

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ÁGUA DA CHUVA EM UMA ILHA NO ESTUÁRIO DO RIO PARÁ

Rafael Keiichi Nagashima¹; Henrique Costa Cardoso²; Ana Cibelle Tavares Leal³; Emanuely Antonia Brito Monteiro⁴; Maria de Lourdes Cavalcanti Barros⁵; Juliana Feitosa Felizzola⁶; Vania Neu⁷

Abstract: A significant portion of the world population lives in places without sanitation and in precarious conditions. This context includes the harmful situation that most of the Amazonian riverside communities live in, in terms of the absence of sanitation and access to safe drinking water. In this sense, the present work aims to analyze the physicochemical and biological parameters from rainwater collection systems, after the treatment process using cartridge filters. For this purpose, monthly water samples were collected from the systems intended for human consumption in twelve households located in the Furo Grande canal, Ilha das Onças (Barcarena, Pará), where the efficiency of three types of cartridge were analyzed from 2019 to 2023. The results show that the rainwater collection and treatment system is an efficient technology for providing potable water to the households on Ilha das Onças. Although the three parameters analyzed, pH, electrical conductivity, and microbiological analysis, are correlated with the cleanliness, proper handling and maintenance of the system by the residents, the quality of the water after treatment was found to be adequate and compliant with the guidelines of the Ministry of Health, enabling access to safe drinking water for this population and improving the health and quality of life of the island residents.

Keywords – Potable water, Social Technologies, Riverside Communities.

Resumo: Uma parcela significativa da população mundial vive em lugares sem saneamento e em condições precárias. Esse contexto engloba a situação nociva vivida pela maioria das comunidades ribeirinhas amazônicas, no que tange à ausência de saneamento e acesso à água potável. Nesse sentido, o presente trabalho visa analisar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água da chuva proveniente de sistemas de captação, após o processo de tratamento com o uso de velas e filtros. Para tanto, foram feitas coletas mensais da água dos sistemas destinada para consumo humano, em doze residências localizadas no canal Furo Grande, Ilha das Onças (Barcarena, Pará), e foi analisada a eficiência de três tipos de velas filtradoras, no período de 2019 a 2023. Os resultados mostram que o sistema de captação e tratamento de água da chuva é uma tecnologia eficiente para o fornecimento de água potável nas residências avaliadas. Embora os três parâmetros analisados pH, condutividade elétrica, análise microbiológica estejam correlacionados à limpeza, manuseio correto e manutenção do sistema pelos moradores, a qualidade da água pós-tratamento mostrou-se adequada e compatível às diretrizes do Ministério da Saúde, possibilitando o acesso dessa população à água potável e permitindo melhoria na saúde e na qualidade de vida dos moradores das ilhas.

Palavras-Chave – Água potável, Tecnologias Sociais, Comunidades Ribeirinhas.

1-4) Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme. 66.077-830. Belém-PA, rafaelk.nagashima@gmail.com, costacardosohenrique@gmail.com, cibelleleal.ufra@gmail.com, emanuelymonteiro35@gmail.com.

5) Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, 66075-110. Campus Universitário do Guamá, mlcb.ufprj@gmail.com

6) Embrapa Amazonia Oriental, Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, 66095-903. Belém-PA, julianafelizzola@gmail.com

7) Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme. 66.077-830. Belém-PA, bioneu@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água é um componente de grande relevância para o saneamento básico, conforme estabelecido pela Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007). Assim, esse direito assegura que todas as pessoas tenham quantidade de água limpa, ininterrupta, segura e fisicamente acessível para uso pessoal e doméstico (SCURACCHIO, 2010). Porém, apesar de ser reconhecida desde 2010 como um direito fundamental, tanto pela Constituição Federal, quanto pela Organização Mundial da Saúde, cerca de 35,4% dos moradores da Região Metropolitana de Belém - PA não possuem acesso à água potável (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2021). Ao considerar somente as áreas rurais, esse número é de 27,8% (IBGE, 2012). Já na Amazônia, somente 24,3% dos domicílios são atendidos com esse recurso (IBGE, 2012). Essa situação precária de saneamento e acesso à água potável resultam em uma série de doenças e proporcionam um conjunto de problemas inter-relacionados como a falta de saneamento, problemas ambientais, sociais, econômicos e culturais (Neu *et al.*, 2018).

Nesse contexto, segundo Silva (2010) a comunidade do Furo Grande, localizada na Ilha das Onças, pertencente ao município de Barcarena no estado do Pará, é um retrato dessa realidade, pois a dificuldade de acesso à água potável ainda é um problema sério que leva os moradores ao consumo da água contaminada do próprio rio, que drena e banha a ilha. As águas da baía do Guajará apresentam, segundo Neu *et al.* (2016), salinidade sazonal, além de elevada contaminação química e biológica devido ao despejo de esgoto e de efluentes industriais advindos da capital, além do que é produzido na própria ilha, devido à falta de saneamento. Ademais, conforme análise biológica do rio, constatou-se alta concentração de coliformes totais e fecais, parâmetros que configuram, dessa forma, água inadequada para consumo – fato preocupante que demanda intervenções.

Assim, embora a prefeitura de Barcarena forneça água nos domicílios da comunidade, a oferta ainda é insuficiente e irregular e sua qualidade, duvidosa. Atualmente, segundo Neu (2018), são fornecidos 40 litros de água semanalmente, em galões que chegam sem lacre, além da cor turva da água que deixa dúvidas quanto a sua potabilidade. A comunidade relata que a água recebida tem gosto salobro e sua ingestão causa diarreia, sugerindo que a água não é adequada para o consumo humano.

Isto posto, o presente estudo visa analisar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água provenientes dos sistemas de aproveitamento da água de chuva, após o processo de tratamento com o uso de velas: de carvão ativado (com e sem aplicação de hipoclorito) e de cerâmica (com prata coloidal), de forma a prover água potável para as famílias que vivem no ambiente estuarino, sujeito a alagamento periódico e influência das marés, a fim de proporcionar melhoria na qualidade de vida e de saneamento ambiental para a comunidade ribeirinha.

METODOLOGIA

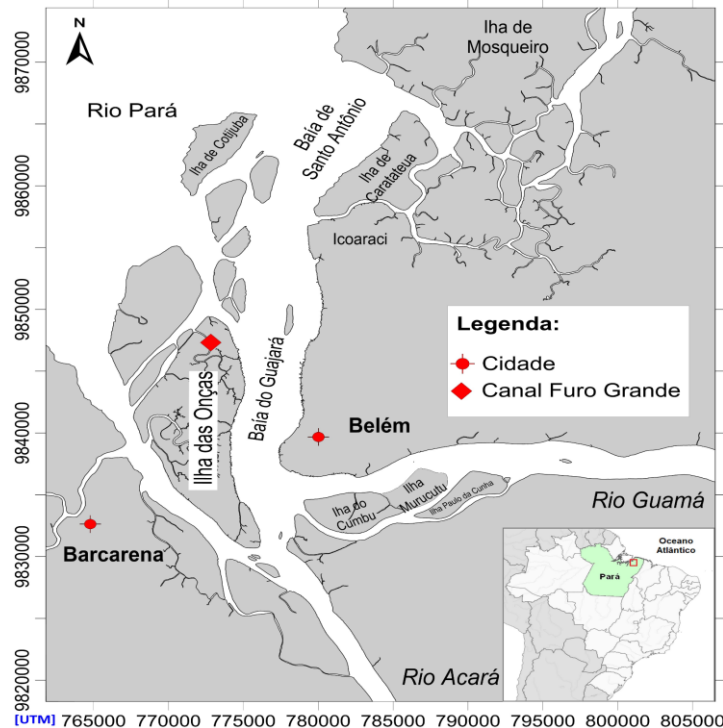
Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na comunidade do canal Furo Grande, Ilha das Onças, a qual possui uma área de 96 km², pertencente ao município de Barcarena - PA (Figura 1). O local faz parte da região do Estuário Guajarino, à margem esquerda da Baía do Guajará. A precipitação da região possui sazonalidade, sendo a precipitação média anual de 3.206 ± 131 mm - referente à série histórica de 1987 a 2016, em que os períodos mais chuvosos ocorrem entre janeiro e julho, com média mensal de $344,6 \pm 111,8$ mm, enquanto que durante os menos chuvosos entre agosto e dezembro, a precipitação é de $158,8 \pm 59,8$ mm (INMET, 2018).

Para desenvolvimento do presente estudo, foram realizadas aferições de parâmetros físico-químicos e biológicos, entre os meses de setembro de 2019 até abril de 2023, da água da chuva captada e tratada em doze residências localizadas na Ilha das Onças, visitadas de 4 a 14 vezes ao longo de 22 expedições de coleta. As expedições ocorreram em intervalos irregulares durante o

período especificado, devido a dificuldades e percalços diversos relacionados, principalmente, à pandemia da Covid-19 e à indisponibilidade pontual ou permanente dos moradores no que concerne à recepção da equipe de pesquisa nas datas determinadas para as visitas de coletas.

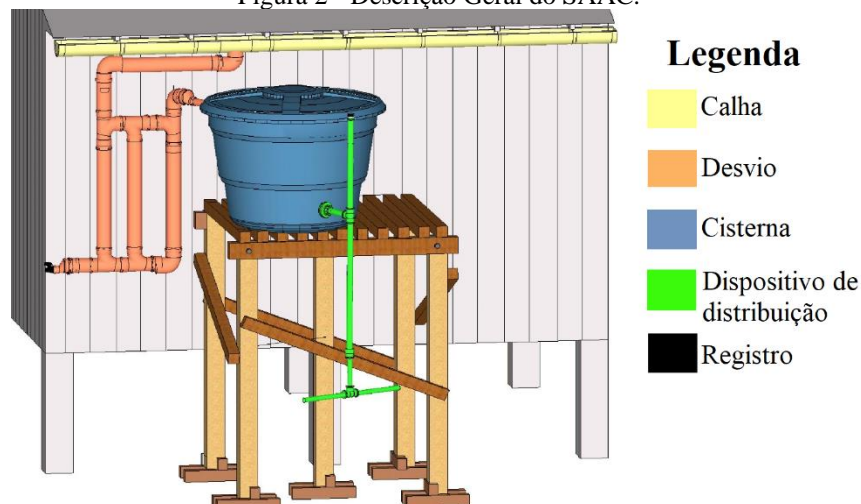
Figura 1 - Localização do canal Furo Grande.



Sistema de aproveitamento da água da chuva

As doze residências avaliadas possuem Sistemas de Aproveitamento de Água da Chuva (SAAC) implantados pelo Laboratório de Hidrobiogeoquímica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Os sistemas (Figura 2) consistem na captação e no direcionamento da água da chuva captada pelo telhado, coberto de telhas de barro, por uma calha até o dispositivo de desvio semiautomático, que armazena os primeiros litros de água, responsáveis pela lavagem da área de captação. Em seguida a água é conduzida e armazenada em uma cisterna.

Figura 2 - Descrição Geral do SAAC.



Foram três os tratamentos testados para a obtenção de água potável. Os experimentos não foram realizados simultaneamente durante o período de pesquisa. Todos eles envolviam a utilização de um sistema filtrante, presente em todas as residências, o qual consistia em um filtro de metal cromado acoplado à pia ou à parede da casa (Figura 3A), um filtro de barro (Figura 3B) ou filtro de balde plástico (Figura 3C). O primeiro sistema é um registro que comporta apenas a vela, e não se armazena água dentro dele. Já nos dois últimos, existem duas partes do sistema que são interligadas por uma vela filtradora, de forma que a água filtrada pela vela que atinge a parte inferior do sistema seja potável para o preparo de alimentos e dessedentação humana.

Figura 3 - Sistemas filtrantes utilizados na pesquisa.



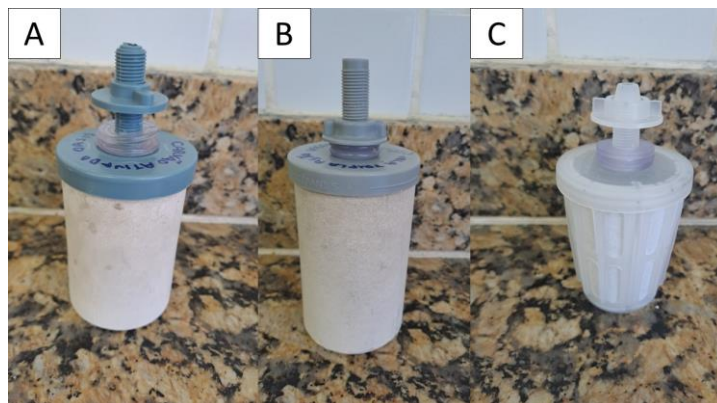
A divisão em três fases, foi realizada de acordo com o uso de velas para os filtros. A fase 1 (F1) constitui o intervalo entre setembro de 2019 e fevereiro de 2020, em que utilizou-se vela de carvão ativado revestida de cerâmica, sem adição de hipoclorito instalada no filtro de parede; enquanto na fase 2 (F2), realizada entre os meses de setembro de 2020 e novembro de 2021, foi utilizada a vela de prata coloidal revestida de cerâmica e instalada em filtro de barro; já na fase 3 (F3), entre outubro de 2022 e abril de 2023, o tratamento foi feito com vela de carvão ativado, revestida de feltro como elemento filtrante. Na fase 3, foi realizado o tratamento da água com hipoclorito 2,5% (2 gotas por litro de água), e posterior filtragem com filtro artesanal feito de baldes de plástico. Com relação às velas utilizadas em cada fase, tem-se:

Vela 1 (V1) - Vela de carvão ativado: representa a F1 (figura 4A), composta por cerâmica branca, carvão ativado e uma parede microporosa capaz de reter micropartículas sólidas. Seu elemento filtrante eleva o pH da água e melhora o paladar;

Vela 2 (V2) - Vela de prata coloidal: utilizada durante a F2 (figura 4B), feita com cerâmica branca, carvão ativado e nanopartículas de prata coloidal, possui tripla ação e não utiliza produtos químicos para o tratamento de água;

Vela 3 (V3) - Vela de carvão ativado com feltro: usada durante a F3 (figura 4C) juntamente com a adição de hipoclorito, com sua composição semelhante a V1, entretanto, o elemento filtrante utilizado é um feltro especialmente produzido para retenção de partículas e melhorar o paladar.

Figura 4 - Velas utilizadas para a filtração da água.



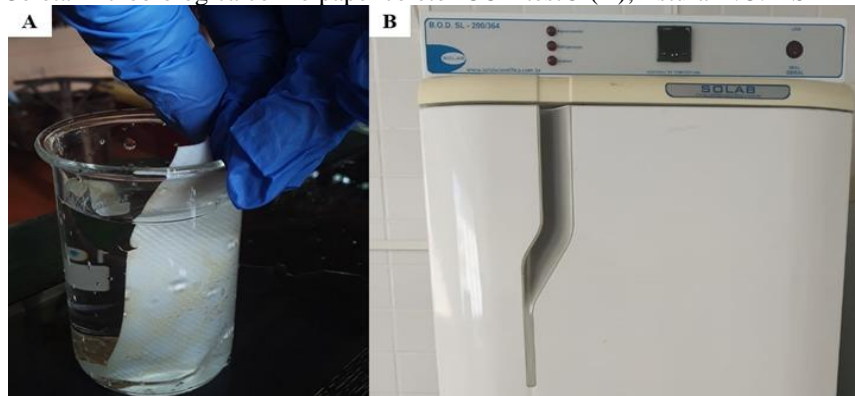
Os moradores que tiveram suas águas avaliadas foram regularmente instruídos pela equipe do Laboratório de Hidrobiogeoquímica sobre os cuidados com a limpeza da cisterna e a troca periódica da vela filtrante.

Métodos Amostrais

O procedimento inicia com as coletas dos parâmetros biológicos e logo após isso, determinam-se os valores, *in situ*, de pH e de condutividade elétrica, por meio dos equipamentos peagômetro da marca Thermo Scientific - modelo 'Orion Star A221'- e condutivímetro da marca VWR International™ - modelo '2052' -, respectivamente.

Para a determinação de coliformes fecais, foi utilizada a metodologia do kit COLItest®, em que o papel coletor é inserido em um frasco becker com 100 mL de amostra de água (figura 5A). Retirado o excesso de água, as amostras são acondicionadas em embalagens plásticas esterilizadas e colocadas em uma caixa térmica. Logo após a coleta, as amostras são incubadas em uma estufa B.O.D SL – 200/364, à 36°C (figura 5B), durante 15 horas, no Laboratório de Hidrobiogeoquímica da Universidade Federal Rural da Amazônia. Após o período de incubação, ocorreu a identificação e contagem das colônias por meio de pontos azuis presentes que indica a presença das colônias de coliformes fecais nas amostras. Os valores conferidos foram multiplicados pelo coeficiente de correção (x80) especificado pelo fabricante para, assim, se obter o número de unidades formadoras de colônia presentes no volume de 100 mL.

Figura 5 - Coleta microbiológica com o papel coletor COLItest® (A); Estufa B.O.D SL – 200/364 (B).



RESULTADOS

Análise microbiológica

Os resultados obtidos mediante a análise microbiológica estão expressos na tabela 1, de modo que as residências envolvidas no estudo foram enumeradas de 1 a 12, onde a residência 7 foi considerada como referência, uma vez que a metodologia utilizada para captação e tratamento da água foi controlada pela equipe de pesquisa.

Tabela 1 – Análise da presença ou ausência de coliformes fecais na água após filtragem.

Mês/Ano	Número das residências analisadas	Presença de coliformes fecais	Ausência de coliformes fecais
set.-19	1, 2, 3, 4, 5	2	1, 3, 4, 5
out.-19	1, 2, 3, 4, 5	2, 5	1, 3, 4
nov.-19	1, 2, 3	3	1, 2
dez.-19	1, 2, 3, 4, 5	4, 5	1, 2, 3
jan.-20	1, 2, 4, 5	2, 4, 5	1
fev.-20	1, 2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	1
set.-20	1, 4, 5, 7	—	1, 4, 5, 7
out.-20	1, 4, 7	—	1, 4, 7
nov.-20	1, 4, 5, 7	—	1, 4, 5, 7
jun.-21	1, 4, 5, 7	5	1, 4, 7
jul.-21	1, 4, 5, 7	—	1, 4, 5, 7
ago.-21	1, 4, 5, 7	5	1, 4, 7
out.-21	1, 4, 7	—	1, 4, 7
nov.-21	1, 4, 5, 7	—	1, 4, 5, 7
out.-22	6, 8, 9, 10, 11, 12	6, 12	8, 9, 10, 11
nov.-22	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	8, 12	6, 7, 9, 10, 11
dez.-22	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	—	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
jan.-23	8, 9, 10, 11, 12	—	8, 9, 10, 11, 12
fev.-23	5, 6, 7, 10, 11, 12	5, 6	7, 10, 11, 12
mar.-23	5, 6, 7, 8, 10, 11, 12	6	5, 7, 8, 10, 11, 12
abr.-23	5, 6, 7, 8, 10, 11, 12	—	5, 6, 7, 8, 10, 11, 12

Nota: ■ Fase 1, ■ Fase 2 e ■ Fase 3

Diante dos dados obtidos, observou-se, como previsto, que a residência 7 não apresentou contaminação de coliformes fecais em nenhuma das fases em que foi submetida à análise, subentendendo-se que o tratamento seguido pela equipe do laboratório foi adequado no que se refere à aferição do parâmetro microbiológico.

Entretanto, algumas residências coletadas tiveram resultados positivos com a presença de coliformes fecais nas diversas fases analisadas. Isso, por um lado, pode ser explicado pela falta de cuidado na limpeza, manutenção dos filtros e das calhas das cisternas por parte dos moradores. Por outro lado, esse mesmo fator justifica a avaliação da efetividade dos tratamentos utilizados ao longo das diferentes fases, uma vez que permite averiguar a eficiência das velas mesmo sob condições nas quais a manutenção dos sistemas de captação e filtragem foram questionáveis ou não totalmente adequados.

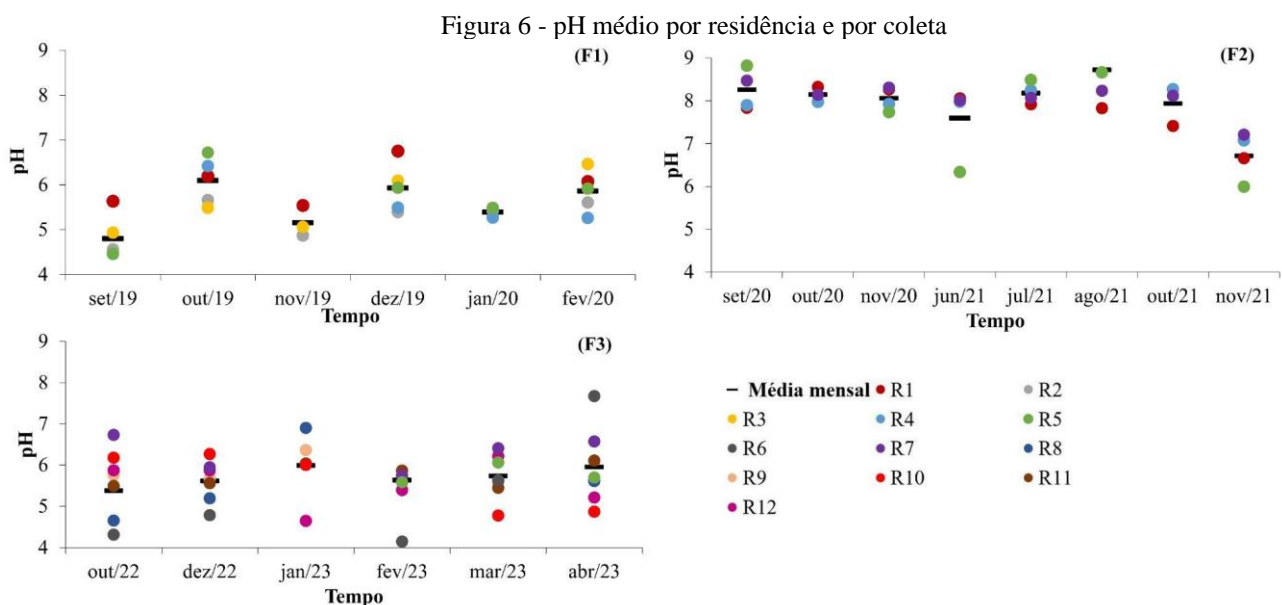
Pode-se mencionar, por exemplo, que possivelmente a residência 1 manteve constante os cuidados com a limpeza e a manutenção adequada dos filtros e, conseqüentemente, apresentou

ausência de coliformes em todos os períodos em que foi realizada a coleta. Isso difere totalmente da residência 5, o que torna evidente que nela a contaminação se tornou mais frequente durante a maior parte do período em que foi analisada. Entretanto, na F2, essa mesma casa apresentou maior período de ausência ao longo da fase, diferentemente da F1, demonstrando que a V2, nesse caso, teve maior eficiência do que a V1. Ainda que as residências utilizadas na F3 sejam diferentes da F1, é possível supor que a eficácia do tratamento em F3 é maior que a da F1, pois mesmo com o menor número de residências analisadas em F1, em todas as coletas houve pelo menos uma residência com contaminação durante a fase, diferentemente da F3, que além de ter casos em que não houve presença de coliformes fecais, há também um número maior de casas analisadas.

Portanto, diante dos dados apresentados e das considerações feitas acima, a F2 demonstrou ter a maior eficácia para eliminar coliformes fecais na água, visto que é a fase com menor frequência de casas contaminadas, com apenas uma residência atestada com presença de coliformes em duas coletas. Em seguida, ainda que a F3 tenha alguns casos de contaminação, ela apresentou ser mais eficiente do que F1, uma vez que nem todas as coletas detectaram coliformes, mesmo com uma quantidade superior de residências analisadas. Por fim, a vela da fase (F1) demonstrou não ter eficácia no tratamento, pois mesmo que nem todos os residentes tivessem os cuidados necessários com seus filtros, ela apresentou maior frequência de contaminação com relação às outras velas.

Análise de pH

A Figura 6, apresenta os valores de pH da água para cada fase da pesquisa. A vela da fase (F1), apresentou valores mínimos e máximos variando entre 4,87 e 6,07, e média de $5,58 \pm 0,64$, caracterizando a água com caráter ácido a levemente ácido, inferior ao que é preconizado pelo Ministério da Saúde, de acordo com a Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), a qual prevê que água própria para consumo com pH entre 6,00 e 9,50.



A vela da (F2) revela melhores resultados, a variação entre valores mínimo e máximo foi de 6,71 e 8,26 e média geral de $7,87 \pm 0,66$. Somente uma aferição da fase, dentre as 29 realizadas, demonstrou resultado fora do intervalo de referência previsto pela Portaria nº 2.914: observado na residência 5, em novembro de 2021, com pH de 5,99.

Por fim, os valores aferidos na F3, com duração de 6 meses, mostraram pouca variação, mantendo-se entre 4,15 e 7,67, com média geral de $5,71 \pm 0,71$. Somente 13 das 39 aferições demonstraram valores condizentes com as diretrizes do Ministério da Saúde.

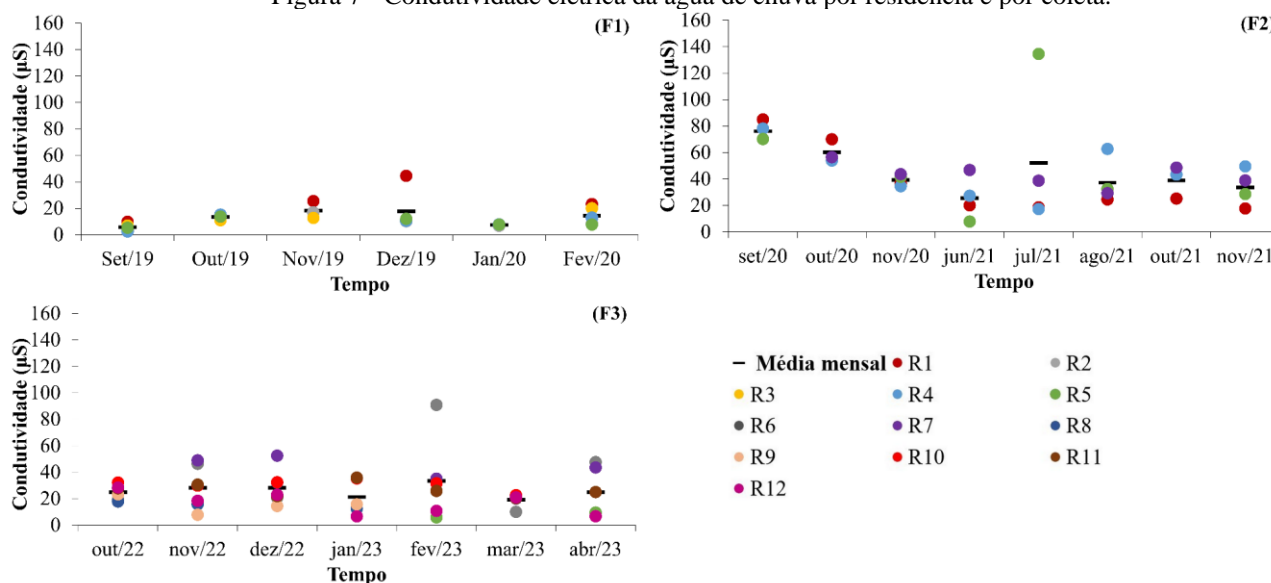
Nesse sentido, é viável considerar que a F2 exibiu os resultados mais compatíveis com a Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011) e, por conseguinte, aqueles mais adequados ao conceito de potabilidade. Embora o pH da água de chuva tenha apresentado várias aferições fora do intervalo de referência utilizado, os valores de F1 e F3 estão muito próximos do estipulado pela legislação vigente. Os valores de pH da fase 3 estão próximos à média global de 5,6 para água de chuva descrita por Cunha *et al.* (2009), muito superior ao pH das águas comercializadas na região metropolitana de Belém, que, segundo Neu *et al.* (2018), foi de $4,23 \pm 0,09$, valor 13 vezes mais ácido do que a água produzida pelo sistema 3. Entretanto, é válido ressaltar que, os padrões de pH considerados normais para águas na Amazônia precisam ser revistos, devido à existência de condições naturais locais desconsideradas ao se estabelecer padronizações.

Análise de condutividade

Mediante aos parâmetros estabelecidos pela CETESB (2014), a condutividade da água para consumo humano é imprópria caso ultrapasse $100 \mu\text{S}$. Observou-se, nesse viés, que em grande parte das residências e das fases (Figura 7), não houve a superação desse valor estimado, o que garante que a água em todas as fases está adequada para o consumo. A condutividade elétrica média da F1 foi de $12,8 \pm 8,4$, da F2 foi de $43,5 \pm 25,9$ e da F3 foi de $25,9 \pm 15,6$ valores similares aos encontrados em outros estudos na Amazônia como observados por Brinkman e Santos (1973) e Neu (2009). A baixa condutividade elétrica da água de chuva é um indicativo da baixa concentração de íons na atmosfera, caracterizando uma atmosfera com baixo impacto antrópico.

Contudo, deve-se pontuar que houve valores elevados de condutividade da residência 5 na F2, chegando a $134,4 \mu\text{S}$. A falta de cuidado e manutenção adequada com os filtros pode ser um dos motivos que explique valores tão elevados, visto que a quantidade de sólidos dissolvidos influencia diretamente no valor da condutividade (CETESB, 2014). A vela da (F2) apresentou uma condutividade relativamente maior do que as demais velas das fases (1 e 3), isso se deve, possivelmente, ao fato de a vela com prata coloidal lixiviar íons presentes na cerâmica.

Figura 7 - Condutividade elétrica da água de chuva por residência e por coleta.



CONCLUSÕES

Como apresentado no presente estudo, muitas comunidades rurais como a residente no Furo Grande ainda vivem a insegurança hídrica no seu cotidiano. Porém, esta realidade é possível de ser transformada por meio de tecnologias sociais, como o SAAC na Ilha das Onças.

De modo preliminar, foi possível averiguar resultados positivos trazidos pelo sistema implantado. Em relação ao pH, os resultados mostraram-se compatíveis às diretrizes do Ministério da Saúde (BRASIL,2011). Quanto à condutividade elétrica, os resultados foram bastante positivos, pelo fato de todas as fases do experimento terem revelado médias menores que 100 μ S, o que está de acordo com as normas da CETESB (2014).

Perante os resultados obtidos, pode-se afirmar que o sistema de captação e tratamento de água da chuva avaliado pelo estudo mostrou-se eficiente e de viável instalação nas residências dos moradores do Furo Grande, na Ilha das Onças. Independente dos três tratamentos utilizados, a metodologia demonstrou ser capaz de tornar a água potável, caso a conduta perfeita de manutenção e limpeza do sistema seja adotada.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao PIBIC/CNPq pelo auxílio financeiro por meio de bolsa de iniciação científica. Os autores também agradecem a Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa - FAPESPA, pelo suporte financeiro do projeto (Convênio 031/2021).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. (2007). *“Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico”*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 144, n. 5, pp. 3-7.

BRASIL. Ministério da Saúde. (2011). *“Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, pp 39-46.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). (2018). *“Dados históricos anuais”*.

INSTITUTO TRATA BRASIL. (2021). *“Painel Saneamento Brasi: Região Metropolitana de Belém.”*

CETESB, São Paulo. (2014). *“Relatório de Qualidade das Águas Superficiais. Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade”*.São Paulo: CETESB, pp 1-46.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).(2012). *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro.

NEU, V.; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M. G. da S.; MEYER, L. F. F.; BRITO, I. R.; BATISTA, L. M. (2018). *“Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental”*. Inclusão Social”, [S. l.] 1-212, pp.183-198, v. 12, n. 1.

NEU, V.; DOS SANTOS, M. A. S.; MEYER, L. F. F. (2016). *“Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia”*. Revista em Extensão, p. 28-44 pp, v. 15, n. 1.

SCURACCHIO, P. A. (2010). “*Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP*”. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, Araraquara-SP, 56 p.

SILVA, S. B.(2010).”*Belém e o ambiente insular. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia*”, 165 p.:il. ISBN 978857295059.

CUNHA, R. C. (2009) “*Dinâmica do ph da água das chuvas em passo fundo, RS*”. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 44, n. 4, 339 - 346 p.

BRINKMAN, W.L.F., SANTOS, A. (1973). “*A Natural water in Amazonia. VI: Soluble calcium properties*”. Acta Amazônica, v. 3, n. 2, 33 - 40 p.