

XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

QUALIDADE DA ÁGUA DE SUBSUPERFÍCIE NA REGIÃO DO LAGO JANAUCÁ, AMAZÔNIA CENTRAL

Domitila Pascoaloto¹ & Hillândia Brandão da Cunha²

RESUMO – O lago Janauacá está localizado na várzea do rio Solimões, porém como grande parte de suas margens está em área de terras altas, a população dessas comunidades tem fácil acesso ao lençol freático. No presente estudo são apresentados os resultados obtidos em seis poços e três cacimbas localizados em oito comunidades. O poço mais profundo apresentou 80 m; os demais poços apresentaram 18-25 metros e as cacimbas tiveram 03-12 metros de profundidade. Apesar do gosto ruim e coloração avermelhada na base da torneira de um dos poços e do aspecto turvo da água de três poços e das cacimbas, os resultados obtidos para pH (4,70-6,03) e condutividade elétrica (11,95-51,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) por métodos analíticos mostraram que são ambientes em estado natural, enquanto que aqueles obtidos com métodos colorimétricos indicaram que são águas que se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental; porém recomenda-se que essas águas sejam esterilizadas antes do consumo a fim de eliminar bactérias e outros patógenos. Novos estudos deverão ser realizados para verificar a qualidade microbiológica da água utilizada para consumo na região e para investigar a presença de ferrobactérias nos poços da comunidade Cinturão Verde.

ABSTRACT– Janauacá Lake is located on the Solimões River Basin, but as a large part of its banks is in an area of highlands, the population of these communities has easy access to the underground water. This study presents the results obtained in six wells and three “cacimbas” located in eight communities around Janauca. The deepest well was 80 m; the other wells were 18-25 meters deep and the “cacimbas” were 03-12 meters deep. Despite the bad taste and reddish color at the base of the tap in one of the wells and the turbid appearance of the water in three wells and some “cacimbas”, the results obtained for pH (4.70-6.03) and electrical conductivity (11.95- 51.6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) by analytical methods showed that they are natural environments, while those obtained with colorimetric methods indicated that these waters are within the parameters established by environmental legislation; however, it is recommended that these waters be sterilized before consumption in order to eliminate bacteria and other pathogens. New studies should be carried out to verify the microbiological quality of the water used for consumption in the region and for to investigate the presence of ferrobacteria in the wells of the Cinturão Verde community.

Palavras-Chave – lago de várzea; cacimbas; área rural

¹) Afiliação: INPA/CODAM, Av. André Araújo, 2936 – Petrópolis, Manaus/AM, (92) 3643-3170, domitila@inpa.gov.br

²) Afiliação: INPA/COAES, Av. André Araújo, 2936 – Petrópolis, Manaus/AM, (92) 3643-3230 hillandia@gmail.com

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica amazônica é a maior do mundo, nela existem centenas de rios e milhares de igarapés, além de centenas de lagos naturais, onde predominam os lagos de terra firme (em geral associados a rios de água preta ou clara) e os lagos de várzea (geralmente associados a rios de água branca). Quando esse rio é o Solimões/Amazonas, em determinados períodos do ano podem ser observados dois ecossistemas aquáticos: um, na “boca do lago”, onde predominam águas brancas (barrentas e turvas) e outro, nas “cabeceiras” onde predominam águas claras ou pretas, transparentes. Nesses ambientes, quando existe terras altas próximas ao leito do lago, o lençol freático em geral está muito próximo à superfície do terreno e em muitos desses lagos existe o “paradoxo das águas”, quando ou a fonte de água de subsuperfície está coberta pelas águas do rio ou essa fonte está a quilômetros das residências da população local.

O lago Janauacá pertence à bacia do rio Solimões, porém a maior parte do lago encontra-se em terra-firme (Batistella *et al.*, 2005). Apenas a “boca” do Janaucá está efetivamente conectada ao rio. O lago abrange dois municípios do estado do Amazonas, servindo como limite natural dos municípios Careiro e Manaquiri. Ao longo de suas margens existem dezenas de comunidades, muitas ocupando ambos os municípios; existem também as comunidades instaladas ao longo dos ramais que dão acesso ao lago.

Assim como ocorre em outros lagos da Amazônia, dependendo da localização geográfica da comunidade, a população em cada comunidade pode ter maior ou menor dependência da água do lago. Assim os habitantes das comunidades mais próximas à foz apresentam maior dependência da água do lago, uma vez que não existe terreno com terras altas nas proximidades para que seja escavado um poço ou mesmo uma cacimba; enquanto que as populações que vivem em

comunidades mais próximas às cabeceiras preferem utilizar água de subsuperfície para consumo e, quando dispõem de rede elétrica, utilizam essa fonte para praticamente todas as suas atividades. Em algumas comunidades também existem famílias, principalmente aquelas cujas residências ficam mais afastadas do lago, que armazenam água de chuva.

No presente estudo são apresentados os resultados obtidos em duas comunidades ribeirinhas e em sete comunidades localizadas em ramais das duas rodovias que dão acesso aos municípios onde o lago está localizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em oito comunidades localizadas na região do lago Janauacá (Careiro e Manaquiri – estado do Amazonas) (tabela 1, figura 1), entre fevereiro/2019 e janeiro/2020, com coletas realizadas em período de águas altas (em períodos de enchente e vazante). Foram investigados cinco poços e três cacimbas; foi verificada, também, a qualidade da água do bebedouro comunitário localizado na área de convivência da igreja batista Filadélfia (comunidade Novo Horizonte).

Tabela 1: Locais de estudo.

Legenda	Sítio Amostral	Localização	Município
PIFNH	Poço - Igreja Batista Filadélfia	Lago Janauacá - Comunidade Novo Horizonte - Filadélfia	Careiro
BIFNH	Bebedouro - Igreja Batista Filadélfia	Lago Janauacá - Comunidade Novo Horizonte - Filadélfia	
PCSS	Poço Comunidade São Sebastião	Lago Janauacá - comunidade São Sebastião	
PVCV	Poço "velho", comunidade Cinturão Verde	Ramal Cinturão Verde	
CVN	Poço "novo", comunidade Cinturão Verde	Ramal Cinturão Verde	
PCS	Poço Comunidade Samaúma	Ramal Samaúma	
CRC	Cacimba Sítio no ramal Caapiranga	Ramal Caapiranga	
PRSJ	Poço - ramal São José	Ramal São José	
PNH	Poço - sítio comunidade Novo Horizonte	Lago Janauacá - Comunidade Novo Horizonte - Moro	Manaquiri
CDP	Cacimba - Sítio Dom Pedro	Ramal do Italiano	
CRE	Cacimba Sítio no ramal Esmeralda	Ramal da Esmeralda	



Figura 1: Localização dos poços e cacimbas estudados (legenda dos locais conforme tabela 1)

Foram coletados 1500 ml de água em cada local, acondicionados em dois frascos de polipropileno (capacidade de volume 1000ml e 500 ml), que foram mantidos sob refrigeração (caixa de isopor com gelo) até serem transportados para o Laboratório de Química Ambiental - LQA/INPA, onde foram processadas as análises (frasco de 1000 ml, por método analítico) ou para seu anexo “Laboratório de Limnologia/Ficologia” (frasco de 500 ml, por método colorimétrico). As análises colorimétricas foram realizadas utilizando o kit de potabilidade da marca Alfakit (tabela 2). Devido a questões logísticas no período em que as amostras foram coletadas, apenas as variáveis ambientais pH, alcalinidade e condutividade elétrica e turbidez puderam ser analisadas no LQA (Tabela 3). Não foi possível realizar as análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*) em todas as amostras, pois essa análise requer que a análise seja realizada em até 24 horas após a coleta e que as amostras permaneçam na estufa por exatamente 15 horas, em temperatura de 35°C, porém em algumas das bases de apoio durante as coletas o local não dispunha de energia elétrica por 15 horas consecutivas.

Para cálculo das médias os valores de pH de cada amostra foram convertidos para antilog na base 10 e depois expressos em log.

Tabela 3: Parâmetros, métodos e detalhamento para leitura dos resultados disponíveis no Kit Básico de Potabilidade (Alfakit).

PARÂMETROS	MÉTODO	INFORMAÇÃO
Cloro Livre	DPD	Cartela com faixa entre 0,1-0,25-0,50-0,75-1,0-1,5-2,0-3,0 mg L-1 Cl ₂
Ferro	Ácido tioglicólico	Cartela com faixa entre 0,25-0,50-1,0-1,5-2,0-3,0-4,0-5,0 mg L-1 Fe
Nitrogênio Amoniacal	Azul de indofenol	Cartela com faixa entre 0,0-0,10-0,25-0,50-1,0-2,0-3,0 mg L ⁻¹ N-NH ₃
pH	Indicador	Cartela com faixa entre 4,5-5,0-5,5-6,0-6,5-7,0-7,5-8,0 un. de pH.
Transparência	x	Cartela de comparação visual com faixa entre 50-100-200 NTU
Cor	x	Cartela de comparação visual com faixa entre 3,0-5,0-15,0-25-50-100 mg L-1 Pt/Co
Oxigênio Consumido	Oxidação com permanganato	Cartela de comparação visual com faixa entre 0,0 - 1,0 - 3,0 ->5,0 mg L-1 O ₂
Cloreto	Titulação argentimétrica	Resolução de 10 mg L-1 Cl ⁻
Dureza Total	Titulação de complexação	Resolução de 10 mg L-1 CaCO ₃
Alcalinidade	Neutralização	Resolução de 10 mg L-1 mg L-1 CaCO ₃
Coliformes totais e <i>E. Coli</i>	Meio cromogênio em DIP SLIDE em papel - Colipaper (Tecnobac)	Mínimo detectável: 80 UFC / 100 mL

Tabela 2: Variáveis ambientais (físicas, químicas e físico químicas) investigadas na água (Laboratório de Química Ambiental – INPA/CODAM).

VARIÁVEL AMBIENTAL	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
pH	Direto, Potenciométrico	----
Condutividade Elétrica (CE)	Direto, Potenciométrico	μS/cm ⁻¹
Alcalinidade	<i>Standard Methods (Rice et al., 2012, Potenciometria</i>	mg H ₂ CO ₃ ⁻ l ⁻¹

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das análises realizadas no LQA (métodos analíticos) podem ser observados nas figuras 2-3. As águas dos poços e/ou cacimbas do município de Manaquiri foram mais ácidas do que as Careiro (pH médio 4,69 e 5,67, respectivamente), menos alcalinas (2,24 e 12,81 mgHCO₃⁻.l⁻¹, respectivamente) e com menor carga/atividade iônica (condutividade elétrica 16,18 e 30,93 μS.cm⁻¹).

Os resultados obtidos pelo método colorimétrico encontram-se na tabela 4. O parâmetro DPD-cloro residual não foi determinado nas amostras, pois somente se aplica a água tratada. Da mesma forma, não foram realizados testes para oxigênio consumido, pois esse parâmetro não consta na legislação para consumo de água. Devido ao pH ácido observado nos locais (< 6,5), não existe

porcentagem de toxicidade da amônia, uma vez que na faixa de pH ácido a neutro a amônia é convertida por hidratação a íon amônico [Esteves (2012)]. Segundo o manual do fabricante do kit de potabilidade, apenas a partir de pH 6,5 deve ser calculada a toxicidade da amônia (que, no caso seria de 0,19%).

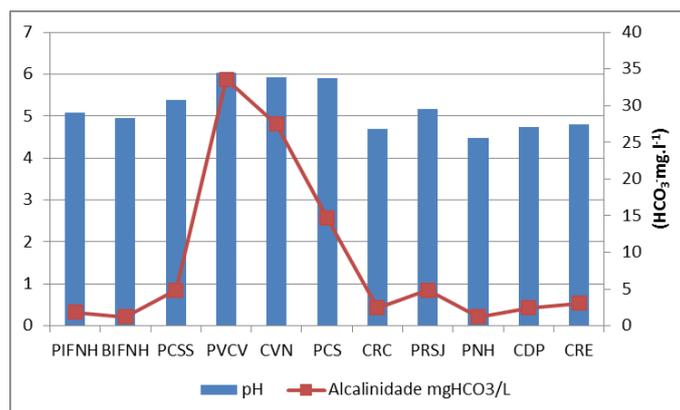


Figura 2: Valores de pH e alcalinidade (bicarbonato) nos locais. (Legenda dos locais segundo Tabela 1).

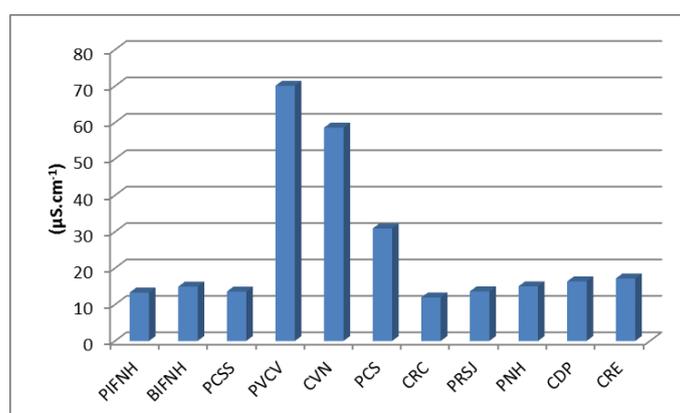


Figura 3: Valores de condutividade elétrica nos locais. (Legenda dos locais segundo Tabela 1).

Tabela 4: Resultados obtidos pelo método colorimétrico e meio de cultura em forma de gel desidratado.

	Alcalini- dade Total (CaCO_3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Cloreto (Cl^- $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Dureza Total (CaCO_3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Amônia (NH_3^+ $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Ferro (Fe $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	pH	Coliformes Totais UFC/100ml	Coliformes Fecais UFC/100ml
PIFNH				0,3085	0,00	5,5	6400	0
BIFNH	10,00	10,00	10,00	0,3085	0,00	5,5	6400	0
PCSS	10,00	10,00	10,00	0,3085	0,00	5,5	6400	0
PVCV	30,00	20,00	10,00	0,3085	0,00	6,0	---	---
CVN	30,00	20,00	10,00	0,3085	0,00	6,0	---	---
PCS	20,00	20,00	10,00	0,3085	0,00	6,0	---	---
CRC	10,00	20,00	10,00	0,3085	0,00	5,5	---	---

PRSJ	10,00	20,00	10,00	0,3085	0,00	5,5	---	---
PNH	0,00	10,0	0,00	0,6070	0,00	5,0	38400	19200
CDP	10,00	20,00	0,00	0,3085	0,00	5,0	---	---
CRE	10,00	20,00	0,00	0,3085	0,00	5,5	---	---
VMP (Brasil, 2011)	---	250.00	500.00	1.50	0,3	6,0 - 9,0	---	0,00

* Resultados obtidos utilizando o kit básico de potabilidade Alfakit

Pode-se observar pela tabela 4 que as amostras de água dos poços e cacimbas no município de Manaquiri apresentaram menor valor de dureza do que aquelas do Careiro

Diferentemente do observado em vários outros lagos da Amazônia, como no lago Curuai Grande (Santarém/PA) (Bonnet *et al.*, 2015), a maior parte da população que vive no entorno do lago Janauacá quase não utiliza a água do lago. Das oito comunidades nas margens do lago Janauacá investigadas por Cunha *et al.* (2020), apenas as duas mais próximas à foz (Tapagem e Caraipé) utilizam água do lago para suas atividades em geral (sendo que a geomorfologias desses locais não permite a escavação de poços, ao menos nos locais visitados). No entanto, apesar da importância da água subterrânea (ou, no caso, de subsuperfície) observada nessa região (Cândido, 2014), não encontramos estudos sobre as características (físicas, físico-químicas, químicas ou microbiológicas) da água consumida pela população.

Segundo os dados levantados neste estudo juntos às secretarias de saúde dos municípios de Careiro e Manaquiri, em alguns períodos do ano (principalmente no início da enchente, quando algumas partes do lago chegam inclusive a exalar mau cheiro) aumenta o número de procura ao serviço de saúde devido a crises de diarreia e, muitas vezes, problemas de pele da população no distrito do Janauacá. Problemas esses possivelmente associados à água. No município de Careiro a maior parte da população procura a UBS do ramal Samaúma e em breve também poderá ser atendida na UBS do ramal Cinturão Verde (já em fase final de construção); enquanto que a população que mora na margem de Manaquiri precisa ser atendida no hospital na sede do município e, muitas vezes, prefere procurar atendimento no hospital de Iranduba (cujo acesso é mais rápido, pois basta atravessar o rio Solimões). Os problemas de saúde relacionados (possivelmente) à qualidade da água do lago aumentam a importância dos recursos hídricos de subsuperfície na região.

As duas principais comunidades no Distrito do Janauacá, Samaúma e Cinturão Verde, utilizam água de poços perfurados pela prefeitura de Careiro Castanho, no entanto, a água desses

poços apresenta-se turva e, em alguns casos, com gosto ruim. A turbidez da água pode estar relacionada ao solo, enquanto o gosto ruim pode estar relacionado à geologia do local, no entanto seria preciso realizar estudo de monitoramento dessa água (incluindo análises hidrogeoquímicas e microbiológicas) para saber exatamente a razão dessas características e verificar se essas águas se encontram, de fato, potáveis. Água com gosto ruim também foi registrada em alguns poços na sede de Iranduba (Silva e Silva, 2007); os autores associaram essa característica à geomorfologia da região, sendo que em alguns poços a água estava salgada e com ao alto teor de magnésio, tendo sido esses poços lacrados em seguida. Também na várzea do Solimões Pascoaloto (2016, 2017) observou poços com alta condutividade (409,00 e 482.00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) na comunidade Jandira (Iranduba/AM) e em Palmeiras do Javari (Atalaia do Norte/AM), respectivamente, sendo que em ambos os locais não era possível consumir a água do poço devido ao gosto “muito ruim”, parecendo “ovo podre” (comentários das pessoas que fizeram as demandas das análises).

É notório o fato de que a Amazônia tem sido vista como um tesouro inestimável para a humanidade, sobretudo no que se refere a ela como fonte de água. Inclusive, segundo a ANA (2019) falta pouco para que o líquido, atualmente um direito, se transforme em mercadoria. Mas apesar da imensa quantidade de água retida na maior bacia hidrográfica do mundo, Giatti e Cutolo (2012), numa abordagem sobre a questão do acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública principalmente em áreas indígenas e na capital do estado do Amazonas, ressaltaram que “a grandiosidade de oferta de recursos hídricos na Amazônia Legal não constitui, por si só, a possibilidade de atender a necessidades básicas de suas populações. Assim, nessa analogia, afirma-se que é necessário contrapor e reavaliar a tão disseminada conceituação de disponibilidade de recursos hídricos na Amazônia, incorporando um conceito de escassez sob a perspectiva do acesso a água para atendimento de necessidades humanas diárias”. Neste contexto nossos resultados complementam a conclusão de Giatti e Cutolo (2012) ressaltando a importância de que o poder público (nas esferas federais e estaduais) auxilie as secretarias municipais de meio ambiente e saúde para garantir uma melhor qualidade de vida também às populações ribeirinhas em áreas rurais da Amazônia.

CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que existe diferença em algumas características da água de subsuperfície entre as duas margens do lago (ou seja, entre os dois municípios), o que pode estar

relacionado a características geomofológicas dos terrenos ou geoquímica dos sedimentos. Sugere-se um estudo mais detalhado e incluindo, no mínimo, os quatro períodos hidrológicos para verificar a interferência da água do lago sobre a qualidade da água dos poços e das cacimbas e a análise de ferrobactérias para verificar a questão do poço ao lado do Posto de Saúde na comunidade Cinturão Verde (Careiro/AM).

Os resultados obtidos também indicaram que, no que se refere às variáveis analisadas, as águas dos poços e cacimbas encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação (Portaria MS 2914), com exceção de um dos locais onde foram detectada a presença de colônias de *Escherichia coli*. Todavia é importante que a população trate a água (cloração, fervura ou radiação) antes de consumi-la, a fim de eliminar as bactérias e outros patógenos que possam estar presentes.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. (2019). “*Escassez de água poderá transformá-la na principal commodity do século 21*”. Disponível em <ana.gov.br/noticias-antigas/escassez-da-a-gua-podera-transforma-la-na.2019-03.15.4987075793>, acessado em 10 ago 2020.

BATISTELLA, A.M.; CASTRO, C.P.; VALE, J.D. (2005). “*Conhecimento dos moradores da comunidade de Boas Novas, no Lago Janauacá - Amazonas, sobre os hábitos alimentares dos peixes da região*”. Acta Amazônica 35 (1), pp. 51-54.

BONNET. M.P.; CUNHA, H.B.; PASCOALOTO, D. (2015) “*Sensibilidade de ambientes e vulnerabilidade à saúde por cianobactérias na Amazônia: indicadores compartilhados (Bloom-Alert)*”. Seminários do Edital Guyamazon. Seminário GUYAMAZON III. Embaixada de França, Brasília, dezembro 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. (2011). “*Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*”. Ministério da Saúde, Brasília, Distrito Federal. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/33161595/dou-secao-1-14-12-2011-pg-39>>, acessado em 10 abr 2019.

CÂNDIDO, P.R. (2014). “*Comunidade Novo Horizonte no lago Janauacá – AM sob uma ótica socioeconômica, ambiental e cultural*”. Dissertação (Mestrado). UFAM, Manaus, 57p.

CUNHA, H.B. “*Sensibilidade de ambientes e vulnerabilidade à saúde por cianobactérias na Amazônia: indicadores compartilhados (Bloon-Alert)*”. Relatório Técnico. INPA/FAPEAM, Manaus, 75p.

ESTEVES, F. A (1988). “*Fundamentos de limnologia*” 2ª ed. Interciência, Rio de Janeiro, 575p.

GIATTI, L.L.; CUTOLO, S.A. (2012). “*Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal*”. Ambient. soc. 15 (1), pp. 93-109.

PASCOALOTO, D. (2016). “*Qualidade da água de recursos hídricos em área de fronteira – Alto Solimões: Palmeiras do Javari (Atalaia do Norte/AM), rio Javari (Benjamim Constant/AM) e rio Solimões (Tabatinga/AM)*”. Projeto AMAZONLOG, relatório técnico. CMA/INPA, Manaus 12 p.

PASCOALOTO, D. (2017). “*Qualidade da água de recursos hídricos na comunidade Jandira no entorno da base do INPA Aripuanã*”. Relatório técnico. INPA, Manaus, 8 p.

RICE, E.W.; BAIRD, R.B.; EATON, A.D., CLESCERI, L.S. (2012). “*Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*” (org). 22ª ed. American Public Health Association - APHA, American Water Works Association – AWWA e Water Environment Federation – WEF, Maryland, 1496 p.

SILVA, M. L. ; SILVA, M.S.R. (2007). “*Hidrogeoquímica das águas subterrâneas da cidade de Iranduba (AM), Brasil*”. Caminhos de Geografia 8, pp. 87-96.

AGRADECIMENTOS

À FAPEAM, ao CNPq, à FINEP, ao MCTIC/INPA e aos técnicos do LQA, especialmente a Walter Jorge do Nascimento Filho, Soraya Rondon Pirangy e Andrea Clara de Guadalupe Gomes de Leiros.