

Análise da qualidade da água de condicionadores de ar quanto ao uso para a potabilidade, irrigação e aquicultura.

Carlos Alberto Queiros Silva ¹
José Henry Paulo da Rocha ²
Lucas Mateus Barbosa Silva ³
Maria Eduarda da Silva Taveira ⁴
Vitória Lunna Fernandes Pereira Dias ⁵
Adriano Martinez Basso ⁶

INTRODUÇÃO

Cerca de 70% da superfície terrestre é coberta pela água. Em números, é o equivalente a aproximadamente 1,4 bilhão de km³. Apenas 3% desse volume (42 milhões de km³) é água doce. Uma fração menor ainda é encontrada na forma de água potável (SILVA, 2015, p.210). Atualmente, aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas não têm acesso a água potável e, estima-se que até 2050, cerca de 3,7 bilhões de pessoas estejam vivendo em regiões com potencial escassez de água. Além do aumento populacional, a demanda por água é muito intensa na indústria, na lavoura e na pecuária (COSTA; MOTA, 2022).

A água é um recurso natural cujas propriedades químicas, físicas e biológicas são únicas. Estas propriedades tão específicas e inigualáveis fazem desta substância essencial à manutenção de todas as formas de vida no Planeta Terra. Felizmente, ela é um recurso renovável pelo seu ciclo hidrológico, mas ela pode não ser infinita, se este ciclo se tornar muito desequilibrado pelas ações antrópicas (SANTOS et al. 2019). Em virtude da água estar presente em toda forma de vida, somado ao tamanho da população mundial de cerca de 8 bilhões de habitantes e da projeção para 2050 de uma população com 9,1 bilhões de pessoas, o grande desafio do século XXI é a implementação do uso sustentável da água (SILVA, 2015, p.211-214).

Algumas ações antrópicas estão causando um desequilíbrio no seu ciclo natural. Como consequência, já está começando a faltar muita água onde ela já era escassa e a faltar água onde

¹ Discente do Curso de **Técnico de Nível Médio em Refrigeração e Climatização** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN;

² Discente do Curso de **Técnico de Nível Médio em Refrigeração e Climatização** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN;

³ Discente do Curso de **Técnico de Nível Médio em Refrigeração e Climatização** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN;

⁴ Discente do Curso de **Técnico de Nível Médio em Refrigeração e Climatização** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN;

⁵ Discente do Curso de **Técnico de Nível Médio em Refrigeração e Climatização** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN;

⁶ Professor orientador: Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN, adriano.basso@ifrn.edu.br.

ela era abundante (BARROS, 2005). Além disso, há um grande desperdício deste recurso tão precioso à vida, como por exemplo no funcionamento dos condicionadores de ar. Diante deste cenário, é necessário ampliar as pesquisas relacionadas ao aproveitamento da água, sendo muito importante pesquisas que busquem encontrar soluções para o uso destes volumes de água que estão sendo desperdiçados. Para isto, é necessário descobrir como está a qualidade da água que sai dos condicionadores de ar.

O funcionamento de um condicionador de ar se baseia na evaporação e condensação de um fluido refrigerante como meio de fornecer a refrigeração. O condicionador de ar tem no compressor, seu coração. O sistema é um ciclo hermeticamente fechado em que, inicialmente, o compressor transforma um gás frio em gás quente, pelo aumento de sua pressão. Esse gás a alta pressão sofrerá uma perda de calor e se condensará, passando para o estado líquido. Este líquido passará por tubos capilares, chegará ao vaporizador e se tornará um gás frio, sob baixa pressão. Este gás frio, passando por um trocador de calor, absorve o calor do gás do ambiente a ser refrigerado tornando-o frio. A água que é formada durante o funcionamento dos aparelhos de ar condicionado é fruto da condensação da umidade do ar do ambiente a ser refrigerado. Como o ar ambiente está mais quente, ao passar pela serpentina que está mais fria, sua umidade se condensa, sendo recolhida por um dreno (ANTONOVICZ; WEBER, 2013).

Sendo assim, este projeto se justifica porque pretende verificar, cientificamente, possíveis aplicações para a reutilização deste precioso recurso mineral. Desta forma, este projeto tem por objetivo verificar se a água utilizada no funcionamento de cinco condicionadores de ar do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte campus Santa Cruz (IFRN/SC) tem viabilidade para ser utilizada para o consumo humano (potabilidade) e/ou para a irrigação e/ou para a aquicultura.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A metodologia deste trabalho está dividida em três momentos. No primeiro, será feita a coleta das amostras de água de cinco condicionadores de ar. Serão coletados um volume de 2000 mL de cada amostra em frascos de vidro do tipo frasco reagente graduado de 500 mL. As amostras ficarão armazenadas em garrafas do tipo PET de dois litros e acondicionadas em isopor com gelo, por no máximo 24 h. Em um segundo momento, serão realizadas as análises preliminares dos parâmetros: temperatura, densidade e vazão de saída da água dos aparelhos de ar condicionado. Em um terceiro momento, serão realizadas as análises físico-químicas, cujas metodologias utilizadas estão baseadas no *American Public Health Associations* (APHA) de

2017. Serão analisados os parâmetros de: .cor, condutividade, pH, turbidez, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, alcalinidade total, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, bicarbonato, dureza total, salinidade e ferro.

REFERENCIAL TEÓRICO

As análises físico-químicas têm objetivos específicos e são fundamentadas em aspectos teóricos bem distintos. Os principais parâmetros destas análises são descritos de modo resumido abaixo.

A alcalinidade total se refere ao somatório das concentrações de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de carbonato de cálcio. Ela mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos (BRASIL, 2013, p. 45).

Os cloretos estão presentes na forma de cloretos de sódio, de cálcio e de magnésio (BRASIL, 2013, p. 48). De acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (MS) o máximo teor cloreto na água potável é de 250 ppm.

A dureza total corresponde, principalmente, ao somatório das concentrações dos cátions cálcio e magnésio (BRASIL, 2013, p. 51). Para a água potável, o teor máximo de dureza total é de 300 ppm, de acordo com a Portaria nº 888/2021 do MS.

A medição do pH se refere à concentração de íons hidrogênio na água, indicando seu maior grau de acidez ou de basicidade (BRASIL, 2013, p. 54). De acordo com a Portaria nº 888/2021 do MS, para a distribuição da água, o ideal é a sua manutenção na faixa de 6,0 a 9,0.

A turbidez da água é um parâmetro de análise que indica a presença de materiais sólidos em suspensão, resultantes de processos de despejos domésticos e industriais, mas também do processo natural de erosão (BRASIL, 2013, p. 62-63). Para as redes públicas de distribuição, valor máximo permitido é de 5,0 uH, segundo a Portaria nº 888/2021 do MS.

A condutividade é a medida da quantidade de íons livres na água. Do ponto de vista prático, suas medições são um indicativo do grau de mineralização da água e também da concentração dos minerais dissolvidos (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011, p. 16-17).

A medição dos derivados de nitrogênio compreende o nitrato, o nitrito e o nitrogênio amoniacal. Todos são indicadores de contaminação da água com matéria orgânica (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011, p. 21-23). De acordo com a Portaria nº 888/2021 do MS para a potabilidade, os níveis de nitrato não podem ser superiores a 10 ppm e os níveis de nitrito não pode exceder 1 ppm.

As medidas de cálcio e magnésio são associadas à dureza da água. Além disso, sua presença é um indicativo do contato do corpo hídrico com depósitos de calcita (CaCO_3), de dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), de gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e de magnesita (MgCO_3) (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011, p. 24).

O parâmetro de análise de sódio está relacionado com as condições geológicas do local onde está o corpo hídrico e das descargas de efluentes. A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde admite teor máximo de 200 ppm de sódio na água. (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011, p. 25-26).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises preliminares das amostras de água apresentaram valores médios com os respectivos desvios padrão para a temperatura de $21,7 \pm 2,5$ °C, para a densidade de $0,996 \pm 0,002$ g.mL⁻¹ e para a vazão de $1,029 \pm 0,380$ L.h⁻¹. As análises físico-químicas serão apresentadas de acordo com objetivo de cada uma delas.

Quanto ao estudo dos parâmetros de potabilidade, os resultados indicaram os seguintes valores médios com os respectivos desvios padrão: condutividade $44,1 \pm 19,5$ uS/cm, pH $5,31 \pm 0,38$, turbidez $1,96 \pm 0,56$ NTU, nitrito $0,05 \pm 0,01$ ppm, nitrato $0,28 \pm 0,03$ ppm, nitrogênio amoniacal $3,49 \pm 0,77$ ppm, dureza total $0,69 \pm 0,11$ ppm, cloreto $4,16 \pm 0,73$ ppm e sulfato $1,26 \pm 0,54$ ppm.

Com relação aos parâmetros da qualidade da água para o uso em irrigação, foram medidos os valores médios apresentados com seus respectivos desvios padrão: condutividade $44,1 \pm 19,5$ uS/cm, alcalinidade total $14,29 \pm 2,85$ ppm, cálcio $0,26 \pm 0,05$ ppm, magnésio $0,10 \pm 0,04$ ppm, sódio 0,3 ppm, potássio 0,1 ppm, cloreto $4,16 \pm 0,73$ ppm e bicarbonato $21,32 \pm 7,31$ ppm.

Para o estudo da aquicultura, de acordo com os seus parâmetros medidos nos ensaios físico-químicos, os valores médios com seus respectivos desvios padrão foram: condutividade $44,1 \pm 19,5$ uS/cm, pH $5,26 \pm 0,36$, dureza total $0,69 \pm 0,11$ ppm, alcalinidade total $14,29 \pm 2,85$ ppm, nitrito $0,05 \pm 0,01$ ppm, nitrato $0,28 \pm 0,03$ ppm, nitrogênio amoniacal $3,49 \pm 0,77$ ppm, salinidade $21,22 \pm 1,20$ ppm e ferro não foi identificado, ficando abaixo do limite de detecção do equipamento.

A água produzida pelo aparelho de ar condicionado é oriunda da condensação da umidade do ar (ANTONOVICZ; WEBER, 2013). Como no ar há muito gás carbônico e nitrogênio molecular, é esperado altos teores de carbonato, alcalinidade, condutividade e nitrogênio. Isto foi confirmado pelas análises físico-químicas, como mostrado nos parágrafos anteriores. No

caso específico da alcalinidade, que mede a capacidade da amostra em neutralizar ácidos, o alto teor encontrado se deve à presença do carbonato (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011, p. 15).

A água para ser considerada potável não pode exceder em nenhum dos critérios estabelecidos pela legislação brasileira. Em relação à potabilidade, estas amostras de água apresentaram teor de nitrogênio amoniacal superior ao limite tolerado, que é de 1,5 ppm. O valor encontrado foi de $3,49 \pm 0,77$ ppm (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011, p. 14). Além disso, o pH ficou um pouco abaixo do mínimo permitido que é 6,0. O valor encontrado de pH foi de $5,31 \pm 0,38$. Os demais parâmetros de potabilidade estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 do MS.

Quanto ao uso para a irrigação, os resultados mostraram que estas amostras de água estão classificadas, segundo a classificação RAS (Razão de Adsorção de Sódio) como $C_1S_3T_1$. Isto significa que esta água tem baixa salinidade, baixos teores de sódio e cloreto e podem apresentar risco de causar problemas de infiltração em solos (TAVARES *et al.*, 2021, p.24-25).

Em relação a aquicultura, como demonstrado pelos resultados apresentados, as amostras de água se encontraram dentro de quase todos os parâmetros aceitos. Apenas em relação à concentração de nitrogênio amoniacal, o valor ficou acima do limite tolerado. Para este parâmetro, somente é aceito um teor de nitrogênio amoniacal entre 0,5 e 2,5 ppm. O resultado deste analito foi de $3,49 \pm 0,77$ ppm (QUEIROZ, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados das análises físico-químicas, estas amostras de água se encontram inapropriadas para o consumo humano (potabilidade) devido ao teor alto de nitrogênio amoniacal. Pelo mesmo motivo, estas amostras de água também não devem ser utilizadas para a aquicultura. Apenas para a irrigação, elas podem ser utilizadas sem restrições para qualquer cultura, sob qualquer sistema de aplicação da água. É sugerido que seja utilizada associada à adubação.

Palavras-chave: condicionador de ar, análise de água, potabilidade, irrigação e aquicultura.

AGRADECIMENTOS



Ao IFRN, à Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte (FUNCERN) e ao Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes (NAAE).

REFERÊNCIAS

ANTONOVICZ, D.; WEBER, R. G. B. **Inventário e PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle – nos condicionadores de ar do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Manutenção Industrial), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira-PR, Brasil, 2013.

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23^a ed., Washington DC: **American Public Health Association**, 2017.

BARROS, W. P. A água na visão do direito. Porto Alegre: **Tribunal de justiça do Rio Grande do Sul**, 2005.

BRASIL. Manual prático de análise de água. 4^a ed., Brasília: **Fundação Nacional de Saúde (Funasa)**, 2013. Disponível em <<http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/saude-ambiental>>. Acesso em: 27 set. 2023.

COSTA, T. H. S.; MOTA, F. S. B. Análise quantitativa de águas cinza em um condomínio residencial, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, V. 27, P. 413-421, 2022.

QUEIROZ, J. F. Boas Práticas de Manejo (BPM) para a Aquicultura em Viveiros Escavados e em Reservatórios, 1^a edição eletrônica, **Circular Técnica 25**, ISSN 1516-4683, 2016. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1056919/boas-praticas-de-manejo-bpm-para-a-aquicultura-em-viveiros-escavados-e-em-reservatorios>>. Acesso em: 05 out. 2023.

SANTOS, N. B. S., LEAL, P. V. B., HOLZBACH, J. C., KRAUSER, M. O. Análise da água do córrego Mutuca de Gurupi-TO, **Revista Desafios**, V. 6, P. 23-31, 2019.

SILVA, C. M. L. F. Mudanças climáticas e ambientais: contextos educacionais e históricos, Natal: **Editora IFRN**, 2015.

TAVARES, S. R. L., AMARAL, F. C. S., BOTELHO, F. P., RODRIGUES, N. F. Valores e Critérios Estabelecidos dos Parâmetros Relacionados ao Solo e à Qualidade e Custo de Captação da Água para Irrigação utilizados no SiBCTI, Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2021.

PARRON, L. M., MUNIZ, D. H. F., PEREIRA, C. M. Manual de amostragem e análise físico-química de água, Colombo-PR: **Embrapa Florestas**, 2011.