



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

Análise do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) em uma Empresa de Transporte Coletivo

Tainara Rigotti de Castro

Departamento de Engenharia de Produção - UTFPR

Cláudio Alexandre Souza

Departamento de Ciências Sociais Aplicadas - UNIOESTE

Sergio Mazurek Tebcherani

Departamento de Engenharia de Produção - UTFPR

Resumo: Diante da crescente preocupação com a escassez de água, alternativas têm sido estudadas objetivando economia, aproveitamento e reuso a fim de proporcionar sustentabilidade e prosperidade à longo prazo. Tais estratégias são fundamentais do ponto de vista organizacional, visto que empresas, de modo geral, necessitam de uma grande demanda de água para desenvolver seus serviços e processos diários. O Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) tem despertado considerável interesse e é uma alternativa que vem sendo largamente empregada na melhoria da disponibilidade de água. Assim, essa pesquisa teve por objetivo analisar o SAAP utilizado em uma Empresa de transporte coletivo, localizada no município de Campo Mourão/ PR. Para tal, foram realizadas pesquisas, visitas in loco e entrevista semiestruturada com o responsável pelo processo. Por meio do desenvolvimento da pesquisa, foi possível realizar uma análise geral do sistema e fornecer sugestões de melhorias como, por exemplo, a possibilidade de extensão do sistema para uso em outras áreas da Empresa.

Palavras-chave: Água de chuva; Sistemas de captação de água; Aproveitamento de Águas pluviais; Disponibilidade de água; Escassez de água.

Analysis of the Rainwater Harvesting System in a Collective Transport Company

Abstract: In view of the growing concern about water scarcity, alternatives have been studied aiming economy, utilization and reuse to provide sustainability and prosperity in the future. Such strategies are fundamental from an organizational point of view, since companies, in general, need a great demand for water to develop their services and daily processes. The Rainwater Harvesting System has aroused considerable interest and is an alternative that has been widely used to improve water availability. Thus, this research purpose to analyze the System used in a transport company, located in Campo Mourão/ PR. To this end, surveys, on-site visits and semi-structured interviews were conducted with the person responsible for the process. Through the development of the research, it was possible to carry out a general analysis of the system and provide suggestions for improvements, such as the possibility of extending the system for use in other areas of the Company.

Keywords: Rainwater; Water collection systems; Utilization of rainwater; Availability of water; Water shortage.

1. Introdução

A água talvez seja o mais notável dos recursos naturais, já que seu uso é vital em quase todas as atividades humanas (SOUZA; GHISI, 2020). Cerca de 75% da superfície da Terra é coberta por água, mas menos de 1% corresponde a água doce, disponível em fontes superficiais e subterrâneas, para o desenvolvimento das atividades humanas (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Apesar de sua grande importância, a água é comumente utilizada de forma descontrolada, principalmente devido ao fato de que a maioria das pessoas tem o equívoco de que existe água potável em abundância no planeta (SOUZA; GHISI, 2020). A exploração constante e desenfreada dos recursos hídricos indica que a disponibilidade de água pode se tornar uma ameaça para a segurança alimentar e o bem-estar da humanidade em muitas partes do mundo. Isso se deve, não só ao comportamento humano de consumo de água, mas também ao aumento da população e as mudanças climáticas (KUMMU *et al.*, 2016).

Do ponto de vista industrial, os problemas com a escassez de água trouxeram o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) aliado à minimização, ou mesmo eliminação, do consumo de recursos naturais como a melhor prática a ser adotada (THOMÉ *et al.*, 2019). O DS é alcançado por meio de inúmeras ações e práticas da P+L (Produção mais limpa) (GIANNETTI *et al.*, 2020). A P+L é uma estratégia ambiental contínua, integrada e preventiva para produtos, serviços e processos que visa aumentar a eficiência geral e reduzir o risco para seres humanos e para o meio ambiente (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2002). Assim, as indústrias devem desenvolver estratégias para sua gestão em seus processos, a fim de proporcionar sustentabilidade e prosperidade em longo prazo (WONG *et al.*, 2020).

Os Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) vem ao encontro destas prerrogativas, são adequados para qualquer tipo de edificação e podem ser implantados desde a concepção dos projetos ou depois da construção das edificações (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2015). Nesse sentido, a implantação desses sistemas em edificações com alto consumo de água pode trazer grandes benefícios, não só ambientais, mas também econômicos. Para Ghimire *et al.* (2017), o SAAP é uma das alternativas mais importantes para amenizar os impactos associados ao uso descontrolado de água potável. Esses sistemas têm despertado considerável interesse e desempenham um papel importante na melhoria da disponibilidade de água, reduzindo os impactos adversos ao meio ambiente e à saúde humana.

No setor de transportes, por exemplo, muitas empresas já investem em SAAP, contribuindo não só para o DS, mas também para a redução dos custos envolvidos em seus processos. Grandes oportunidades para o aproveitamento estão na utilização dessas águas em vasos sanitários, lavagem de calçadas, lavagem de meios de transporte, irrigação de jardins, etc.

A engenharia de produção, devido seu caráter multidisciplinar, possui um papel importante na economia de recursos não renováveis como a água, pois visa abranger discussões, mecanismos e inovações em contextos reais. Assim, essa pesquisa teve por objetivo analisar o SAAP utilizado em uma Empresa de transporte coletivo, localizada no município de Campo Mourão/ PR. Por questões de sigilo, recomendadas pela própria Empresa, aqui a mesma será denominada como Empresa X. Para tal, foi necessário: i) identificar e descrever o SAAP existente na Empresa X; e, ii) identificar e propor melhorias

no SAAP analisado. Para o cumprimento do objetivo foram realizadas pesquisas, visitas in loco e entrevista semiestruturada com o responsável pelo processo.

Este artigo está estruturado em cinco seções. A primeira seção (Introdução) abordou a problemática da pesquisa, delimitação do tema, bem como os objetivos. A segunda seção (Referencial Teórico) abrange conceitos teóricos que fundamentam o trabalho. A terceira (Metodologia) apresenta o passo a passo das etapas que foram desenvolvidas na concepção do estudo. A quarta seção apresenta o Estudo de Caso, abrangendo todos os resultados obtidos. Por fim, a quinta seção apresenta as conclusões alinhadas ao objetivo proposto e resultados alcançados. Em seguida, são apresentadas as Referências utilizadas e Apêndice.

2. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP)

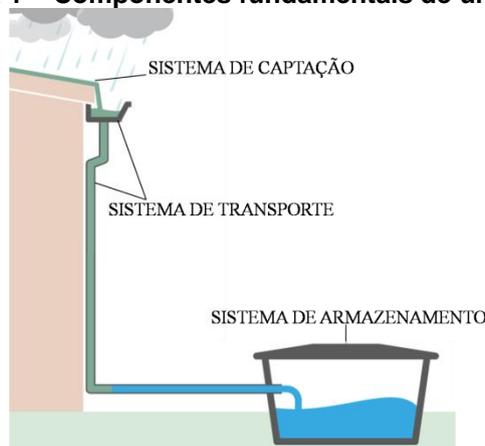
O SAAP é um meio de aproveitar a água da chuva através do escoamento, coleta e armazenamento para posterior uso. A água colhida via SAAP pode ser utilizada para facilitar as demandas de água potável e não potável. Seu objetivo está intrinsecamente ligado aos objetivos do DS (nº 6 - Água limpa e saneamento e nº 12 - consumo e produção responsáveis).

O SAAP pode envolver várias vantagens, além das econômicas e ambientais. O sistema utiliza algumas estruturas que já são existentes nas edificações, como telhados, lajes e calhas, por exemplo. A água coletada possui qualidade aceitável para vários fins, havendo a necessidade de pouco ou nenhum tipo de tratamento. O sistema pode ainda servir como uma reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público.

Há manuais de orientação em todo o mundo que contemplam a configuração destes tipos de sistema. No Brasil, por exemplo, existe a norma NBR 15527 (2007) intitulada “Água de chuva - aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos”.

Por mais que existam vários tipos de sistemas distintos, Zabidi *et al.* (2020) afirma que SAAP convencionais, geralmente, consistem em três componentes fundamentais (Figura 1): i) superfície de captação: responsável pelo transporte de escoamento superficial da água (geralmente, telhados são utilizados); ii) sistema de transporte: responsável por transferir a água da chuva do telhado para o tanque de armazenamento (normalmente inclui calhas e canos de queda); e, iii) sistema de armazenamento: responsável para armazenar a água da chuva coletada (reservatórios).

Figura 1 – Componentes fundamentais de um SAAP



Fonte: Elaborado pelos autores

Normalmente, outros dispositivos são utilizados. É necessária uma rede de tubulação separada para conectar o tanque de água da chuva à distribuição para uso. Uma ou mais

bombas são comumente (mas não exclusivamente) adotadas para garantir pressão apropriada para os vários usos. Dispositivos complementares para controle de qualidade como desviadores de primeira descarga, telas de detritos e filtros também são utilizados (CAMPISANO *et al.*, 2017).

O dimensionamento adequado do reservatório de armazenamento é vital para garantir a viabilidade técnica e econômica de um SAAP, visto que geralmente é o componente mais oneroso do sistema (AMORIM; PEREIRA, 2008). Geralmente, busca-se determinar a capacidade volumétrica capaz de atender a maior demanda possível com o menor custo, pois reservatórios demasiadamente grandes podem ser inviáveis tanto física quanto economicamente. O reservatório de um SAAP não deve permanecer ocioso por longo período, bem como não pode provocar o desperdício de água pluvial em detrimento ao atendimento da demanda necessária (REZENDE; TECEDOR, 2017).

Além dos sistemas convencionais, inovações nas configurações destes sistemas têm sido apresentadas. As calhas de armazenamento, por exemplo, têm a vantagem de serem alimentadas pela gravidade e, portanto, não precisam de bombas para fornecer água. Em contraste com as calhas tradicionais são niveladas para armazenar a água da chuva e não para escoá-las (HARDIE, 2010). Raya e Gupta (2020) propuseram um método inovador denominado túnel direcional para a atividade de captação de águas pluviais. O sistema é colocado em uma posição angular abaixo do nível do solo para conter uma grande capacidade de água da chuva com ocupação mínima de espaço. Opções tecnológicas mais avançadas também podem ser implementadas adicionando sensores ao equipamento do sistema do tanque (CAMPISANO *et al.*, 2017).

O campo de inovações nesta área é tão significativo que Fraga *et al.* (2018) mapearam as patentes das tecnologias envolvendo aproveitamento de água da chuva. Como principal evidência, os autores destacaram a importância do envolvimento de diferentes atores, como governo e empresas, para alavancar o desenvolvimento dessas inovações.

3. Metodologia

3.1 Classificação da pesquisa

Quanto ao método de abordagem, a pesquisa é classificada como qualitativa, visto que, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), este tipo de pesquisa dá enfoque na interpretação do objeto da pesquisa.

Quanto aos fins, classifica-se como descritiva e explicativa. De acordo com Gil (1999), pesquisas descritivas têm o foco em descrever as características de uma determinada população ou fenômeno, no caso desta pesquisa a organização estudada.

Quanto aos meios, é classificada como bibliográfica e estudo de caso. Bibliográfica, pois, uma das finalidades foi identificar o estado em que se encontram os conhecimentos acerca do tema investigado (BOOTH; COLOMB; WILLIANS, 2005). E estudo de caso uma vez que utiliza do ambiente da empresa para a coleta de dados e medições, interpretação dos mesmos e atribuição de significados, que serão utilizados nas comparações, ou por vezes dispostos graficamente se for identificada a necessidade (GIL, 1999).

Quanto à natureza dos resultados, classifica-se como pesquisa aplicada. De acordo Gil (2010), pesquisa aplicada é direcionada à obtenção de conhecimentos visando à aplicação em determinada situação, ou seja, aquela que tem um resultado prático visível em termos econômicos ou de outra utilidade que não seja o próprio conhecimento.

3.2 Etapas para o desenvolvimento do estudo de caso

O Quadro 1 apresenta as etapas realizadas para o desenvolvimento do estudo de caso.

Quadro 1 – Etapas de desenvolvimento do estudo de caso

Etapas	Descrição
Identificação, descrição e análise do SAAP	A identificação do funcionamento do SAAP foi realizada por meio de observações intensivas e não participantes do processo in loco. As dúvidas acerca do funcionamento, bem como a identificação e o esclarecimento de outras questões pertinentes foram sanadas via entrevista semiestruturada com o responsável pelo processo. O roteiro de entrevista se encontra no Quadro 2 (Apêndice). Esse tipo de entrevista foi selecionado, pois se objetivou eleger previamente um conjunto de questões pertinentes para o desenvolvimento da pesquisa, mas permitindo a inclusão de outras, não planejadas inicialmente, no decorrer da entrevista. Os pontos essenciais dessa entrevista foram discorridos de maneira qualitativa no decorrer da seção referente ao estudo de caso.
Proposição de melhorias	Por meio das informações coletadas na etapa anterior, bem como de posse das informações contidas na literatura, sugestões de melhorias foram discutidas.

Fonte: Elaborado pelos autores

4. Estudo de Caso

4.1 Objeto de estudo

A Empresa X está presente no mercado há 54 anos. Conta com uma equipe formada por mais de 1.300 colaboradores diretos e indiretos, alocados na matriz e nas mais de 300 agências espalhadas pelo país. Atua no setor de transporte coletivo com uma frota de aproximadamente 250 ônibus. Além disso, possui, aproximadamente, 30 automóveis para o cumprimento de atividades administrativas e de fiscalização.

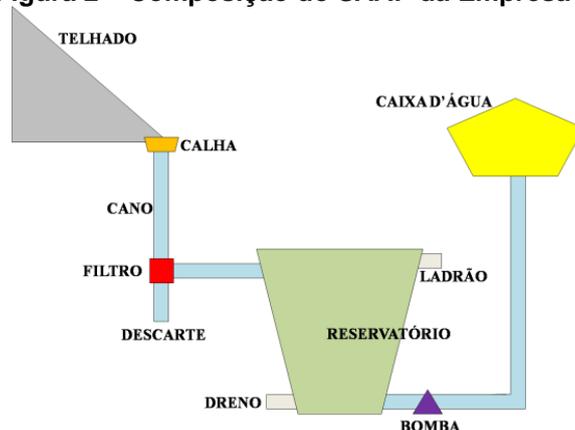
4.2 Resultados e discussões

A Empresa X implementou o SAAP no decorrer do ano de 2010. O principal fator motivador para a implantação foi o benefício econômico, visto que o custo mensal com a água tratada era alto. A ideia de implementação foi de um dos sócios da Empresa.

Além do benefício econômico visando a redução do custo com a tarifa de água tratada, a Empresa X também foi motivada pelos benefícios ambientais. O responsável pelo processo afirma que “não há necessidade de pagar por algo que cai do céu gratuitamente. Assim como não há a necessidade de usar a água tratada que sai das torneiras para fins não considerados nobres”.

O SAAP da Empresa X é do tipo convencional, englobando os componentes fundamentais (Figura 1) e outros dispositivos. A Figura 2 ilustra este sistema que é composto por: i) telhado: área de coleta de água da chuva; ii) calha: conduz a água coletada; iii) filtro: separador de impurezas; iv) descarte: regula o descarte da água da chuva de acordo com a necessidade; v) reservatório: armazenamento de água; vi) dreno: possibilita descarte para limpeza; vii) ladrão: saída de excesso de água; viii) bomba: energia para transportar a água; ix) caixa d'água: repositório de uso.

Figura 2 – Composição do SAAP da Empresa X



Fonte: Elaborado pelos autores

O processo tem início com o escoamento da água de chuva pelos telhados. A água coletada é conduzida pelas calhas e canos até um filtro a fim de separar impurezas grossas e detritos. Geralmente, a primeira água da chuva é dispensada pela abertura de descarte, visto que esta água é relativamente mais suja por conter impurezas menores como poeira, por exemplo. Por meio do descarte, a água também pode ser dispensada quando o reservatório atingir sua capacidade máxima. A água é armazenada num reservatório (capacidade de 20.000 litros) que contém um ladrão (para descarte automático da água excedente) e um dreno (para dispensar a água de limpeza). A bomba é responsável por encaminhar a água para uma caixa, ficando armazenada para posterior distribuição para o uso em vasos sanitários e limpeza de calçadas e pátio.

O componente mais oneroso do sistema foi o tanque de armazenamento, corroborando a literatura (AMORIM; PEREIRA, 2008). O responsável pelo processo afirma que “a instalação foi relativamente barata já que o sistema depende primeiramente dos telhados que já faziam parte das edificações. Boa parte das calhas utilizadas também já estava aqui. Até a bomba nós já tínhamos. Tivemos alguns custos com a compra do filtro e canos adicionais.”

Para compor o SAAP nenhum especialista foi contratado ou qualquer estudo de viabilidade foi realizado. De acordo com o responsável pelo processo “o sistema foi sendo montado aos poucos pelo pessoal que trabalha na Empresa. Escolhemos um grande reservatório e fomos instalando as outras partes aos poucos”.

Para os fins aos quais se destina, a capacidade do reservatório utilizado supre toda a demanda da Empresa. O responsável pelo processo afirma que o reservatório está sempre cheio e que nunca houve falta desta água para os fins ao qual se destina. Isso pode ser explicado pelo clima da região. Souza e Borsato (2012) realizaram uma classificação bioclimática para Campo Mourão e de acordo com os valores obtidos pelos resultados dos Índices Ombrotérmicos, a região se classificou como super-hiper-húmido, devido aos altos índices de precipitações acumulados.

No entanto, o responsável pelo processo afirma que “nós sempre acompanhamos a previsão do tempo. Se há estiagem, evitamos lavar as calçadas desnecessariamente para não corrermos o risco de que falte água nos banheiros. A limpeza do reservatório só é realizada em períodos chuvosos. Neste período a rega dos jardins e limpeza de calçadas e pátio é realizada com mais frequência para evitar o desperdício por meio do acionamento automático do ladrão.”

Quanto às desvantagens, o responsável pelo processo citou a necessidade de limpeza e realização de manutenções corriqueiras: “é necessário disciplina, as calhas e peneiras devem estar sempre em bom estado e limpas para impedir a contaminação através de fezes de animais, animais mortos ou entupimento por folhagens ou outros resíduos. O interior do reservatório também deve ser limpo periodicamente para eliminar lodos e outros resíduos. Regularmente há a necessidade de manutenção em algum equipamento”. Lee *et al.* (2015) salientam que a limpeza e a manutenção dos SAAP são fundamentais para manter a qualidade da água da chuva coletada, bem como a eficiência do sistema.

Quanto à mensuração de ganhos obtidos a partir da utilização do SAAP, atualmente, a Empresa X não faz quaisquer acompanhamentos de economia. No entanto, assim quando implementado, comparações entre os dois períodos (sem o SAAP implementado e com o SAAP implementado) relativas às tarifas de água foram realizadas. A utilização do SAAP rendeu uma economia média de cerca de 30% na tarifa de água mensal. Assim, é possível afirmar que o SAAP impacta tanto na economia de unidades monetárias (R\$) com tarifa de conta de água, quanto na economia no consumo de água (m³). Para Melville-Shreeve *et al.* (2016), os sistemas de escala comercial estão atualmente mais

difundidos devido à sua maior viabilidade financeira do que os sistemas de escala doméstica. Possivelmente, isso se dá pelo fato de a dimensão da utilização de água ser maior em escala comercial, quando comparada à escala doméstica.

Quanto ao fato de o sistema ser capaz de sensibilizar as pessoas em relação à economia de água, o responsável pelo processo acredita que essa ação pode levar outras pessoas a desenvolverem hábitos mais sustentáveis: “pela sua dimensão e grande responsabilidade social, a Empresa acaba sendo um exemplo para a população e também para os nossos colaboradores. Essas pessoas, ao verem a atitude sustentável da Empresa em relação à preocupação com a economia da água tratada, se sensibilizam e acabam economizando água também ou adotando outras ações sustentáveis. Se a Empresa está economizando, por que não podemos economizar também?”.

4.3 Sugestões de melhorias

Por meio da análise do SAAP da Empresa X foi possível identificar alguns aspectos que podem ser melhorados.

O primeiro aspecto que chamou atenção, foi o fato da Empresa X não ter realizado qualquer estudo para a implementação do SAAP. Os equipamentos foram comprados de acordo com convicções dos colaboradores da Empresa e montado conforme os componentes disponíveis na mesma. Assim, há a necessidade de o sistema atual ser revisado. Para tal, sugere-se que a Norma NBR 15527 (2007) seja adotada. Esta norma apresenta em seu anexo seis métodos para o dimensionamento do volume do reservatório de armazenamento da água de chuva (Método de Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano) que, como já citado, é vital para a efetividade do sistema. De acordo com essa norma, fica a critério do projetista a decisão do método a ser utilizado, ou mesmo a utilização de algum outro procedimento de cálculo não apresentado na norma, desde que atendidos critérios técnicos, econômicos e ambientais.

Considerando a necessidade da revisão, além da caracterização bioclimática do município, uma modificação de parte do Sistema com o objetivo de estender seu uso para outras áreas da Empresa poderia ser avaliado, evitando sua ociosidade. Levando em consideração que o reservatório está sempre cheio, de acordo com o responsável pelo processo, é possível utilizar a água captada em outras áreas da empresa como, por exemplo, para a lavagem de ônibus e carros. Atualmente, a água utilizada nesse processo é da rede tratada (sistema de abastecimento municipal), mas reutilizada em algum ponto do próprio processo (também visando benefícios econômicos e ambientais).

Sabendo que o local onde a lavagem dos ônibus e carros é realizada fica próximo ao reservatório do SAAP, sugere-se que a possibilidade de um sistema passivo de coleta de água da chuva seja estudada. Esse sistema não requer força de bomba adicional e nenhum sistema de filtragem complexo. Kucukkaya *et al.* (2020) projetaram um sistema deste tipo, em que a distribuição de água da chuva foi esquematizada desde o telhado até os reservatórios sem qualquer consumo de energia adicional de acordo com o local de armazenamento.

Outra possibilidade seria aproveitar a água da chuva na lavanderia da Empresa X. Ressalta-se que nesta área, ações de reutilização da água no processo também são realizadas. No entanto, para inserir águas pluviais para lavagem de roupas, cobertores, protetores de poltronas, etc., haveria a necessidade de tratamento primário da água. Estudos já comprovaram que a água de chuva pode ser utilizada para fins mais nobres, se tratada (KIM *et al.*, 2017; GISPERT *et al.*, 2018). Gispert *et al.* (2018), por exemplo, avaliaram a viabilidade de um SAAP como fonte de água potável por meio de um sistema

com várias etapas para captar, armazenar e tratar a água da chuva. Os resultados apontaram níveis de qualidade aceitáveis na água.

A literatura aponta que o uso de água da chuva na edificação e o tipo de implantação (reforma ou nova construção) afetam significativamente a viabilidade econômica do sistema (DEVKOTA *et al.*, 2015). Por isso, sugere-se a elaboração de um projeto de viabilidade para dimensionamento e implementação das modificações aqui sugeridas. Esse projeto deve ser elaborado por um profissional da área, levando em consideração não só a economia monetária ou economia de água, mas sim diversos outros fatores (custos associados, manutenção, tecnologia, vida útil, otimização máxima do sistema, custo-benefício, etc.). Diversas pesquisas discutem vertentes como essas (GEE; HUNT, 2016; LIANG; VAN DIJK, 2016; MWAMILA *et al.*, 2016; LANI *et al.*, 2018; SILVA; HENRIQUE; MIMURA, 2018; GHIMIRE *et al.*, 2019; CARDOSO; BLANCO; DUARTE, 2020; SAEEDI; GOODARZI, 2020).

Por fim, sugere-se que sejam realizadas divulgações das ações ambientais realizadas pela Empresa X. Apesar do responsável pelo processo acreditar que haja sensibilização da população em geral em desenvolver hábitos mais sustentáveis, visto o exemplo que a Empresa prega, verificou-se em mídias digitais e sociais que a Empresa não faz quaisquer divulgações acerca desta ação ambiental ou de quaisquer outras que possam existir. Assim, há a possibilidade de que estas pessoas nem saibam da existência do sistema. Para Mariana e Suryawinata (2018) a conscientização das pessoas com o intuito de evitar o esgotamento de recursos, incluindo energia e água, evitando a degradação ambiental e criando um ambiente confortável, seguro e habitável precisa ser considerado. Isto deve ser avaliado, visto que, de acordo com Bywater (2014), o conhecimento dos problemas ambientais é insuficiente para estimular comportamentos pró-ambientais. Dessa forma, a conscientização é fundamental para que as pessoas tenham ações mais sustentáveis. Se tratando da Empresa X, as divulgações poderiam ser realizadas no site da própria empresa ou até mesmo nas mídias sociais. Levando ainda em consideração que a mesma é um exemplo em responsabilidade social, visto ações que desempenha no âmbito regional, tais eventos poderiam ser aproveitados para conscientizar pessoas sobre a importância da economia dos recursos naturais por meio da divulgação das ações sustentáveis realizadas na Empresa.

Por meio das modificações sugeridas, via sugestões aqui discutidas, acredita-se que a Empresa X possa otimizar e ter um melhor aproveitamento das águas coletadas e vantagens que o SAAP possa oferecer. Desta forma, a Empresa sensibilizaria a sociedade em geral na aderência de ações mais sustentáveis, economizaria os recursos naturais de forma otimizada, diminuiria os custos com tarifas de água, aderindo a uma P+L de acordo com os objetivos do DS.

5. Conclusões

Essa pesquisa teve por objetivo analisar o SAAP utilizado em uma Empresa de transporte coletivo, aqui denominada como Empresa X. Conclui-se que o objetivo foi amplamente alcançado, visto que os objetivos específicos foram cumpridos.

Por meio de visitas in loco e entrevista semiestruturada foi possível identificar e descrever o SAAP existente na Empresa, bem como propor melhorias. Observou-se a possibilidade de extensão do sistema utilizado para outras áreas da Empresa, a necessidade da revisão do sistema existente de acordo com a norma ABNT 15527 (2007), bem como a necessidade de divulgação das ações ambientais desenvolvidas pela Empresa a fim de sensibilizar a comunidade como um todo visando o DS.

Por meio de modificações sugeridas, acredita-se que a Empresa X possa otimizar o sistema utilizado, objetivando um melhor aproveitamento das vantagens que o SAAP

pode oferecer, como maior economia de água e redução das tarifas das contas de água da Empresa, repercutindo numa P+L e contribuindo para o DS. A Empresa ainda pode se colocar no mercado como exemplo de gerenciamento ambiental direcionada à economia de recursos naturais perante a sociedade.

Sugere-se, para futuros estudos, a realização de um levantamento geral de todas as ações ambientais realizadas pela Empresa X, visto que elas são existentes, com o intuito de fornecer sugestões de melhoria.

Referências

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. Estudo Comparativo dos Métodos de Dimensionamento para Reservatórios Utilizados em Aproveitamento de Água Pluvial. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 53-66. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015.

BYWATER, K. Investigating the Benefits of Participatory Action Research for Environmental Education. **Policy Futures in Education**, v. 12, n. 7, p. 920-932, 2014. <https://doi.org/10.2304/pfie.2014.12.7.920>

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. **A arte da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

CAMPISANO, A.; BUTLER, D.; WARD, S.; BURNS, M. J.; FRIEDLER, E.; DEBUSK, K.; FISHER-JEFFES, L. N.; GHISI, E.; RAHMAN, A.; FURUMAI, H.; HAN, M. Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. **Water Research**, v. 115, p. 195-209, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.056>

CARDOSO, R. N. C.; BLANCO, C. J. C.; DUARTE, J. M. Technical and financial feasibility of rainwater harvesting systems in public buildings in Amazon, Brazil. **J. Clean. Prod.**, v. 260, 121054, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121054>

DEVKOTA, J.; SCHLACHTER, H.; APUL, D. Life cycle based evaluation of harvested rainwater use in toilets and for irrigation. **J. Clean. Prod.**, v. 95, p. 311-321, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.021>

FRAGA, B. D.; MALDONADO, M. U.; MIGUEL, P. A. C. Mapeamento da produção tecnológica sobre aproveitamento de água da chuva: uma análise bibliométrica a partir de Patentes. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 4, p. 1279-1300, 2018. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v18i4.2827>

GEE, K. D.; HUNT, W. F. Enhancing Stormwater Management Benefits of Rainwater Harvesting via Innovative Technologies. **Journal of Environmental Engineering**, v. 142, 2016. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001108](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001108)

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GHIMIRE, S. R.; JOHNSTON, J. M.; GARLAND, J.; EDELEN, A.; MA, X. (C).; JAHNE, M. Life cycle assessment of a rainwater harvesting system compared with an AC condensate harvesting system. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 146, p. 536-548, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.043>

GHIMIRE, S. R.; JOHNSTON, J. M.; INGWERSEN, W. W.; SOJKA, S. Life cycle assessment of a commercial rainwater harvesting system compared with a municipal

water supply system. **J. Clean. Prod.**, v. 151, p. 74-86, 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.025>

GIANNETTI, B. F.; AGOSTINHO, F.; ERAS, J. J. C.; YANG, Z.; ALMEIDA, C. M. V. B. Cleaner Production for achieving the Sustainable Development Goals. **J. Clean. Prod.**, v. 271, 122127, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122127>

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GISPERT, M. I.; HERNANDEZ, M. A.; CLIMENT, E. L.; FLORES, M. F. T. Rainwater Harvesting as a Drinking Water Option for Mexico City. **Sustainability**, v. 10, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10113890>

HARDIE, M. Rainwater Storage Gutters for Houses. **Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 266-279, 2010. <https://doi.org/10.3390/su2010266>

KIM, Y.; DAO, A. D.; KIM, M.; NGUYEN, V.-A.; HAN, M. Design and management of rainwater harvesting systems to control water quality for potable purposes in Cu Khe, Vietnam. **Water Science and Technology-Water Supply**, v. 17, p. 452-460, 2017. <https://doi.org/10.2166/ws.2016.154>

KUCUKKAYA, E.; KELESOGLU, A.; GUNAYDIN, H.; KILIC, G. A.; UNVER, U. Design of a passive rainwater harvesting system with green building approach. **International Journal of Sustainable Energy**, v. 40, p. 175-187, 2021. <https://doi.org/10.1080/14786451.2020.1801681>

KUMMU, M.; GUILLAUME, J. H. A.; MOEL, H.; EISNER, S.; FLORKE, M.; PORKKA, M.; SIEBERT, S.; VELDKAMP, T. I. E.; WARD, P. J. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. **Scientific Reports**, v. 6, 38495, 2016. <https://doi.org/10.1038/srep38495>

LANI, N. H. M.; SYAFIUIDDIN, A.; YUSOP, Z.; BINTI ADAM, U.; AMIN, M. Z. B. M. Performance of small and large scales rainwater harvesting systems in commercial buildings under different reliability and future water tariff scenarios. **Science of The Total Environment**, v. 636, p. 1171-1179, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.418>

LEE, J. Y.; KIM, H.; HAN, M. Importance of maintenance in rainwater harvesting systems: a case study. **Water Science and Technology-Water Supply**, v. 16, p. 97-103, 2016. <https://doi.org/10.2166/ws.2015.115>

LIANG, X.; VAN DIJK, M. P. Identification of Decisive Factors Determining the Continued Use of Rainwater Harvesting Systems for Agriculture Irrigation in Beijing. **Water**, v. 8, 2016. <https://doi.org/10.3390/w8010007>

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de água**. São Paulo: Manole, 2003.

MARIANA, Y.; SURYAWINATA, B. A. Sustainable water management: roof as a rainwater catchment area. IOP Conf. Ser.: **Earth Environ. Sci.**, v. 195, 012094, 2018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012094>

MELVILLE-SHREEVE, P.; WARD, S.; BUTLER, D. Rainwater Harvesting Typologies for UK Houses: A Multi Criteria Analysis of System Configurations. **Water**, v. 8, n. 4, 2016. <https://doi.org/10.3390/w8040129>

MWAMILA, T. B.; HAN, M. Y.; NDOMBA, P. M.; KATAMBARA, Z. Performance evaluation of rainwater harvesting system and strategy for dry season challenge. **Water Practice And Technology**, v. 11, p. 829-837, 2016. <https://doi.org/10.2166/wpt.2016.090>

- RAYA, R. K.; GUPTA, R. Rural community water management through directional tunnelling: visual modelling of rainwater harvesting system. **Water Practice and Technology**, v. 15, n. 3, p. 734-747, 2020. <https://doi.org/10.2166/wpt.2020.060>
- REZENDE, J. H.; TECEDOR, N. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. **Rev. Ambient. Água**, v.12, n. 6, 2017. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1940>
- SAEEDI, I.; GOODARZI, M. Rainwater harvesting system: a sustainable method for landscape development in semiarid regions, the case of Malayer University campus in Iran. **Environment Development and Sustainability**, v. 22, p. 1579-1598, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0218-8>
- SILVA, C. E.; HENRIQUE, D. C.; MIMURA, A. T. Análise do Payback descontado em sistemas residenciais de captação de água de chuva no estado de Santa Catarina. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 3, p. 1043-1075, 2018. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v18i3.3115>
- SOUZA, J. F.; BORSATO, V. A. Caracterização Bioclimática de Campo Mourão. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.1, n.5, p. 88–98, 2012.
- SOUZA, T. D.; GHISI, E. Harvesting rainwater from scaffolding platforms and walls to reduce potable water consumption at buildings construction sites. **J. Clean. Prod.**, v. 258, 120909, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120909>
- THOMÉ, A. C. B.; SANTOS, P. G.; FISCH, A. G. Using rainwater in cooling towers: Design and performance analysis for a petrochemical company. **J. Clean. Prod.**, v. 224, p. 275-283, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.249>
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Annual Evaluation Report: Evaluation and Oversight Unit**. 2002. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/982/retrieve>>. Acesso em 24 de novembro de 2020.
- WONG, T. H. F.; ROGERS, B. C.; BROWN, R. R. Transforming Cities through Water Sensitive Principles and Practices. **One Earth**, v. 3, n. 4, p. 436-447, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.012>
- ZABIDI, H. A.; GOH, H. W.; CHANG, C. K.; CHAN, N. W.; ZAKARIA, N. A. A Review of Roof and Pond Rainwater Harvesting Systems for Water Security: The Design, Performance and Way Forward. **Water**, v. 12, n. 11, 3163, 2020. <https://doi.org/10.3390/w12113163>

APÊNDICE

Quadro 2 - Roteiro de entrevista acerca do SAAP utilizado na Empresa X

n°	Questão
1	Qual problema ambiental que o SAAP soluciona?
2	Como de fato o SAAP resolve o problema ambiental?
3	Quem e o que motivou a necessidade da implementação do SAAP?
4	Como é o processo de funcionamento do SAAP?
5	O SAAP supre toda a necessidade de água para os fins ao qual se destina?
6	O SAAP possui alguma desvantagem? Quais?
7	A organização mensura os ganhos obtidos a partir da utilização do SAAP? De que forma?
8	Qual é o impacto do SAAP, com base em qual unidade de medida - comprovante?
9	O SAAP sensibiliza as pessoas? Quem? De que forma? Por quê?

Fonte: Elaborado pelos autores