

V Simpósio Brasileiro Online de
Gestão Urbana

28 a 30 de julho 2021



Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo
ISBN 978-65-86753-31-8

EIXO TEMÁTICO:

- Cidades inteligentes e sustentáveis
- Conforto Ambiental e Ambiência Urbana
- Engenharia de tráfego, acessibilidade e mobilidade urbana
- Habitação: questões fundiárias, imobiliárias e sociais
- Patrimônio histórico, arquitetônico e paisagístico
- Projetos e intervenções na cidade contemporânea
- Saneamento básico na cidade contemporânea
- Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil

**Potencial de redução do consumo de água potável na sede do Tribunal
Regional Eleitoral de Pernambuco – TRE/PE**

*Potential to reduce drinking water consumption at the head office of the Regional
Electoral Court of Pernambuco - TRE/PE*

*Potencial para reducir el consumo de agua potable en la sede del Tribunal Electoral
Regional de Pernambuco - TRE/PE*

Amanda Rafaely Monte do Prado

Mestranda em Engenharia Civil, UPE, Brasil.
armp@poli.br

Anna Elis Paz Soares

Doutoranda em Recursos Hídricos, UFPE, Brasil.
annaelpaz@gmail.com

Simone Rosa da Silva

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

RESUMO

A conservação de água em edificações compreende não apenas a redução da demanda por água potável, mas também a adoção de fontes alternativas para atividades com fins menos nobres, sendo dever dos prédios públicos sob jurisdição dos poderes Federal, Estadual e Municipal a promoção de ações que visem o uso racional e conservação da água, conforme responsabilidade estabelecida na Agenda Ambiental na Administração Pública. Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo analisar o potencial de redução do consumo de água potável no edifício sede do Tribunal Regional Eleitoral de Pernambuco – TRE/PE através do uso de fontes alternativas de água, como a água pluvial e a água condensada dos aparelhos condicionadores de ar. A metodologia iniciou com a caracterização do local de estudo e do consumo de água potável. Posteriormente, foi investigada a viabilidade técnica e econômica do aproveitamento de águas pluviais e de água condensada, bem como foi realizado o comparativo entre as medidas propostas. Os resultados obtidos apontam que as técnicas estudadas são benéficas, apresentando potenciais significativos para a redução do consumo de água potável que seria destinada às descargas sanitárias, sendo 63% para o aproveitamento de águas pluviais e 62% para a água de condensação. Além disso, também podem proporcionar economias financeiras anuais de R\$8.216,01 e R\$8.045,74, respectivamente. Desse modo, além da redução do consumo de água potável, as medidas propostas também promovem a minimização dos custos financeiros, cujo capital pode ser empregado na busca pela melhoria contínua dos serviços prestados à sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de água. Fontes alternativas. Prédios públicos.

ABSTRACT

The conservation of water in buildings includes not only a reduction in the demand for drinking water, but also the adoption of alternative sources for activities with less noble purposes, with the duty of public buildings under the jurisdiction of the Federal, State and Municipal powers to promote actions that aim at the rational use and conservation of water, according to the responsibility established in the Environmental Agenda in Public Administration. Given the above, the present study aims to analyze the potential for reducing drinking water consumption in the headquarters building of the Regional Electoral Court of Pernambuco - TRE / PE through the use of alternative sources of water, such as rainwater and condensed water. air conditioners. The methodology started with the characterization of the study site and the consumption of drinking water. Subsequently, the technical and economic feasibility of using rainwater and condensed water was investigated, as well as comparing the proposed measures. The results obtained point out that the studied techniques are beneficial, presenting significant potentials for the reduction of the consumption of drinking water that would be destined to sanitary discharges, 63% for the use of rainwater and 62% for the condensation water. In addition, they can also provide annual financial savings of R \$ 8,216.01 and R \$ 8,045.74, respectively. Thus, in addition to reducing the consumption of drinking water, the proposed measures also promote the minimization of financial costs, the capital of which can be used in the search for the continuous improvement of services provided to society.

KEYWORDS: Water conservation. Alternative sources. Public buildings.

RESÚMEN

La conservación del agua en los edificios incluye no solo la reducción de la demanda de agua potable, sino también la adopción de fuentes alternativas para actividades con fines menos nobles, y es deber de los edificios públicos bajo la jurisdicción de los poderes federal, estatal y municipal. facultades para promover acciones que tengan como objetivo el uso racional y la conservación del agua, de acuerdo con la responsabilidad establecida en la Agenda Ambiental en la Administración Pública. Dado lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo analizar el potencial de reducción del consumo de agua potable en el edificio de la sede del Tribunal Regional Electoral de Pernambuco - TRE / PE mediante el uso de fuentes alternativas de agua, como agua de lluvia y agua condensada. . La metodología se inició con la caracterización del sitio de estudio y el consumo de agua potable. Posteriormente, se investigó la viabilidad técnica y económica de utilizar agua de lluvia y agua condensada, así como comparar las medidas propuestas. Los resultados obtenidos señalan que las técnicas estudiadas son beneficiosas, presentando un importante potencial para reducir el consumo de agua potable que se destinaría a vertidos sanitarios, 63% para el aprovechamiento de agua de lluvia y 62% para el agua de condensación. Además, también pueden proporcionar un ahorro económico anual de R \$ 8.216,01 y R \$ 8.045,74, respectivamente. Así, además de reducir el consumo de agua potable, las medidas propuestas también promueven la minimización de los costos financieros, cuyo capital puede ser utilizado en la búsqueda de la mejora continua de los servicios prestados a la sociedad.

PALABRAS CLAVE: Conservación del agua. Fuentes alternativas. Edificios públicos.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de conservação de água compreende a redução da demanda por água potável, em conjunto com a diversificação da oferta deste insumo através da utilização de água proveniente de fontes alternativas para atividades que não requerem água de maior qualidade (Gonçalves et al., 2017). Os autores pontuam ainda que águas “menos nobres” devem ser usadas para fins “menos nobres”. E, tendo em vista que a crise hídrica foi classificada pelo Fórum Econômico Mundial como um dos maiores riscos globais (WEF, 2016), ações que visem a conservação e sustentabilidade no uso dos recursos hídricos são de fundamental importância.

Consoante Silva A. (2018), é função do poder público adotar medidas de conservação de água potável nos prédios sob sua responsabilidade, servindo de exemplo para a sociedade, promovendo a conscientização da mesma sobre a preservação do recurso e, ainda, reduzindo seus custos operacionais. Além disso, essa tipologia predial apresenta um grande potencial de economia de água a partir da adoção de fontes alternativas, uma vez que são grandes consumidores e que seus principais usos não requerem água de maior qualidade, como nas descargas dos vasos sanitários, na limpeza dos ambientes e na rega de jardim.

Silva T. (2018) analisou a viabilidade do aproveitamento de água de chuva e de água condensada como alternativas para a redução do consumo de água potável no Palácio do Campo das Princesas, sede do Governo Estadual de Pernambuco. Os resultados obtidos apontam que a utilização de um reservatório com capacidade de 250m³ seria suficiente para o atendimento da demanda para rega dos jardins, ao longo do ano, a partir da água de chuva e que a medida tem potencial para gerar uma economia financeira de R\$ 17.927,28/ano. Quanto à água condensada, foi estimado um volume anual de 321,6m³, que poderia implicar em uma economia anual de R\$2.865,46.

Para auxiliar no desenvolvimento de uma nova cultura institucional nas entidades e órgãos públicos, o Ministério do Meio Ambiente lançou o programa Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P. A cartilha criada apresenta princípios e critérios de gestão socioambiental com a finalidade de incentivar os gestores públicos federais, estaduais e municipais a inserirem tais conceitos nos seus locais de trabalho (BRASIL, 2009). Especificamente para os prédios públicos do Poder Judiciário, também há a Resolução CNJ nº 201 (BRASIL, 2015), que estabelece a criação e as competências das unidades ou núcleos socioambientais e a implantação do Plano de Logística Sustentável - PLS.

É de responsabilidade dos núcleos socioambientais a promoção da reflexão e o incentivo a mudança dos padrões de consumo. Além disso, possuem caráter permanente para o planejamento, implementação, monitoramento de metas anuais e avaliação de indicadores de desempenho. Dentre as ações que devem ser fomentadas pelos núcleos socioambientais, tem-se o uso sustentável dos recursos naturais e bens públicos (BRASIL, 2015).

O Plano de Logística Sustentável deve conter informações sobre as ações, metas, prazos de execução, mecanismo de monitoramento e avaliação de resultados. A resolução também estabelece quais temas as práticas de sustentabilidade, racionalização e consumo consciente de materiais e serviços devem abranger, dentre eles tem-se a temática “água e esgoto”. Além disso, o PLS deve ser disponibilizado pelos respectivos órgãos, proporcionando maior transparência e controle da sociedade acerca das práticas socioambientais implantadas pelo Poder Judiciário (BRASIL, 2015).

Pinto (2018) pontua que a resolução do Conselho Nacional de Justiça representou um passo importante, por parte do Poder Judiciário, na mudança dos conceitos sobre gestão ambiental nos órgãos públicos. Uma vez que, para o setor público, gestão ambiental é sinônimo de ação preventiva e compromisso com a melhoria contínua.

No Tribunal Regional Eleitoral do Maranhão – TRE/MA, uma das ações aplicadas é a chamada “Irrigação Sustentável”, que compreende um sistema de captação, armazenamento e reúso da água dos aparelhos de ar-condicionado, para fins de limpeza das dependências dos edifícios da Sede e uso no sistema de irrigação do jardim (PINTO, 2018; TRE/MA, 2020). A ação representa uma economia financeira anual de aproximadamente R\$ 6.000,00 e são reutilizados cerca de 504m³ de água por ano (TRE/MA, 2018). O PLS do Tribunal Regional Eleitoral do Paraná – TRE/PR tem a implantação de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais como uma das suas metas. As finalidades de uso são os sistemas sanitários, lavagens e irrigações externas, encontrando-se, em 2017, com 80% da meta já implantada (REK, 2017).

No Tribunal Regional Eleitoral de Pernambuco – TRE/PE, o núcleo socioambiental tem como uma de suas ações a gestão sustentável da água, e tem promovido ações educacionais e de controle nessa temática. O PLS do órgão estabelece alguns indicadores de água a serem monitorados, como o de volume consumido, bem como identifica planos de ações a serem seguidos, dentre os quais constam a realização de estudo de viabilidade para captação de águas pluviais e a estruturação de um sistema para reúso da água das torres de refrigeração do edifício sede (TRE/PE, 2016).

Além do PLS, o TRE/PE também elabora Relatórios de Desempenho Socioambiental, que apresentam o balanço das ações implantadas no órgão a cada ano e os resultados alcançados nas áreas ambiental, social e econômica. No quesito água, por exemplo, o relatório do ano de 2018 estabelecia como meta a redução de 20% do consumo total em relação ao ano de 2016, considerando todos os prédios que compõem o TRE no Estado. Embora tenha ocorrido redução no consumo, o relatório concluiu que a meta não foi atingida (TRE/PE, 2018).

2 OBJETIVOS

A presente pesquisa objetiva apresentar uma proposta de medidas de conservação de água para um prédio administrativo do poder judiciário, o prédio do Tribunal Regional Eleitoral de Pernambuco – TRE/PE, através do uso de fontes alternativas de água, em consonância com as ações sustentáveis estabelecidas no PSL do órgão.

3 METODOLOGIA

Com a finalidade de alcançar o objetivo proposto, a metodologia consistiu em quatro etapas, conforme descrito nos subitens a seguir. Os dados foram coletados no ano de 2019.

3.1 Caracterização do local de estudo

Foi realizado o cadastro da edificação, através de visitas ao local, a fim de obter informações sobre mananciais utilizados no prédio, frequência de abastecimento, entre outros. Também se obteve a caracterização dos equipamentos hidrossanitários instalados no local, quanto ao número, tipo e presença de tecnologia economizadora de água. Para avaliar o

aproveitamento de água de condensação são fundamentais os quantitativos e as respectivas potências dos aparelhos de ar condicionado instalados e em funcionamento no local de estudo. Esse levantamento foi obtido na seção de Manutenção da CEA do TRE/PE.

3.2 Estimativa da demanda hídrica não potável

Com a finalidade de auxiliar na estimativa da demanda hídrica não potável, passiva de substituição por água proveniente de fontes alternativas, fazem-se necessários os dados populacionais do local do estudo, os quais foram obtidos junto à Secretaria de Gestão de Pessoas (SGP) do TRE/PE.

Como demanda de água não potável, foi realizada uma simulação do uso das descargas dos vasos sanitários, uma vez que dentre os usos da água potável no edifício sede, estes equipamentos apresentam potencial para serem uma parcela significativa no consumo.

3.3 Aproveitamento de águas pluviais

3.3.1 Estimativa do volume aproveitável de águas pluviais

O volume de águas pluviais potencialmente aproveitável foi obtido através da Equação 1 da NBR 15.527 (ABNT, 2007):

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva (t) (mm)} \times \text{área de captação (m}^2\text{)} \quad (\text{Equação 1})$$

$Q(t)$ representa o volume de chuva no tempo t , em m^3 . Os dados pluviométricos foram obtidos através do site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), tendo sido escolhido o posto 30 (Recife-Várzea) para determinação dos volumes de precipitação mensais. A escolha foi feita com base na menor distância do prédio em estudo, bem como a existência de uma série extensa de dados com ausência de falhas.

A seção de Engenharia da Coordenadoria de Engenharia e Arquitetura (CEA) do TRE/PE forneceu as plantas de locação e coberta do edifício sede. A área de captação corresponde à área de telhado da edificação. O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *runoff* (C) refere-se às perdas iniciais decorrentes da limpeza do telhado, evaporação, entre outras (TOMAZ, 2010).

3.3.2 Estimativa do volume do reservatório

Em seguida, foi realizada a estimativa do volume do reservatório por meio do Método da Simulação, que é um dos métodos recomendados pela NBR 15.527 (ABNT, 2007). A escolha do método baseou-se no fato do volume do reservatório ser um fator limitante, tendo em vista que a área disponível para sua instalação no prédio em estudo é restrita. Conforme Bozzini, Pontes e Mello Júnior (2017), o Método da Simulação é adequado para esses casos.

No Método da Simulação, inicialmente o volume do reservatório é fixado e o mesmo é considerado cheio. Além disso, a evaporação não deve ser levada em consideração. Para o cálculo do volume de água de chuva e do volume de água no reservatório para um dado mês, aplica-se a Equação 2, conforme NBR 15.527 (ABNT, 2007):

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t) \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo que: $0 \leq S(t) \leq V$

$S(t)$ representa o volume de água no reservatório no tempo t , em m^3 ; $S(t-1)$, o volume de água no reservatório no tempo $t-1$, em m^3 ; $Q(t)$, o volume de chuva no tempo t , em m^3 ; $D(t)$, o consumo ou demanda no tempo t , em m^3 ; V , o volume do reservatório fixado, em m^3 ; C , o coeficiente de escoamento superficial ou de *runoff*.

3.3.3 Estimativa do custo e tempo de retorno do investimento

De maneira simplificada, o sistema de aproveitamento de água de chuva é composto pela área de captação, componentes de transporte e reservatório (AMORIM; PEREIRA, 2008). Dentre esses, o reservatório é o item mais oneroso e pode se tornar uma barreira para a implantação do sistema (AMORIM; PEREIRA 2008; BEZERRA et al., 2010; HONORATO, 2018).

Desse modo, a determinação do custo para construção do reservatório é de grande importância. No presente trabalho, essa estimativa foi realizada utilizando-se a equação estabelecida por Tomaz (2010), baseada em análises de regressão linear, conforme Equação 3, a seguir:

$$C = 336 \times V^{0,85} \quad (\text{Equação 3})$$

C representa o custo do reservatório, em US\$; V , o volume do reservatório, em m^3 .

Também foi estimada a economia a ser gerada a partir do aproveitamento das águas pluviais, utilizando-se da estrutura tarifária da concessionária local de abastecimento. E, por fim, foi estimado o tempo de retorno do investimento, representado pelo quociente entre o custo de construção do reservatório e a economia gerada pelo aproveitamento da água de chuva.

3.4 Aproveitamento de água de condensação

3.4.1 Estimativa do volume de água condensada produzido

Para estimar o volume de água produzido pelos equipamentos condicionadores de ar instalados no edifício em estudo foi utilizada a Equação 4, a seguir:

$$V_{total} = Q \times (H_{funcionamento} \times \text{Dúteis}) \quad (\text{Equação 4})$$

V_{total} representa o volume total produzido por equipamento, em $m^3/mês$; Q , a vazão horária de água condensada gerada por equipamento, em m^3/h ; $H_{funcionamento}$, a quantidade de horas diárias de funcionamento do equipamento, em h/dia ; Dúteis, a quantidade de dias úteis no mês, em $dia/mês$.

Em virtude da impossibilidade de determinar in loco as vazões horárias dos aparelhos de ar-condicionado, tendo em vista a formalidade das atividades executadas no Tribunal Regional Eleitoral – TRE/PE, foram utilizados valores de referência encontrados na literatura.

Sendo assim, adotaram-se as vazões encontradas por Pimenta (2016), conforme Tabela 1. Para equipamentos com potências distintas foi considerado o valor da potência imediatamente inferior.

A quantidade de horas diárias e os dias úteis de funcionamento dos equipamentos foram estabelecidos em função do período de funcionamento do TRE/PE e das especificidades do local onde cada equipamento estava instalado, tendo em vista os dados coletados durante a caracterização do edifício.

Tabela 1 – Vazões de referência para a respectiva potência

Potência (BTUs)	Vazão (L/h)
7000	0,84
7500	0,95
9000	1,04
12000	1,06
18000	1,13
22000	1,44
24000	2,25
36000	4,18
48000	4,03

Fonte: Adaptado de Pimenta, 2016.

3.4.2 Estimativa da economia financeira

Para a estimativa da economia financeira a ser gerada a partir do aproveitamento da água de condensação e consequente redução no consumo de água potável, foi utilizada a estrutura tarifária da concessionária local de abastecimento. A partir desse dado, foi possível calcular o valor pecuniário a ser poupado com base no custo da água potável.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização do local de estudo

A sede do Tribunal Regional Eleitoral de Pernambuco – TRE/PE está localizada na Avenida Governador Agamenon Magalhães, nº 1160, no bairro do Derby, Recife-PE. Seu complexo administrativo é composto pelo edifício sede Antônio Camarotti e três anexos: dois casarões e uma edificação térrea.

Segundo o responsável pelo setor de manutenção do TRE/PE, o único manancial de água potável da edificação é a concessionária local, com frequência diária de abastecimento. No total, existem três reservatórios: um inferior e dois superiores, com capacidades volumétricas iguais a 38m³, 20m³ e 6m³, respectivamente.

No que se refere aos equipamentos hidrossanitários, 81% do total de aparelhos instalados no edifício sede e 67% dos existentes nos anexos apresentam tecnologias economizadoras de água potável, como torneiras hidromecânicas e vasos sanitários com caixas acopladas de descarga do tipo dual flush.

Quanto aos sistemas de destinação final da água, o edifício sede possui um sistema de coleta de águas pluviais, que recolhe a água que incide sobre a cobertura, através de ralos, e a encaminha ao sistema público de drenagem, por meio de canalizações. Na edificação térrea

anexa, a água condensada dos equipamentos de ar-condicionado é aproveitada para rega de uma pequena área ajardinada (Figura 1).

Figura 1 – (A) Sistema de coleta da água condensada da edificação térrea anexa; (B) Área ajardinada irrigada pela água condensada



Fonte: Elaborados pelos autores.

4.2 Estimativa da demanda hídrica não potável

As caixas de descarga do tipo dual flush possuem dois volumes de acionamento: 3L para líquidos e 6L para sólidos (MMA, 2014). Considerando-se que todas as descargas dos vasos sanitários do edifício sede são do tipo dual flush e que cada usuário acione um equipamento três vezes ao dia, sendo duas vezes com seu menor volume e uma vez com seu maior volume, tem-se uma demanda total diária de 12 L/dia/usuário.

Em abril de 2019, o prédio sede possuía 344 servidores efetivos e 79 estagiários, totalizando 423 usuários que, conjuntamente, são responsáveis por uma demanda total mensal de 111.672L ou 111,7m³. Anualmente, essa demanda corresponderia a 1.340.064L ou 1.340,1m³. A Tabela 2 sintetiza as informações descritas.

Tabela 2 – Estimativa da demanda hídrica não potável para as descargas sanitárias

Descarga	Uso	Volume do equipamento	Demanda total diária	Quantitativo populacional	Dias úteis no mês	Demanda total mensal	Demanda total anual
dual flush	2x por dia	3 L/acionamento	12 L/dia	423 pessoas	22 dias	111.672 L	1.340.064 L
	1x por dia	6 L/acionamento					

Fonte: Elaborado pelos autores.

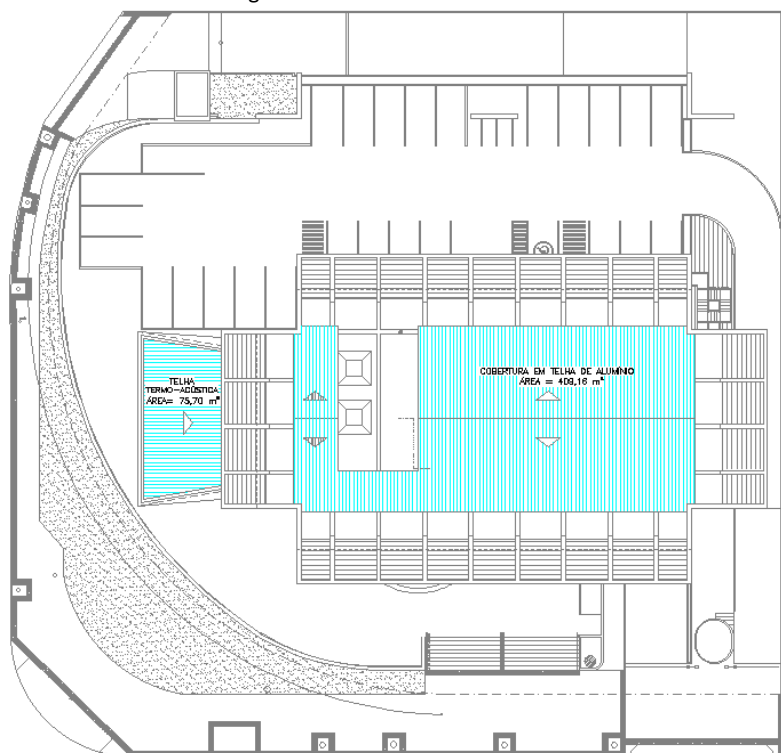
4.3 Aproveitamento de águas pluviais

4.3.1 Estimativa do volume aproveitável de águas pluviais

Considerando-se apenas as áreas de coberta, existem dois tipos de telhas instaladas no edifício sede. A primeira delas é a telha termoacústica, que ocupa uma área de 75,70m². E a segunda corresponde à telha de alumínio, com área de 409,16m² (Figura 2). Para a determinação

do coeficiente de runoff, ambas as tipologias foram supostas como telhas corrugadas de metal, totalizando uma área de 484,86m², e um coeficiente médio de 0,85, a partir dos valores estabelecidos por Tomaz (2010).

Figura 2 – Coberta do edifício sede



Fonte: Adaptado pelos autores.

A partir dos dados pluviométricos para o posto 30 (Recife – Várzea) da APAC, no período entre os anos de 1999 e 2018, e da aplicação da Equação 1, foi possível obter o volume aproveitável de águas pluviais para o edifício sede do TRE/PE, cujos valores mensais encontram-se discriminados na Tabela 3.

Tabela 3 – Volume aproveitável de águas pluviais por mês

Mês	Q (m ³)	Mês	Q (m ³)	Mês	Q (m ³)
Janeiro	46,6	Maio	130,2	Setembro	37,5
Fevereiro	51,8	Junho	167,8	Outubro	21,0
Março	79,7	Julho	135,7	Novembro	15,1
Abril	116,4	Agosto	77,2	Dezembro	30,8
Total					909,8m³

Fonte: Elaborado pelos autores.

O volume total aproveitável a partir da precipitação na área de captação considerada foi de 909,8m³, que corresponde a aproximadamente 68% da demanda hídrica anual não potável para as descargas sanitárias (1.340,1m³). Considerando-se os valores mensais, os meses de abril a julho apresentam valores superiores à demanda hídrica mensal não potável (111,7m³), podendo suprir o uso nas descargas sem a necessidade da água potável.

Apenas o período de maior precipitação (março – agosto) corresponde a 707,0m³, ou seja, aproximadamente 78% do volume anual precipitado na área de captação considerada. O

volume acumulado nesse período (março – agosto) representa 53% da demanda hídrica anual não potável para as descargas sanitárias.

4.3.2 Estimativa do volume do reservatório

O volume do reservatório foi fixado em 38m³, em função de ser o volume do maior reservatório encontrado no TRE/PE. Conforme preconizado pelo método, o reservatório foi considerado cheio no início da contagem do tempo. O início do funcionamento do sistema foi suposto no mês de março, o primeiro mês do período de maior precipitação.

Observou-se que o volume do reservatório fixado em 38m³ é suficiente para atender completamente a demanda hídrica mensal não potável das descargas sanitárias em 5 meses do ano (abril – agosto). Tal ação implicaria na redução de cerca de 42% no consumo anual de água potável destinada para uso nas descargas.

Para os meses restantes (setembro – agosto), faz-se necessário complemento com água proveniente do abastecimento da concessionária local. Tal complementação é de 495,7m³, que equivale a aproximadamente 37% da demanda total anual estimada para as descargas sanitárias.

Analisando-se todos os meses, observou-se que o aproveitamento de água pluvial pode representar uma redução de 63% no consumo de água potável da demanda hídrica estimada. Em relação ao consumo médio total anual (2015-2018) do prédio em estudo, a adoção de tal medida representaria uma redução de aproximadamente 12%.

4.3.3 Estimativa do custo financeiro e tempo de retorno

A partir da aplicação da Equação 3, o valor encontrado para o custo de construção do reservatório foi de US\$7.398,70 que equivalem a R\$42.098,60, com base no valor de R\$5,69 do dólar comercial do dia 07 de março de 2021 (DOLARHOJE, 2021).

A adoção do aproveitamento de água de chuva proporcionaria uma redução de 844,4m³ do consumo anual de água potável proveniente da concessionária local, que seria destinada para as descargas sanitárias. Ou seja, 63% da demanda hídrica anual não potável estimada seria atendida pelo emprego da água pluvial. Essa diminuição implicaria na economia monetária de R\$8.216,01 por ano, considerando-se a Resolução nº 170/2020 (ARPE, 2020) que estabelece o valor da tarifa de R\$9,73 por m³ para prédios públicos, cujo consumo seja superior a 10m³/mês. A partir desses dados, estima-se que o tempo de retorno do investimento seria de cinco anos, um mês e quinze dias.

Ressalta-se que além dos custos com a construção do reservatório, existem outras despesas envolvidas, como a construção da casa de bombas, a aquisição das bombas e o consumo de energia elétrica. Ademais, são necessários os estudos, projetos e futura construção do reservatório elevado e sistema de canalizações internas destinado à conexão com as descargas sanitárias. Desse modo, faz-se fundamental a realização de avaliações mais aprofundadas acerca dos custos acima relacionados, uma vez que os mesmos podem ser bastante elevados e inviabilizar a implantação do sistema.

4.4 Aproveitamento de água de condensação

No edifício sede funcionam dois sistemas de resfriamento de ar. O primeiro é o sistema de refrigeração, o qual abrange a maior parte do prédio em estudo. Este sistema apresenta diversos componentes, dentre eles os fancoletes, que são os responsáveis pela água de condensação. A água condensada gerada pelos mesmos é destinada ao sistema de coleta de águas pluviais. O segundo sistema são os aparelhos de ar-condicionado tipo split e o volume de água de condensação gerado é direcionado para o sistema de coleta de esgoto. No total, tem-se 219 equipamentos no prédio em estudo (Tabela 4).

Tabela 4 – Potências e quantidades totais dos equipamentos para resfriamento do ar

Potência (BTUs)	Qtde	Potência (BTUs)	Qtde	Potência (BTUs)	Qtde	Potência (BTUs)	Qtde
8.000	10	18.000	03	23.000	01	35.000	22
9.000	01	19.000	02	24.000	21	36.000	16
12.000	01	21.000	01	25.000	24	45.000	03
15.000	47	22.000	60	30.000	01	60.000	06
Total							219

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4.1 Estimativa do volume de água condensada produzido

Para o cálculo da produção de água de condensação não foram considerados um equipamento de 8.000BTUs localizado na guarita, pois esse local encontra-se na parte externa do edifício sede; e dois equipamentos com potências de 8.000BTUs e 15.000BTUs localizados no Plenário, uma vez que o horário de funcionamento desse ambiente é variante em função da ocorrência de eventos e seções.

Embora as vazões de referência utilizadas tenham sido obtidas para aparelhos de ar-condicionado, sua utilização no sistema de refrigeração com os fancoletes é permitida. Pois, teoricamente, a vazão de produção da água de condensação é a mesma para equipamentos de mesma potência, independente da estrutura física externa do mesmo. Ressalta-se que a relação é apenas teórica, pois existem diversos fatores que influenciam na geração da água condensada, como área e quantidade de pessoas dentro do ambiente climatizado (FERRAZ, 2017), assim como a idade dos aparelhos e a estação do ano (QUEIROZ, 2014).

De maneira geral, os aparelhos apresentam 6 horas de funcionamento diário ao longo de 22 dias úteis mensais, correspondentes ao regime de atividades do TRE/PE. Com exceção daqueles que apresentam potências de 9.000BTUs e 60.000BTUs, os quais se encontram funcionando 24 horas por dia durante todo o mês, em função de estarem instalados na Sala de Redes, a qual abriga os servidores da rede do TRE/PE que necessitam de refrigeração constante para seu correto funcionamento.

Obteve-se que diariamente são produzidos 2.912,0L de água condensada, dos quais cerca de 52% são oriundos dos equipamentos de 60.000BTUs (20%), 22.000BTUs (18%) e 36.000BTUs (14%), em ordem decrescente de geração. Embora os de 60.000BTUs estejam em pequena quantidade, sua vazão mais elevada em conjunto com seu regime especial de funcionamento, justificam que seja o maior produtor de água condensada.

Os aparelhos de 22.000BTUs figuram em segundo lugar na produção da água condensada, ainda que apresentem vazão menor que os de 36.000BTUs. Entretanto, na situação de mesmo período de operação, seu quantitativo expressivo de 60 equipamentos torna-se preponderante. Em contrapartida, os aparelhos de 15.000BTUs que também se apresentam em

grande quantidade e com igual tempo de funcionamento, são responsáveis por apenas 10% do volume diário gerado, tendo em vista sua vazão mais baixa.

Tais observações indicam que a relação entre vazão, quantidade e regime de funcionamento influenciam diretamente na definição dos equipamentos responsáveis pelas maiores gerações da água de condensação. Sendo essa classificação de fundamental importância para que as ações de aproveitamento sejam inicialmente priorizadas para os maiores produtores.

Verifica-se que o volume total mensal gerado é de 68907,1L ou 68,9m³, que correspondem a cerca de 62% da demanda hídrica mensal não potável para as descargas sanitárias. Anualmente, o volume produzido de água de condensação é de 826.885,4L ou 826,9m³, que também correspondem a 62% da demanda hídrica anual não potável para as descargas sanitárias.

4.4.2 Estimativa da economia financeira

Com a aplicação do aproveitamento da água de condensação, mensalmente seriam reduzidos 62% do consumo de água potável que seria destinada para o uso nas descargas sanitárias. Essa redução representaria uma economia de R\$670,40, também considerando-se a Resolução nº 170/2020 (ARPE, 2020).

Anualmente, o aproveitamento implicaria numa economia pecuniária de R\$8.045,74, os quais poderiam ser investidos em melhorias para o funcionamento do TRE/PE. Vale salientar que, embora o dimensionamento e estimativa dos custos de construção dos sistemas de captação e armazenamento da água de condensação não sejam contemplados neste trabalho, as despesas decorrentes dessas estruturas precisam ser consideradas para uma aferição mais detalhada da economia a ser gerada.

4.4 Análise comparativa entre as medidas de aproveitamento propostas

As duas medidas propostas com potencial de redução do consumo de água para o edifício sede do TRE/PE encontram-se sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1- Síntese das informações das medidas propostas

Medida	Uso	Custo de implantação	Economia anual
Aproveitamento de água pluvial	Atendimento de 63% da demanda hídrica anual não potável	R\$ 42.098,60	R\$8.216,01
Aproveitamento de água de condensação	Atendimento de 62% da demanda hídrica anual não potável	Baixo	R\$8.045,74

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que as duas medidas propostas apresentam reduções de consumo e economia financeira anual semelhantes, pois as mesmas atendem à demanda hídrica anual não potável das descargas sanitárias praticamente com a mesma proporção. O fator diferencial entre as duas é o custo de implantação, que apresenta maior valor para o aproveitamento de água de chuva. Embora a estimativa do custo de implantação do aproveitamento de água condensada não tenha sido contemplada no presente trabalho, pode-se afirmar, com base na

literatura sobre o tema, que esse custo é bem inferior ao valor necessário para o aproveitamento de águas pluviais (RIGOTTI, 2014; PANZO, 2015).

Se tais medidas forem aplicadas conjuntamente, toda a demanda hídrica não potável das descargas sanitárias será atendida ao longo do tempo. O volume remanescente ainda poderia ser empregado na lavagem de pisos e/ou veículos do órgão, bem como na rega das áreas ajardinadas.

De maneira geral, a adoção de qualquer uma das técnicas analisadas para o TRE/PE contribuirá para a conservação da água e servirá de incentivo para outros prédios públicos dos poderes federal, estadual ou municipal. Além do que, corroborará para a racionalização dos gastos financeiros da instituição, possibilitando novos investimentos para a melhoria do serviço prestado à sociedade.

5 CONCLUSÃO

A análise do aproveitamento de águas pluviais mostrou-se com potencial para o suprimento da demanda hídrica não potável das descargas sanitárias em 63% do seu volume total, podendo proporcionar uma redução significativa para o órgão em estudo nos gastos com consumo de água potável. É fundamental a avaliação prévia das adequações necessárias na edificação e seus respectivos custos, a fim de verificar a viabilidade econômica da implantação do sistema.

Quanto à análise do aproveitamento de água de condensação gerada pelos equipamentos de resfriamento do ar, também se obteve conclusões benéficas. O volume de água gerado supre em 62% a demanda hídrica não potável estimada, com potencial para uma redução financeira de grande valia. Pode-se afirmar que o elevado número de aparelhos e seu regime de funcionamento influenciaram substancialmente nos resultados encontrados.

A análise de tal prática também denotou sua relevância no atual contexto da crise hídrica, de modo que sirva de incentivo para o desenvolvimento de leis e normativas que assegurem o aproveitamento da água condensada. Como foi possível observar, o volume gerado é expressivo e não deve ser desperdiçado e/ou menosprezado.

A atuação conjunta das duas medidas de aproveitamento configura-se como a situação ideal nos quesitos ambiental e financeiro. Pois, além de atender em 100% a demanda hídrica não potável estimada, promovendo a redução do consumo de água potável e a utilização de água de menor qualidade para finalidades menos nobres, também acumula vantagens financeiras. A racionalização dos custos permite que os órgãos realizem investimentos em outros pontos de sua estrutura funcional, possibilitando sua melhoria contínua e aprimorando a qualidade dos serviços prestados à sociedade.

6 REFERÊNCIAS

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE PERNAMBUCO. **Resolução nº 170/2020**. Homologa o resultado da Revisão Tarifária Ordinária de 2019, referente aos Serviços de Abastecimento de Água e de Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários

do Estado de Pernambuco prestados pela Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-147-2019-pe_379600.html. Acesso em 07 mar. 2021.

BEZERRA, S. M. C. et al. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e decreto municipal 293/2006 de Curitiba, PR. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 219-231, out./dez. 2010.

BOZZINI, P. L. et al. Captação de água de chuva em ambientes urbanos: estudo para dimensionamento e operação de cisternas em escolas. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – SBRH, 20., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]**. Santa Catarina: ABRH, 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. **Resolução nº 201/2015**. Dispõe sobre a criação e competências das unidades ou núcleos socioambientais nos órgãos e conselhos do Poder Judiciário e implantação do respectivo Plano de Logística Sustentável (PLS-PJ). Disponível em: https://atos.cnj.jus.br/files/resolucao_201_03032015_22032019155446.pdf. Acesso em 07 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P**. Brasília: MMA, 2009. 100p.

DÓLAR HOJE. **Cotação do dólar**. Disponível em: <https://dolarhoje.com/>. Acesso em 07 mar. 2021.

FERRAZ, K. A. **Otimização do uso de condicionadores de ar com ênfase na vazão de água de condensado e consumo energético**: Estudo de caso em uma instituição de ensino em Recife-PE. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) – Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2017.

GONÇALVES, R. F. et al. **Gestão de recursos hídricos na indústria da construção**: Conservação de água e gestão da demanda. Brasília: CBIC, 2017. 118p.

HONORATO, W. S. **Viabilidade do reaproveitamento de água de chuva na cidade de Patrocínio – MG**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Cerrado, Patrocínio, 2018.

PANZO, P. D. **Água condensada por aparelhos de ar condicionado da UNILAB**: caracterização físico-química e reaproveitamento. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Ceará, 2015.

PIMENTA, P. L. **Análise quantitativa do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado do Centro de Tecnologia da UFRN**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

PINTO, E. V. C. **Gestão ambiental no poder judiciário**: as perspectivas dos servidores a respeito dos programas e das práticas ambientais implementadas no Tribunal Regional Eleitoral do Maranhão – TRE/MA. 2018. Monografia (Bacharel em Administração) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

REK, M. **Gestão socioambiental na administração pública**: uma análise do processo de institucionalização no Tribunal Regional Eleitoral do Paraná. 2017. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Regional – Área de concentração: Regionalidade e Desenvolvimento) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

RIGOTTI, P. A. C. **Projeto de aproveitamento de água condensada de sistema de condicionadores de ar**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2014.

QUEIROZ, M. M. **Reúso de água dos aparelhos de ar condicionado na Poli/UPE**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Tecnologia e Gestão da Construção de Edifícios) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2014.

SILVA, A. F. A. **Análise de viabilidade técnica e econômica de medidas de conservação da água em prédios públicos administrativos do estado de Pernambuco**. 2018. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, T. L. **Alternativas de redução do consumo de água potável no Palácio do Governo de Pernambuco**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2018.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo, 2010.

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DE PERNAMBUCO – TRE/PE. **Plano de Logística Sustentável do TRE/PE 2016-2021**. 2016. Disponível em: <http://www.justicaeleitoral.jus.br/arquivos/tre-pe-plano-de-logistica-sustentavel-2016>. Acesso em: 07 mar. 2021.

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DE PERNAMBUCO – TRE/PE. **Relatório de Desempenho Socioambiental 2018**. 2018. Disponível em: <http://www.justicaeleitoral.jus.br/arquivos/tre-pe-relatorio-de-desempenho-socioambiental-2018>. Acesso em: 07 mar. 2021.

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DO MARANHÃO – TRE/MA. Relatório de Desempenho 2017. Disponível em: <http://www.justicaeleitoral.jus.br/arquivos/tre-ma-relatorio-de-gestao-pls-2017>. Acesso em: 07 mar. 2021.

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DO MARANHÃO – TRE/MA. **Relatório de Desempenho do Plano de Logística Sustentável – Exercício 2020**. Disponível em https://www.tre-ma.jus.br/o-tre/logistica-sustentavel/arquivos/tre-ma-relatorio-de-gestao-pls-2020/rybena_pdf?file=https://www.tre-ma.jus.br/o-tre/logistica-sustentavel/arquivos/tre-ma-relatorio-de-gestao-pls-2020/at_download/file. Acesso em: 17 mar. 2021.

WEF (World Economic Forum). 2016. **The global risks report 2016**. Geneva, Switzerland, WEF.