



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**MARUZA WALDECK DIAS
ROSANGELA CARVALHO RÊGO MAFRA**

**QUALIDADE DA ÁGUA BALNEAR DA COMUNIDADE DE
PONTA DE PEDRAS – SANTARÉM - PARÁ**

**Santarém
2018**

**MARUZA WALDECK DIAS
ROSANGELA CARVALHO RÊGO MAFRA**

**QUALIDADE DA ÁGUA BALNEAR DA COMUNIDADE DE
PONTA DE PEDRAS - SANTARÉM - PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e
Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará,
para obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Sanitária e Ambiental. Área de concentração: Qualidade
da água. Orientador: Prof. Dr. José Reinaldo Pacheco
Peleja.

**Santarém
2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIGI/UFOPA

D541q Dias, Maruza Waldeck

Qualidade da água balnear da comunidade de Ponta de Pedras – Santarém - Pará./ Maruza Waldeck Dias e Rosangela Carvalho Rêgo Mafra. – Santarém, 2018.

33 fls.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador: José Reinaldo Pacheco Peleja

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Curso Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental.

1. Qualidade da água. 2. Balneabilidade. 3. Precipitação. I. Mafra, Rosangela Carvalho Rêgo. II. Peleja, José Reinaldo Pacheco, *orient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 628.05098115

Bibliotecária - Documentalista: Renata Ferreira – CRB/2 1440

**MARUZA WALDECK DIAS
ROSANGELA CARVALHO RÊGO MAFRA**

**QUALIDADE DA ÁGUA BALNEAR DA COMUNIDADE DE
PONTA DE PEDRAS – SANTARÉM - PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e
Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará,
para obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Sanitária e Ambiental. Área de concentração: Qualidade
da água. Orientador: Prof. Dr. José Reinaldo Pacheco
Peleja.

Data da aprovação: ____/____/____

____ Orientador e Presidente

Prof. Dr. José Reinaldo Pacheco Peleja
Curso de Gestão Ambiental/Universidade Federal do Oeste do Pará

____ Membro Titular

Prof. Dr. Israel Nunes Henrique
Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental/ Universidade Federal do Oeste do Pará

____ Membro Titular

Prof. Me. Manoel Bentes dos Santos Filho
Curso de Bacharelado Interdisciplinar de Ciências e Tecnologia das Águas/
Universidade Federal do Oeste do Pará

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades.

A Universidade Federal do Oeste do Pará, pela oportunidade de fazer o curso.

Ao professor Dr. José Reinaldo Pacheco Peleja, pela orientação, apoio e confiança.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos companheiros, Rubens de Sousa e Rodrigo Mafra pelo apoio, carinho e compreensão.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

RESUMO

DIAS, M. W.; MAFRA, R. C. R. Qualidade da água balnear da Comunidade de Ponta de Pedras – Santarém – Pará. Trabalho de Conclusão de Curso (Qualidade da água) – Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Oeste do Pará.

A balneabilidade é um importante instrumento no monitoramento da qualidade das águas para aferição dos parâmetros microbiológicos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água para fins de balneabilidade na praia da Comunidade de Ponta de Pedras localizada na cidade de Santarém - Pará. A metodologia empregada consistiu na coleta de água superficial durante dois períodos distintos novembro/dezembro de 2015 e maio/junho de 2016 – representando, respectivamente, águas baixas e águas altas do Rio Tapajós, para análise dos parâmetros de coliformes totais, termotolerantes e pH, investigando as possíveis correlações das taxas de precipitação pluviométrica com as densidades dos parâmetros estudados. Contudo, os resultados não foram significativos para tornar a água do balneário inadequada embora ocorrendo mudança na classificação de categoria entre os períodos, sendo excelente nas águas baixas e muito boa nas águas altas. Este resultado pode ser atribuído ao fato de que a praia de Ponta de Pedras ainda é considerada um ambiente natural, com mínimas fontes de poluição e pouca densidade populacional, o que reflete positivamente na qualidade da água balnear. Portanto, o monitoramento da qualidade da água da praia de Ponta de Pedras traz segurança aos banhistas e pode ser objeto de políticas públicas para a questão ambiental no município.

Palavras-chave: Qualidade da Água. Balneabilidade. Precipitação.

ABSTRACT

DIAS, M. W .; MAFRA, R. C. R. Quality of the bathing water of the Ponta de Pedras Community - Santarém - Pará. Course Conclusion (Water Quality) - Coordination of the Bachelor Degree in Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of the West of Pará.

Bathing is an important instrument in the monitoring of water quality for the measurement of microbiological parameters. In this sense, the objective of this work was to evaluate the water quality for bathing purposes in Ponta de Pedras Community beach located in the city of Santarém - Pará. The methodology used consisted of surface water collection during two distinct periods of November / December 2015 and May / June 2016 - representing, respectively, low and upper waters of the Tapajós River, to analyze the parameters of total coliforms, thermotolerant and pH, investigating the possible correlations of rainfall rates with the densities of the parameters studied. However, the results were not significant to make spa water inadequate although there was a change in the category classification between the periods, being excellent in the low waters and very good in the high waters. This result can be attributed to the fact that Ponta de Pedras beach is still considered a natural environment, with minimal sources of pollution and low population density, which reflects positively on the quality of bathing water. Therefore, the monitoring of the water quality of the beach of Ponta de Pedras brings security to the bathers and can be object of public policies for the environmental issue in the municipality.

Keywords: Water Quality. Balneabilidade. Precipitation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 BALNEABILIDADE	11
3.2 HISTÓRICA DA BALNEABILIDADE	11
3.3 MONITORAMENTOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NO BRASIL	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.2 AMOSTRAGEM	17
4.3 PROCEDIMENTOS REALIZADOS EM CAMPO.....	17
4.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS	18
4.5 MÉTODOS DE LABORATÓRIO	19
4.6 DADOS DE PRECIPITAÇÃO	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 ASPECTOS PLUVIOMÉTRICOS	21
5.2 DENSIDADES DE COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES.....	22
5.3 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO	24
5.4 CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE	26
5.5 CORRELAÇÃO ENTRE PLUVIOMETRIA E CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE PARA COLIFORMES TOTAIS, COLIFORMES TERMOTOLERANTES E VALORES DE PH	28
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A legislação referente ao uso da água no Brasil começou sua história com o Código de Águas em 1934, porém apresentava falhas quanto à proteção deste recurso natural, priorizando o uso econômico em detrimento do ambiental, o Código foi alterado pela Lei nº 9.433/97 estabelecendo a Política Nacional de Recursos Hídrico, objetivando garantir à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade que atendam as necessidades básicas dos seres humanos, bem como o interesse dos demais setores usuários com a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, como na geração de energia elétrica, a irrigação, a dessedentação dos animais, a recreação e o transporte aquaviário (BRASIL, 1997).

O monitoramento de qualidade das águas se insere neste contexto como ferramenta de gestão indispensável para o manejo adequado dos recursos hídricos. Além da lei supracitada há outros instrumentos normativos que direcionam a atividade de monitoramento e avaliação da qualidade das águas. Na esfera nacional foi publicada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) a Resolução nº 274 em 2000.

No Pará, a Lei nº 6.381/2001 institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, entretanto, as águas do Estado possuem características específicas por passarem em várias formações geológicas, com áreas mineralizadas; isto gera uma alteração na qualidade das águas, que em diversos momentos não atende aos padrões definidos pela legislação nacional. Não existe no Estado uma rede de monitoramento oficial das águas para diagnosticar de forma quali-quantitativa as águas dos mananciais, apenas o automonitoramento pelas empresas, exigidos no licenciamento ambiental, que somam-se aos dados das Instituições de Ensino e Pesquisa e ao monitoramento da balneabilidade executado pela Secretaria de Estado de Saúde (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

O Município de Santarém situado na região oeste do Estado do Pará a margem direita do Rio Tapajós ocupa uma área de 22.887,08 km com uma população estimada em 274.285 habitantes, possui clima quente e úmido, típico das florestas tropicais. Pode ser frequentada por vias terrestre, aérea e fluvial. A via fluvial é o meio de locomoção mais utilizado por passageiros e transporte de cargas

devido à existência dos vários rios que formam a rede hidrográfica e desempenhando importante papel na economia local (PARATUR, 2010).

Santarém possui diversos atrativos naturais sendo um deles o balneário da Comunidade de Ponta de Pedras que está localizada à margem direita do Rio Tapajós a 35 km da cidade fazendo parte de uma Área de Proteção Ambiental (APA), composta por cerca de 84 famílias que desempenham como fonte de renda as atividades de artesanato, pesca, agricultura familiar e turismo.

A realização de atividades de lazer ligadas ao meio natural vem crescendo significativamente dentro da comunidade de Ponta Pedras, gerando empregos e agregando renda. Dentre as atividades realizadas está à recreação de contato primário nas águas do balneário.

No entanto, a atividade turística causa impactos no meio ambiente e, caso a recreação ocorra em águas contaminadas, os banhistas ficam susceptíveis a uma série de doenças, principalmente pessoas pertencentes aos grupos vulneráveis, incluindo crianças, pessoas com baixa resistência imunológica e idosos.

Estando o balneário da comunidade de Ponta de Pedras atraindo inúmeros visitantes que desfrutam dos seus recursos naturais e analisando que no Brasil o monitoramento de balneabilidade tem sido focado às praias de água salina, deixando os balneários de água doce em segundo plano não avaliando sua importância social, ecológica e econômica para país, verifica-se a necessidade de gerar conhecimentos que possam contribuir para as tomadas de decisões do poder público e informar a população sobre a qualidade da água do balneário, visto que a contaminação por microrganismos podem causar doenças e interferir na vida aquática prejudicando os recursos hídricos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água para fins de balneabilidade na praia da Comunidade de Ponta de Pedras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Avaliar as densidades de Coliformes totais e termotolerantes em UFC/100mL na água balnear da praia de ponta de pedras em dois períodos da hidrógrafa fluvial (águas baixas e águas altas) do rio Tapajós;
- ii) Confrontar as densidades de Coliformes encontradas com os padrões de classes de qualidade balnear estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000;
- iii) Avaliar e confrontar os valores de pH com os padrões de classes de qualidade balnear estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000;
- iv) Investigar possíveis correlações das taxas de precipitação pluviométrica com as densidades de Coliformes totais, Coliformes termotolerantes e com os valores de pH.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BALNEABILIDADE

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente 274/2000 define que a recreação de contato primário ocorre quando existir o contato direto do usuário com os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho. Durante a realização de atividades de contato primário há possibilidade de ingestão de elevada quantidade de água e a consequente ocorrência de eventuais danos à saúde decorrentes da presença de patógenos.

3.2 HISTÓRICA DA BALNEABILIDADE

Nas diversas sociedades, ao longo da história, os recursos hídricos sempre tiveram uma importância fundamental em praticamente todas as atividades econômicas e sociais desenvolvidas. A crescente diversificação das atividades antrópicas em função do desenvolvimento econômico e social implica em uma maior demanda por água em qualidade e quantidade suficiente para atender aos mais diversos usos, tais como: abastecimento doméstico, abastecimento industrial, balneabilidade, irrigação, dessedentação de animais, função ecológica de preservação de fauna e flora, criação de espécies, geração de energia elétrica, navegação, paisagismo, diluição de resíduos, recreação e lazer (LOPES; JESUS, 2017)

Juntamente com o abastecimento, a balneabilidade é o uso mais antigo da água, os primeiros registros sobre o uso da água para fins de balneabilidade datam de 3000 anos antes de Cristo, correspondendo à época do império egípcio. Na época do império romano atingiu-se o apogeu da utilização coletiva da água nos famosos banhos e termas disseminados por quase toda a Europa Ocidental. Um aspecto interessante a ser considerado refere-se à percepção de qualidade da água que o homem da época dos banhos e termas possuía, apesar de não deter o conhecimento e técnicas que possuímos hoje. Considerava-se que a água utilizada para balneabilidade e para consumo deveria apresentar poucos depósitos após fervura, expressando assim o conceito de sólidos em suspensão, também não

poderia deixar traços fluindo sobre bronze, o que apresentaria a corrosividade e deveria permitir que os legumes pudessem ser cozinhados rapidamente mostrando desta forma que a água era branda (VON SPERLING, 2003 apud MARTINS, 2012).

Lopes e Magalhães Jr. (2010) expõem que a realização de atividades de lazer ligadas ao meio natural, tais como ecoturismo, vem crescendo significativamente nos últimos anos, gerando empregos e agregando renda às comunidades locais. Dentre estas atividades está a prática de atividades de recreação de contato primário em cachoeiras, praias fluviais e reservatórios. Os balneários de águas doces são bens naturais, constituindo fortes atrativos de pessoas, incentivando o turismo de aventura e o ecoturismo, que atualmente são vistos como alternativa econômica de desenvolvimento sustentável. Contudo, a atividade turística causa impactos no meio ambiente e, caso a recreação ocorra em águas contaminadas, os banhistas ficam susceptíveis a uma série de doenças, sobretudo aquelas pessoas pertencentes aos grupos mais sensíveis compreendendo as crianças, pessoas com baixa resistência imunológica e idosos.

Von Sperling (2003 apud LOPES; JESUS 2017) concluíram que o monitoramento de balneabilidade no Brasil é concentrado em áreas costeiras, em praias de maior frequência de banhistas, estando em segundo plano as pesquisas em águas doces. Diante do apresentado, compete destacar que a maior parte dos pontos de amostragem em monitoramentos realizados pelas agências estaduais de meio ambiente estão situados em áreas não coincidentes com as principais áreas recreacionais, avaliando-se que os maiores rios provavelmente não são os mais solicitados para este tipo de atividade, devido às condições adversas, tais como: corredeiras, grande volume de água e profundidade, maior velocidade do fluxo de água e existência de fontes poluidoras.

3.3 MONITORAMENTOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NO BRASIL

No ano de 2000, o Conselho Nacional de Meio Ambiente publicou a Resolução CONAMA 274 que define critérios para classificação das águas recreacionais em que há prática de atividades de contato primário. Em seu artigo 2º a referida Resolução define a utilização de indicadores microbiológicos para classificação das águas próprias em três diferentes categorias:

- Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes termotolerantes ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes termotolerantes ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes termotolerantes ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

Ressalta-se que os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas, de acordo com o § 3º do 2º Artigo da Resolução CONAMA 274/2000. No § 4º deste mesmo Artigo são listados fatores químicos, físicos e aspectos estéticos que levam à classificação das águas como impróprias: não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros; incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias; presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais; floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

A partir das referidas orientações dispostas pela Resolução CONAMA 274/200. O resultado final para a área balnear será mostrado na forma de uma tabela de resumo temático, tabela 3, classificando o local nas categorias PRÓPRIAS (Excelente, Muito Boa e Satisfatória) e IMPRÓPRIAS à balneabilidade. Será utilizado um padrão de cor para cada categoria de qualidade, conforme abaixo:

- Áreas enquadradas como EXCELENTES são pintadas na cor **azul**
- Áreas enquadradas como MUITO BOAS são pintadas na cor **verde**
- Áreas enquadradas como SATISFATÓRIAS são pintadas na cor **amarela**
- Áreas enquadradas como IMPRÓPRIAS são pintadas na cor **vermelha**

Tabela 3 - Classificação da categoria de qualidade da água quanto à condição de balneabilidade.

CATEGORIAS DE QUALIDADE RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000.		Art. 2º da RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000. QUANDO EM 80 % OU MAIS DAS 5 SEMANAS HOUVER NO MÁXIMO:	
		<i>Escherichia coli</i> (UFC)	Coliformes termotolerantes (UFC)
Própria/Excelente		200	250
Própria/Muito Boa		400	500
Própria/Satisfatória		800	1000
Imprópria (última coleta)		2000	2500
CATEGORIA DE QUALIDADE FINAL ENCONTRADA (para <i>E.colli</i> / Coliformes termotolerantes)		?	?

Fonte: José Reinaldo Pacheco Peleja (2015)

Os microorganismos acima citados são utilizados como indicadores de qualidade da água. Quando presentes indicam a existência de fezes com potencial para causar doenças de veiculação hídrica, como febre tifóide, febre paratífóide, desinteria bacilar e cólera. As principais vantagens da utilização desses indicadores estar relacionado ao fato de serem facilmente isolados e identificados na água por técnicas simples e de baixo custo, além de apresentarem sobrevivência semelhante às das bactérias enteropatogênicas. Estes microrganismos são, em sua maioria, não patogênicos e apresentam-se em grandes quantidades nas fezes humanas. Portanto, quando presentes em uma amostra apontam uma contaminação por fezes e, conseqüentemente, sua potencialidade de transmitir doenças. Dentre as

desvantagens dos indicadores está o fato de serem apenas um indicativo da presença de patógenos nas águas, não uma medida direta dos mesmos (MARTINS, 2012).

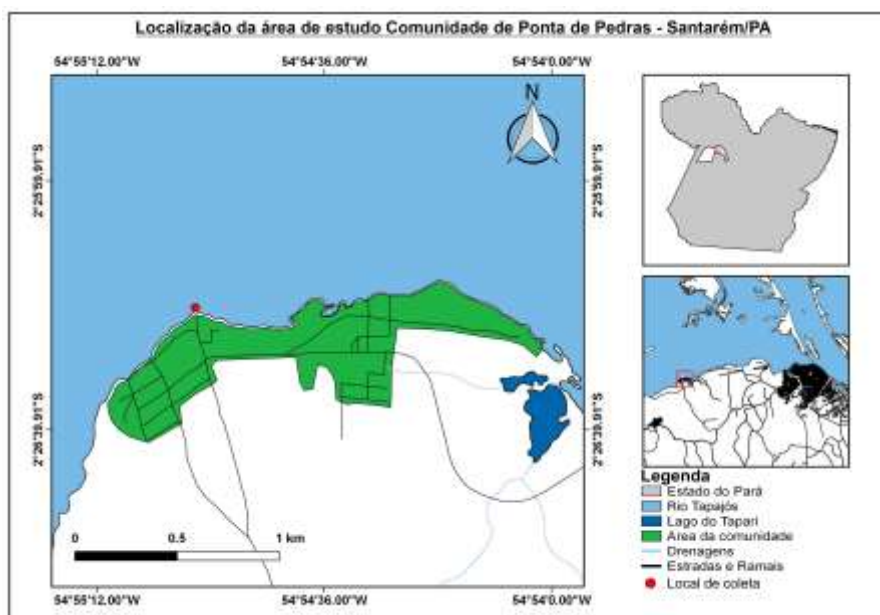
Realizado de forma sistemática o monitoramento ambiental torna-se um instrumento de controle e avaliação, utilizado para conhecer o estado e as tendências qualitativas e quantitativas dos recursos naturais, as influências exercidas pelas atividades humanas e fatores naturais sobre o ambiente. Desta forma subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente, assim como auxilia na definição das políticas ambientais (ALVES *et al.*, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O balneário da Comunidade de Ponta de Pedras está localizado à margem direita do Rio Tapajós a 35 km da cidade de Santarém, conforme evidencia a Figura 1, o mesmo faz parte de uma Área de Proteção Ambiental (APA) – Apa Alter do Chão. Na comunidade vivem cerca de 95 famílias que desempenham como fonte de renda as atividades de artesanato, pesca, agricultura familiar e turismo.

Figura 1: Mapa da área da comunidade de Ponta de Pedras



Fonte: Joseph Simões Ribeiro (2018).

O local conta com uma estrutura de 14 barracas de vendas gastronômicas em área de maior concentração de banhistas, que juntas distribuem-se por cerca de 135 metros de extensão. Durante o período de águas baixas que vai dos meses de agosto a dezembro a praia apresenta em média 200 metros de extensão, totalizando uma área balnear de 27000 m², os quais durante o período de águas altas, entre os meses de janeiro a julho, ficam totalmente submersos.

4.2 AMOSTRAGEM

As amostras de água foram coletadas em períodos de águas baixas e águas altas do Rio Tapajós, representados, respectivamente, pelos meses de novembro/dezembro de 2015 e maio/junho de 2016, conforme apresentados na tabela 1, assim como em ocasião de maior frequência de banhistas, ao longo de 5 semanas consecutivas de cada mês, adotando portanto o preconizado pela Resolução CONAMA 274/2000, conferindo no total 10 amostras para análises em laboratório. O ponto de coleta foi georeferenciado com o auxílio de um GPS GARMIN, Modelo ETREX 60, obtendo a localização geográfica de latitude 2° 26' 16.933 e longitude de 54° 54 '59.486.

Tabela 1 - Período de coletas das amostras e frequência de amostragem realizadas no balneário de Ponta de Pedras.

Meses de coleta	Datas de coleta	Frequência	Período do ano
Nov./Dez./2015	29/11/2015	Semanal (Domingo)	Águas baixas
	06/12/2015		
	13/12/2015		
	20/12/2015		
	27/12/2015		
Maio/Jun./2016	29/05/2016	Semanal (Domingo)	Águas altas
	05/06/2016		
	12/06/2016		
	19/06/2016		
	26/06/2016		

Fonte: Maruza Dias e Rosangela Mafra (2018).

4.3 PROCEDIMENTOS REALIZADOS EM CAMPO

Para a coleta das amostras de água superficial no ponto estudado foram consideradas as Normas NBR9897 “Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores” (ABNT, 1987a) e NBR9898 “Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores” (ABNT, 1987b), as recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011) e do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*-APHA-AWWA-WPCF (2012).

Para alcançar o ponto de coleta foi necessário entrar no rio devidamente equipado com um macacão impermeável e luvas de cano longo estéril, efetuando a coleta de forma manual em um ponto com isóbata de um metro de profundidade e a cerca de 20 cm abaixo da superfície da água, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000.

Durante as coletas foram utilizados frascos de polipropileno com volume de 250 mL autoclavados; dos quais as amostras foram utilizadas nas análises microbiológicas e tubos do tipo Falcon de polipropileno para as medições, ainda em campo; do potencial hidrogeniônico – pH, com o auxílio da Sonda Multiparâmetros da marca Lovebond®.

Em seguida as amostras foram acondicionadas em caixa isotérmica com gelo e transportadas para o Laboratório de Biologia Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Unidade Rondon, para a análise dos parâmetros microbiológicos, a referida análise foi executada no dia da coleta. Os parâmetros de qualidade da água investigados, assim como os equipamentos utilizados neste estudo, estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros analisados e equipamentos utilizados

Parâmetros	Equipamento
Potencial hidrogeniônico – Ph	Sonda Multiparâmetros
Coliformes totais	Estufa bacteriológica/Contador de colônias
Coliformes termotolerantes	Estufa bacteriológica/Contador de colônias

Fonte: Maruza Dias e Rosangela Mafra (2018).

4.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Para reportar interpretar os valores de precipitação pluviométrica, pH e Coliformes totais e termotolerantes por data de coleta e período da hidrógrafa fluvial do rio Tapajós, utilizou-se estatística descritiva (tabelas com medidas de tendência central e gráficos).

Para verificar possíveis diferenças estatística às densidades médias de Coliformes e valores de pH entre as fases da hidrógrafa fluvial, utilizou-se o teste

Análise de Variância – ANOVA do tipo one-way (Zar, 1984; Ayres et al., 2000). Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do *Software Statistica 6.0®*.

4.5 MÉTODOS DE LABORATÓRIO

Os parâmetros foram analisados pelos métodos analíticos recomendados no manual internacional Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012) e confrontados com padrões preconizados pela Resolução nº 274/2000 (CONAMA) (BRASIL, 2000).

Em laboratório foi utilizado o método de filtração em membrana para a realização das análises microbiológicas (Coliformes Totais e Coliformes termotolerante (*Proteus* e *Escherichia coli*) onde 100 mL das amostras foram filtradas através de membrana filtrante com porosidade de 0,45µm. As bactérias que apresentaram maiores dimensões foram retidas na superfície da membrana e colocada em uma placa de Petri contendo o meio de cultura ENDO, no qual coliformes totais apresentam morfologia colonial típica de coloração cor de vinho ou vermelho escuro e os coliformes termotolerantes - *Escherichia coli* coloração rosa escuro a vermelho com brilho metálico. Durante procedimento o meio ENDO espalhou-se através da porosidade da membrana entrando em contato com as bactérias e após um período de incubação de 24 horas a 37°C em uma estufa bacteriológica as colônias de bactérias se desenvolveram e puderam ser observadas no contador de colônias. A partir desse momento as colônias foram contadas e o resultado expresso em Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

A análise via técnica de filtração em membrana leva 24 horas e a APHA-AWWA-WEF (2012, pag. 9-77) permite contagens melhores e mais precisas que o convencional método do número mais provável (NMP). A técnica de filtração em membrana reduz o efeito da acuidade visual na contagem.

4.6 DADOS DE PRECIPITAÇÃO

Como parte do levantamento de dados a serem analisados, verificou-se ainda o nível de precipitação que ocorreu em Santarém durante os 30 dias que antecederam cada coleta. O volume precipitado foi registrado pela Estação Meteorológica Automática de Santarém e fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, referente aos anos de 2015 e 2016.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ASPECTOS PLUVIOMÉTRICOS

A precipitação acumulada para o período foi de 1.016 mm, com um máximo de precipitação de 187,8 mm no mês de junho de 2016 e zero mm nos meses de novembro e dezembro de 2015, com precipitação mensal média calculada de 102 mm. Os valores absolutos registrados para a precipitação pluviométrica em mm estão apresentados na Tabela 4. A referida tabela também evidencia as densidades de Coliformes totais e termotolerantes, bem como os valores absolutos de pH por dia de coleta e fase da hidrógrafa fluvial do rio Tapajós.

Tabela 4 – Densidades de Coliforme totais e termotolerantes, valores de pH da água do rio Tapajós no Balneário de Ponta de Pedras por fase da hidrógrafa fluvial, e precipitação em milímetros.

Fase da hidrógrafa fluvial	Data de coleta	Coliformes Totais (UFC/100mL)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	pH	¹ Precipitação (mm)
Águas baixas	29/11/2015	8300	100	7	0
	06/12/2015	3900	100	6,6	0
	13/12/2015	42000	1800	6,2	0
	20/12/2015	11700	0	7	0
	27/12/2015	3600	0	6,8	3
Águas altas	29/05/2016	5400	400	6,8	314,6
	05/06/2016	4800	300	7,2	187,8
	12/06/2016	10500	100	6,2	177,2
	19/06/2016	10200	100	7,2	170,2
	26/06/2016	27700	1600	7	163,6

¹Precipitação acumulada dos últimos trinta dias que antecederam cada dia de coleta.

Fonte: Maruza Dias e Rosangela Mafra (2018).

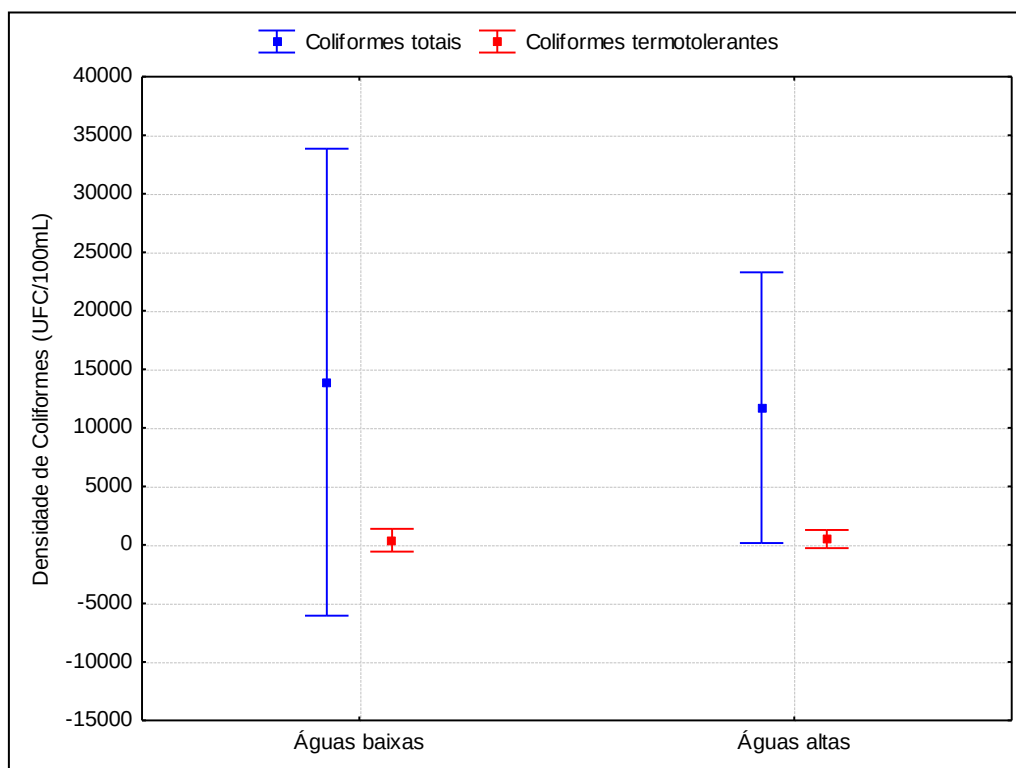
5.2 DENSIDADES DE COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES

A densidade média de Coliformes totais, independente de período de coleta foi de 12.810 UFC/100mL. A menor densidade (3.600 UFC/100mL) foi registrada no dia 27/12/2015, no período de águas baixas, já a maior densidade (42.000 UFC/100mL) registrou-se no dia 13/12/2015, também na hidrógrafa das águas baixas. As densidades médias entre as duas fases da hidrógrafa fluvial não se diferenciaram de forma estatisticamente significativas ($F_{1,8} = 0,06893$, $p = 0,79953$) com densidades de 13.900 e 11.720 UFC, para as fases de águas baixas e águas altas, respectivamente (Figura 2).

A densidade média de Coliformes termotolerantes, independente de período de coleta foi de 450 UFC/100mL. A menor densidade (zero UFC/100mL) foi registrada nos dias 20 e 27/12/2015, no período de águas baixas, já a maior densidade (1800 UFC/100mL) fora registrada no dia 13/12/2015, também na hidrógrafa das águas baixas. As densidades médias de Coliformes termotolerantes entre as duas fases da hidrógrafa fluvial, assim como para os Coliformes totais, não se diferenciaram significativamente ($F_{1,8} = 0,04950$, $p = 0,82950$) com densidades de 400 e 500 UFC, para as fases de águas baixas e águas altas, respectivamente (Figura 2).

Segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000 os valores para coliformes termotolerantes encontrados na água do balneário da praia de Ponta de Pedras exibiram resultados que o classifica na categoria Própria para balneabilidade, podendo ser justificado pelo fato da área da comunidade apresentar um ambiente natural com pouca interferência antrópica.

Figura 2 - Densidades médias de Coliformes totais e termotolerantes entre as hidrógrafas fluviais (águas baixas e águas altas) do balneário Ponta de Pedras no Rio Tapajós



Fonte: José Reinaldo Pacheco Peleja (2018).

Cunha *et al.* (2005) no estudo de monitoramento de águas superficiais em Rios Estuarinos do estado do Amapá sob poluição microbiológica destacam que durante o período das chuvas, a concentração de coliformes aumenta rapidamente, havendo uma nítida diferença das concentrações médias durante os períodos de chuva. A explicação mais provável se deve as cargas de poluentes lixiviados pela água das chuvas, durante o período estudado, quando são carregadas pelas correntes para os corpos de água superficiais, elevando sua concentração.

Lopes e Magalhães Jr (2010) avaliando a qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto rio das velhas em Minas Gerais, observaram como resultados que a maior parte dos balneários apresentou baixos níveis de *E.coli* durante as cinco semanas consecutivas de monitoramento na estação seca. À exceção foi a Cachoeira SAMSA, em Rio Acima, cujos resultados demonstram altos níveis de contaminação por material fecal em todas as amostragens, consequência dos lançamentos de efluentes domésticos a montante. Este fato está associado à presença de diversas moradias às margens do Córrego

Viana que não possuem sistema de coleta de esgotos adequado. No entanto, durante o monitoramento realizado no período chuvoso, alguns dos balneários estudados apresentaram níveis de *E.coli* nas águas, que conferiram condições de balneabilidade impróprias em algumas das semanas avaliadas.

Schuroff et al., (2014) igualmente realizaram trabalho relacionando precipitação e coliformes, verificando a qualidade microbiológica da água do Lago Igapó de Londrina – PR no estudo, obtiveram quantidade elevada de coliformes totais em todas as amostras, indicando contaminação dos lagos por matéria orgânica, o que é natural em áreas verdes. Provavelmente, em dois dos lagos por eles estudados a falta de infraestrutura, como drenagem urbana e lixeiras, possam ser os principais agentes responsáveis pela sua degradação. Um segundo quesito avaliado no trabalho foi a influência das chuvas sobre os níveis de contaminação dos lagos. O parâmetro microbiológico, *E. coli*, foi altamente influenciado pela sazonalidade, na qual o escoamento superficial das chuvas aumentou consideravelmente os níveis de contaminação, principalmente nos lagos mais degradados.

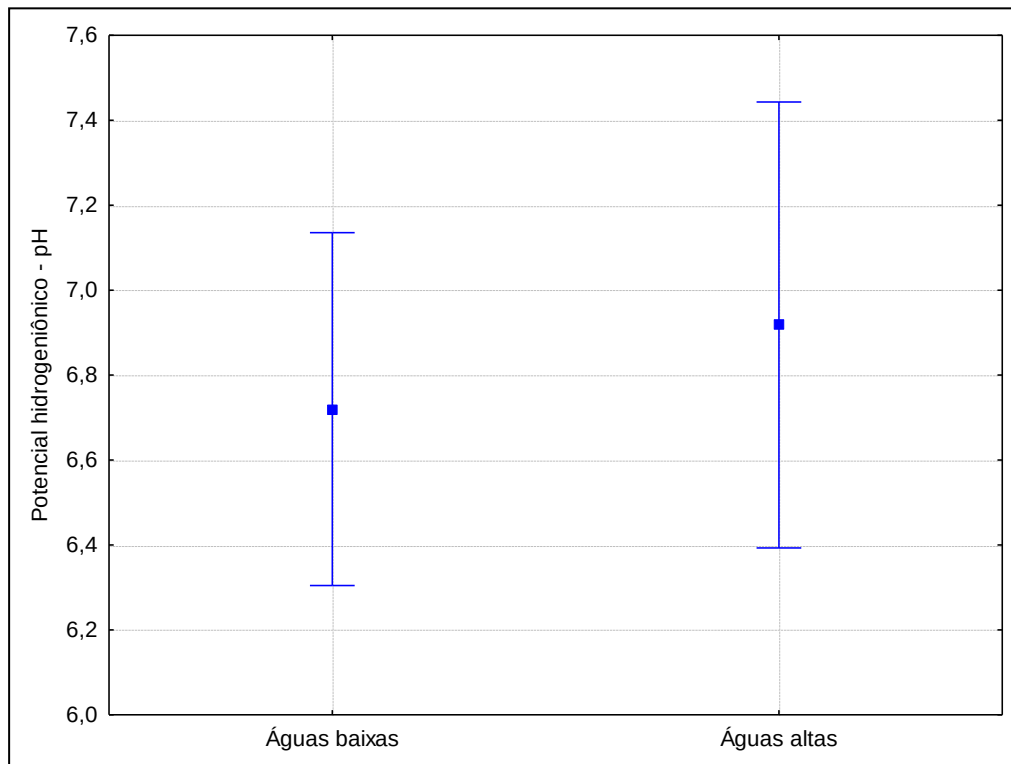
5.3 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O pH das águas da praia de Ponta de pedras flutuou da faixa levemente ácida a neutra. Com valor médio, independente da fase da hidrógrafa fluvial, de 7,0. Registrou-se valores mínimos de 6,2 (nos dois períodos da hidrógrafa) e máximos de 7,2 (também em ambas as fases). Quando confrontados os valores médios entre as duas fases da hidrógrafa fluvial não fora observada diferença significativa ($F_{1, 8} = 0,67379$, $p = 0,43551$), conforme Figura 3.

Os resultados obtidos nos dois períodos apontam que os valores de pH estão em conformidade com os padrões de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000, que estabelece a faixa de 6 a 9 unidades de pH como ideal para recreação de contato primário.

As águas dos rios na região Amazônica apresentaram na sua maioria composição bem diferenciada, com pH variando de condições ácidas a levemente alcalinas. Esta condição ácida está relacionada à presença de material orgânico (ácidos húmicos) proveniente da decomposição da serapilheira (SILVA, et al., 2015).

Figura 3 - Valores médios de pH entre as hidrógrafas fluviais (águas baixas e águas altas) do balneário Ponta de Pedras no rio Tapajós



Fonte: José Reinaldo Pacheco Peleja (2018).

Segundo Esteves (2003 apud CAMPOS; CUNHA, 2015) a grande maioria dos corpos d'água como rios, riachos e lagos tem pH variando entre 6 e 8, podendo encontrar-se ambientes mais ácidos ou mais alcalinos, e é uma das variáveis ambientais mais importantes. O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos, pH baixo torna a água corrosiva; influência nos ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações.

Alves *et al.*, (2012) em trabalho sobre qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil) conseguiram valores de pH que indicaram águas ácidas, com medianas de 5,22 e 6,28, nos períodos chuvoso e menos chuvoso, respectivamente. No período menos chuvoso, os valores da mediana revelam um gradiente crescente ao longo do rio (5,36; 6,28 e 6,85, indicando que o pH é influenciado por águas ácidas provenientes do Rio Arari

e águas relativamente alcalinas provenientes da baía de Marajó, que durante esse período recebe águas do Oceano Atlântico.

Em estudo realizado por Miranda *et al.*, (2009) sobre a qualidade dos recursos hídricos da Amazônia específico do Rio Tapajós, apresentou valores para pH que caracteriza as águas o Rio Tapajós antes do seu encontro com o rio Amazonas como levemente alcalinas e, após sua mistura, apresenta características de ácidas a levemente alcalinas, característica comuns em rios de águas brancas com pouca influência de ácidos húmicos. A mesma pesquisa comparou os resultados encontrados para pH com o estudo de Abdo *et al.*, (1997) no rio Tapajós, estação Itaituba, ocorrentes no final do período de estiagem, a comparação mostrou que a média encontrada para o pH do rio Tapajós, no entorno da cidade de Santarém, está 1,16 vezes acima aos encontrados por Abdo *et al.*, (1997) apresentando uma média de pH de 6,7. As variações de pH podem ser devidas às descargas de efluentes domésticos e outros lançamentos, à influência das águas do rio Amazonas e outros fatores.

5.4 CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE

Para a fase de águas baixas, as densidades registradas de coliformes termotolerantes nas amostras de água coletadas, revelaram resultados que o enquadraram na condição de qualidade do tipo Própria Excelente por apresentarem 80% das amostras com resultados menores que 250 UFC/100mL. Já para o período de águas altas os resultados encontrados rebaixam o padrão de qualidade para a classe de Própria do tipo Muito Boa, pois a maior parte das amostras coletadas enquadraram-se acima do padrão de 250 UFC/100mL e abaixo de 500 UFC/100mL, conforme evidenciadas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Resultados microbiológicos encontrados no período de águas baixas

ÁGUAS BAIXAS Praia Ponta de Pedras		Coliformes totais			Coliformes termotolerantes
		Outros coliformes	Proteus sp	E. coli	Proteus sp + E. coli
1ª Semana	29/11/2015	8200	100	<1 (ausência)	100
2ª Semana	06/12/2015	3800	100	<1 (ausência)	100
3ª Semana	13/12/2015	40200	1800	<1 (ausência)	1800
4ª Semana	20/12/2015	11700	<1	<1 (ausência)	<1
5ª Semana	27/12/2015	3600	<1	<1 (ausência)	<1
CATEGORIAS DE QUALIDADE RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000.				Art. 2º da RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000.	
				QUANDO EM 80 % OU MAIS DAS 5 SEMANAS HOUVER NO MÁXIMO:	
Própria/Excelente				Escherichia coli (UFC)	Coliformes termotolerantes (UFC)
				200	250
Própria/Muito Boa				400	500
Própria/Satisfatória				800	1000
Imprópria (última coleta)				2000	2500
CATEGORIA DE QUALIDADE FINAL ENCONTRADA (para E.colli / Coliformes termotolerantes)				Própria/Excelente	Própria/Excelente

Fonte: José Reinaldo Pacheco Peleja (2018).

Tabela 6 - Resultados microbiológicos encontrados no período de águas altas

ÁGUAS ALTAS Praia Ponta de Pedras		Coliformes totais			Coliformes termotolerantes
		Outros coliformes	Proteus sp	E. coli	Proteus sp + E. coli
1ª Semana	29/05/2016	5000	400	<1 (ausência)	400
2ª Semana	05/06/2016	4500	300	<1 (ausência)	300
3ª Semana	12/06/2016	10400	100	<1 (ausência)	100
4ª Semana	19/06/2016	10100	100	<1 (ausência)	100
5ª Semana	26/06/2016	26100	1600	<1 (ausência)	1600
CATEGORIAS DE QUALIDADE RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000.				Art. 2º da RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000.	
				QUANDO EM 80 % OU MAIS DAS 5 SEMANAS HOVER NO MÁXIMO:	
Própria/Excelente				Escherichia coli (UFC)	Coliformes termotolerantes(UFC)
				200	250
Própria/Muito Boa				400	500
Própria/Satisfatória				800	1000
Imprópria (última coleta)				2000	2500
CATEGORIA DE QUALIDADE FINAL ENCONTRADA (para E.colli / Coliformes termotolerantes)				Própria/Excelente	Própria/Muito Boa

Fonte: José Reinaldo Pacheco Peleja (2018).

As tabelas 5 e 6 demonstram que embora a água do balneário tenha mudado de categoria durante os períodos estudados, tal alteração não foi suficiente para torna-la inadequada para balneabilidade, mantendo-a segundo a Resolução 274/2000 na categoria Própria.

5.5 CORRELAÇÃO ENTRE PLUVIOMETRIA E CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE PARA COLIFORMES TOTAIS, COLIFORMES TERMOTOLERANTES E VALORES DE PH

As análises de regressão linear não revelaram correlações significativas entre as taxas de precipitação acumuladas que antecederam os últimos 30 dias de coleta, tanto para os valores de pH ($r^2=0,052$; $P=0,5424$) quanto para as densidades de coliformes totais ($r^2= 0,031$; $P=0,623$) e termotolerantes ($r^2= 0,0009$; $0,199$) na água do rio Tapajós no balneário de Ponta de Pedras. Este fato foi interpretado como consequência da área de estudo atingida pela chuva estar longe de grandes aglomerações urbanas e apresentando boas condições de uso do solo na área de drenagem e captação dinâmica da água balnear.

Silva *et al.* (2008) investigaram os impactos que a precipitação pluviométrica poderia causar na qualidade da água ao longo do Rio Purus, localizado no estado do Amazonas, exclusivamente em quatro diferentes áreas ao longo do rio. Constataram que o regime de chuva em cada localidade influenciou os valores das variáveis físico-químicas de qualidade de água por eles estudadas, que também variam de acordo com a localidade. A correlação entre o valor do desvio da precipitação e as variáveis de qualidade de água foi significativa em metade das correlações realizadas pelos mesmos.

Oliveira e Cunha (2014) realizaram análise de correlação entre a qualidade da água e a variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá e identificaram que os parâmetros Cor, Turbidez, Alumínio, Manganês e *E. coli* apresentaram correlação positiva em relação à precipitação, ou seja, menores valores de concentração no período de estiagem e maiores no período chuvoso. Portanto, estes parâmetros variaram significativamente no trecho nos diferentes meses de coleta, tendendo a oscilar ainda mais em eventos extremos de cheia na região do sul do Estado do Amapá.

Hirai e Porto (2016) em estudo para o desenvolvimento de ferramentas de predição de balneabilidade baseadas em níveis de precipitação, observaram que de todas as estações pluviométricas consideradas por eles no estudo, somente algumas apresentaram dados correlacionados com a balneabilidade. As precipitações registradas pelos postos mais distantes do local de estudo, a praia de Cachoeira das Emas, São Paulo, não demonstraram correlação significativa com a variação da condição de balneabilidade. Todas as correlações significantes ($p < 0,05$) entre os níveis de precipitação acumulada e os valores de logaritmo na base 10 da concentração de coliformes termotolerantes na praia foram correlações positivas, tanto no período seco como no chuvoso, subsidiando a hipótese de que a ocorrência de altos níveis de precipitação em dias anteriores à amostragem de água aumenta a probabilidade de uma amostra ter altos níveis de concentração de indicadores fecais.

6 CONCLUSÃO

A cidade de Santarém é conhecida pelas paisagens naturais e as praias de água doce enriquecem este cenário. A praia de Ponta de Pedras, apresenta um ambiente natural com pouca interferência antrópica, embora haja rotatividade de visitantes aos finais de semana, este fator não influencia nos resultados obtidos, haja vista que não foram suficientes para tornar a água banhar inadequada para condições recreativas de acordo com a resolução 274/2000.

Os parâmetros indicadores de qualidade de água banhar como pH, densidades de Coliformes totais e termotolerantes não apresentaram variações estatisticamente significativas entre os dois períodos da hidrógrafa fluvial (águas alta e águas baixas) do rio Tapajós no Balneário de Ponta de Pedras. Todavia, considerando-se os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 274 de 2000, as variações de densidades entre as duas fases da hidrógrafa foram suficientes para rebaixar a qualidade da água da classe de qualidade Própria Excelente, registrada no período de águas baixas do ano de 2015, para a condição Própria Muito boa, registrada no período de águas altas do ano subsequente de 2016.

As taxas de precipitação acumuladas que antecederam os últimos 30 dias de cada coleta individual não foram suficientes para desencadear flutuações estatisticamente significativas nos valores de pH e nas densidades de coliformes totais e termotolerantes da água do rio Tapajós no balneário de Ponta de Pedras.

Neste sentido, o monitoramento periódico da qualidade da água dos balneários é essencial para tornar os usuários e o poder público informados, além de ser um aliado no que diz respeito a estruturação de políticas públicas sobretudo para fins turísticos e conservacionistas, possibilitando maior segurança aos banhistas.

REFERÊNCIAS

ABDO, J. M. M.; BENEVIDES, V. F. de S.; COIMBRA, R. M.; OLIVEIRA, E. de; LOURD, M.; FRITSCH, J. M. HIBAM **Hidrologia da Bacia Amazônica: décima campanha de amostragem de água e sedimentos nas bacias dos rios Tocantins, Xingu e Tapajós, Brasília, Marabá, Altamira, Itaituba**, 1997. Disponível em: <www.ana.gov.br/hibam>. Acesso em: 09 de março de 2018.

ABNT. NBR9898. 1987b. *Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ALVES, E. C.; SILVA, C. F.; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; FILHO, E. E. S.; CARNIEL, A. **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/3199/1929>> Acessado em: 17 de jan. de 2018.

ALVES, I. C. C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. L. S.; MONTEIRO, S. M.; BARBOSA, L. P. F.; GUIMARÃES, J. T. F. **Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil)**, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v42n1/a14v42n1.pdf>> Acessado em: 08 de março de 2018.

ANA. 2011. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília. 326 pp.

APHA, American Public Health Association; AWWA, American Water Works Association.; WEF, Water Environment Federation. *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22nd ed. New York, 2012. 1496p.

AYRES, M. J.; AYRES, D. L. & SANTOS, A. S. 2000. **Bio Estatística 2.0: Aplicações estatísticas nas áreas biológicas e médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, XII, 272pp.

BRASIL. **Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA**. Resolução 274 de 29 de novembro de 2000. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídrico**. Lei Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 1997.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANAMENTO AMBIENTAL – CETESB, 2011. **Relatório de qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/praias/publicacoes-relatorios/>> Acessado em 05 de fev. de 2018.

CUNHA, A. C. C.; CUNHA, H. F. A.; SOUZA, J. A. S.; NAZARÉ, A. S.; PANTOJA, S. **Monitoramento de Águas Superficiais em Rios Estuarinos do Estado do Amapá sob Poluição Microbiológica**, 2005. Disponível em: <http://www.academia.edu/9993292/Monitoramento_de_%C3%A1guas_superficiais_de_rios_do_Estu%C3%A1rio_Amaz%C3%B4nico_do_Estado_do_Amap%C3%A1_sob_Polui%C3%A7%C3%A3o_Microbiol%C3%B3gica> Acessado em: 12 de fev. de 2018.

CAMPOS, J. S.; CUNHA, H. F. A. **Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP**, 2015 <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1717>> Acessado em: 11 de fev. de 2018.

HIRAI, F. M.; PORTO, M. F. A. **O desenvolvimento de ferramentas de predição de balneabilidade baseadas em níveis de precipitação: estudo de caso da praia de Cachoeira das Emas (SP)**, 2016 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-21-04-00797.pdf>> Acessado em: 09 de março de 2018.

LOPES, F. W. A.; JESUS, C. R. **Lazer e balneabilidade: uma abordagem histórica sobre o uso recreacional das águas na sociedade**, 2017. Disponível em: <periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/download/p.2318-962.../11765> Acessado em: 10 de dez. de 2017.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JR, A. P. M. **Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto rio das velhas – MG**, 2010 Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/viewFile/17003/9378>> Acessado em: 18 de fev. de 2018.

MARTINS, L. K. L. A. **Contribuições para monitoramento de balneabilidade em águas doces no Brasil**, 2012 Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1005M.PDF>> Acessado em: 13 de agosto de 2017.

MIRANDA, R. G.; PEREIRA, S. F. P.; ALVES, D. T. V.; OLIVEIRA, G. R. F. **Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia - Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos**, 2009 Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/viewFile/210/356>> Acesso em: 09 de março de 2018.

OLIVEIRA, L. N.; SILVA, C.E. **Qualidade da Água do Rio Poti e suas Implicações para Atividade de Lazer em Teresina-Pi**, 2014 Disponível em: <<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador/article/view/1848/1404>> Acessado em: 30 de jan. de 2018.

OLIVEIRA, B. S. S.; CUNHA, A. C. **Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá**, 2014

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2014000200008> Acessado em: 04 de março de 2018.

PARATUR - Governo do Estado do Pará. Companhia Paraense de Turismo Executivo do Pólo Tapajós – PA, 2010 Disponível em: <http://setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/resumo_executivo_do_polo_tapajos.pdf> Acessado em: 10 de agosto de 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE – Belém - SEMA, 2012. **Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Pará/Brasil** / Disponível em:<http://www.sema.pa.gov.br/download/SISTEMA_DE_GERENCIAMENTO_DE_RECursos_HIDRICOS_PA.pdf> Acessado em: 16 de fev. de 2018

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**, 2008 Disponível em: <<https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/38-4/PDF/v38n4a17.pdf>> Acessado em: 06 de março de 2018

SCHUOFF, P. A.; LIMA, N. R.; BURGOS, T. N. LOPES, A. M.; PELAYO, J. S. **Qualidade microbiológica da água do Lago Igapó de Londrina - PR e caracterização genotípica de fatores de virulência associados a Escherichia coli enteropatogênica (EPEC) e E. coli produtora de toxina Shiga (STEC)**, 2014 Disponível em:<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/viewFile/15545/16235>> Acessado em: 08 de março de 2018.

SILVA, M. S. R.; CUNHA, H. B.; MIRANDA, S. A. F.; GOMES, N. A.; PASCOALOTO, D.; SANTANA, G. P. **Recursos hídricos da Amazônia: uma classificação dos tipos de águas segundo a carga iônica- Brasil**, 2015 Disponível em: <www.evolvedoc.com.br/sbrh/download-2015-UEFQMDE5NDEwLnBkZg> Acessado em: 08 de março de 2018.

ZAR, J.H. 1984. **Biostatistical Analysis**. 2ed. Ed. Prentice Hall. 718p.