

Eixo Temático ET-03-005 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

REUSO DE ÁGUA DE UM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UM PRÉDIO PÚBLICO

Ailson Alves de Souza¹, Luiz Filipe Alves Cordeiro²

¹Mestrando em Tecnologia Ambiental-ITEP. E-mail: ailsonbt@hotmail.com.

²Doutor em Engenharia e Pesquisador da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Docente do Mestrado em Tecnologia Ambiental-ITEP. E-mail: filipecordeiro@gmail.com (autor para correspondência).

RESUMO

O presente artigo discute uma das possíveis fontes alternativas de água em uma edificação pública de grande porte na região metropolitana do Recife, com foco na reutilização de água condensada do sistema de ar condicionado de um prédio público. Alternativas de reuso devem ser estudadas, tendo em vista a sustentabilidade ambiental, a manutenção da vida e a dignidade humana. Essa problemática manifesta-se de maneira bastante perceptível na região nordeste, que sofre com baixos índices pluviométricos. Desse modo, um sistema eficiente de gerenciamento desse bem se faz necessário. Diante a problemática, o projeto proposto visa contribuir com o desperdício de água condensada do sistema de refrigeração do citado prédio, analisando uma possível aplicação de um sistema de reuso, por meio de estudo dos valores de volume de água desperdiçada dos aparelhos condicionadores de ar através de modelo estatístico inferencial. O método de captação para a quantificação foi realizado através de coleta feita levando em consideração fatores que pudessem influenciar na vazão de água condensada, como umidade interna, umidade externa, temperatura interna, temperatura externa, índice de CO₂, temperatura de bulbo seco e ponto de orvalho, variáveis estas denominadas independentes e a medição do volume horário (variável dependente). A coleta foi realizada em equipamentos com capacidades diferentes que representam 75% da amostra total do prédio estudado durante 30 dias de levantamento. Através da metodologia científica da inferência estatística, que é um processo de inferir características de uma população por meio de observação de uma amostra, foi obtida a equação parametrizada do volume de água do sistema de climatização em função das variáveis independentes analisadas. Verificou-se na pesquisa uma quantidade abundante de água condensada dos equipamentos avaliados, na qual a reutilização dela, torna-se uma solução conveniente para o problema em questão. Portanto, neste estudo, vale destacar a importância da percepção ambiental como agente motivador para soluções tangíveis de um gerenciamento ambiental sustentável.

Palavras-chave: Inferência estatística; Poder Público; Reuso de água.

INTRODUÇÃO

O problema da escassez de água alcançou escala mundial. No Brasil, embora dispondo de uma das maiores reservas de água doce do planeta cerca de 12%, possui regiões que enfrentam este problema, a exemplo da região nordeste do país. Especificamente na cidade onde está localizado o imóvel em estudo, em Olinda, essa escassez é sentida e tem seus efeitos no racionamento de água potável atualmente existente com três dias com água das 10:00h as 23:59h e dois sem água pela falta desse precioso recurso para consumo humano e para o desenvolvimento socioeconômico.

Neste contexto, muitos municípios e estados têm adotado legislações que visam promover o reuso e o aproveitamento de águas residuais na tentativa de garantir o uso seguro dessas águas servidas, impactando não apenas edificações industriais, mas, sobretudo

domésticas e comerciais. Em Pernambuco a Lei nº 16.584/2019, determina a obrigatoriedade da coleta da água oriunda do sistema de climatização do ar nas edificações artificialmente climatizadas privadas acessíveis ao público e do controle de qualidade do ar.

Visando à conservação desse recurso, é imprescindível a busca por estratégias de reaproveitamento de água, mediante mudanças de hábitos da sociedade, para o uso sustentável desse recurso reduzindo a pressão sobre os mananciais, e nesse contexto, o presente projeto consiste em analisar a quantidade de água que é expelida diariamente pelos aparelhos condicionadores de ar do sistema de climatização do Fórum de Olinda, a fim de estudar possivelmente a viabilidade de um sistema de captação e distribuição para a reutilização dessa água para fins não potáveis, como forma de evitar o desperdício e diminuir o consumo nas atividades jurisdicionais desenvolvidas no prédio em estudo.

Salienta-se que o poder público como condutor das políticas públicas precisa estar alinhado com as metas de desenvolvimento sustentável. Logo, esse trabalho está alinhado principalmente com as metas do ODS 6, buscando a gestão sustentável da água, bem como está diretamente alinhado com as metas do Plano de Logística Sustentável atendendo as recomendações do Conselho Nacional de Justiça.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Identificar o potencial de produção de água condensada dos aparelhos de ar-condicionado componentes do sistema de climatização do Fórum de Olinda e estudar a viabilidade do aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado instalados, comparando com o consumo da água de regagem de jardins e utilizadas nos sanitários do prédio, visando a reduzir o consumo de água e contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região.

As previsões da quantidade de condensado que será gerado dependem de várias variáveis, incluindo a condições do ar externo, pontos de ajuste para condições de ar interno, aquecimento, ventilação, tipo de sistema, configurações de ar condicionado, tipo e uso do edifício (GALWE, 2013). A média de produção de condensado de um ar condicionado do tipo split, localizado na Arábia Saudita, é de 53 litros de água por dia (AL-FARAYEDHI, 2014), vale ressaltar que a temperatura e a umidade relativa na região variam de 25°C a 50°C.

A análise de água proveniente de aparelho de ar condicionado visando o seu reaproveitamento) em média um aparelho de 36.000 BTU's de uma instituição de ensino superior tem uma vazão de 1,04l/h (CARVALHO, 2018).

O ar condicionado é definido como o processo de condicionamento do ar objetivando o controle de sua temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto condicionado (JONES, 1985).

METODOLOGIA

A pesquisa teve seu desenvolvimento realizado no prédio onde funciona as atividades jurisdicionais do Fórum de Olinda, mais especificamente em uma amostra que representa 72,53% da capacidade geral de refrigeração do prédio.

Para a concepção do protótipo e testes de viabilidade da solução proposta, foram seguidas uma série de etapas. A Figura 1 apresenta um fluxograma contendo as etapas que foram seguidas durante o projeto.

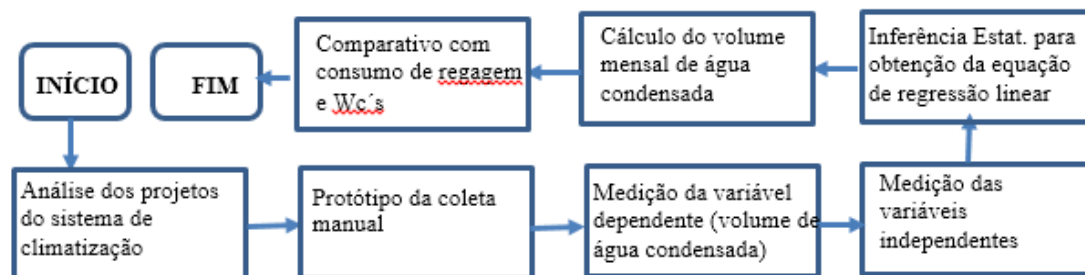


Figura 1. Fluxograma para desenvolvimento do trabalho.

Para um melhor desenvolvimento desse trabalho, seguiu-se todas as etapas desse fluxograma. Nesse momento, faz-se necessário detalhar algumas partes para o melhor entendimento.

Análise dos Projetos do Sistema de Climatização

Através dessa etapa foi possível obter as informações de quantidades de equipamentos instalados, capacidade instalada de refrigeração, % por capacidade de refrigeração dos equipamentos, com o objetivo de direcionar uma amostragem significativa para reprodução da população de equipamentos instalados.

Após a análise inicial do projeto, cujo resumo está esboçado na Tabela 1, foram identificados os pontos de coleta que representam três quartos do total dos equipamentos componentes do sistema de refrigeração do prédio em estudo, sendo esses equipamentos escolhidos para o levantamento de suas vazões horárias por um período de 15 dias cada com duas medições diárias, uma no período da manhã e outra no período da tarde.

Tabela 1. Resumo da Composição do sistema de Refrigeração.

RESUMO DA COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO			
Capac. Unit. (BTU/h)	Quant.	Capac.total (TR)	(%)
7500	24	15,00	3,79
9600	23	18,40	4,65
12300	127	130,18	32,91
15400	30	38,50	9,73
18000	3	4,50	1,14
19100	35	55,71	14,08
24000	1	2,00	0,51
24200	31	62,52	15,81
30000	2	5,00	1,26
30700	5	12,79	3,23
38200	16	50,93	12,88
	Total	395,53	100,00

Para um melhor entendimento, na Figura 2 são apresentadas a capacidade em TR por tipo de equipamento.

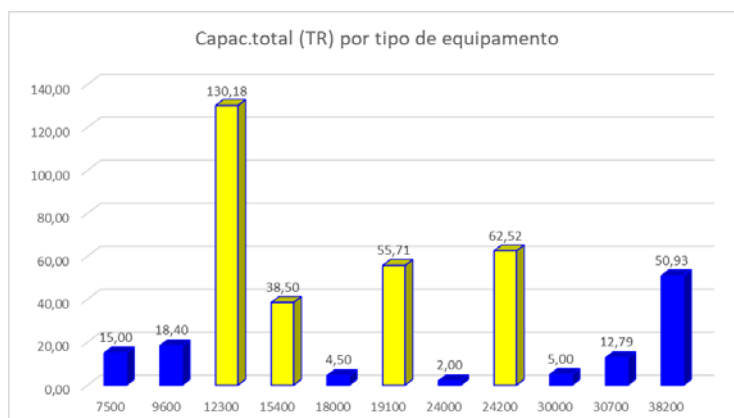


Figura 2. Gráfico da capacidade de TR por tipo de equipamento.

Na Figura 3 é apresentada a representação em termos percentuais dos equipamentos por capacidade. Em destaque, as barras amarelas apresenta os de maior representatividade.



Figura 3. Gráfico da porcentagem de equipamento por capacidade.

Protótipo da coleta manual

A partir de um protótipo de coleta de água manual, foi possível ter uma breve noção de como será feita a captação da água condensada dos aparelhos anteriormente escolhidos para representatividade da população, com o objetivo de captar a água condensada e mensurar o seu volume horário. O protótipo foi elaborado de forma simples e prática.

Medição da variável dependente (volume de água condensada) e das variáveis independentes

Com o protótipo de coleta manual em funcionamento foi possível realizar a medição diária da água gerada pelos aparelhos de refrigeração em estudo, a fim de ter a ciência da economia hídrica e financeira.

Inferência Estatística para obtenção da equação de regressão linear

É a parte da ciência estatística que permite extrair conclusões sobre uma população a partir de uma amostra, utilizando o modelo de regressão linear, que é a técnica mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente, no caso em tela o volume horário de água condensada, em relação a outras variáveis denominadas independentes as quais são responsáveis pela variabilidade do volume de água condensada.

No modelo de regressão utilizado neste projeto, concebido com a utilização da metodologia de “Inferência Estatística” (NBR 14.653-2/2011), principalmente no que concerne

às suas especificação, normalidade, homocedasticidade, não-multicolinearidade, não-autocorreção, independência e inexistência de pontos atípicos, com o objetivo de obter resultados não tendenciosos, eficientes e consistentes, e todos os pressupostos foram atendidos no modelo concebido neste projeto.

Cálculo do volume mensal de água condensada

A partir da equação do modelo de regressão é possível determinar o volume de cada equipamento imputando os valores das variáveis independentes (capacidade do equipamento, temperatura interna, temperatura externa, UR(%) interna, UR(%) externa, ponto de orvalho, tem-se o valor da variável dependente (volume horário) para cada capacidade de equipamento e considerando a quantidade de cada equipamento e a quantidade de horas trabalhadas no prédio em estudo, obtém-se o volume total de água condensada diária e mensal.

Comparativo com consumo de água e W_c 's

Durante o levantamento de campo do volume horário da água condensada dos evaporadores componentes do sistema de refrigeração, foi realizado o levantamento da água utilizada na regagem dos jardins e de dos banheiros públicos. Foram utilizados hidrômetros individuais para quantificar o consumo diário da água para regagem e uso nas descargas dos banheiros do prédio, para após quantificação do consumo diário e mensal, termos uma comparação do volume de água condensada com o volume de água utilizada para os sistemas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do exposto, O aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado deve ser considerado uma solução para a escassez de água no Brasil, sobretudo na região estudada, onde já existem além de escassez, disputas por recursos hídricos. O projeto apresenta uma solução simples e de baixo custo para o empreendedor, sendo seu maior benefício a redução do consumo de água. Políticas públicas deveriam incentivar a sociedade e os empresários na implementação de modelos que proporcionam a proteção deste recurso natural tão degradado. Assim, a pesquisa descrita e justificada neste trabalho, é um tipo de intervenção de uma possível modificação do cenário onde a água disponibilizada é insuficiente.

O presente estudo demonstra que é viável a utilização de água drenada pelo sistema de ar condicionado, principalmente em edificações públicas com vários equipamentos instalados. Toda essa água atualmente é descartada e nem por gravidade está sendo aproveitada para lavagem e manutenção das calçadas e jardins do prédio estudado.

Desta forma, pode-se concluir que se existe vazão suficiente para aproveitamento de uma água que está sendo gerada indiretamente através do funcionamento diário do edifício e se existe demanda para consumo dessa água é inegável a importância e o incentivo a esse aproveitamento num momento onde toda colaboração para a redução dos impactos ambientais causados pelas construções passaram a ter grande importância no cenário mundial cabendo a todos profissionais e empreendedores ligados a construção civil a iniciativa com práticas, exemplos e principalmente no desenvolvimento e aprimoramento de novas técnicas.

Nesse contexto, é evidente a potencialidade de aplicação de pesquisas como essa, ao passo que estudos voltados para o reuso de água, feita de forma sustentável e sem a utilização de muitos fundos econômicos, é de fácil aplicação e torna viável ter um meio de abastecimento de água, proveniente de meios que seria descartada, para situações em que a seca e a escassez é muito marcante. Então, o projeto Reuso da Água de Ar Condicionado mostra o quanto é possível reutilizar a água oriunda dos aparelhos condicionadores de ar, tornando- o assim, uma alternativa a ser estudada.

Além dos aspectos econômicos e ambientais, o aspecto social também está bem perceptível na proposta dos envolvidos deste trabalho, que é a instalação de um sistema de captação e abastecimento da água produzida pelos aparelhos condicionadores de ar do Fórum de Olinda, alternativa esta que mudará o cenário a qual ela está inserida.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. O. C.; GOUVEIA, D. M.; ACCARDO, E. Reaproveitamento da água condensada de aparelhos de ar-condicionado para uso em laboratórios de química. **Dignidade Re-Vista**, v. 3, n. 5, 2018.

LEI Estadual nº 16.584/2019 que estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências. Recife, Junho/2019.