

Reuso de água de condensadores de ar condicionado: uma realidade possível para ao Centro de Vivência da Universidade Federal de Sergipe, campus São Cristóvão

Ana Lara Araújo Santos¹; Vitória Maria Souza Bomfim²; Shayane da Conceição Costa³; Gladston de Oliveira Freitas⁴ & Erwin Henrique Menezes Schneider⁵

RESUMO: A exigência de água em qualidade e quantidade apropriada trouxe consigo a necessidade do uso racional desse recurso em virtude de sua escassez devido às restrições e limitações consequentes dos efeitos antrópicos. Com o crescimento da procura pelo conforto térmico, os aparelhos de ar condicionado estão sendo largamente comercializados e, por funcionarem por meios de ciclos de refrigeração e aquecimento, há uma geração de água que usualmente não é reutilizada. O presente trabalho teve como intuito analisar a viabilidade deste reaproveitamento no Centro de Vivências da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Para tal fez-se a coleta de dados (a quantidade de aparelhos existentes, o volume de água produzido pelos mesmos e a taxa de ocupação dos ambientes), a fim de determinar o volume produzido por dia; determinando-se assim a economia mensal à universidade, e também, as possibilidades de reuso dessa água em virtude de suas características físico-químicas. Foi possível a verificação da falta de legislação específica que envolve a aplicação de fontes alternativas para o abastecimento de água e políticas públicas de conscientização da população, sendo o presente estudo apenas uma parte para se atingir o objetivo maior que é a sustentabilidade hídrica.

Palavras-chave: Reaproveitamento. Abastecimento. Conscientização.

INTRODUÇÃO

A ideia de abundância e segurança hídrica que permeou nosso país por muitos anos, visto a água ser considerada um recurso renovável justificou, por muito tempo, a cultura do seu desperdício, sua pouca valorização como recurso e o adiamento dos investimentos necessário à otimização e racionalização de seu uso. A relação destrutiva com a qual o homem se relaciona com os recursos naturais desde a Revolução Industrial – sempre vista como fundamental ao crescimento econômico, o desenvolvimento e a qualidade de vida – resultou em impactos negativos sobre os sistemas naturais, especialmente a água, que tem sido gradativamente reconhecida mundialmente como recurso escasso devido às suas limitações relacionadas à quantidade e à qualidade.

O atual desafio da gestão dos recursos hídricos desde a implementação da Lei Federal 9.433/1997 (BRASIL, 1997) é equilibrar a necessidade da água – em qualidade e quantidade apta a atender aos múltiplos usos – e a disponibilidade hídrica, ou seja, ponderar demanda e oferta. Considera-se a oferta de água constante desde os primórdios, contudo a variabilidade espacial da precipitação, o crescimento urbano desordenado e o sucateamento dos sistemas de saneamento ambiental (de esgotamento sanitário, distribuição de água, drenagem urbana e resíduos sólidos) vem dificultando cada vez mais a gestão da oferta disponível de água.

É nesse contexto de escassez relativa de água que se destaca a gestão integrada dos recursos hídricos, a qual tem como principais fundamentos o uso sustentável e racional desses recursos, a abordagem multisectorial e o emprego de medidas não estruturais, dentre as quais salienta-se a gestão da demanda por meio do reuso planejado de água (SILVA e SANTANA, 2014).

¹ Graduando do Curso de Engenharia Civil, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, analarah.santos@gmail.com;

² Graduando do Curso de Engenharia Civil, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, vitoriamaria761@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Engenharia Civil, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000; shayanecosta96@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Engenharia Civil, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000; gladston.oliii@gmail.com;

⁵ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, erwihenrique@gmail.com;

Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para usos mais nobres, como abastecimento humano e outros usos prioritários, a reutilização de água contribui para a conservação dos recursos hídricos e acrescenta uma dimensão econômica ao seu planejamento. O reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática, atualmente muito discutida, é utilizada em diversos países do globo e é baseada no conceito de substituição de mananciais, a qual é possível em função da qualidade requerida para um uso específico.

Dentro dessa perspectiva, o uso racional da água pode ser definido como práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do uso desse recurso (GOMES e PEREIRA, 2019). Contudo, fontes não convencionais, como a abordada pelo presente trabalho, apesar de fundamentais no combate à escassez, não têm a devida disseminação na população, visto que, como enfatizado por Sautchuk *et al.* (2005), a normalização brasileira restringe-se apenas ao aproveitamento de águas pluviais, ainda assim sem estudo detalhado a respeito de todos os requisitos necessários para o emprego desse sistema alternativo. A adoção de recursos complementares de oferta de água deve ser incentivada, principalmente, como forma de reservar o uso de águas com melhor qualidade para fins mais nobres.

Os aparelhos de ar condicionado, atualmente, são largamente comercializados, buscando o conforto térmico dos ambientes. Os equipamentos funcionam através do trabalho conjunto de uma unidade evaporadora, situada no ambiente interno, e uma unidade condensadora, instalada na parte externa. Por meio de ciclos de refrigeração e aquecimento, ocorre a condensação da umidade do ar, enviada para o ambiente externo (RIGOTTI, 2014). Essa água condensada, geralmente desperdiçada ou canalizada apenas para efeitos de drenagem da edificação, vem despertando interesse de pesquisadores, a fim de receber uma destinação mais proveitosa.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do reaproveitamento da água condensada de aparelhos condicionadores de ar no Centro de Vivência (CV) da Universidade Federal de Sergipe, polo São Cristóvão, e posteriormente sugerir um fim para tal, em função do volume produzido e de sua qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A Universidade Federal de Sergipe, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, localiza-se na cidade de São Cristóvão, Sergipe. O campus localiza-se na bacia hidrográfica do rio Sergipe e Unidade de Planejamento Poxim. O clima predominante na região é litorâneo, com precipitações variando entre 693,6 e 1954,4mm e, com período chuvoso entre os meses de março a agosto (CPRM, 2013; SERGIPE, 2015). Destaca-se que, mesmo para o período chuvoso, suas precipitações são inconstantes e espaçadas.

O CV, destacado na Figura 1, interno ao campus universitário, destaca-se por ser uma área composta por centros departamentais, estabelecimentos comerciais e um banco, os quais permanecem durante todo seu expediente com aparelhos de refrigeração ligados.



Figura 1. Vista aérea do Centro de Vivência e áreas conectadas a ele
Fonte. Google Earth (2019)

Bastos e Calmon (2013) explicam que o processo de geração de água condensada depende diretamente da ocupação humana do ambiente refrigerado e das condições em que se encontra o ar externo, sendo maior a produção de água gerada quanto maior a umidade externa. No entanto, a utilização de água condensada tem maior impacto em edificações que possuem maior quantidade de equipamentos condensadores instalados.

Para mensurar a quantidade de água gerada pelos aparelhos de ar condicionado fez-se um levantamento na área de estudo da distribuição desses aparelhos, sua respectiva Unidade Térmica Britânica (BTU) e tempo de funcionamento, visto que o volume diário de água condensada gerado é dado em função destes, conforme a Equação 1.

$$V_{cond} = O\% \cdot T_f \cdot V_h \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: V_{cond} é o volume diário de água condensada coletado, em litros; $O\%$ é a taxa de ocupação média do local; T_f é o tempo médio de funcionamento de um aparelho de ar condicionado, em hora; e V_h é o volume médio coletado por hora, em litros. A fim de se estimar o V_h e o $O\%$ fez-se uso dos resultados apresentados por Mota, Oliveira e Inada (2011) e Carvalho (2015) em função dos BTUs dos aparelhos e de uma aproximação de 90% para o banco, 40% a 60% para os centros departamentais e 80% para os estabelecimentos comerciais.

Os trabalhos de Carvalho (2012) e Gurgel *et al.* (2014) mostraram valores de dureza, alcalinidade e cloretos bem abaixo dos limites dispostos na Portaria Ministério da Saúde nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011), contudo sugerem a verificação da presença de metais na água coletada, que possam ter sido carreados no processo de condensação. Apesar disso, Rigotti (2014) classifica esta água residual como imprópria ao consumo humano, salientando seu grande potencial de reuso para fins não potáveis, sendo justamente o propósito do presente estudo, podendo ser usada como rega, lavagem de áreas externas e veículos, alimentação de bacias sanitárias, entre outros.

Segundo Philippi *et al.* (2006), pode-se admitir um consumo de água nas áreas externas de 3 l/m².dia⁻¹ nos jardins e para a lavagem de pisos 4 l/m².dia⁻¹ e com relação à frequência desses consumos, são estimadas que essas atividades externas ocorram apenas oito dias por mês.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados o número de aparelhos e seus respectivos BTUs nos seguintes locais do CV: Departamento de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia de Materiais, Departamento de Computação, Polo de Gestão, Estabelecimentos Comerciais, Centro Multidepartamental e Banco do Brasil. Adotou-se como vazão gerada pelos respectivos aparelhos, de acordo com a quantidade de BTUs, os valores apresentados por Mota, Oliveira e Inada (2011) e fez-se um levantamento, junto ao responsável por cada prédio supracitado, o número de horas que cada aparelho permanece ligado.

Em posse dessas informações e da estimativa de ocupação feita pelos autores do mesmo, baseadas em observação durante 5 dias seguidos, foi possível calcular o potencial de geração de vazão total que o sistema sugerido pode atingir, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de aparelhos condicionadores de ar nos setores do CV, volume de água produzido por dia e seus respectivos parâmetros de cálculo

| Prédio | BTUs | Quantidade | Tf (h) | O% | Vh (l/h) | Vcond (L/dia) |
|---|-------|------------|--------|-----|----------|---------------|
| Departamento de Engenharia Ambiental | 9000 | 13 | 10 | 0,4 | 0,2740 | 14,25 |
| | 12000 | 5 | 10 | 0,4 | 0,3280 | 6,56 |
| | 18000 | 2 | 10 | 0,4 | 0,9740 | 7,79 |
| Departamento de Engenharia de Materiais | 9000 | 5 | 10 | 0,4 | 0,2740 | 5,48 |
| | 12000 | 6 | 10 | 0,4 | 0,3280 | 7,87 |
| | 18000 | 6 | 10 | 0,4 | 0,9740 | 23,38 |
| | 22000 | 1 | 10 | 0,4 | 1,4750 | 5,90 |
| | 24000 | 4 | 10 | 0,4 | 1,5850 | 25,36 |
| | 60000 | 1 | 10 | 0,4 | 2,0640 | 8,26 |
| Polo de Gestão | 12000 | 1 | 24 | 0,4 | 0,3280 | 3,15 |
| | 24000 | 1 | 24 | 0,4 | 1,5850 | 15,22 |

| | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|------------|----------|------------|------------------|-----------------|
| Estabelecimentos Comerciais | 18000 24000 | 16 1 | 15 15 | 0,8 0,8 | 0,9740 1,5850 | 187,01 19,02 |
| Centro Multidepartamental | 18000 | 40 | 10 | 0,6 | 0,9740 | 233,76 |
| Departamento de Computação | 9000 | 30 | 10 | 0,4 | 0,2740 | 32,88 |
| | 18000 | 3 | 10 | 0,4 | 0,9740 | 11,69 |
| | 24000 | 21 | 10 | 0,4 | 1,5850 | 133,14 |
| Polo de Gestão | 9000 | 30 | 7 | 0,6 | 0,2740 | 34,52 |
| | 24000 | 1 | 7 | 0,6 | 1,5850 | 6,66 |
| Banco do Brasil | 18000 | 3 | 5 | 0,9 | 0,9740 | 13,15 |
| TOTAL | | 190 | | | | 795,03 |

Dessa forma, por mês – considerando apenas os dias úteis (um total de 20 dias) – haverá uma produção de 15.900,60 litros de água provenientes de condensadores, correspondente a uma economia mensal de aproximadamente 400,00 reais aos cofres da Universidade, conforme a Equação 2 – considerando o quadro tarifário atual da Companhia de Saneamento de Sergipe-DESO (DESO, 2019), que enquadra para categoria pública com ligações de água medidas e faixas de consumo acima de 10 metros cúbicos, uma tarifa de 25,38 reais por metro cúbico ao mês.

$$Tm = 25,38 \cdot Vp \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: Tm é a tarifa mensal, em reais por mês; 25,38 é a taxa cobrada pela DESO para categoria pública com ligações de água medidas e faixas de consumo acima de 10 metros cúbicos, em reais por metro cúbico; e Vp é o volume produzido pelo sistema de água condensada, em metro cúbico por mês.

De acordo com o volume obtido, tornou-se notável a possibilidade do reuso dessas águas à lavagem dos pisos e irrigação da área verde da própria área de estudo – volume suficiente conforme as considerações de Philippi *et al.* (2006).

Para análise da viabilidade econômica e tempo de retorno do investimento, orçou-se o projeto de instalação da caixa d’água, tubulação e conjunto motobomba com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2019) e, assim como Fortes, Jardim e Fernandes (2015), adotou-se os custos dos acessórios em torno de 10% do custo total de implantação. O sistema foi orçado em aproximadamente 5.659,80 reais, o que, com a economia mensal de 400,00 reais, faz com que o tempo de retorno seja em torno de 1 ano e 3 meses.

CONCLUSÕES

1. Ainda que a captação da água do estudo acima corresponda a uma pequena economia aos cofres da instituição, a mesma representa um grande passo à manutenção da sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio Sergipe, que conforme documentos oficiais vêm sofrendo uma intensa crise hídrica;
2. O reuso planejado de água é uma necessidade crucial à manutenção dos sistemas hídricos, sendo parte de uma atividade mais ampla que é o uso racional da água, incluindo, o controle de perdas, a redução do consumo de água e a minimização da geração de efluentes;
3. Há a necessidade do desenvolvimento e normatização dos meios que incluem a aplicação de fontes alternativas para o abastecimento de água, de maneira que elaborem uma legislação específica e políticas públicas de conscientização da população. Visando estimular e propagar sua utilização, para que assim sejam alcançados resultados expressivos nesta área;
4. Acentua-se a viabilidade do projeto, visto que com o custo total orçado, o tempo de retorno dá-se por volta de 1,25 ano.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, C. S.; CALMON, J. L. Uso de água residual do ar condicionado e de agua pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. *Revista Habitat Sustentable*, v. 3, n. 2, p. 66–74, 2013.
- BRASIL. Leis, etc. 1997. Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Lei Federal No. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 64p.
- _____. Portaria nº 2.914, 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. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 03 de março de 2019.
- CARVALHO, M. T. C. Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3. Goiânia/GO, 2012. Anais: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/anais.htm>>. Acesso em: 01 de março de 2019.
- CARVALHO, M. R. S. Utilização de água pluvial e água condensada de aparelhos de ar condicionado como fontes alternativas de abastecimento de água com fins não potáveis: estudo de caso em hotel no município de Aracaju. São Cristóvão, 2015. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Sergipe.
- CPRM. Estudo da vazão de 95% de permanência da sub-bacia 50: Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras. Recife: Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2013.
- DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe. Quadro Tarifário 2019. Disponível em: <<https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/clientes/quadro-tarifario>>. Acesso em: 01 de março de 2019.
- FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 12., Resende, 2015. Anais, Associação Educacional Dom Bosco.
- GURGEL, E. C. A. et al. Viabilidade da captação e aproveitamento de água residual dos drenos de condicionadores de ar, bebedouros e destiladores da UFERSA Campus Caraúbas. In: SEMANA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DO CAMPUS CARAÚBAS, I., Caraúbas/RN. [S.I.]: UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014.
- MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D.; INADA, P. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. In: EPCC - ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7., Maringá-PR. Brasil: CESUMAR, 2011.
- PHILIPPI, L. S.; VACCARI, K. P.; PETERS, M. R.; GONÇALVES, R. S. Aproveitamento da água de chuva. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Uso Racional da Água em Edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. p. 73-152.
- RIGOTTI, P. A. C. Projeto de aproveitamento de água condensada de sistema de condicionadores de ar. Panambi, 2014. 42 p. Monografia (Graduação). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.
- SAUTCHUK, C. et al. Conservação e reuso da Água em edificações. Manual - Sindicato das Construções (SINDUSCON), p. 152, 2005.
- SERGIPE. Elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos rios Japaratuba, Piauí e Sergipe. Relatório de Resumo Executivo: Bacia Hidrográfica do rio Sergipe. Sergipe: COHIDRO, 2015.
- SILVA, M. A.; SANTANA, C. G. Reuso de água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. In: Revista do CEDS, n.1, agost./dez. 2014. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/REUSO-DE-%C3%81GUA-possibilidades-de-redu%C3%A7%C3%A3o-do-desperd%C3%ADcio-nas-atividades-dom%C3%A9sticas.pdf>>. Acesso em: 01 de março de 2019.
- SINAPI – Sistema de Preços, Custos e Índices. Pesquisa por Insumos. Disponível em: <<https://www.sipci.caixa.gov.br/SIPCI/servlet/TopController>>. Acesso em: 14 de maço de 2019.