DBO); demanda química de oxigênio (DQO); sólidos totais, fixos e voláteis. Os procedimentos de coleta, preservação das amostras e análises, realizadas no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), seguiram o *Standard Methods* (APHA/AWWA/WEF, 2012).



Figura 3. Pontos de coleta da água do riacho Mussuré. Fonte: Autoria própria, 2017.

Análise dos parâmetros

Os resultados dos parâmetros analisados em laboratório foram tratados estatisticamente a fim de permitir a avaliação espacial da qualidade da água no riacho Mussuré.

Inicialmente, verificou-se o comportamento das variáveis ao longo do riacho Mussuré, nos quatro pontos de coleta. Essa análise espacial possibilitou a verificação da qualidade da água conforme o curso ia recebendo os efluentes industriais. Para isso, com o auxílio do programa computacional *Excel*, realizaram-se análises descritivas para cada parâmetro em todos os pontos de coleta. Além disso, aplicou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney, com o objetivo de verificar em cada parâmetro analisado diferenças significativas das condições do riacho entre seu início (ponto 1) e o ponto mais a jusante (ponto 4). Também, verificar a existência de diferenças na qualidade da água do riacho entre o ponto a montante (ponto 2) e a jusante (ponto 3) de um lançamento pontual de efluentes industriais identificando em campo.

O teste de Mann-Whitney é usado para testar tendências centrais de duas amostras, fazendo uma comparação entre suas variáveis. As duas amostras devem ser aleatórias, e as observações, independentes. Foi adotado o nível de significância (α) igual a 0,05, e para valores de $p \leq 0,05$ as amostras são consideradas significativamente diferentes. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software R*.

Por fim, verificou-se o atendimento aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas da classe 3 de qualidade, no qual o riacho Mussuré está enquadrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros OD, DBO e DQO analisados para as amostras de água nas quatro coletas realizadas durante o estudo encontram-se representados graficamente na Figura 4. O cálculo de estimadores estatísticos que descrevem tais parâmetro está demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva dos parâmetros OD, DBO e DQO da água do riacho Mussuré.

Parâmetros		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Padrão Conama 357/2005 Classe 3 (Águas doces)
OD (mg/LO ₂)	Ponto 1	3,63	3,65	3,50	3,70	≥4
	Ponto 2	1,73	1,75	1,60	1,80	
	Ponto 3	1,80	1,80	1,50	2,10	
	Ponto 4	1,73	1,60	1,20	2,50	
DBO (mg/L O ₂)	Ponto 1	10,52	10,93	3,50	16,73	≤10
	Ponto 2	10,52	12,85	0,00	16,37	
	Ponto 3	10,95	8,68	8,17	18,30	
	Ponto 4	10,36	11,18	4,90	14,20	
DQO (mg/L O ₂)	Ponto 1	44,63	36,84	22,32	82,52	-
	Ponto 2	56,25	50,77	20,09	103,38	
	Ponto 3	51,75	42,52	32,26	89,69	
	Ponto 4	73,56	44,43	30,60	174,79	

O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais. Nos corpos hídricos, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações inferiores a 4,0 mg/L (PINTO et al., 2010); Reduções no OD podem ocorrer nos ambientes aquáticos, com implicações ambientais severas, se quantidades significativas de matéria orgânica forem a eles incorporadas. Essa situação ocorre normalmente com o lançamento de esgotos domésticos e de efluentes onde a introdução da matéria orgânica em um corpo hídrico resulta no consumo de oxigênio (VON SPERLING, 2005).

As análises de OD realizadas nos pontos do riacho Mussuré, mostram que ocorreu variação da concentração desse parâmetro em todos os pontos de coleta. Além disso, os valores do parâmetro foram inferiores ao mínimo de 4mg/L estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA. As análises estatísticas Mann - Whitney de comparação entre os pontos mostrou haver significativa diferença nos valores de OD entre os pontos 1 e 4 ($p < 0,03$), o que demonstra a tendência de diminuição da concentração de oxigênio dissolvido ao longo do curso do Riacho. Os resultados mostraram, ainda, não haver diferença significativa entre os pontos 2 e 3. Infere-se assim, que apesar de o ponto de lançamento de efluente identificado em campo causar influência indireta na concentração de OD, este não contribui diretamente para a diminuição na concentração de tal parâmetro.

Referente à análise da DBO, que é uma medição indireta da quantidade de matéria orgânica em um copo hídrico, observou-se que em todos os pontos, com exceção do ponto 3, as medianas apresentaram-se acima do valor padrão máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos de classe 3 (≤ 10 mg/L). Identificou-se ainda, uma variação nos valores medidos, em cada um dos pontos, nos quatro meses de coleta. É possível que tal variação esteja relacionada não somente às características físico-químicas dos efluentes lançados no Mussuré, mas também à vazão do próprio riacho que não é suficiente para diluir a carga poluidora contida nos efluentes lançados ao longo do percurso. A aplicação de Mann-Whitney mostrou não haver diferenças significativas entre os pontos 1 e 4, e entre os pontos 2 e 3.

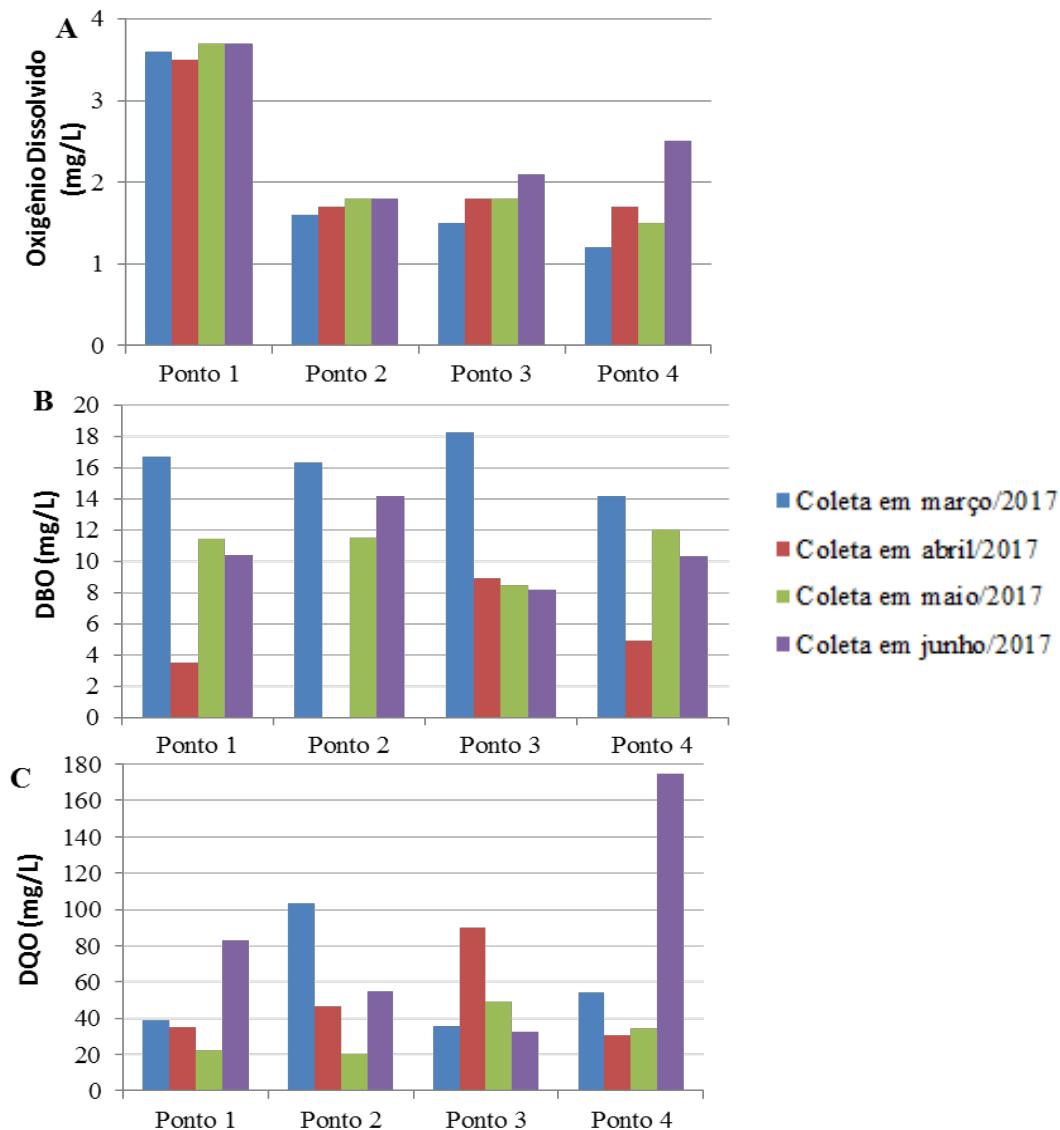


Figura 4. Evolução dos parâmetros de (A) OD, (B) DBO e (C) DQO ao longo do riacho Mussuré para as quatro coletas estudadas.

Outro parâmetro de grande importância é a DQO, que é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico em meio ácido. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de efluentes sanitários e de efluentes industriais, sendo muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos (CETESB, 2008). A análise estatística comparativa mostrou que não há diferença significativa nos valores de DQO nos pontos do Riacho, especialmente entre os pontos 2 e 3.

Desse fato deduz-se que os problemas do Mussuré se iniciam desde o ponto mais próximo à sua nascente (ponto 1). A não observação de tendência de crescimento ou diminuição nos valores de DBO e DQO demonstra que, além do riacho não ter mais capacidade de depurar a matéria orgânica que recebe, é provável que essa carga seja muito variada (concentração, procedência, difícil degradabilidade, etc) e que o lançamento seja intermitente.

Com relação aos parâmetros temperatura, pH, turbidez, sulfato, nitrato, sólidos totais, sólidos fixos e voláteis, analisados em amostras de água ao longo do riacho nas quatro coletas, seus resultados encontram-se representados graficamente na Figura 5. O cálculo de estimadores estatísticos que descrevem tais parâmetros está demonstrado na Tabela 3.

O incremento da temperatura num ambiente aquático depende da insolação, da umidade do ar, do vento e pode ainda ser influenciado pela adição de efluentes com temperatura elevada. Constatou-se que nos pontos de coleta do riacho Mussuré o valor máximo da temperatura atingiu 29 °C. Porém, pela aplicação de Mann-Whitney observou-se que não houve diferença significativa entre os pontos 1 (mais próximo à nascente) e 4 (mais à jusante), tampouco entre os pontos 2 (à montante do ponto de lançamento de efluente) e 3 (à jusante do ponto de lançamento de efluente). Isso significa que a temperatura da água do Riacho não é influenciada pelos lançamentos de efluentes industriais.

No que se refere ao pH, verifica-se que todos os valores apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (entre 6,0 e 9,0). Apesar de ter sido observado pequenas oscilações nos valores de pH, as medianas desse parâmetro em todos os pontos permaneceram com valores característicos de neutralidade (7,0 ~7,5).

Tabela 3. Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, turbidez, nitrato, sulfato, sólidos totais, sólidos voláteis e sólidos fixos da água do riacho Mussuré.

Parâmetros		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Padrão Conama 357/05 - Classe 3 (Águas Doces)
Temperatura °C	Ponto 1	25,50	26,00	23,00	27,00	-
	Ponto 2	25,13	25,25	24,00	26,00	
	Ponto 3	26,13	26,25	25,00	27,00	
	Ponto 4	26,75	26,50	25,00	29,00	
pH (em campo)	Ponto 1	7,03	7,00	6,72	7,40	6 a 9
	Ponto 2	7,18	7,17	6,97	7,42	
	Ponto 3	7,50	7,48	7,21	7,84	
	Ponto 4	7,34	7,33	7,08	7,62	
Turbidez (NTU)	Ponto 1	26,92	5,15	2,17	95,23	≤100
	Ponto 2	13,82	6,65	2,90	39,06	
	Ponto 3	12,77	7,42	4,40	31,83	
	Ponto 4	12,28	6,75	3,80	31,83	
Nitrato (mg/L N)	Ponto 1					≤10
	Ponto 2	0,46	0,25	0,07	1,27	
	Ponto 3	1,23	0,63	0,08	3,59	
	Ponto 4	1,24	0,79	0,20	3,17	
Sulfato (mg/L SO ₄)	Ponto 1	11,16	11,08	8,27	14,20	-
	Ponto 2	31,40	29,73	26,10	40,04	
	Ponto 3	27,12	24,17	23,43	36,72	
	Ponto 4	26,13	24,28	19,89	36,07	
Sólidos Totais	Ponto 1	241,25	230,5	179	325	≤500
	Ponto 2	449	448,5	354	545	
	Ponto 3	644,75	611,5	533	823	
	Ponto 4	483,75	497,5	369	571	
Sólidos Voláteis	Ponto 1	86	71	63	139	-
	Ponto 2	113,75	71	59	254	
	Ponto 3	156,5	108	76	334	
	Ponto 4	129,75	102	52	263	
Sólidos Fixos	Ponto 1	155,25	166	103	186	-
	Ponto 2	335,25	384	100	473	
	Ponto 3	488,25	473	456	551	
	Ponto 4	354	426	106	458	

A turbidez tem origem a partir de partículas de rocha, silte, argila, algas, microrganismos, despejos domésticos e industriais, entre outros, que deixam a água com aspecto turvo, dificultando a passagem da luz (VON SPERLING, 2005). Isso pode gerar uma

aparência esteticamente desagradável à água, além de prejudicar a fotossíntese. Observou-se que a turbidez (Figura 5) apresentou maiores valores na segunda coleta para todos os pontos. Essa constatação pode estar relacionada à ocorrência de precipitação nos dias anteriores a coleta. Verificou-se ainda que não há diferenças significativas nos valores de turbidez entre os pontos 1 e 4 ($p>0,05$), e, 2 e 3 ($p>0,05$). Os valores das medianas da turbidez da água de todos os pontos de coleta no riacho Mussuré estiveram menores do que 100,0 NTU que é o padrão máximo estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA para corpos hídricos de classe 3.

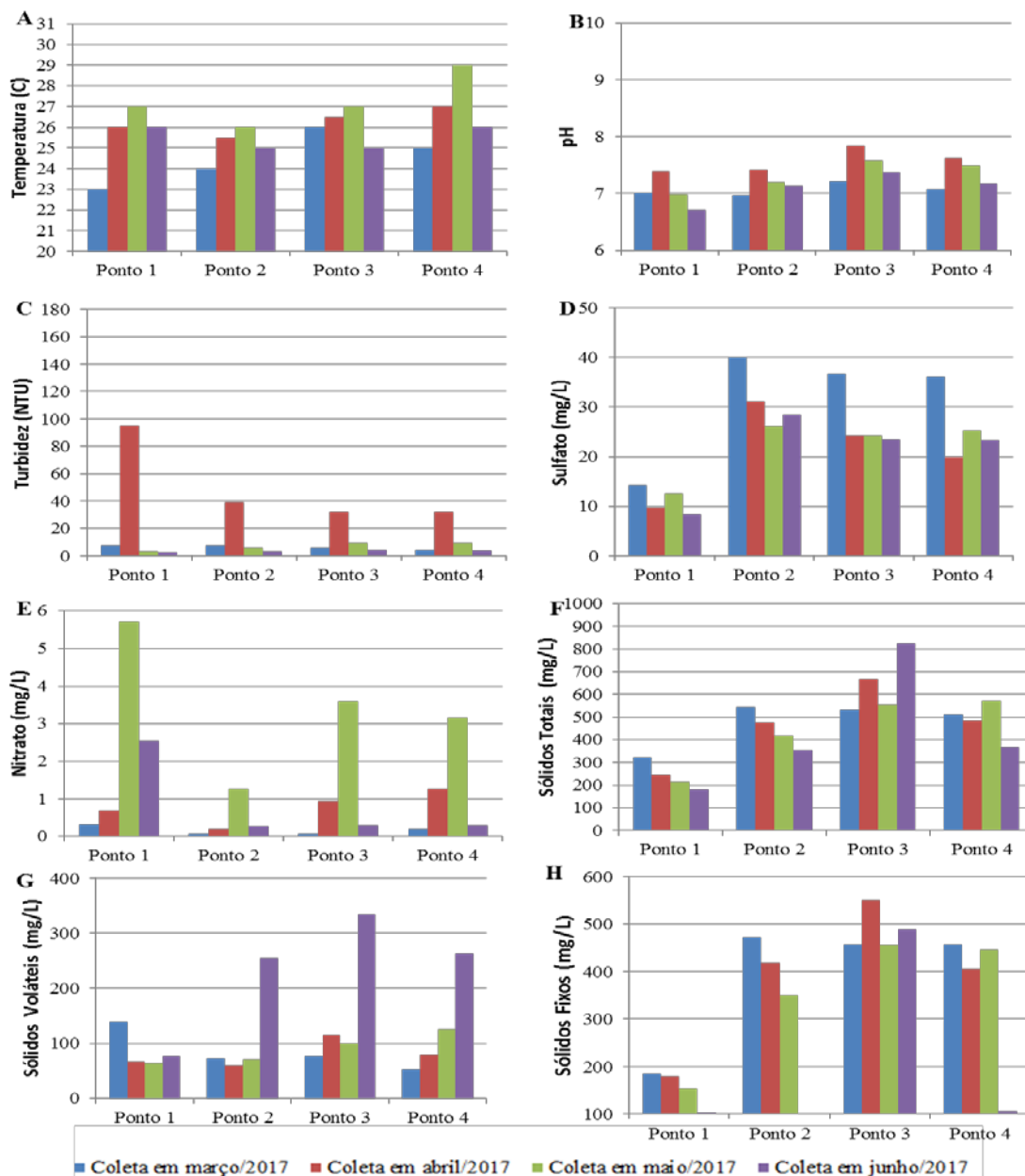


Figura 5. Evolução dos parâmetros de (A) temperatura, (B) pH, (C) turbidez, (D) sulfato, (E) nitrato, (F) sólidos totais, (G) sólidos voláteis e (H) sólidos fixos ao longo do riacho Mussuré para as quatro coletas estudadas.

Com relação aos sulfatos, a sua origem está, naturalmente, na dissolução de solos e rochas, como gesso e sulfato de magnésio. No entanto, seu valor pode exceder nas águas superficiais devido à descargas de esgotos domésticos (por exemplo, por causa da degradação de proteínas) e dos efluentes industriais (exemplos: efluentes de indústrias de celulose e papel,

química, farmacêutica, etc). De com acordo Sarti et al. (2008) as descargas indiscriminadas, diretas ou indiretas, de águas residuárias e de efluentes contendo sulfato em corpos aquáticos receptores podem prejudicar a qualidade das águas e também interferir no ciclo natural do enxofre. Nas zonas anaeróbias, o íon sulfato é reduzido a sulfeto de hidrogênio, aumentando a demanda química de oxigênio e, dessa forma, comprometendo o processo natural de autodepuração.

A análise de sulfato na água do riacho Mussuré mostra valores menores no ponto 1 e mais elevados nos demais, o que pode ser causado pela introdução de efluentes industriais ao longo do seu percurso. A aplicação de Mann-Whitney corrobora com tal observação, a análise estatística mostra diferenças significativas entre o ponto mais a nascente (ponto 1) e o mais a jusante (ponto 4) do riacho ($p < 0,03$). No entanto, não é observado, diferenças significativas nos valores desse parâmetro entre os pontos 2 e 3 ($p > 0,05$), o que indica que a carga pontual de efluente identificada em campo não causa impacto significativo na concentração de tal parâmetro no riacho.

Com relação ao parâmetro nitrato a sua concentração nas águas superficiais raramente excede 0,1 mg/L, no entanto tal valor pode ser elevado pelo lançamento de águas residuárias e chorume originado em aterros sanitários. Certos efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrato nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes (VON SPERLING, 2005). Em corpos de classe 3, a Resolução CONAMA 357/2011 limita um valor de 10 mg/L. Pelas análises observou-se que na água do riacho Mussuré o nitrato ficou abaixo do limite máximo permitido pela Resolução supracitada. Sem justificativa aparente, os maiores valores desse parâmetro foram observados no ponto 1 (próximo à nascente), porém as análises estatísticas comparativas mostraram não haver diferenças significativas entre os pontos 1 e 4 , e os pontos 2 e 3.

Os sólidos totais representam a soma das parcelas de sólidos em suspensão, coloidais e dissolvidos da água. Considerando que a presença de sólidos pode afetar negativamente a qualidade das águas de diversas formas, a Resolução CONAMA 357/2011 limita seu valor máximo em 500 mg/L para corpos de classe 3. De acordo com a análises realizadas observou-se que o ponto 1 apresentou valores menores com relação ao restante dos pontos. Isso foi comprovado, através de Mann-Whitney, onde diferenças significativas entre os valores no ponto 1 e ponto 4 ($p < 0,03$) foram verificadas. O ponto 3, imediatamente à jusante do ponto de lançamento de efluente, apresentou mediana acima do valor máximo permitido pela referida Resolução. No entanto, constatou-se que não há diferenças significativas entre o ponto 2 (logo à montante do lançamento de efluente) e o mencionado ponto 3.

Com relação aos sólidos voláteis, que representa a fração orgânica dos sólidos, e aos sólidos fixos, que representa a fração da matéria inorgânica ou mineral, constatou-se não haver diferenças significativas em nenhum dos pontos analisados.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que o riacho Mussuré apresenta condições críticas no que se refere à qualidade da água e capacidade de diluição das cargas poluentes que são inseridas no mesmo.

Tal corpo hídrico tem sofrido impactos negativos, denunciados pelos níveis de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação vigente. A análise estatística comparativa de Mann-Whitney corrobora com tais observações. Foi verificado que os valores de OD, sulfato e sólidos totais apresenta valores significativamente diferentes entre o ponto 1 (mais próximo a nascente) e ponto 4 (mais a jusante).

Infere-se assim, que a tendência de diminuição na concentração de OD e o aumento na concentração de sulfato e sólidos totais estão relacionados à introdução de substâncias poluentes provenientes de efluentes industriais e até mesmo esgoto doméstico, que são lançados durante todo o seu percurso, e provavelmente a partir da sua nascente. É importante destacar a

dificuldade de identificação de tais pontos de lançamento, fator que demonstra a necessidade de uma fiscalização mais intensa na bacia hidrográfica do referido riacho.

Dessa forma, conclui-se que o riacho Mussuré apresenta singularidades que, em seu conjunto, o credencia como um rico exemplo real de amplitude bastante variada, em número e grau, de complexidade de problemas, necessitando de uma maior atenção dos órgãos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, R.; CARVALHO, M.; GADELHA, C. L. M.; HERNANDEZ, M. I. M.; VIANA, T. T.; SILVA JÚNIOR, W. R. Use of index analysis to evaluate the water quality of a stream receiving industrial effluents. **Water SA**, v. 33, p. 459-466, 2007.

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: American Public Health Association; 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005**. 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. Publicação: Diário Oficial da União, 18 de março de 2005.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**: Relatórios ambientais. São Paulo: CETESB, 2008.

GADELHA, C. L. M.; ABRAHÃO, R.; HERNANDEZ, M. I. M. Purificar o Mussuré. **Ciência Hoje**, v. 39, p. 66-69, 2007.

GADELHA, C. L. M.; NEVES, C. A.; LUNGUINHO, L. L.; LIRA, N. B.; ANJOS JÚNIOR, R. H.; GUEDES, T. O. Capacidade de autodepuração do riacho Mussuré. Anais do XIV World Water Congress, Porto de Galinhas, IWRA – International Water, v. 1. p. 1-13, 2011.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da Eficiência da Utilização do Oxigênio Dissolvido como Principal Indicador da Qualidade das Águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Revista GEOMAE**, v. 1, n. 1, p. 69-82, 2010.

SARTI, A.; SILVA A. J.; CÔRTEZ, R.S.; FORESTI, E. **Remoção** de sulfato em reator anaeróbio operado em batelada. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 15-22, 2008.

SCIENTEC - Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gramame**. João Pessoa: Laboratório de Recursos Hídricos, UFPB, 2000. v. 1.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, v. 70, n. 2316-9036, p.24-35, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/issue/view/1071>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

VON SPERLING, M. **Princípios de tratamento biológico de águas residuais**: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: DESA - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2005. v. 1.