

**QUALIDADE DA ÁGUA EM UM IGARAPÉ BALNEÁRIO NA
AMAZÔNIA: estudo de caso em Porto Velho**

**QUALITY OF WATER IN BATHING PLACES IN CREEKS OF THE
AMAZON: case study in Porto Velho**

**CALIDAD DEL AGUA EN UN IGARAPÉ BALNEARIO EN LA AMAZONIA:
estudio de caso en Porto Velho**

Cristiano Torres do Amaral

Doutorando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR.
cristiano.amaral@sipam.gov.br

Francisco Solon Almeida da Silva

Tecnólogo – ULBRA
fsolon_s@hotmail.com

Recebido para avaliação em 05/12/2016; Aceito para publicação em 24/04/2017.

RESUMO

Os balneários são importantes atrativos turísticos na região Amazônica, gerando emprego e renda de maneira sustentável. Em Porto Velho, Rondônia (RO), por exemplo, a Prefeitura Municipal criou até um “Roteiro das Águas” com um circuito de 20 balneários próximos a cidade. Esses locais de banho e recreação são movimentados e por isso é importante garantir a qualidade da água para segurança dos turistas. Preocupados com essa questão social e ambiental, alunos dos cursos de engenharia e tecnologia de uma faculdade privada de Rondônia se organizaram para análise da qualidade da água de um movimentado balneário da região. O público-alvo deste trabalho são banhistas, turistas, proprietários dos balneários e agentes públicos de fiscalização em Rondônia. O balneário foi selecionado a partir da relação oficial do guia “Roteiro das Águas”. A coleta da amostra foi realizada pelos alunos e a análise dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos foi feita em um laboratório privado para emissão do laudo. O texto também apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre os parâmetros que definem a balneabilidade e os riscos de contágio em águas poluídas. Ao final, são discutidos os resultados obtidos na análise da qualidade da água.

Palavras-Chave: Balneário; Igarapé; Água; Balneabilidade; Amazônia.

ABSTRACT

The bathing places in creeks are important tourist attractions in the Amazon region, generating jobs and income in a sustainable way. In Porto Velho, Rondônia (RO), for example, the City Hall has created a "Guide of The Waters" with a route of 20 bathing places near the city. These bath and recreation places are busy and so it is important to ensure the quality of the water for the safety of the tourists. Concerned with this social and environmental issue, students of the engineering and technology courses of a private college in Rondônia organized themselves to analyze the water quality of a busy bathing place in the region. The target audience for this work is bathers, tourists, beach owners and public inspection agents in Rondônia. The bathing place was selected based on the official relationship of the "Guide of The Waters". The sample was collected by the students and the physical, chemical and bacteriological parameters were analyzed in a private laboratory to issue the report. The text also presents a brief bibliographical review on the parameters that define

bathing and the risks of contagion in polluted waters. At the end, the results obtained in the water quality analysis are discussed.

Keywords: Bathing Place; Creeks; Water; Bathing Standards; Amazon.

RESUMEN

Los balnearios son importantes atracciones turísticas de la región Amazónica, con generación de empleo e ingresos de manera sostenible. En Porto Velho, Rondônia (RO), por ejemplo, la ciudad creó un "Guía de las Aguas" con 20 balnearios puerto de la ciudad. Estos locales de baño y de recreación se mueven y lo que es importante para asegurar la calidad del agua para la seguridad de los turistas. Preocupados de que los problemas sociales y ambientales, los estudiantes de los cursos de ingeniería y tecnología de una universidad privada de Rondônia organizados para el análisis de la calidad del agua de un agitado balneario en la región. El público objetivo de este trabajo son los bañistas, los turistas, los propietarios de los balnearios y los agentes del orden público en Rondônia. El complejo fue seleccionado de la lista oficial de la "Guía de las Aguas". La recogida de muestras se llevó a cabo por los estudiantes y análisis de propiedades físicas, químicas y bacteriológicas parámetros que se hizo en un laboratorio privado para informar del problema. El texto también presenta una breve revisión de la literatura sobre los parámetros que definen los riesgos de contagio y de baño en aguas contaminadas. Al final, los resultados obtenidos se discuten en el análisis de la calidad del agua.

Palabras clave: Balneario; Igarapé; Agua; Normas de Baño; Amazonia.

INTRODUÇÃO

Nos arredores de Porto Velho e Candeias do Jamari existem muitos igarapés que são utilizados como balneários pelos moradores e turistas que visitam Rondônia (Figura 1). A localização geográfica destes municípios em relação ao rio Madeira e ao rio Candeias favorece a formação dos igarapés que recortam o relevo destes municípios. Aproveitando este diferencial oferecido pela natureza, a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Socioeconômico e Turismo de Porto Velho (SEMDESTUR) publicou um guia turístico intitulado “Roteiro das Águas – Guia de Balneários e Lazer no Entorno da Cidade de Porto Velho”, o qual exalta a riqueza da Capital rondoniense em mananciais e apresenta os balneários mais frequentados da região (SEMDESTUR, 2015).



Figura 1 – Balneário localizado em Candeias do Jamari/RO
Fonte: Torres (2017).

Entretanto, com o aumento da densidade demográfica, da atividade industrial, agropecuária e da piscicultura, os mananciais da região ficam mais expostos à contaminação de resíduos e efluentes. O poder público nem sempre cumpre adequadamente seu papel fiscalizador, por isso este texto apresenta uma breve discussão de interesse público, pois é importante conhecer a qualidade da água dos igarapés balneários utilizados por turistas e moradores de Porto Velho, garantindo a segurança do banhista e sustentabilidade do empreendimento.

Neste sentido, foi realizado trabalho de extensão universitária para coletar, avaliar e demonstrar para comunidade a balneabilidade da água de um igarapé balneário nas proximidades do município de Candeias do Jamari, afluente da margem esquerda do Rio Novo, o qual deságua no Rio Jamari a jusante da barragem da Usina de Samuel, Rodovia BR-364, Sentido Cuiabá – MT.

Este trabalho consiste na avaliação dos resultados obtidos na análise dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos com os limites estabelecidos nas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986; CONAMA, 2000; CONAMA, 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

O balneário objeto deste estudo está localizado em um igarapé próximo à BR-364, com a presença de várias árvores no entorno e piscinas naturais (PASCOALOTO, 2001).

Em uma área sombreada, existem duas casas que possuem fossa séptica que está localizada a cerca de 100 m das piscinas. Também foi verificada a presença de alguns animais domésticos de pequeno porte, principalmente, cães e galinhas. O balneário é privado e aberto nos finais de semana para banhistas mediante pagamento de uma taxa de entrada.

No entorno do balneário existem pastagens para criação e engorda de gado, cinco tanques artificiais para criação de peixes a 4,5 km, uma estrada de vicinal e cerca de 20 moradias em um raio de 8,0 km a montante do balneário (Figura 2).



Figura 2 – Localização do Balneário
Fonte: Google Earth.

Os materiais utilizados neste trabalho são descritos na Tabela 1. Por sua vez, as metodologias analíticas utilizadas nas análises dos indicadores de qualidade das águas foram baseadas nos procedimentos padronizados na legislação e são descritas na Tabela 2.

Tabela 1 – Materiais e Instrumentos Utilizados

QUANT.	MATERIAL / INSTRUMENTO	FINALIDADE
01	Caixa térmica	Preservar as características das amostras.
01	Caixa de ferramentas	Acondicionar os instrumentos.
04	Folhas de Jornal	Forrar o chão para servir de abrigo e organização dos materiais e instrumentos.
01	EPIs (luvas, óculos, máscara e touca).	Proteger o responsável pela coleta em caso de amostras contaminadas e evitam a contaminação das amostras a serem coletadas.
01	Aparelho GPS	Para coletar as coordenadas de georeferenciamento.
01	Oxímetro	Para medir o oxigênio dissolvido e a temperatura.
01	Medidor de pH	Medir a água para verificar se está ácida ou básica.
01	Medidor de condutividade	Medir a condutividade elétrica da água.
01	Kit rápido	Medir a dureza cálcica da água.
01	Álcool em gel	Fazer a esterilização dos equipamentos a serem mergulhados na água.
01	Haste de alumínio	Fixar os frascos de coleta.
01	Água deionizada (desmineralizada)	Utilizada para lavar os instrumentos que entram em contato com o material coletado.
02	Frascos de 100 ml	Coletar amostras para os testes bacteriológicos.
01	Kit de material de escritório (ficha de coleta, ficha cadastro e canetas).	Fazer as anotações no local.
01	Filmadora (câmera do smartphone)	Registrar em vídeo a coleta das amostras.

Fonte: Autores (2016).

Tabela 2 – Indicadores de Qualidade e Métodos Analíticos Utilizados no Monitoramento da Água

VARIÁVEIS	ABREV.	UNID.	MÉTODO ANALÍTICO
Potencial hidrogeniônico	pH	-	Eletroanalítico direto – Potenciometria. (RICE et al., 2012) Method 4500-H+ B.
Condutividade elétrica	CE	$\mu\text{S.l}^{-1}$	Potenciométrica
Turbidez	-	UNT	Nefelométrico LQ: 0,1 NTU (RICE et al., 2012) Method 2130 B.
Sólidos Sedimentáveis	SS	mg.l^{-1}	Gravimétrico
Oxigênio dissolvido	OD	$\text{mg.l}^{-1} \text{O}_2$	Eletrométrico
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO	$\text{mg.l}^{-1} \text{O}_2$	Titulação de Winkler – Iodométrico
Nitrogênio total	NT	$\text{mg.l}^{-1} \text{N}$	Persulfato.
Nitrogênio amoniacal (Amônia)	N-NH ₃	$\text{mg.l}^{-1} \text{N-NH}_3$	Colorimétrico azul de indofenol.
Fósforo total	P-total	mg.l^{-1}	Espectrofotométrico – Vanado.
Zinco	Zn	$\text{mg.l}^{-1} \text{Zn}$	AAS chama.

Continua...

...Continuação

Aspecto	-	-	Percepção sensorial.
Alcalinidade	-	mg.l ⁻¹ CaCO ₃	Titulação com ácido sulfúrico e potenciométrico. Standard (RICE et al., 2012). Método Titulométrico de Neutralização.
Alumínio	Al	mg.l ⁻¹ Al	Eriocromocianina. Reação do íon Alumínio com o composto orgânico Eriocromocianina, em pH próximo a 6,0. (RICE et al., 2012)
Cor	-	mg.l ⁻¹ Pt	Cloroplatinato de Potássio. Fotocolorímetro ou um espectrofotômetro. (RICE et al., 2012)
Cloretos	Cl	mg.l ⁻¹ Cl	Titulométricos do nitrato mercúrico e do nitrato de prata. Argentimétrico. Água. Determinação de cloretos. (RICE et al., 2012)
Dureza total	DT	mg.l ⁻¹ CaCO ₃	Titulométrico do EDTA – (RICE et al., 2012) Titulométrico de Complexação. Águas – Determinação da dureza total.
Ferro dissolvido	Fe	mg.l ⁻¹ Fe	Método do ácido tioglicólico.
Detergentes	-	mg.l ⁻¹ LAS	Spectrofotômetro. Método LAS. (RICE et al., 2012)
Odor	-		Percepção sensorial
Temperatura	-	°C	Potenciometria
Contagem de heterotróficos	-	-	Membrana filtrante
Coliformes Totais	CT	UFC/ 100ml	Membrana filtrante
<i>Escherichia coli</i>	<i>E. coli</i>	UFC/ 100ml	Membrana filtrante

Fonte: Adaptado de (RICE et al., 2012) e Laboratório Eccos da Amazônia (2016).

Os indicadores de qualidade nesta pesquisa foram agrupados quanto aos aspectos físicos, químicos e biológicos, conforme recomendado pelo OMS (2009), FUNASA (2013) e FUNASA (2014).

Os resultados obtidos neste estudo correspondem a uma única amostragem realizada, e em função do custo das análises, não houve mais de uma coleta. Apesar disso, o responsável pelo balneário foi informado da importância do acompanhamento e a realização de seis coletas anuais para análise de conformidade de acordo com a legislação. O objetivo era identificar prováveis vetores de contaminação da água. Para tanto, foram utilizados como referência vetores e doenças indicadas na Tabela 3. O uso de água contaminada seja por contato ou ingestão pode ser um vetor para diversas doenças de “veiculação hídrica”.

Tabela 3 – Principais Doenças de Veiculação Hídrica

AGENTE CAUSADOR	DOENÇA	FORMA DE TRANSMISSÃO
Vibrião Colérico	Cólera	Via Oral
Bactéria Shigella	Disenteria bacilar	Via Oral
Bactéria Salmonella Typhi	Febre Tifóide	Via Oral
Bactéria Salmonella Paratyphoide	Febre Paratifóide	Via Oral
Bactérias Intestinais	Diarreia Infantil	Via Oral
Vírus	Poliomielite	Via Oral
Vírus	Hepatite Infecciosa	Via Oral
Ancylostoma (helmintos)	Ansilostomiose	Via Cutânea
Leptospira icterohaemorrhagiae	Leptospirose	Através de pequenas feridas na pele ou nas membranas, mucosas, nariz e boca.
Schistosoma Mansoni (verme)	Esquistossomose	Via Cutânea
Giardia lamblia	Giardíase	Via Oral

Fonte: Adaptado de FUNASA (2013); FUNASA (2014); OMS (2009).

Os parâmetros da qualidade da água nos mananciais podem ser alterados por causas naturais como mudança do clima, vegetação, causas geológicas ou, pela forma mais agressiva, pela ação antrópica. A falta de planejamento e a ocupação desordenada do espaço podem impactar no meio ambiente e contribuir para poluição a água. Os principais usos e impactos decorrentes estão elencados na Tabela 4, seja para abastecimento doméstico ou para uso recreativo (OMS, 2009).

Tabela 4 – Atividades Antrópicas e seus Impactos sobre as Águas

USO	PRINCIPAIS IMPACTOS SOBRE AS ÁGUAS	PARÂMETRO NÃO CONFORME
Agricultura	Contaminação por agrotóxicos, eutrofização e assoreamento.	Fósforo, nitrato, nitrito e metais pesados.
Pecuária	Contaminação microbiológica	Coliformes termotolerantes e totais
Mineração	Assoreamento e contaminação por metais pesados	Turbidez, pH, sólidos em suspensão, OD, DBO e metais pesados.
Indústria	Contaminação por efluentes	Turbidez, pH, OD, DBO e temperatura.
Urbanização	Assoreamento, contaminação por efluentes domésticos e industriais.	Coliformes termotolerantes e totais, DBO e OD.
Piscicultura	Contaminação microbiológica e efluente	Fósforo, amônia, heterotróficos.

Fonte: Adaptado de OMS, 2009.

RESULTADOS

Os resultados obtidos na análise da água estão descritos na Tabela 5. Nesta Tabela também estão descritos os valores de referência para cada parâmetro e a provável consequência da inconformidade.

Tabela 5 – Indicadores de Qualidade da Água

PARÂMETRO	RESULTADO	REFERÊNCIAS	COMENTÁRIO	BIBLIOGRAFIA
ASPECTOS FÍSICOS				
Aparência da água	Límpida	Não estabelecido	Quando alterados impactam diretamente na qualidade e na segurança da atividade de contato primário.	OMS (2009) Lopes; Magalhães Jr.; Sperling, (2013) Brasil, (2014)
Cor	5 mg Pt.l ⁻¹	75 mg Pt.l ⁻¹		
Odor	Ausente	Ausente		
Turbidez	5 UNT	100 UNT		
Sólidos Sedimentáveis	0 mg.l ⁻¹	1 mg.l ⁻¹		
Condutividade Elétrica 25°C	11µS.l ⁻¹	Não estabelecido		
Temperatura	25°C	Não estabelecido	Em condições adequadas favorecem a concentração de microrganismos.	
ASPECTOS QUÍMICOS				
Alcalinidade	15 mg.l ⁻¹ CaCO ₃	Não estabelecido	Dissolução de carbonatos minerais presentes no solo.	OMS (2009)
Alumínio	0,58 mg.l ⁻¹ Al	0,1 mg.l ⁻¹ Al	Não tóxico, mas em altas concentrações, pode causar precipitações e sedimentações. - Afeta a qualidade organoléptica da água.	OMS (2009)
Amônia	0,07 mg.l ⁻¹ CaCO ₃	0,02 mg.l ⁻¹ CaCO ₃	Odor acentuado em pH elevado. - Peixes excretam pelas brânquias	Silva et al. (2013)
Cloreto	25 mg.l ⁻¹ Cl	250 mg.l ⁻¹ Cl	Provoca sabor em concentrações da ordem de 250 mg.l ⁻¹ . Se ingerido em quantidade provocam reações fisiológicas.	OMS (2009)
DBO	21,5 mg.l ⁻¹ O ₂	≤ 5 mg.l ⁻¹ O ₂	Quantidade de oxigênio para estabilizar a matéria orgânica por processos bioquímicos. Prevê o efeito da poluição sobre o corpo d'água de forma indireta.	Mota; Sperling (2009)

Continua...

...Continuação

Ferro dissolvido	0,72 mg.l ⁻¹ Fe	0,3 mg.l ⁻¹ Fe	Pode causar conjuntivite e coroidite.	OMS (2009)
Fósforo total	0,39 mg.l ⁻¹ P	0,025 mg.l ⁻¹ P	Essencial no processo biológico, contribui na eutrofização da água. Origem: Descarga de esgoto sanitário, ração não consumida e excrementos de peixe.	Silva et al. (2013) Toledo et al. (2003)
pH	5,5	6 a 9	Condições da acidez, neutralidade e alcalinidade da água. Valores extremos de pH podem causar irritação nos olhos, pele e mucosas.	Silva et al. (2013)
Dureza Total	0 mg.l ⁻¹ CaCO ₃	Não estabelecido	Concentração de íons de cálcio e magnésio na água.	Funasa (2013)
Detergente	0,046 mg.l ⁻¹	0,5 mg.l ⁻¹	Presença de esgotos domésticos	Mota; Sperling (2009)
Nitrogênio Total	0,03 mg.l ⁻¹ N	Não estabelecido	Orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Assimilados por algas e plantas aquáticas, importantes no processo de eutrofização.	Silva et al. (2013)
Oxigênio Dissolvido	8,6 mg.l ⁻¹ O ₂	≥ 5 mg.l ⁻¹ O ₂	Importante na decomposição da matéria orgânica submersa. Previne a formação de quantidades indesejáveis de ácido sulfídrico.	Mota; Sperling (2009)
Zinco	0 mg.l ⁻¹ Zn	0,18 mg.l ⁻¹ Zn	Metal pesado tóxico	OMS (2009)
ASPECTOS BIOLÓGICOS				
Contagem de heterotróficos	Incontáveis	Não estabelecido	Não são necessariamente patogênicas, mas podem representar risco à saúde, alimentam-se de matéria orgânica e consomem oxigênio dissolvido do meio líquido.	Domingues et al. (2007) Andrade et al. (2011) Lopes; Magalhães Jr.; Sperling (2013)
Coliformes totais	11.648 em 100 ml	5.000 em 100 ml	Bactérias de vida livre, não intestinal presentes na água e no solo.	OMS (2009) Lopes; Magalhães Jr.; Sperling (2013); Brasil, (2014)
<i>Escherichia coli</i>	2.418 em 100 ml	800 em 100 ml	Mais preciso indicador da contaminação da água por material fecal. Infecções urinárias, bacteremia, meningite, diarreia aguda, febre tifoide.	OMS (2009) Lopes; Magalhães Jr.; Sperling (2013); Brasil, (2014)

Fonte: Adaptado pelos autores.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os indicadores da qualidade da água referem-se aos aspectos físicos: cor, turbidez, sabor, odor e temperatura. O odor da água era ausente, conforme previsto na legislação. O aspecto da amostra de água era límpido, com cor de 5 mg Pt.l⁻¹ (referência 75 mg Pt.l⁻¹). A

legislação não define parâmetros para o aspecto da água, entretanto, o odor, o aspecto e a cor da água estão relacionados com o processo de decomposição que ocorre no meio ambiente. A exalação de maus odores na água, a transparência e a cor alterada estão relacionadas ao esgotamento total do oxigênio e, conseqüentemente, a decomposição anaeróbia dos compostos orgânicos sulfatados, produzindo o gás sulfídrico (H_2S) (MOTA; SPERLING, 2009).

Não foram encontrados sólidos sedimentáveis na amostra de referência e o máximo regulamentado é 1 mg.l^{-1} . Este parâmetro está relacionado à quantidade de sólidos em suspensão. A turbidez em 5UNT é um resultado excelente, uma vez que o máximo aceitável é 100UNT. Isto define o grau de atenuação da intensidade que a luz sofre ao atravessar a água devido à presença de sólidos em suspensão, essas partículas podem ser inorgânicas (areia, silte, argila) ou orgânicas (algas, bactérias e plâncton em geral) (PIVELL, 2016; OMS, 2009).

Para a temperatura, 25°C , a legislação não impõe valores máximos ou mínimos. Todavia sabe-se que os processos físicos, químicos e biológicos são influenciados pela temperatura da água. A elevação aumento da temperatura provoca o aumento da velocidade das reações de natureza bioquímica de decomposição de compostos orgânicos e ao mesmo tempo diminui a solubilidade de gases dissolvidos na água, em particular o oxigênio, base para a decomposição aeróbia (OMS, 2009).

Avaliando os parâmetros químicos da qualidade da água, a alcalinidade encontrada foi de $15\text{ mg.l}^{-1}\text{ CaCO}_3$, a legislação não define níveis de aceitabilidade em teste de balneabilidade (OMS, 2009).

O nível de alumínio encontrado, $0,58\text{mg.l}^{-1}\text{ Al}$, está acima dos valores de referência estabelecidos pela Resolução 274/2000 do CONAMA, $0,1\text{mg.l}^{-1}\text{ Al}$. A concentração de alumínio pode estar relacionada à dissolução de compostos do solo e ao escoamento superficial para o curso d'água. Esta inconformidade pode ser resultado de atividades de mineração clandestina nas proximidades do curso d'água (garimpo), que é comum na região, ou manejo inapropriado na agricultura (VALLADARES; BATISTELLA; PEREIRA; 2011).

A amônia detectada, $0,07\text{mg.l}^{-1}\text{ N-NH}_3$, também está não conforme, pois o nível tolerado pela legislação é $0,01\text{mg.l}^{-1}\text{ N-NH}_3$. Este é um gás incolor, com odor característico, altamente solúvel na água, resultado da degradação da ureia e a decomposição de matérias orgânicas nitrogenadas. A Amônia está presente nos esgotos domésticos e industriais. Segundo Moret (2014), o estado de Rondônia é carente de

saneamento básico, inclusive na região próxima à capital, Porto Velho. A presença de Amônia, mesmo em quantidades mínimas, indica possibilidade de contaminação recente, microbiológica ou química. É altamente prejudicial à saúde, também pode causar problemas de toxicidade aos peixes na sua forma livre (NH_3) e implica consumo de oxigênio dissolvido durante o processo de conversão da amônia em nitrito e, em seguida, do nitrito em nitrato (nitrificação), concentrações superiores a $10 \text{ mg N-NO}_3\text{.l}^{-1}$ podem causar a metemoglobinemia, podendo trazer graves consequências para a saúde, inclusive morte, principalmente em lactentes (MOTA; SPERLING, 2009).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) aferida em $21,5 \text{ mg.l}^{-1} \text{ O}_2$, ou seja, bem acima dos $\leq 5 \text{ mg.l}^{-1} \text{ O}_2$ regulamentados. A DBO está relacionada à quantidade de oxigênio necessária para oxidar (eliminar) partículas orgânicas. Para Mota e Sperling (2009) e FUNASA (2014) a DBO é uma forma indireta de se medir a quantidade de matéria orgânica num corpo d'água. Quando a taxa é elevada, como neste caso, significa que será preciso grande quantidade de oxigênio dissolvido na água para oxidar essas partículas.

Os teores de Cloretos encontrados, $25 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Cl}$, encontram-se em níveis bastante satisfatório, uma vez que a legislação vigente considera aceitável até $250 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Cl}$. Para Mota e Sperling (2009) e Funasa (2014), a presença deste indicador nas águas naturais pode ser atribuída à existência de jazidas no caminho percorrido pela água, ou através da poluição por esgotos sanitários.

A Condutividade elétrica a 25°C foi aferida em $11\mu\text{S.l}^{-1}$, contudo a legislação não define um limite para testes de balneabilidade. A condutividade elétrica está relacionada à capacidade da água em transmitir corrente elétrica devido à presença de sais dissolvidos e metais pesados na forma de íons, com isto é possível avaliar a quantidade de sólidos dissolvidos (FUNASA, 2014; OMS, 2009).

O Ferro dissolvido encontrado foi $0,72 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Fe}$, para um valor de referência de $0,3 \text{ mg.l}^{-1}$. Este indicador está associado à qualidade organoléptica da água, ou seja, propriedade relacionada à cor, odor, sabor e turbidez. As águas superficiais estão sujeitas a níveis mais elevados de ferro devido à ocorrência de matéria orgânica, nas quais o elemento químico se apresenta ligado ou combinado, além de se apresentar também em estado coloidal. O resultado encontrado era esperado, uma vez que a composição geomorfológica da região tem predominância de latossolos vermelhos com alto teor de Ferro (Fe) (SEDAM, 2013). Além disso, essa característica pode ser alterada a partir do manejo inadequado do solo na agricultura (VALLADARES; BATISTELLA; PEREIRA; 2011).

O Fósforo total encontrado na amostra foi $0,39 \text{ mg.l}^{-1}$, quando o tolerado é $0,025 \text{ mg.l}^{-1}$ P. O esgoto doméstico, matéria fecal, drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas, efluentes de tanques de criação de peixes entre outros são importantes fontes de fósforo para os corpos d'água. Nas proximidades do balneário existem áreas de pastagem e a alteração deste resultado pode ser resultante dessa atividade. O Fósforo e o Nitrogênio quando em excesso são importantes nutrientes para o crescimento e a reprodução dos microrganismos como algas e não tem implicações sanitárias na qualidade da água (MOTA; SPERLING, 2009).

Detergente encontrado foi de $0,046 \text{ mg.l}^{-1}$ LAS, enquanto o aceitável é de $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ LAS, ou seja, este parâmetro se encontra satisfatório. Os detergentes chegam até os corpos d'água devido às descargas de águas de limpeza doméstica e industriais.

Para o Nitrogênio Total a legislação não define valores máximos ou mínimos, porém na amostra pesquisada foram encontrados $0,03 \text{ mg.l}^{-1}$ N. Para Mota e Sperling (2009), o Nitrogênio Total corresponde a todas as formas de Nitrogênio encontrado nas águas sob a forma de Nitrogênio orgânico, Amoniacal, Nitrito e Nitrato. Estes compostos de Nitrogênio são transportados para os corpos d'água pelo escoamento superficial, também considerados fatores importantes quando da ocorrência de processos de eutrofização. Tem como suas principais fontes os efluentes domésticos e industriais, bem como as fezes e urinas dos bovinos. Este resultado também pode ter influência das atividades de agropecuária nas proximidades (SILVA et al., 2013).

O Oxigênio Dissolvido (OD) encontrado nas amostras apresenta valor satisfatório, $8,6 \text{ mg.l}^{-1} \text{ O}_2$, quando comparado com os níveis recomendados, $\geq 5 \text{ mg.l}^{-1} \text{ O}_2$. A quantidade de OD na água é a diferença entre a produção e consumo existente no ambiente. As principais fontes de oxigênio são a reaeração atmosférica e a fotossíntese, enquanto que a depleção está associada à oxidação bioquímica da matéria orgânica carbonácea, nitrogenada e processos de respiração (OMS, 2009).

O pH, potencial hidrogeniônico (quantidade de prótons H^+), obtido nas amostras foi 5,5, enquanto o recomendado pela legislação vigente deve ser entre 6 e 9. O pH permite determinar o caráter ácido ou básico do meio aquoso, tendo como referência uma escala que varia de 0 a 14, medido a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Assim o corpo d'água será ácido se tiver com pH na faixa de 0 a 7, básico se estiver no intervalo de 7 a 14 e neutro se o pH for igual a 7. O pH abaixo de 7 pode ser resultante da alteração do meio por meio do despejo de ácidos. Caso o pH seja muito baixo, os peixes apresentarão maior frequência respiratória e, se necessário, poderão, inclusive, respirar na superfície da água (OMS, 2009).

Caso a água esteja com o pH fora da faixa definida pela Resolução, o banhista corre o risco de sofrer algum tipo de irritação da pele ou olhos (INMETRO, 1998).

Foi encontrado 0 mg.l^{-1} Zn (zinco) na amostra analisada, quando comparado com os valores limites definidos na legislação, $0,18 \text{ mg.l}^{-1}$ Zn, conclui-se que este parâmetro está satisfatório. O zinco assim como outros metais pesados, a exemplo do Cobre, Manganês e Cromo são importantes para o metabolismo humano, porém quando em concentrações elevadas passam a ter um potencial de toxicidade quando ingeridos.

Conforme observado na Tabela 3, os indicadores microbiológicos são importantes na análise bacteriológica e podem sugerir possíveis riscos de contaminação. Neste trabalho, foram mensuradas as bactérias heterotróficas, os Coliformes Totais e *Escherichia coli*. Todas estas bactérias estão presentes em grande quantidade no ambiente estudado (DOMINGUES et al., 2007). Os níveis de coliformes totais encontrados nas amostras estão bastante alterados, 11.648 em 100 ml, quando comparada com a quantidade máxima aceitável segundo a legislação vigente, 5.000 em 100 ml, para águas destinadas à recreação de contato primário. Os coliformes totais são um grande grupo de bactérias que ocorrem nos solos e águas poluídas ou não, são organismos de vida livre, e não intestinal (OMS, 2009).

Os Coliformes Termotolerantes também se mostraram em quantidade muito elevada, 2.418 em 100 ml, quando o máximo regulamentado pela legislação é 800 em 100 ml, o que já é uma carga elevada quando comparada com outros países. A *Escherichia coli* pertence ao grupo dos coliformes fecais, por suportarem temperatura superior a 40°C . A presença destes coliformes indica que a água foi contaminada por fezes humanas ou de animais, já que não se reproduzem nem sobrevivem fora destes organismos por muito tempo, assim sua presença indica contaminação recente. É um importante indicador para se definir a qualidade da água e, quando alterado, representam um risco à saúde humana (OMS, 2009; FUNASA, 2014).

Ao se considerar a implantação de medidas corretivas e preventivas para despoluição de um corpo d'água, alguns fatores devem ser levados em consideração, os mais importantes são a tecnologia utilizada, os custos de implantação e manutenção. Para tratamento de águas residuárias Mota e Sperling (2009) recomendam o uso de aeradores e lagoas de contenção para estabilização do curso d' água, uma vez que possibilitam a remoção dos resíduos sólidos e aumentam a oxigenação da água (Figura 3).



Figura 3 – Aerador Tipo Gaiola
Fonte: Adaptado de LEITE, 2016.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível constatar que existem inconformidades na análise da qualidade da água em um igarapé balneário. Estas inconformidades não justificam a interdição do local, uma vez que o laudo de balneabilidade deve ser emitido após, pelo menos, cinco análises em períodos distintos. Contudo, os resultados obtidos já servem de alerta para monitoramento ambiental continuado. O aspecto físico da água estava em conformidade com os limites definidos na legislação, entretanto, os parâmetros químicos e biológicos apresentaram alterações na concentração de Alumínio, Amônia, Ferro, Fósforo, pH, DBO, Coliformes Totais e *E. Coli*. Estes indicadores apontam para uma possível degradação do corpo d'água e o risco de contaminação ou desenvolvimento de doenças nos banhistas.

A determinação das fontes de contaminação da água nessa região exigem estudos continuados, os quais devem considerar a influência da agricultura, ocupação do solo no entorno do balneário, entre outros prováveis atores que possam contribuir para alterações qualidade da água.

O processo de melhoria da qualidade das águas neste balneário passa pelas seguintes etapas: monitoramento da qualidade; conscientização da comunidade local; saneamento básico; maior fiscalização da piscicultura e recuperação área de mata ciliar.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. R. S.; SOUZA, M. Z.; FERNANDES, M. S. M.; CIRNE, J. R. R. Avaliação bacteriológica dos corpos de água presentes no Complexo Aluísio Campos.

BioFar - Revista de Biologia e Farmácia, v. 6, n. 1, p. 21-31, 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/iT8GWF>>. Acesso em: 30 out. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Disponível em: <<https://goo.gl/ErZvwd>>. Acesso em: 28 abr. 17.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução Nº 20, de 18 de junho de 1986**. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=43>>. Acesso em: 18 set. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 12 set. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução 357 de 17 de março de 2005**. Estabelece a classificação, segundo os usos preponderantes, para as águas doces, salobras e salinas do território nacional. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2016.

DOMINGUES, V. O.; TAVARES, G. D.; STÜKER, F.; MICHELOT, M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELLI, C. M.; HÖNER, R. Contagem de Bactérias Heterotróficas na Água para Consumo Humano: Comparação entre Duas Metodologias. **Revista Saúde**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 15-19, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/download/6458/3926>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

ECCOS DA AMAZÔNIA. **Pop para Coleta de Amostras de Água**. Porto Velho: Laboratório Eccos da Amazônia, 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/6iP7WM>>. Acesso em: 30 out. 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/5xAQaQ>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

GOOGLE HEART. Localização do Balneário. Disponível em: <<https://goo.gl/kDMB6L>>. Acesso em: 18 set. 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Guidelines for Safe Recreational-water Environments**. World Health Organization, 2009. (Coastal and fresh waters, v. 1). Disponível em: <<https://goo.gl/stEB5c>>. Acesso em: 27 abr. 17.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Informação ao Consumidor - 1998**. Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/praias.asp>>. Acesso em: 20 set. 2016.

LEITE, C. **ETE Valo de Oxidação está com sistema de tratamento comprometido.** Disponível em: <<http://vereadorcarlosleite.com.br/ete-valo-de-oxidacao-esta-com-sistema-de-tratamento-comprometido/>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JR., A. P.; SPERLING, E. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 9, n. 6, p. 28-47, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/22268>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

MORET, A. S. **Rondônia: 2000-2013.** São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2014.

MOTA, F. S. B.; SPERLING, M. (Org.). **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção.** Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PASCOALOTO, D. Características ambientais de cinco Igarapés de terra-firme em reservas florestais no estado do Amazonas e sua relação com *Batrachospermum cayennense* (Batrachospermaceae, Rhodophyta). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 31, n. 4, p. 597-597, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672001000400597&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 27 abr. 2017.

PIVELI, R. P. **Curso:** “Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos”. São Paulo: ESALQ/USP, 2016. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%205%20-%20Caracteristicas%20Fisicas%20das%20Aguas.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; CLESCERI, L. S. **Standard Methods for the examination of water and wastewater.** Washington: APHA, 2012.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO E TURISMO (SEMDESTUR). **Roteiro das Águas** – Guia de balneários e lazer no entorno da cidade de Porto Velho. 2015. Disponível em: <<http://portovelhoamigo.com/revistas/Roteiro-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE RONDÔNIA (SEDAM/RO). **Acervo técnico zoneamento. CD nº 13, Solos.** 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/8twaFM>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

SILVA, M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E.; HISANO, H. **Documentos 95 - Aquicultura:** manejo e aproveitamento de efluentes. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/rHYGtu>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K. F.; FARIAS, R. A.; HACON, S. SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluente de viveiros da Estação de Piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 2, n. 1, p. 13-31, 2003. Disponível em:

<http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol2/2_artigo_v2.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.

VALLADARES, G. S.; BATISTELLA, M.; PEREIRA, M. G. **Alterações ocorridas pelo manejo em Latossolo, Rondônia, Amazônia brasileira.** Disponível em: <<https://goo.gl/S1XFnW>> Acesso em: 26 ago. 2016.