

Análise de viabilidade do aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis em um prédio público situado no Recife - PE

Feasibility analysis of the water supply of air conditioning appliances for non-potable purposes in a public building located in Recife – PE

Análisis de viabilidad del aprovechamiento de agua de los aparatos de aire condicionado para fines no potables en un predio público situado en Recife - PE

Maria Carolina Duarte Marques Soares

Engenheira Civil, UPE, Brasil.
carol-marques18@hotmail.com

Arícia Fernandes Alves da Silva

Mestre em Engenharia Civil, UPE, Brasil.
ariciaalves@hotmail.com

Simone Rosa da Silva

Professora Doutora, UPE, Brasil.
simonerosa@poli.br

RESUMO

A administração pública, caracterizada pelos seus elevados números de prédios e funcionários, se mostra como um grande consumidor de água potável. Diante disso, os gestores dessas edificações têm procurado implantar medidas para reduzir o consumo de água potável, a fim de preservá-la para uso em finalidades mais nobres e redução de custos da edificação. O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade de aproveitamento da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado do Centro de Formação dos Servidores e Empregados Públicos do Estado de Pernambuco para fins não potáveis. A metodologia consistiu em analisar o histórico de consumo do prédio, estimar a quantidade de água condensada produzida pelos aparelhos de ar condicionado, assim como, as demandas hídricas não potáveis, levando em consideração a minimização de investimentos em infraestrutura da edificação. Os resultados alcançados demonstraram que é viável a utilização desta água para rega do jardim, cujo valor estimado de consumo é de 1616 L/mês, uma vez que a estimativa de água produzida pelos aparelhos é de 9829,8 L/mês. Este valor corresponde a 16,43% do valor total produzido de água. Ademais, a água poderia ser utilizada também para outros fins não potáveis, como limpeza em geral, descarga de bacias sanitárias e lavagens de veículos.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação da água; Aproveitamento de água de ar condicionado; Prédio Público.

ABSTRACT

The public administration, comprised by its large amount of buildings and employees, is responsible for having a large water consumption rate. For this reason, administrators from these buildings have been looking for measures to reduce water consumption in order to preserve it to be used in purposes that require a better quality of the water, and to reduce the costs of the edification. Therefore, the objective of this project is to evaluate the feasibility of reusing the water from air conditioning devices located in the "Centro de Formação dos Servidores e Empregados Públicos do Estado de Pernambuco" for non-potable purposes. The methodology consisted in analyzing the consumption historical data of the building, estimating the amount of condensed water produced by the air conditioning devices, as well as the non-potable water demand, considering to minimize the costs of investment in the facility. The achieved results showed that it is feasible to use this water for watering, in an estimated amount of 1616 L/month, once the amount of water produced by the devices is 9829,8 L/month. It means 16,43% of the total amount produced. In addition, the water can be used for another non-potable activities, for example, general cleaning, flushing, or even car washes.

KEYWORDS: Water conservation; Water conservation; Water reuse from air conditioning devices; Public Building;

RESUMEN

La administración pública, caracterizada por sus elevados números de edificios y funcionarios, se muestra como un gran consumidor de agua potable. Con ello, los gestores de esas edificaciones han intentado implantar medidas para reducir el consumo de agua potable, a fin de preservarla para uso en finalidades más nobles y reducción de costos de la edificación. De esta forma, el objetivo de este trabajo es evaluar la viabilidad de aprovechamiento del agua producida por los aparatos de aire acondicionado del Centro de Formación de los Servidores y Empleados Públicos del Estado de Pernambuco para fines no potables. La metodología consistió en analizar el histórico de consumo del edificio, estimar la cantidad producida por los aparatos de aire acondicionado, así como, las demandas hídricas no potables, teniendo en cuenta la minimización de inversiones en infraestructura de la edificación. Los resultados alcanzados demostraron que es viable la utilización de esta agua para riego del jardín, cuyo valor estimado de consumo es de 1616 L / mes, ya que la estimación de agua producida por los aparatos es de 9829,8 L/mes. Este valor corresponde al 16,43% del valor total producido de agua. Además, el agua puede ser utilizada también para otros fines no potables, como limpieza en general, descarga de cuencas sanitarias y lavados de vehículos.

PALABRAS CLAVE: Conservación del agua; Aprovechamiento de agua de aire acondicionado; Edificio Público

1. INTRODUÇÃO

A escassez de água tem provocado a limitação da atividade econômica e o retardamento do progresso de diversas regiões do país, fazendo com que as autoridades governamentais busquem incorporar uma realidade sustentável à água que seus usuários estão utilizando, a fim de garantir o garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social (COOK; SHARMA; GURUN, 2014; SILVA, 2015; BOLINA et al., 2017).

Os prédios públicos, caracterizados por serem construídos ou adaptados para abrigar serviços destinados ao público, se apresentam em número expressivo nos grandes centros urbanos, e consequentemente, como relevantes consumidores da água oriunda do abastecimento público. No caso dos prédios que compõem a Administração do Estado, denominados de Prédios Públicos Administrativos, grande parcela da água é utilizada em atividades de higiene pessoal, limpeza de ambientes e rega de jardins. Essas atividades poderiam ser atendidas por água não potável proveniente de fontes alternativas, com isso, é possível obter uma relevante economia de água e buscando atingir uma realidade sustentável através de ações de conservação da água.

Segundo Gonçalves et al. (2016), a conservação da água é definida como o conjunto de ações que otimizam a operação do sistema predial, de modo a reduzir a quantidade de água, e promovem a oferta de água proveniente de fontes alternativas produzida no próprio edifício. Tal redução pode ser realizada através de estratégias estruturais para redução do consumo de água, as quais consistem na utilização de equipamentos poupadores de água e de sistemas de reaproveitamento de águas cinzas, pluviais, ou de aparelhos de ar condicionado (WILLIS et al., 2011).

Os aparelhos de ar condicionado se tornaram um item comum nas edificações, principalmente em localidades de clima quente. Tornaram-se um item de fundamental importância para amenização da temperatura nos ambientes internos, sendo utilizado em grande escala em edificações onde existe aglomerado de pessoas (CARVALHO; CUNHA; FARIA, 2012). Desta forma, apesar da quantidade de água produzida não ser muito significativa de forma isolada, o aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado é de suma importância para consolidação da consciência ecológica dos usuários (LIMA et al., 2015). Em tipologias prediais onde esses equipamentos são utilizados em grandes quantidades por longos períodos de tempo, como prédios públicos, universidades e instalações comerciais, a vazão produzida por esses aparelhos pode ser considerável e suprir demandas não potáveis existentes.

Nunes, Queiroz e Silva (2016) e Carvalho et al. (2016) analisaram o aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado em um *campus* de duas universidades localizadas na Cidade do Recife, em Pernambuco, com a finalidade de utilizar a água coletada para fins não potáveis. Em ambas as pesquisas, os resultados demonstraram que é viável a utilização da água para a rega do jardim, sendo o valor estimado de água produzida igual a 57.660 L/mês na pesquisa de Nunes, Queiroz e Silva (2015) e 30.388 L/mês na pesquisa de Carvalho et al. (2016).

Em outros estados do país também foram realizadas pesquisas com o objetivo de avaliar a viabilidade da utilização da água produzida por aparelhos de ar condicionados para fins não-

potáveis. Estudos realizados na Paraíba (CALDAS; CAMBOIM, 2017), Goiás (BOLINA et al., 2017), Santa Catarina (AREND; KREBS; AMARAL, 2014), Rio de Janeiro (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2015), São Paulo (BARBOSA; COELHO, 2016), Espírito Santo (BASTOS; CALMON, 2013) e no Mato Grosso (CARVALHO; CUNHA; FARIA, 2012), verificaram que a água produzida pelos aparelhos é capaz de suprir, total ou parcialmente, demandas não potáveis como rega de jardins e descargas de bacias sanitárias.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade do aproveitamento da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis em prédio público administrativo situado na cidade do Recife, Pernambuco.

3. METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em seis etapas, sendo elas: a seleção do prédio a ser estudado; o levantamento de dados necessários sobre o prédio e seu consumo de água; a análise do histórico de consumo de água do prédio; o monitoramento da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado; a estimativa do consumo de água no jardim; e a análise da viabilidade do uso da água produzida pelos equipamentos de ar condicionado.

3.1. Seleção do prédio a ser estudado

A seleção do prédio estudado neste trabalho foi realizada a partir dos prédios públicos administrativos pré-selecionados pela Secretaria de Administração do Estado de Pernambuco analisados por Silva (2015), levando-se em consideração os seguintes critérios:

- Interesse da equipe gestora em participar do projeto, como a facilidade de comunicação entre os gestores e a possibilidade de instalação dos equipamentos necessários à pesquisa.
- Infraestrutura da edificação favorável à captação da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado.
- Tipologia predial da edificação, na qual foram consideradas as atividades consumidoras de água no prédio, o número de usuários e o sistema hidrossanitário existente.

3.2 Levantamento de dados

A partir da parceria interinstitucional firmada entre a Secretaria de Administração do Estado de Pernambuco - SAD e o Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (AquaPOLI), foi agendada uma visita para realização de um levantamento cadastral no prédio selecionado. Esse levantamento refere-se ao preenchimento de uma ficha de cadastro com dados relativos à tipologia da edificação, população fixa e flutuante do prédio e existência ou não de campanhas educativas. As informações foram disponibilizadas pelo gestor do responsável pelo prédio ou um funcionário indicado por ele.

3.3 Análise do histórico de consumo de água do prédio

A Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA disponibilizou os históricos de consumo de água mensal para o prédio selecionado, obtendo-se um período de 2011 até o primeiro semestre de 2017. Dessa forma, foi possível avaliar a regularidade das leituras mensais ao longo dos anos do edifício e seus respectivos valores..

A média de consumo para cada ano foi obtida após a Análise de *Outliers*, através da qual foram excluídos os valores atípicos da amostra. Para esta análise, foi calculado o desvio padrão da série de consumo de água mensal para o período analisado. A fim de excluir os *outliers* presentes na série de dados do consumo de água mensal admitiu-se para o intervalo de confiança um percentual de 95% de confiabilidade. A média obtida após a análise compreendeu os valores que estiveram dentro do intervalo, ou seja, valores que compreenderam entre a média mais ou menos duas vezes o desvio padrão, sendo os valores apresentados fora desse intervalo caracterizados como *outliers* e eliminados da amostra.

3.4 Monitoramento da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado

Os dados quantitativos e qualitativos sobre os aparelhos de ar condicionado existentes no prédio estudado foram disponibilizados pelos gestores do prédio. A descrição incluiu quantidade de aparelhos de ar condicionado existentes, capacidade e modelos, bem como sua localização. Além disso, foram obtidas informações sobre a utilização dos equipamentos, em especial sobre o tempo médio de funcionamento por dia.

Para avaliar a produção de água pelos equipamentos de ar condicionado foi necessário realizar um monitoramento durante um determinado período. Porém, em função do elevado número de aparelhos de ar condicionados existentes na edificação, com diferentes marcas e potências, selecionou-se para realização do monitoramento da água produzida uma amostra que contivesse: aparelhos com funcionamento diário e em tempo integral; aparelhos localizados em ambientes propícios à instalação do sistema para monitoramento da produção de água; aparelhos de mesma marca e potência que fossem localizados em diferentes ambientes.

Após a seleção da amostra, realizou-se o monitoramento da água produzida por esses aparelhos, a partir da instalação de conduítes em PVC nos drenos dos equipamentos da amostra, a fim de conduzir a água até reservatórios com capacidade de armazenamento de 20 litros. O armazenamento da água nos reservatórios visou quantificar o volume de água produzida sob condições climáticas diferentes, e foi realizada durante dois períodos de 5 dias consecutivos cada.

O primeiro período de monitoramento (P1) foi realizado no período de 14 a 18 de agosto de 2017, quando ocorria o inverno. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, medidos na Estação Meteorológica do Recife Curado, a temperatura variou de 23,34 a 23,98°C e umidade entre 79,75 a 88,25%, respectivamente, nesse período de observação. O segundo período de monitoramento (P2) foi realizado no período de 25 a 29 de setembro de

2017, época da primavera e, de acordo com o INMET, a temperatura variou de 24,96 a 26,34°C e umidade entre 68,5 a 81,25%, respectivamente.

As vazões produzidas pelos aparelhos foram calculadas dividindo o volume total de água captado em cada dia pelo número de horas de funcionamento dos respectivos aparelhos em cada dia. Para cada período de monitoramento foram obtidos 5 resultados distintos para cada equipamento. A partir dos resultados, calculou-se uma média aritmética, sendo este o valor médio de vazão admitida para o respectivo aparelho.

Para o cálculo do volume total de água produzida pelos aparelhos de ar condicionado do prédio foram consideradas todas as salas referentes ao setor administrativo e o número mínimo de salas de aulas que são utilizadas por mês no prédio. Essa informação foi obtida junto ao gestor administrativo do prédio em estudo.

A partir das vazões médias, foi estimado o volume total mensal que cada um destes aparelhos de ar condicionado pode produzir, multiplicando-as pelo tempo de funcionamento das respectivas salas por dia e pelo número de dias úteis no mês. Finalmente, foi estimado o volume total mensal de água condensada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio, a fim de avaliar a viabilidade de se implantar um sistema para o aproveitamento desta água.

3.5 Análise da viabilidade do uso da água produzida pelos equipamentos de ar condicionado para fins de rega de jardim

Após a estimativa da produção de água dos aparelhos de ar condicionado do prédio em estudo, foi realizada uma análise comparativa com os valores do provável consumo de água para realizar a rega do jardim, a fim de verificar se esta demanda não-potável poderia ser suprida pela alternativa estudada.

A área do jardim foi obtida através da planta baixa do prédio fornecida pelos gestores da edificação. O volume de água necessário para realizar a rega do jardim foi estimado em razão desta atividade não ser realizada no prédio. Para isso, considerou-se a realização da rega do jardim duas vezes por semana, com um consumo médio de 2 litros de água por m² de área verde, conforme Tomaz (2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Seleção do prédio a ser estudado

Entre os 30 prédios públicos no Estado de Pernambuco, indicados pela Secretaria de Administração – SAD e baseado na pesquisa de Silva (2015), identificou-se um único prédio que apresentou uma estrutura composta por duas tipologias prediais diferentes, a tipologia escolar e a tipologia administrativa, o prédio do Centro de Formação de Servidores e Empregados Públicos do Estado de Pernambuco - CEFOSPE.

Dessa maneira, esta pesquisa visou analisar de forma pioneira o uso da água diante de duas tipologias prediais já conhecidas, juntas em único prédio, visto que trabalhos já foram realizados no estado de Pernambuco que envolveram prédios de tipologia exclusivamente

administrativa (SILVA, 2018; MOURA, 2015) e exclusivamente escolar (NUNES, 2018; LIMA, 2016; NUNES, 2015; SOARES, 2015).

Além disso, os gestores deste prédio apresentaram um grande interesse em implantar medidas para economia de água no prédio, no qual foi observado material de divulgação aos usuários sobre ações para a redução do consumo de água.

Outro critério utilizado para a seleção deste prédio foi a infraestrutura predial favorável à captação de água produzida pelos aparelhos de ar condicionado, com um custo relativamente baixo, visto que todos os condensadores estão localizados na parte de trás do prédio, onde já há uma ligação dos drenos dos aparelhos à tubulação do prédio, conforme mostra a figura 01.

Figura 01 – Fachada posterior do prédio



Fonte: Soares (2017)

4.2. Caracterização do local de estudo

O prédio do CEFOSPE se localiza na Rua Tabira, no bairro da Boa Vista na cidade do Recife, conforme mostra a figura 02. O prédio possui um único bloco, com um pavimento térreo e um primeiro andar, que compreendem 16 salas de aula, 04 laboratórios de informática e 13 salas pertencentes ao setor administrativo, 01 auditório, 02 arquivos, 01 almoxarifado, 01 refeitório e 08 banheiros.

O CEFOSPE foi instituído em 2010, e tem por finalidade coordenar e executar as ações do Programa de Educação Corporativa, de forma a proporcionar aos servidores públicos do estado cursos presenciais, ensino à distância, palestras, oficinas e outros. A instituição, em razão de realizar cursos conforme a necessidade da Secretaria de Administração do Estado, não apresenta um calendário permanente de cursos, havendo cursos de curta e longa duração e com periodicidades variáveis.

Figura 02 – Foto aérea do CEFOSPE

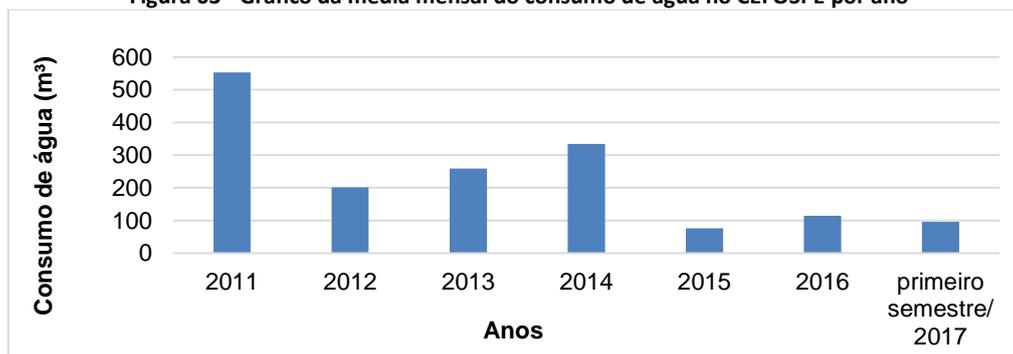


Fonte: As autoras

4.3. Análise do histórico de consumo de água

A partir dos dados de consumo mensal de água do prédio foi calculada a média de consumo mensal de água para cada ano, conforme a figura 03. Para o cálculo desta média, a fim de obter uma média de consumo homogênea, foi utilizada a análise de *outliers*, que excluiu os valores atípicos da amostra caracterizados por anormalidades no consumo de água e na leitura do consumo de água pela concessionária. Além disso, no cálculo desta média, além dos *outliers* foram excluídos os consumos referentes aos meses de janeiro, pois é o mês de recesso do CEFOSPE, não havendo expediente no local.

Figura 03 - Gráfico da média mensal do consumo de água no CEFOSPE por ano



Fonte: Soares (2017)

A partir de um comparativo entre os 7 anos analisados, percebe-se que não há uma tendência no consumo de água no prédio. Porém, observa-se uma redução considerável a partir do ano de 2014 até 2017. Esse fato foi consequência de ter havido uma reforma no prédio para a troca de equipamentos hidrossanitários, além da troca do hidrômetro que passou a dar mais precisão às leituras, segundo informações obtidas com o gestor administrativo do CEFOSPE.

Outra justificativa para a oscilação significativa do consumo de água total entre os anos é a elevada população flutuante do prédio, que variou durante o ano de 2016 de 204 a 951 pessoas, sendo um número bastante superior às 52 pessoas que trabalham de forma fixa no prédio.

Apesar dos dados do consumo de água do prédio, não foi possível realizar o cálculo do Indicador de Consumo do CEFOSPE, devido à ausência de dados sobre a população flutuante do prédio em anos anteriores. Ademais, pelo número de servidores capacitados não é possível estimar o tempo de permanência da população flutuante, visto que o CEFOSPE oferece cursos de curta e longa duração, além de palestras e eventos.

4.4. Monitoramento da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado

Dentre 79 aparelhos de ar condicionado existentes no CEFOSPE, 32 estão instalados no setor administrativo atendendo a população fixa do prédio, e os outros 47 aparelhos estão localizados nas salas de aula, atendendo a população flutuante da instituição.

Os aparelhos de ar condicionado escolhidos para monitoramento foram das marcas Springer, Carrier e LG, existentes no prédio. Foram selecionados os aparelhos que apresentaram potência de 18.000, 24000 e 30.000 BTUs. Os aparelhos de potência de 60.000 BTUs existentes não foram selecionados devido a serem localizados em uma sala pouco usada no prédio. Além disso, todos os equipamentos analisados são *Split*, variando, porém, seus modelos: High Wall e Piso Teto. Dentro da amostra de 10 aparelhos, 6 estão localizados em salas do setor administrativo e 4 se encontram em salas de aula. Os aparelhos foram monitorados das 8:00 as 17:00, horário do expediente do CEFOSPE.

A figura 04 mostra a coleta de água do dreno do aparelho de ar condicionado até o reservatório na sala do servidor de informática uma das salas do CEFOSPE.

Figura 04 - Monitoramento dos aparelhos de ar condicionado



Fonte: Soares (2017)

A partir da análise dos resultados do monitoramento de agosto, realizado entre os dias 14 a 18, observou-se que o aparelho que menos produziu água foi aquele do setor administrativo

localizado na sala do gestor financeiro do CEFOSPE, no qual o aparelho se encontrava a uma temperatura de 20°C e apresentou uma média de 0,91 L/h. Esse fato pode ter sido ocasionado por haver apenas duas pessoas trabalhando dentro da sala, havendo desta forma, uma menor abertura e fechamento das portas.

Por outro lado, o equipamento que produziu o maior volume de água condensada por dia foi aquele também do setor administrativo localizado na sala da Gerência de Atendimento ao Servidor - GEASE: Atendimento. Esse equipamento estava a uma temperatura de 20°C e expressou uma média de 3,18 L/h. Atribui-se esse fato por esta ser uma sala de atendimento aos servidores, isso implica em uma grande movimentação de pessoas, bem como considerável abertura e fechamento das portas, dificultando o resfriamento do ambiente através do aparelho de ar condicionado.

O quadro 1 apresenta a vazão de água produzida por hora de cada aparelho em cada dia monitorado no mês de agosto juntamente com suas respectivas salas como também a temperatura de cada equipamento.

Quadro 1: Monitoramento da Água produzida pelos aparelhos de ar condicionado em agosto

Período de Agosto: 14 a 18/08						
Salas Monitoradas	Dia 01	Dia 02	Dia 03	Dia 04	Dia 05	Média
Sala de aula 16	1,30	1,42	1,06	1,42	1,18	1,28
Servidor de Informática	1,18	1,30	1,42	1,53	1,53	1,39
Gease Gerência/Apoio	1,18	1,18	1,53	1,12	1,06	1,21
Sala de aula 08	1,89	2,00	1,77	1,65	1,77	1,82
Unidade de Coordenação Pedagógica	1,30	1,30	1,30	1,53	1,18	1,32
Laboratório de Informática 02	1,95	1,59	1,89	2,00	1,95	1,88
Sala do Gestor Administrativo	0,88	0,94	0,94	1,24	1,12	1,02
Sala do Gestor Financeiro	1,00	1,00	0,94	0,83	0,77	0,91
Sala de aula 03	1,18	1,36	1,47	1,77	1,59	1,47
Gease Atendimento	3,36	2,36	3,54	3,48	3,18	3,18

Fonte: Soares (2017)

A análise dos resultados do monitoramento realizado em setembro, ocorrido entre os dias 25 a 29, confirmou os resultados obtidos em agosto. Observou-se que o aparelho que menos produziu água foi novamente aquele do setor administrativo localizado na sala do gestor financeiro do CEFOSPE, tendo o equipamento apresentado uma média de 1,27 L/h, sob as mesmas condições de funcionamento anteriores e o mesmo contingente de funcionários.

O equipamento que mais condensou água foi aquele também do setor administrativo localizado na sala da GEASE: Atendimento, tendo o aparelho produzido uma média de 3,22 L/h, sob as mesmas condições de funcionamento anteriores, porém com variação na quantidade de pessoas, visto que se trata de uma sala de atendimento aos servidores.

O quadro 2 apresenta a vazão de água produzida por hora de cada aparelho em cada dia monitorado no mês de setembro juntamente com suas respectivas salas como também a temperatura de cada equipamento.

Quadro 2: Monitoramento da Água produzida pelos aparelhos de ar condicionado em setembro

Período de Setembro: 25 a 29/09						
Salas monitoradas	Dia 01	Dia 02	Dia 03	Dia 04	Dia 05	Média
Sala de aula 16	1,18	1,30	1,36	1,77	1,42	1,41
Servidor de Informática	1,47	1,59	1,47	1,42	1,42	1,47
Gease Gerência/Apoio	1,36	1,18	1,18	1,18	1,18	1,22
Sala de aula 08	2,23	3,24	3,30	3,12	2,23	2,82
Unidade de Coordenação Pedagógica	1,27	1,33	1,24	1,47	1,47	1,36
Laboratório de Informática 02	2,18	2,06	2,65	2,18	2,18	2,25
Sala do Gestor Administrativo	1,59	1,47	1,36	1,30	1,36	1,42
Sala do Gestor Financeiro	1,3	1,33	1,30	1,24	1,18	1,27
Sala de aula 03	1,59	1,47	1,59	1,59	1,65	1,58
Gease Atendimento	3,24	2,77	3,27	3,48	3,36	3,22

Fonte: Soares (2017)

Os resultados mais discrepantes foram observados na sala 8 aonde houve uma alta vazão (2,82L/h) em setembro e no mês de agosto ocorreu uma média de 1,82 L/h. Esse aumento considerável possivelmente foi ocasionado pela variação do número de pessoas que frequentaram a sala de aula nos dois meses, pois em cada mês foi ofertado um curso distinto. Por sua vez, nos demais ambientes monitorados não houve uma diferença tão expressiva entre os valores registrados, como na sala de aula 16, aonde houve uma vazão de 1,28 L/h em agosto e no mês de setembro ocorreu uma média de 1,41 L/h.

Ferreira e Tose (2016) realizaram, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – campus Santa Teresa, um estudo com aparelhos de ar condicionados com potência variando de 7.500 a 80.000 BTUs, com temperatura de 23°C comumente utilizada na Instituição. Para a potência de 18.000 BTUS encontraram uma vazão de 0,97 L/h; para a potência de 24.000 BTUs e 30.000 BTUS obtiveram uma vazão de 1,59 L/h.

Ao comparar os resultados desta pesquisa com os resultados encontrados com Ferreira e Tose (2016) verifica-se que os dados são compatíveis, apesar de uma pequena variação. Além dos fatores climáticos, essa variação pode ter sido ocasionada, por outros fatores que podem ter sido distintos na referida pesquisa, tais como: marcas e idades diferentes dos aparelhos, temperatura utilizada no aparelho, quantidade de pessoas que utilizam o ambiente.

Para o cálculo da estimativa do volume total de água produzida pelos aparelhos de ar condicionado, foi utilizado o mês de setembro, mês mais quente do monitoramento, objetivando um maior aproveitamento da água, visto que apresentou uma maior vazão.

Ademais, foram consideradas nos cálculos, todos os aparelhos de ar condicionado localizados no setor administrativo, 32 aparelhos, e o número mínimo de salas de aula utilizadas por mês no prédio, 5 salas, contendo ao todo 11 aparelhos. Dessa forma, utilizou-se no cálculo do volume de água 43 aparelhos.

Como na pesquisa não foi possível obter um padrão relacionado com a quantidade de água produzida com a quantidade de BTUs que os mesmos possuíam, a estratégia adotada para se

estimar uma produção de água mínima dos 43 equipamentos de ar condicionado, para efeito de cálculo, foi utilizar a menor média encontrada, que no caso foi a de 1,27 L/h, resultado este obtido com o ar condicionado da sala do gestor financeiro. Sendo assim, ao multiplicar 43 aparelhos pelo valor de 1,27 L/h, tem-se o resultado de 54,61 L/hora

A partir da vazão total para os 43 aparelhos considerados e admitindo 9 horas de funcionamento/dia desses aparelhos de ar condicionado obteve-se 491,49 L/dia. O volume total mensal foi calculado considerando a quantidade de dias úteis do mês, 20 dias, resultando no valor de 9.829,8 L/mês.

3.5. Análise da viabilidade do uso da água produzida pelos equipamentos de ar condicionado para jardinagem

A partir da planta baixa do prédio obteve-se a área de jardim existente, sendo esta igual a 101 m². Para o cálculo da rega do jardim, estimou-se uma rega de 2 vezes por semana, obtendo assim, um volume de 404 L/semana e 1.616 L/mês.

A quantidade estimada de água produzida pelos aparelhos de ar condicionado do prédio piloto foi de 9.829,8 L/mês, o que seria mais que suficiente para suprir o volume de 1.616 L/mês necessários para realizar a rega do jardim, que representam 16,44% do volume de água estimado produzido pelos aparelhos de ar condicionado.

O volume de água restante após a rega do jardim, aproximadamente 8.200 L/mês, poderia ser reaproveitada para as demais atividades do prédio que permitem o uso de água não potável, como o serviço de limpeza geral da instituição, ou o uso nas caixas de descarga. Porém, essa última alternativa, exigiria custos relativamente altos para implementação do sistema, dada a necessidade de obras e adequações nas instalações hidráulicas/hidrossanitárias do edifício. A fim de aproveitar todo o volume produzido, poderia ser realizado o ligamento dos drenos dos próprios aparelhos para um único conduto que levasse a água para um ou mais reservatórios, do tipo cisternas, o que não representaria um custo tão elevado quanto o uso nas descargas dos vasos sanitários.

4. CONCLUSÃO

Através dos valores obtidos com o estudo, constatou-se que a utilização da água produzida pelos equipamentos de ar condicionados do CEFOSPE é viável, principalmente quando se diz respeito à utilização para a rega do jardim. Todavia, como há uma produção excessiva face à demanda para a rega do jardim, a pesquisa não desconsidera que esta água seja utilizada para demais atividades do prédio que apresentam demanda não potável, como serviços de limpeza em geral e descarga sanitária, entre outros.

Como o CEFOSPE não realiza o agendamento do jardim com água potável, devido à economia de água, entre outros fatores, não haveria uma redução nos custos com a fatura de água. No entanto, o reaproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado, não se trata apenas

de uma questão financeira, mas também de uma visão de preservação ambiental, aproveitando ao máximo os recursos disponíveis de maneira ecológica. Uma vez que a presença de um sistema de aproveitamento de água produzida por aparelhos de ar condicionado, sendo uma utilização de uma fonte alternativa de água se mostraria como um exemplo e incentivo aos usuários para replicá-la em outros locais. O fato é que a água produzida pelos aparelhos de ar condicionado existentes é descartada de forma não proveitosa para o funcionamento do prédio, até mesmo devido à falta de conhecimento sobre o tema.

Este trabalho apresenta uma contribuição preliminar para o estudo de viabilidade de reúso de água no CEFOSPE, tendo em vista que foram medidos apenas uma amostra dos aparelhos existentes no prédio durante dois curtos períodos de tempo, além de não haver estudos anteriores referentes ao assunto realizados neste prédio. Sugere-se que, em trabalhos futuros, sejam realizadas pesquisas com uma amostra maior de aparelhos durante um período de tempo maior. Devido às considerações realizadas na estimativa da água condensada produzida no CEFOSPE, é possível que seja gerado um volume total de água superior ao estimado e consequentemente poderia um maior aproveitamento. Além disso, essa pesquisa serve também como base para comprovar a viabilidade do uso de água produzida por aparelhos de ar condicionado para atividades que necessitem de água não potável em prédios públicos.

REFERÊNCIAS

AREND, M. C.; KREBS, J.; AMARAL, R. S. Coleta e reúso de água do dreno do aparelho de ar condicionado para um sistema automatizado de irrigação. In: Feira de Iniciação Científica e Extensão do Instituto Federal Catarinense, 5., Camboriú, Santa Catarina, 2014. **Anais...** Camboriú, Santa Catarina, 2014.

BARBOSA, T.; COELHO, L. Sustentabilidade por meio do reúso da água dos aparelhos de ar condicionado da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo – FATEC Sertãozinho. **Revista Academus**, v. 4, n. 1, 2016, pp. 1-10.

BASTOS, C. S.; CALMON, J. L. Uso de água residual do ar condicionado e de água pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. **Revista Hábitat Sustentável**, v. 3, n. 2, 2013, pp. 66-74.

BOLINA, C. C.; RODRIGUES, A. L.; GOMES, M. I. L.; SARDINHA, G. O. M.; FÉLIX, M. V. Reúso de água de dreno de ar condicionado para fins não potáveis. **ENGEVISTA**, v. 19, n. 5, 2017, pp. 1387-1400.

CALDAS, J. CAMBOIM, W. L. L. Aproveitamento da água dos aparelhos condicionadores de ar para fins não potáveis: Avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do UNIPÊ. **INTERSCIENTIA**, v. 5, n. 1, 2017, pp. 166-188.

CARVALHO, I. M.; SOUSA, I. M. T.; LIMA, E. L. A.; BAYDUM, V. P. A.; SANTIAGO, A. L. S. Análise quantitativa e qualitativa de água proveniente de aparelho de ar condicionado visando o seu

reaproveitamento. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 13., Aracaju, Sergipe, 2016. **Anais...**, Aracaju, Sergipe, 2016.

CARVALHO, M. T. C.; CUNHA, S. O.; FARIA, A. P. G. Caracterização Quali-Quantitativa da água condensadora de aparelhos de ar condicionado. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 3., Goiânia, Goiás, 2012. **Anais...**, Goiânia, Goiás, 2012, pp. 1-4.

COOK, S.; SHARMA, A. K.; GURUN, T. R. Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: A case study in Brisbane, Australia. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 89, 2014, p. 86-93.

FERREIRA, E. P.; TOSE, M. Uso de água condensada por aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis – um estudo de caso. **AGRARIAN ACADEMY**, v.3, n. 6, p. 99-107, 2016.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 12., Resende, Rio de Janeiro, 2015. **Anais...** Resende, Rio de Janeiro, 2015.

GONÇALVES, O. M.; LANDI, F. D. N.; LANDI, P. D. N.; OLIVEIRA, P. M. **Gestão de Recursos Hídricos na Indústria da Construção: Uso Eficiente da água em edifícios residenciais**. Brasília, DF: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. 2016. 134p.

LIMA, S. M.; ZAQUE, R. A. M.; VALENTINI, C. M. A.; SOUZA, F. S. C.; ALBANO, P. M. F. Água de ar condicionado: Uma fonte alternativa de água potável?. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 6., Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2015. **Anais...**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2015, pp. 1-6.

MOURA, M. R. F. **A gestão do consumo de água em prédios públicos: o caso da secretaria de infraestrutura de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Pernambuco, 2015, 98p.

NUNES, L. G. C. F.; QUEIROZ, M. M.; SILVA, S. R. Evaluation of water reuse of air conditioning equipment for non-potable purpose – Case Study of POLI/PE. In: Congresso Interamericano de AIDIS y 59° Congreso de ACODAL, 35., 2016, Cartagena. **Anais...**, Cartagena, 2016.

SILVA, A. F. A. **Indicadores de Consumo de água de prédios públicos administrativos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco, 2015, 136p.

SOARES, A. E. P. **Análise do Consumo de Água em uma Escola Pública Estadual de Recife – PE**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, 86p.