

Grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade em praia de água doce no rio Negro, Amazonas

Fecal coliform group as an indicator of balneability in freshwater beach in Negro River, Amazonas

Grupo de coliformes fecales como indicador de baño en una playa de agua dulce en el río Negro, Amazonas

Recebido: 27/04/2020 | Revisado: 29/04/2020 | Aceito: 04/05/2020 | Publicado: 10/05/2020

Adriano Nobre Arcos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9509-3283>

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: adriano.bionobre@gmail.com

Jonismar Souza da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5818-5640>

Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil

E-mail: jonis20@gmail.com

Hillândia Brandão da Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6434-8829>

Laboratório de Química Ambiental, Coordenação de Dinâmica Ambiental, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil

E-mail: hillandia@gmail.com

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a qualidade da água da praia do Tupé e classificá-la conforme os padrões e critérios determinados pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 274/2000 e 357/2005. Foram realizadas coletas de água durante cinco semanas consecutivas em dois períodos sazonais (cheia e seca), utilizando a técnica dos tubos múltiplos e equipamentos portáteis. O ponto um na praia do Tupé foi classificada como

imprópria no período seco e os demais pontos foram classificados em próprios para os dois períodos. No geral os parâmetros físicos e químicos estiveram dentro dos padrões estabelecidos pela resolução ambiental vigente. Vale ressaltar as características regionais da região de estudo, como a acidez das águas do rio Negro. Não houve diferença significativa entre pontos na praia do Tupé, com valor de $p=0,6198$.

Palavras-chave: Conama; Qualidade da água; Manaus; Praia do Tupé.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the water quality of Tupé beach and to classify it according to the standards and criteria determined by the Resolution of the National Environment Council nº 274/2000 and 357/2005. Water collections were carried out for five consecutive weeks in two seasonal periods (high and low water), using the technique of multiple tubes and portable equipment. Point one on Tupé beach was classified as unsuitable in the dry season and the other points were classified as suitable for both periods. In general, the physical and chemical parameters were within the standards established by the current environmental resolution. It is worth mentioning the regional characteristics of each study region, such as the acidity of the waters of the Negro river. There was no significant difference between points at Tupé beach, with $p = 0.6198$.

Keywords: Conama; Water quality; Manaus.

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la calidad del agua de la playa de Tupé y clasificarla según los estándares y criterios determinados por la Resolución del Consejo Nacional del Medio Ambiente nº 274/2000 y 357/2005. Las recolecciones de agua se llevaron a cabo durante cinco semanas consecutivas en dos períodos estacionales (completo y seco), utilizando la técnica de múltiples tubos y equipos portátiles. El punto uno en la playa de Tupé se clasificó como inapropiado en el período seco y los otros puntos se clasificaron como apropiados para ambos períodos. En general, los parámetros físicos y químicos estaban dentro de los estándares establecidos por la resolución ambiental actual. Vale la pena mencionar las características regionales de la región de estudio, como la acidez de las aguas del río Negro. No hubo diferencias significativas entre los puntos en la playa de Tupé, con un valor p de 0.6198.

Palabras clave: Conama; Calidad del agua; Manaus.

1. Introdução

O Estado do Amazonas possui um grande potencial turístico: por sua fauna flora exuberantes. Sua hidrografia, conhecida internacionalmente, também é um grande atrativo, sendo os rios bastante utilizados como forma de recreação. Há muitas formas de uso recreacional do ambiente aquático, como, por exemplo, o banho de sol, natação, mergulho, passeio de barco, dentre outros (WHO, 2003). O rio Negro possui em suas margens, extensos quilômetros de praias, que nos últimos vem recebendo uma quantidade maior de visitantes (Souza, et al., 2010). Por conta desse aumento de visitantes nas praias, é importante avaliar os efeitos do uso da água como recreação, assegurando manutenção e sustentabilidade do ambiente.

A qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário é denominada Balneabilidade, como, por exemplo, a natação e mergulho. Sua avaliação é feita com critérios técnicos baseados em indicadores microbiológicos, e confrontados com padrões pré-estabelecidos. Em termos sanitários, o contato do banhista com a água contaminada por bactérias, vírus e protozoários, pode acarretar no surgimento de doenças de veiculação hídrica (Cetesb, 2020).

A Resolução Ambiental do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA n° 274/2000, define os critérios para a classificação de águas destinadas à recreação de contato primário, por meio de parâmetros e indicadores específicos que garantam as condições de balneabilidade. Assim, o estudo da balneabilidade de uma praia compreende a medida das condições sanitárias, objetivando a sua classificação em própria (abaixo de 1.000 coliformes em 80% ou mais das amostras das cinco semanas consecutivas) e imprópria (acima de 1.000 coliformes em 20% ou mais das amostras) para o banho. Essa classificação é baseada na densidade de coliformes fecais resultantes de análises realizadas em cinco semanas consecutivas (Brasil, 2000).

O aumento de ocupações sem infraestrutura devido a instalação de famílias ao longo das margens dos rios, lagoas e praias, vem afetando diretamente o ecossistema aquático. E a carência de saneamento básico: com o desague de poluentes nos recursos hídricos, contribuem para a deterioração do meio (Alves, 2018). Fatores como o clima, práticas recreativas e fluxo de turistas, refletem na sobrecarga sazonal dos recursos naturais e serviços públicos, como saneamento e outros desequilíbrios socioambientais (Assis, 2003).

A necessidade do monitoramento de um rio de água doce é essencial, tanto para manutenção da qualidade de vida dos organismos aquáticos, quanto para a saúde da

população (Cairns, 2002; Magalhães & Ferrão Filho, 2008). Com isto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água da praia fluvial do Tupé, e suas condições de balneabilidade com a utilização de parâmetros microbiológicos e limnológicos ao longo do ano de 2007, em diferentes períodos hidrológicos.

2. Metodologia

Por meio de pesquisas, busca-se adquirir e se apropriar de novos saberes como considera Pereira et al. (2018). No presente estudo se realiza uma pesquisa em campo na qual se coletam dados e se realizam as análises respectivas voltadas para o contexto do grande potencial dessa importante parte da região Amazonica.

Área de estudo

A praia do Tupé está localizada à margem esquerda do rio Negro, a 25 km de Manaus e faz parte da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. A praia fica exposta durante quase todo o ano, com o melhor período de visitação entre os meses de agosto a março, quando o nível do rio Negro ainda está baixo. Tem como atrativo suas águas calmas, mornas e paisagem preservada, havendo no local uma infraestrutura de barracas simples para venda de alimentos, além de uma aldeia indígena da etnia Dessana nas proximidades, sendo um atrativo a mais para os visitantes. O acesso é fluvial por meio de barcos e lanchas, com tempo de viagem estimado entre 20 a 30 minutos. Foram selecionados três pontos amostrais, seguindo os critérios de fluxo de banhista e acessibilidade ao local (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da praia fluvial do Tupé, localizado na margem esquerda do rio Negro, Amazonas.



Fonte: Autores.

As coletas de água foram realizadas nos dois períodos sazonais distintos no ano de 2007 (cheia e seca), durante cinco semanas consecutivas totalizando 15 amostragens, conforme recomendado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente nº274/2000 (Brasil, 2000).

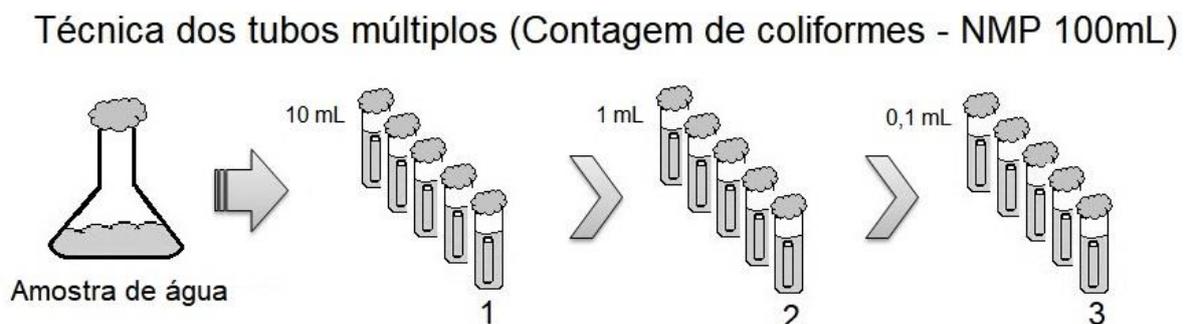
Técnica dos tubos múltiplos

As amostras foram coletadas na superfície da coluna d'água a um metro de profundidade, que representa o local mais utilizado pelos banhistas, na quantidade de 250 mililitros em cada ponto.

Foi utilizada a técnica dos Tubos Múltiplos que determina o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais presentes nas amostras de água, com o auxílio da tabela de Hoskins, recomendado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente através da resolução nº 274/2000 que é fundamentada no Standart Methods for Water and Wastewater Examination de acordo com a Figura 2 (Apha, 1985; Brasil, 2000).

A técnica dos tubos múltiplos é constituída de dois testes: presuntivo e confirmativo, possuindo três procedimentos para verificação e contagem do grupo coliforme (Figura 2).

Figura 2. Esquema da técnica dos tubos múltiplos para crescimento de coliformes fecais em amostras de água.



Fonte: Autores.

Ao final os tubos positivos em cada série de diluição são contabilizados e os resultados são comparados com a tabela de Hoskins.

Estes resultados fornecem a densidade de bactérias do grupo coliforme total e fecal por meio do número mais provável de coliformes presentes na amostra (NMP/100mL), onde serão comparados com os valores estabelecidos pela resolução ambiental nº 274/2000 de acordo com a Tabela 1 (Brasil, 2000).

Tabela 1. Categoria de classificação para balneabilidade conforme resolução ambiental do CONAMA n° 274/2000.

	Categoria Padrão	Limites de coliforme fecal (*NMP/100 mL)
Próprio	Excelente	Máx. 250 coliformes fecais em 80% ou mais das amostras.
	Muito Bom	Máx. 500 coliformes fecais em 80% ou mais das amostras.
	Satisfatório	Máx. 1000 coliformes fecais em 80% ou mais das amostras.
	Impróprio	Superior a 1000 coliformes fecais em 20% ou mais das amostras.

*NMP (Número Mais Provável): é a estimativa da densidade de coliformes fecais em uma amostra, calculado a partir da combinação de resultados positivos e negativos.

Análises físicas e químicas

Foram coletadas amostras de água em frascos de 500 mL, posteriormente conduzidas ao Laboratório de Química Ambiental - INPA, para filtragem, secagem e pesagem dos Sólidos Totais em Suspensão em papel de celulose, utilizando o método gravimétrico (Apha, 1985).

Para análise do fósforo e nitrato, a amostra foi fixada com Tymol, e determinada através das técnicas de cromatografia de íons no aparelho DIONEX (Apha, 1985). A temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram medidos no local com o auxílio de equipamentos portáteis (Orion pH 290A+, YSI Dissolved oxygen e VWR “EC METER” 2052). Os valores obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela legislação ambiental n° 357/2005 (Brasil, 2005).

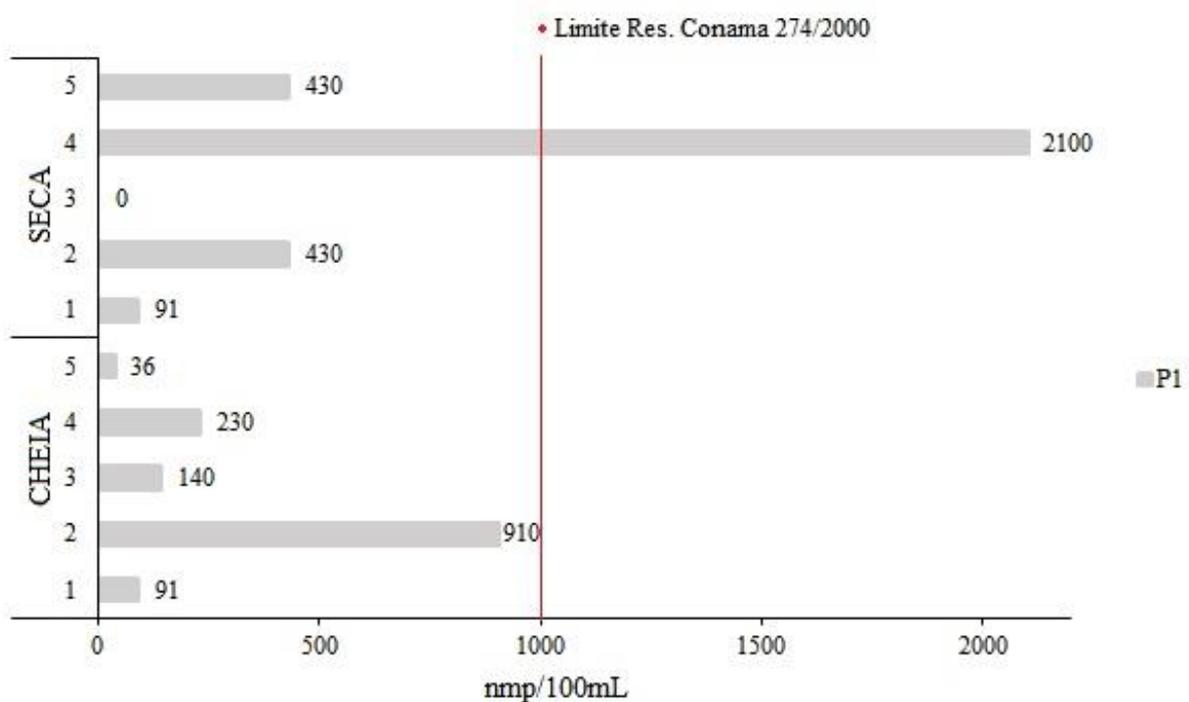
Análise dos dados

Para análise dos dados foi feito o teste não paramétrico Mann-Whitney entre os pontos amostrados na praia do Tupé, com auxílio do software Past versão 4.02 (Hammer, et al., 2001). O nível do rio Negro (cota) foi retirado do banco de dados do Porto de Manaus (Porto de Manaus, 2020).

3. Resultados e Discussão

Durante o período de coleta, a média do nível do rio Negro na cheia foi de 27,4 m e na seca de 18,5 m. O ponto P1 na praia do Tupé foi classificado como impróprio para o banho no período de seca, chegando a 2.100 NMP/100mL. Este ponto é o mais frequentado, com maior fluxo de banhistas e embarcações que transportam a população local e turistas. Os demais pontos foram enquadrados como próprios para o banho nos dois períodos amostrados. A Figura 3 apresenta as densidades de coliformes fecais no ponto P1.

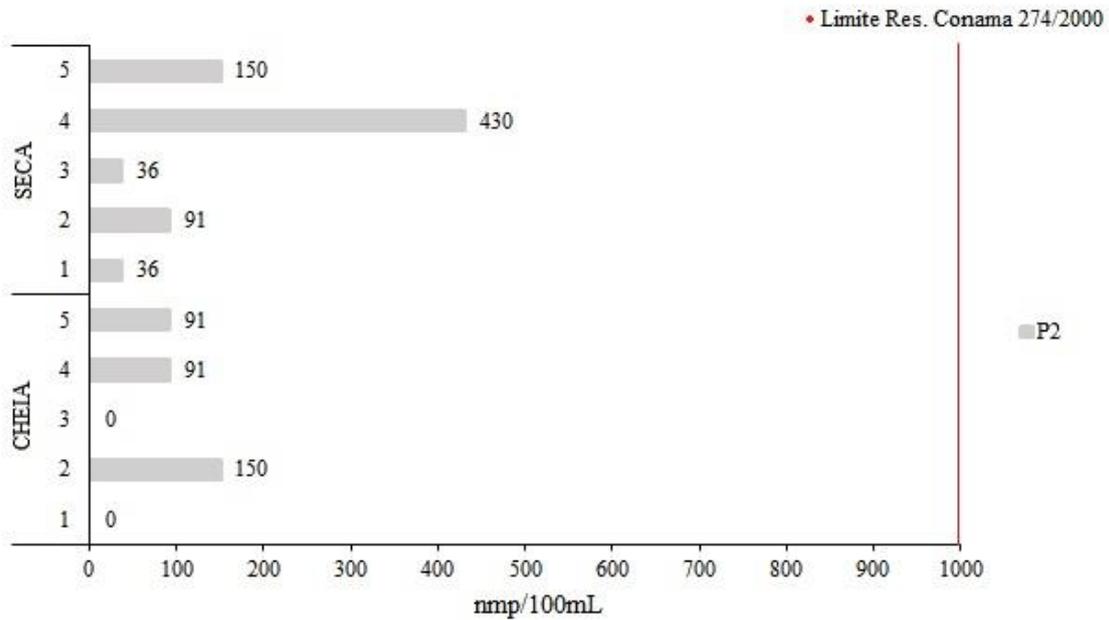
Figura 3. Densidade de coliformes fecais (NMP) presente no ponto P1 localizado na praia do Tupé, durante o período cheio e seco do rio Negro, Amazonas.



Fonte: Autores.

A ideia era verificar se haviam diferenças em relação aos pontos de coleta. A Figura 4 apresenta as densidades de coliformes fecais no ponto P2.

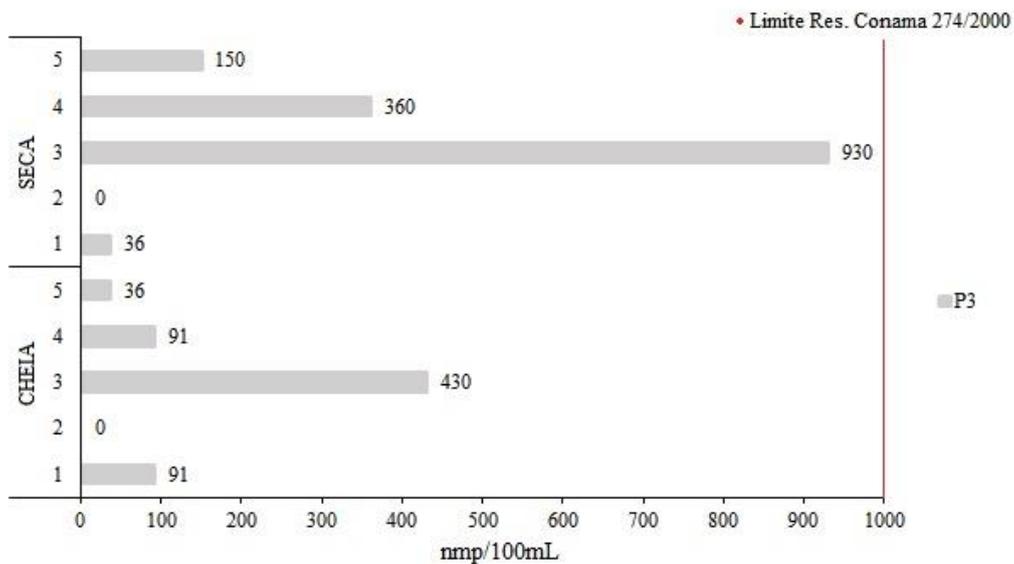
Figura 4. Densidade de coliformes fecais (NMP) presente no ponto P2 localizado na praia do Tupé, durante o período cheio e seco do rio Negro, Amazonas.



Fonte: Autores.

Em princípio não houve grandes diferenças e prosseguiu-se na busca por outro ponto. A Figura 5 apresenta as densidades de coliformes fecais no ponto P3.

Figura 5. Densidade de coliformes fecais (NMP) presente no ponto P3 localizado na praia do Tupé, durante o período cheio e seco do rio Negro, Amazonas.



Fonte: Autores.

Verifica-se que não houve diferença significativa na quantidade de coliformes presentes na água entre pontos amostrados na praia do Tupé ($p = 0,6198$).

Queiroz & Rubim (2016) apontam o despejo de efluentes não tratados oriundos da cidade de Manaus, como responsáveis pela degradação do rio Negro e aumento da densidade de coliformes fecais. Nesse sentido, o ponto mais frequentado na praia do Tupé apresentou densidade de coliforme fecal elevado, mesmo não estando sujeito a contaminação de efluentes vindos de Manaus, estando acima do estipulado pela legislação ambiental (acima de 1.000 NMP/100mL).

Este parâmetro microbiológico vem sendo aplicado na avaliação da qualidade da água para diversos fins, pois possui implicação para saúde pública. A densidade elevada de coliformes no P1, pode estar associada com a presença de embarcações sem a destinação correta dos dejetos, situação bastante comum em embarcações regionais (Paula et al., 2019) e o grande fluxo de banhistas, por conta da proximidade com a estrutura de restaurantes e bares. Além disso, a concentração de coliformes não é diluída, como acontece no período de cheia do rio, quando há maiores frequências de chuva na região (Pinto et al., 2009).

Estudos que avaliam a qualidade da água na região Amazônica estão sendo amplamente realizados, enfatizando a manutenção da vida aquática, questões sanitárias, monitoramento e a necessidade da gestão dos recursos hídricos (Peixoto, et al., 2014; Campos & Cunha, 2015; Silva, et al., 2016; Arcos, et al., 2018a), respeitando as características pertinentes de cada região.

Quando avaliamos a qualidade ambiental de um determinado ambiente, buscamos identificar se estes locais se encontram com suas características preservadas, caso contrário, torna-se importante a investigação de possíveis causadores dessas alterações. Além disso, as ações antrópicas podem favorecer no surgimento de patógenos que causam doenças aos animais e ao homem.

O pH durante as coletas variou de 4,4 a 5,5, não diferindo muito entre os dois períodos sazonais (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis limnológicas analisadas na praia do Tupé nos períodos de cheia e seca do rio Negro, Amazonas.

		P1		P2		P3	
		Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca
pH	Mínimo	4,5	4,8	4,5	4,8	4,4	4,8
	Máximo	5,1	5,3	5,1	5,5	5,2	5,4
	Média+D.P.	4,8 ± 0,2	5,0 ± 0,3	4,8 ± 0,2	5,1 ± 0,3	4,8 ± 0,3	5,0 ± 0,3
O ²	Mín.	5,1	4,2	6,1	4,3	6,6	4,0
	Máx.	7,6	6,9	7,1	5,8	7,1	5,7
	Média+D.P.	6,7 ± 0,7	5,0 ± 1,1	6,7 ± 0,4	4,9 ± 0,6	6,9 ± 0,2	4,6 ± 1,0
Temp. C°	Mínimo	28,7	28,7	28,3	29,2	29,0	29,1
	Máximo	30,0	30,9	29,6	31,5	30,0	31,4
	Média+D.P.	29,1 ± 0,5	30,0 ± 1,2	29,1 ± 0,6	30,3 ± 1,1	29,3 ± 0,4	30,0 ± 1,1
µS/cm	Mínimo	10,0	6,0	9,8	6,0	10,0	5,3
	Máximo	10,5	9,8	10,7	9,3	10,5	8,7
	Média+D.P.	10,3 ± 0,2	6,9 ± 1,7	10,2 ± 0,4	7,3 ± 1,6	10,2 ± 0,2	6,9 ± 1,6
STS mg/L	Mínimo	3,7	3,8	4,0	5,4	2,2	5,8
	Máximo	4,7	12,4	4,8	15,8	4,1	25,4
	Média+D.P.	3,9 ± 0,4	7,0 ± 3,6	4,4 ± 0,3	10,3 ± 4,2	3,1 ± 0,9	12,5 ± 7,6
Nitrato mg/L	Mínimo	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03
	Máximo	0,08	0,16	0,10	0,15	0,03	0,12
	Média+D.P.	0,03 ± 0,03	0,08 ± 0,07	0,05 ± 0,04	0,10 ± 0,05	0,02 ± 0,01	0,08 ± 0,04
Fósforo mg/L	Mínimo	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
	Máximo	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
	Média+D.P.	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01

Fonte: Autores.

Para rios de água preta como o rio Negro, os valores do pH são naturalmente ácidos, entre 3,8 a 5,5, e podem sofrer alterações com o aumento da alcalinidade (Leenheer & Santos, 1980; Pinto, et al., 2009; Oliveira, et al., 2011), provenientes de bacias de drenagens e efluentes não tratados (Tabela 2). Valores de pH semelhantes foram encontrados em estudo

realizado no lago do Tupé e no rio Negro (Darwich, et al., 2005), próximo ao ponto P1 da praia do Tupé, enfatizando as características locais de águas ácidas.

Quando comparamos os resultados do pH com os valores recomendados pela resolução ambiental do Conama n° 357/2005 (6,0 a 9,0) (Brasil, 2005), elas não se enquadram como aceitáveis. Vale ressaltar que as características limnológicas de cada região devem ser respeitadas, e não sendo embasadas totalmente por valores que não englobam a regionalidade. Para isso é necessário a criação de legislação ambiental que enquadrem a classificação dos rios da Amazônia, enfatizado em estudo realizado por Silva et al. (2013).

O oxigênio dissolvido é um dos parâmetros importantes para avaliação da qualidade da água, e de suma importância para qualquer trabalho que envolva o ambiente aquático. Nos pontos da praia do Tupé, o oxigênio dissolvido não apresentou variação significativa, com média na cheia de 6,7 e 4,8 mg/L na seca (Tabela 2), valores estes próximos aos encontrados por Pinto et al. (2009) na orla de Manaus nos pontos de menor influência antrópica (7,3 a 8,9 mg/L). A ação dos ventos e, a precipitação auxilia no aumento da concentração de oxigênio na água, principalmente no período chuvoso na região do rio Negro, como observado no presente estudo.

Para legislação ambiental do Conama n° 357/2005, valores de oxigênio dissolvido no ambiente aquático não pode ser inferior a 6,0 mg/L, conseqüentemente, a praia na estação seca não atende os padrões estipulados por ela (Brasil, 2005). Para a região Amazônica, valores abaixo de 6,0 mg/L são comumente mensurados (Pinheiro & Borges, 2013; Caraballo, et al., 2014; Silva, et al., 2016; Arcos, et al., 2018b).

Alguns fatores que agravam no teor do oxigênio dissolvido na água são: a entrada de esgoto com a adição de nutrientes nos recursos hídricos, principalmente próximo de cidades. Porém, em regiões mais preservadas também são encontrados baixos teores de oxigênio dissolvido, e podem ser oriundos da decomposição da serapilheira das bacias, afetando assim o ciclo do carbono (Silva, et al., 2013). A praia do Tupé ainda é considerada como uma área que preserva suas características ambientais, principalmente pela distância da cidade de Manaus, não sofrendo impacto direto do despejo de esgoto não tratados oriundo da cidade por meio dos igarapés e esgotos.

A temperatura média da água no período de cheia foi 29,1 °C e no período de seca foi de 30,0 °C, estando próxima a média verificada em outros estudos no rio Negro (Fonseca, et al., 1982; Aprile, et al., 2011). Sólidos totais em suspensão não apresentaram valores elevados na praia do Tupé, com maiores concentrações no período de seca, permanecendo muito abaixo de 500 mg/L, estipulado pela resolução ambiental (Brasil, 2005).

Os valores baixos de condutividade elétrica nos três pontos na praia do Tupé (5,3 a 10,7 μ S/cm) refletem bem as características do rio Negro com baixo teor de íons dissolvidos. Pascoaloto & Bringel (2010) e Silva et al. (2019), descrevem valores baixos de condutividade elétrica em rios de água preta, valores esses também observados no presente estudo. Fatores como variações espaço-temporais, ciclos sazonais, pulso de inundação, dentre outros, são responsáveis pela distribuição de calor na coluna d'água, disponibilidade gases, nutrientes e íons, devido a dinâmica desses processos no ecossistema aquático (Darwich, 2005).

As concentrações de nitrato e fósforo tiveram como valores máximos, 0,16 e 0,06 mg/L respectivamente (Tabela 2). O aumento da concentração dessas variáveis (sólidos totais, condutividade, nitrato e fósforo) no ambiente aquático, está associada principalmente com o despejo de efluentes não tratados diretamente nos igarapés e posteriormente aos rios, como observado por Pinto et al (2009) na orla de Manaus, situação inversa à encontrada na praia do Tupé.

As concentrações de nitrato e fósforo estão dentro dos padrões estipulados pela resolução ambiental para águas doces da classe 1 e 2 (Brasil, 2005). Um indicador importante de poluição e entrada de esgoto não tratado é o fósforo (Santos & Silva, 2020), e os valores baixos encontrados na praia do Tupé, é indicativo de boa qualidade da água.

Grandes alterações no regime hidrológico/ambiental acabam afetando diretamente vários organismos, ciclos biogeoquímicos e interações homem-ambiente. No presente estudo identificamos uma mudança nos parâmetros analisados no período de cheia e seca do rio, como os coliformes fecais, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais em suspensão e nitrato, influenciando a qualidade da água e padrões de balneabilidade. No geral, os nossos dados não diferiram dos estudos realizados na região do rio Negro, enfatizando a necessidade da regionalização de leis ambientais que respeitem as características locais.

Para Oliveira (2017), o cumprimento da legislação e práticas de comportamento da população são ações para manutenção das praias limpas. O monitoramento da balneabilidade é fundamental para a proteção do ambiente aquático devido à ação antrópica (Perdigão et al., 2018). A ação do governo e da população é essencial para uma boa qualidade ambiental.

4. Considerações Finais

No período de seca do rio Negro houve uma maior densidade de coliformes fecais na praia do Tupé, sendo classificada no seu primeiro ponto amostral como imprópria para o banho. No geral, a praia é indicada para a prática de esportes e lazer, com contato direto com

a água para fins de recreação.

A qualidade da água foi influenciada diretamente pelo fluxo de banhistas e embarcações no local. Medidas sanitárias como coleta de resíduos e destinação correta dos dejetos das grandes embarcações, auxiliam na diminuição de contaminantes na água do rio Negro.

A criação de um sistema de monitoramento ambiental é necessária para manter a saúde ambiental na região, com aplicação de fiscalização e ações que auxiliem na preservação das praias de água doce, principalmente por serem utilizadas pela população tradicional, indígena e, turistas.

Agradecimentos

Agradecemos aos técnicos do Laboratório de Química Ambiental do INPA pelo suporte na coleta e análises. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Referências

Apha. (1985). American Public Health Association. *Standart Methods of the Experimination of Water and Wasterwater* (14th ed.). New York.

Aprile, FM, Darwich, AJ & Migués, AM. (2011). Modelo de fluxo de Nitrogênio e Fósforo para sistemas flúvio-lacustres às margens do rio Negro, Amazonas, Brasil. In Santos-Silva, E. N., Scudeller, W. V., & Cavalcanti, M. J. (Ed.), *BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. 3(1); 35-67). Manaus: Editora INPA.

Alves, LS. (2018). Análise da Balneabilidade das Praias do Rio Vermelho em Salvador, Bahia: Paciência, Santana e Buracão. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 3(1): 92-102.

Arcos, AN, Amaral, ACL, Santos, MA, Silva, CMA, Kochhann, D & Tadei, WP. (2018a). Water Quality of Urban Lakes in the Central-Southern Region of Manaus, Amazon. *Scientia Amazonia*, 7(2), CAm1-CAm11.

Arcos, AN, Ferreira, FAS, Cunha, H.B & Tadei, WP. (2018b). Characterization of artificial larval habitats of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) in the Brazilian Central Amazon. *Revista Brasileira de Entomologia*, 62(4), 267-274. doi:10.1016/j.rbe.2018.07.006

Assis, LF. (2003). Turismo de segunda residência: a expressão espacial do fenômeno e as possibilidades de análise geográfica. *Revista Território*, 7(11), 107-122.

Brasil. (2000). Ministério do Meio Ambiente. Congresso Nacional. *Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras*. Recuperado em 12 de Abril, 2020, <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>.

Brasil. (2005). Ministério do Meio Ambiente. Congresso Nacional. *Resolução CONAMA nº 357, 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*. Recuperado em 12 de Abril, 2020, <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.

Cairns, J. (2002). Environmental monitoring for the preservation of global biodiversity: the role in sustainable use of the planet. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 9(2), 135-150.

Campos, JS & Cunha, HFA. (2015). Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. *Biota Amazônia*, 5(4), 110-118. doi:10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n4p110-118

Caraballo, P, Forsberg, BR, Almeida, FFD & Leite, RG. (2014). Diel patterns of temperature, conductivity and dissolved oxygen in an Amazon floodplain lake: description of a friagem phenomenon. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26(3), 318-331. doi:10.1590/S2179-975X2014000300011.

Cetesb. (2020). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Praias, Balneabilidade e Saúde*. Recuperado em 10 de Abril, 2020, <https://cetesb.sp.gov.br/praias/balneabilidadeesaude/>.

Darwich, AJ Aprile, FM, Robertson, BA & Alves, LF. (2005). Limnologia do Lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido. In Santos-Silva, E. N., Aprile, F. M., Scudeller, W. V., & Melo, S. (Ed.), *BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central* (pp. 35-67). Manaus: Editora INPA.

Fonseca, OJM, Salem, JI & Guarim, VL. (1982). Poluição e autopurificação do rio Negro nas cercanias de Manaus. *Acta Amazônica*, 12(2), 271-278.

Hammer, O, Harper, DAT & Ryan, PD. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9.

Leenher, J. A., & Santos, U. M. (1980). Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central). *Acta Amazônica*, 10(2), 343-355.

Magalhães, DDP & Ferrão Filho, ADS. (2008). A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, 12(3), 355-381.

Oliveira, LCD, Botero, WG, Santos, AD, Cordovil, MCDO, Rocha, JC & Silva, HCD. (2011). Influência das características físico-químicas dos solos no ciclo hidrobiogeoquímico do mercúrio na região do Rio Aracá-AM. *Química Nova*, 34(8), 1303-1308.

doi:10.1590/S0100-40422011000800002

Oliveira, KTLL. (2017). De estação de cura à balneabilidade duvidosa: análise ambiental das praias do bairro rio vermelho, Salvador-BA. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 21(1), 190-205.

doi:10.5902/2236499420452

Pascoaloto, D & Bringel, SRB. (2010). Macroalgas e qualidade da água na bacia do alto rio Negro - Município de São Gabriel da Cachoeira (AM). *Caminhos de Geografia*, 11(36), 318-330.

Paula, DLMD, Lima, ACDM, Vinagre, MVDA, & Pontes, AN. (2019). Saneamento nas embarcações fluviais de passageiros na Amazônia: uma análise de risco ao meio ambiente e à

saúde por meio da lógica fuzzy. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24(2),283-294.

doi:10.1590/s1413-41522019150122

Peixoto, KLG, Noguchi, H.S, Pereira, AR, Marchetto, M & Almeida Santos, A. (2014). Avaliação das Características Quali-Quantitativa das Águas do Rio Beem, Município de Humaitá-Amazonas. *E&S Engineering and Science*, 2(1), 53-65.

Perdigão, GS, Cordeiro, J, Calazans, GM, Ferreira, DLG, Nascimento, FD, Brandão, JMS & Guimarães, JCS. (2018). Análise da qualidade da água de atrativos turísticos naturais localizados na comunidade de Cabeça de Boi, Itambé do Mato Dentro (MG). *Research, Society and Development*, 7(6), 1-25, e10761871.

Pereira, AS, Shitsuka, DM, Parreira, FJ & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 6 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pinheiro, LA & Borges, JT. (2013). Avaliação hidroquímica qualitativa das águas do baixo rio Negro. *RUnPetro*, 1(2), 23-32.

Pinto, AGN, Horbe, AMC, Silva, MDSR, Miranda, SAF, Pascoaloto, D & Santos, HMDC. (2009). Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. *Acta Amazônica*, 39(3), 627-638.

Porto de Manaus. (2020). *Nível do rio Negro. 2020*. Recuperado em 13 de Abril, 2020, <https://www.portodemanau.com.br/?pagina=nivel-do-rio-negro-hoje>.

Queiroz, CPS & Rubim, MAL. (2016). Avaliação da condição de balneabilidade na orla urbana de Manaus/AM/Brasil. *Scientia Amazonia*, 5(2), 24-33.

Santos, CO & Silva, DP. (2020). Perfil hidroambiental como ferramenta na avaliação da condição da qualidade de águas superficiais no contexto de microbacias. *Caderno de Geografia*, 30(60), 99-111. doi:10.5752/P.2318-2962.2020v30n60p99-111

Silva, MSR, Miranda, SAF, Domingo, RN, Silva, SLR & Santana, GP. (2013). Classificação dos Rios da Amazônia: Uma Estratégica para Preservação desses Recursos. *HOLOS Environment*, 13(2), 163-174. doi:10.14295/holos.v13i2.7344

Silva, MSR, Miranda, SAF & Santana, GP. (2016). Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas: Condições de suas águas versos Resolução n° 357/CONAMA/2005. *Scientia Amazonia*, 6(2), 83-90.

Silva, MSR, Ríos-Villamizar, EA, Cunha, HB, Miranda, SÁF, Ferreira, SJF, Bringel, SRB, Gomes, NA, Pascoaloto, D & Silva, LM. (2019). A contribution to the hydrochemistry and water typology of the Amazon river and its Tributaries. *Caminhos da Geografia*, 20(72), 360-374. doi:10.14393/RCG207246295

Souza, NP, Nelson, SP, Badialli, JEL, Lima, MAV & Padua, SM. (2010). Como compatibilizar conservação, desenvolvimento e turismo: a experiência do baixo Rio Negro, Amazonas. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, 3(2), 173-190.

WHO. (2003). World Health Organization. *Guidelines for a Safe Recreational Water environments*, (v. 1), Genebra.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Adriano Nobre Arcos – 50%

Jonismar Souza da Silva – 30%

Hillândia Brandão da Cunha – 20%