 DOI: 10.51189/ii-coneamb/8056

II Congresso Nacional On-line de Conservação e Educação Ambiental

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE COBERTURA COM CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR E ÁGUA PLUVIAL: DESENVOLVENDO A CULTURA DE SUSTENTABILIDADE EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO PÚBLICO

MATEUS ANDRÉ HILGERT, JACQUES HENRY JANVIER, MATEUS MARCON SIMIONATO, FERNANDO MICHELON MARQUES, RENATO LUIS BERGAMO.

RESUMO

Introdução: Em 2021 a população brasileira voltou a se preocupar com aumento nas despesas com energia elétrica e possibilidade de apagões devido a uma das piores crises hídricas já enfrentadas. Com isso ressurgem as discussões sobre um melhor aproveitamento de água e utilização de energias renováveis. **Objetivo:** Neste cenário o trabalho propõe como objetivo principal o planejamento, projeto, construção, instalação e validação de um sistema de captação de água pluvial que sirva como cobertura para o estacionamento da frota de veículos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina campus Chapecó, considerando na concepção da estrutura suportes para serem instaladas placas solares. **Materiais e métodos:** Para o *design* da estrutura foi utilizada uma metodologia de desenvolvimento de produtos composta pelas fases de planejamento, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. Ao final da construção a validação do sistema de captação de água pluvial foi realizada através de medições da precipitação em um pluviômetro instalado sobre a cobertura, comparando os dados com o exposto em norma regulamentadora que trata do aproveitamento de água de chuva em coberturas para utilização em fins não potáveis. **Resultados:** Obteve-se uma captação de 133 litros de água pluvial para cada milímetro de precipitação de chuva, sendo a capacidade de armazenamento total do sistema de 2000 litros. O coeficiente de eficiência do sistema de captação foi de 96%, acima do previsto em norma. Houve ainda a instalação de 15 placas fotovoltaicas de 450W cada, além da proteção da frota de veículos do campus, acarretando num aumento de sua vida útil. **Conclusão:** Além de todos os benefícios para a instituição o projeto serviu para fortalecer a cultura de sustentabilidade através do contato dos estudantes com um sistema de captação de água e energia solar, possibilitando que esse sistema seja replicado de forma facilitada na comunidade entorno do campus, assim como nas coberturas dos prédios já existentes do instituição.

Palavras-chave: Água; Energia; Sustentabilidade; Educação.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil enfrentou uma de suas piores crises hídricas no final do ano de 2021, culminando com a possibilidade de que as chuvas dos últimos meses do ano fossem insuficientes para abastecer os reservatórios. Segundo nota técnica, o Operador Nacional do Sistema Elétrico recomenda que para o atendimento energético seria imprescindível um aumento da oferta em cerca de 5,5 GW (ONS, 2021).

A falta de chuvas tem grande impacto na geração de energia no país visto que 64,9% é proveniente de fonte hídrica (EPE, 2020). Devido a isso, diversas campanhas de racionamento de energia e água começaram a ser veiculadas, assim como inúmeras possibilidades de projetos acabam surgindo.

ISSN: 2675-813X

O trabalho vem ao encontro desses problemas ao propor o planejamento, concepção, construção e instalação de uma cobertura metálica com um sistema para captação da água pluvial e suportes para placas solares no campus Chapecó do Instituto Federal de Santa Catarina. Como o projeto foi desenvolvido e construído em uma instituição de ensino pública, com participação de estudantes e professores, o desenvolvimento de uma cultura de sustentabilidade é esperado tanto na comunidade acadêmica quanto na comunidade externa.

Além disso, o campus Chapecó do Instituto Federal de Santa Catarina possui três veículos (um ônibus e dois utilitários) que, devido à falta de um estacionamento coberto próprio, ficam sujeitos a intempéries, acarretando em uma frequência maior de manutenções e trocas. Essa estrutura será posicionada entre a parede lateral do prédio "Bloco B" e o contêiner do grêmio estudantil, espaço que não está sendo utilizado atualmente, criando assim um estacionamento coberto para os veículos do campus, aumentando sua vida útil.

Estudos apresentam avaliações da viabilidade do aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis em instituições de ensino, sendo que obtiveram uma economia de água potável entre 7,47% e 55,55% (SILVA et al., 2019; WEILLER; SANTOS, 2020).
Ramos et al. (2021) apresentam um estudo sobre a instalação de placas fotovoltaicas em uma microempresa, tendo como resultado o retorno do investimento em apenas cinco anos. O mesmo tempo de retorno do investimento foi encontrado por Freitas et al. (2018) no estudo da implantação de placas fotovoltaicas em uma faculdade.

O objetivo geral do trabalho é construir uma estrutura metálica para a cobertura do estacionamento da frota de veículos do IFSC campus Chapecó, prevendo calhas para captação de água pluvial e pontos para conexão de placas fotovoltaicas. Para atingir esse objetivo, se tem como objetivos específicos: a) Possibilitar o armazenamento de água pluvial para utilização em fins não potáveis; b) Permitir a instalação de painéis solares, aumentando a produção de energias renováveis no campus; c) Aumentar a vida útil da frota de veículos do campus devido a melhoria na conservação; d) Implementar uma cultura de sustentabilidade no campus, através do contato dos alunos com um sistema de captação de água pluvial e geração de energia fotovoltaica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizada a metodologia de desenvolvimento de produtos proposta por Rozenfeld et al. (2006), que contempla quatro fases: (1) planejamento; (2) projeto informacional; (3) projeto conceitual e (4) projeto detalhado. Além das quatro fases propostas pelos autores, houve ainda as fases de aquisição, fabricação, instalação e validação.

Durante a fase de planejamento, foram realizadas medições na área onde a estrutura seria instalada, além de reuniões com a direção geral e administrativa para estabelecer os custos planejados para a fabricação.

Na fase de projeto informacional foram realizados os cálculos estruturais das vigas da estrutura, assim como dos elementos de máquina utilizados na fixação. O dimensionamento das calhas e dos reservatórios para captação de água se deu obedecendo o exposto na normas NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais (ABNT, 1989) e NBR 15527 – Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis (ABNT, 2019).

O projeto conceitual utilizou-se de todas as informações adquiridas nas fases anteriores e apresentou como resultado o modelo 3D da estrutura. Com o desenho da estrutura definido, partiu-se para o detalhamento de cada uma das peças necessárias para a fabricação da estrutura.

A fabricação das peças e conjuntos se deu utilizando as máquinas e recursos disponíveis no IFSC campus Chapecó. Alunos do curso subsequente técnico em mecânica e da graduação de engenharia de controle e automação foram os responsáveis pela fabricação de todos os itens. Posteriormente,as peças e conjuntos foram montados no local planejado.

A validação da quantidade de água captada se deu através da instalação de um pluviômetro na parte superior da estrutura. Foram comparadas as medições de intensidade pluviométrica, a quantidade de água captada e o proposto pela norma NBR 15527 – Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis (ABNT, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da etapa de planejamento e projeto informacional, um croqui da estrutura foi desenvolvido (Figura 1). A estrutura foi idealizada com a utilização de 12 vigas iguais, ligadas na parede existente por cantoneiras e chumbadores. Já, no outro lado da viga, a cantoneira de ligação foi soldada na parte superior do container. Perpendicularmente às vigas foram utilizados perfis metálicos que serviram de apoio às telhas, por onde a água pluvial irá fluir, além de serem responsáveis pelo suporte das placas fotovoltaicas. Pensando em um melhor aproveitamento dos perfis metálicos, que são distribuídos em barras de 6 metros, além do espaço necessário para o estacionamento dos 3 veículos, optou-se por fazer a estrutura com 18 metros de comprimento. A largura da estrutura foi definida com base na distância entre o container e a parede existentes, de 3,5 metros.

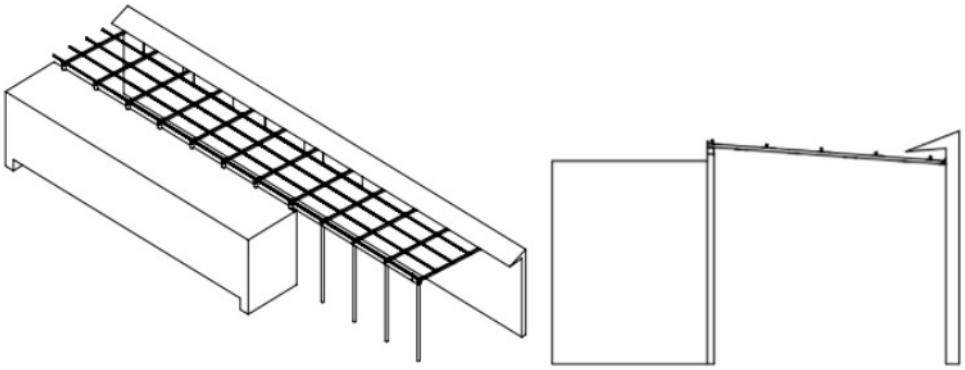

Figura 1 - Desenho da estrutura de suporte para captação de água e placas fotovoltaicas (esq. perspectiva; dir. vista lateral da estrutura)

Após o croqui da estrutura estar definido, análises estruturais foram realizadas, levando em conta os componentes principais, sujeitos a maiores cargas. Nesse caso as cargas consideradas foram:

- Peso devido às placas fotovoltaicas;
- Peso devido às telhas metálicas;
- Peso da própria estrutura.

Considerando o espaço disponível da cobertura, podem ser instaladas quinze placas fotovoltaicas de 450W, com a massa de 25 kg cada uma (Figura 2).

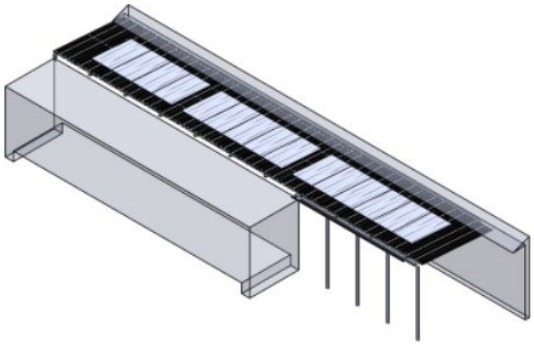

Figura 2 - Projeto conceitual da estrutura de captação em 3D

Na avaliação estrutural da viga foram consideradas as cargas resultante das placas fotovoltaicas, telhas e perfis, somando um total de 844 kgf. Como essa carga é distribuída entre as 12 vigas, cada uma suporta 70,3 kgf. Analisando a tensão de flexão gerada e comparando com a tensão de escoamento do material, obteve-se um fator de segurança de 2,7 nas vigas.

Para o dimensionamento das calhas foi utilizada a norma NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais (ABNT, 1989). Considerando um período de retorno de 25 anos, a intensidade pluviométrica para Chapecó em 5 minutos é de 207,7 mm/h (CPRM, 2018). Como a área de contribuição é de 146 m² (Figura 3), calcula-se uma vazão de projeto de 519,3 L/min.

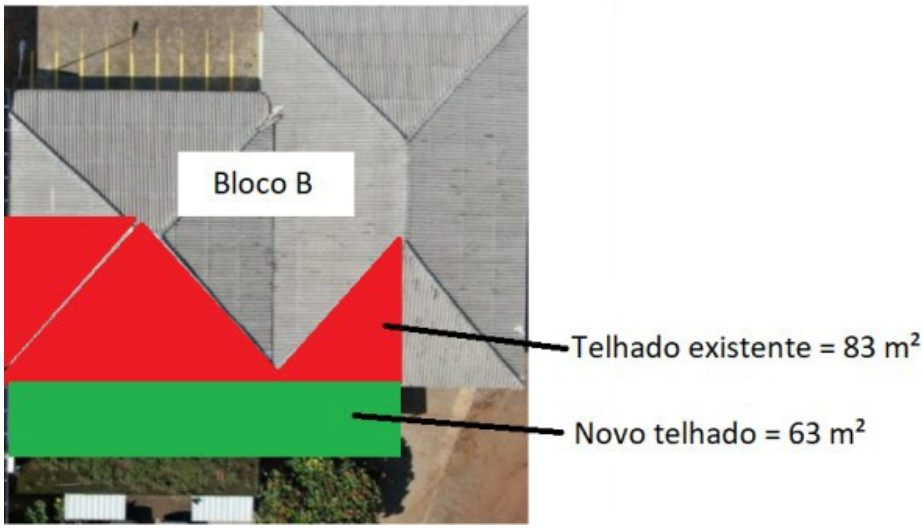

Figura 3 - Área de contribuição

Foi utilizada uma caixa de gordura de 42 litros como filtro na entrada dos reservatórios de armazenagem de água. Esse item possui uma peneira, que faz a retenção dos sólidos maiores, como folhas e galhos. Ainda, por decantação, sólidos menores ficam retidos no fundo da caixa (Figura 4).

 DOI: 10.51189/ii-coneamb/8056

Figura 4 - Filtro

Como armazenamento, foram utilizados dois reservatórios que estavam ociosos no campus, cada um com 1000 litros, possibilitando uma armazenagem de 2000 litros de água.

Após o planejamento, os itens começaram a ser confeccionados. Primeiramente a matéria prima foi cortada nas medidas necessárias e depois os conjuntos foram soldados e montados. Foram utilizados os processos de corte por máquina de serrar, esmerilhadeira, guilhotina hidráulica, solda MIG e pintura. (Figuras 5 e 6).

Figura 5 - Fabricação das peças da estrutura

 DOI: 10.51189/ii-coneamb/8056

Figura 6 - Fabricação das peças da estrutura

Ao fim desses procedimentos foram instaladas as vigas no local, fixadas as placas fotovoltaicas e instalado o sistema de captação de água pluvial (Figuras 7, 8, 9 e 10).

Figura 7 - Montagem da estrutura no local planejado

 DOI: 10.51189/ii-coneamb/8056

Figura 8 - Montagem da estrutura no local planejado

Figura 9 - Instalação das placas fotovoltaicas

Figura 10 - Instalação do sistema de captação de água pluvial

Para validar o sistema de captação de água, foi instalado um pluviômetro ao lado da estrutura, sobre o container. No dia 11 de março de 2022 foi realizada a leitura da precipitação de 6 milímetros de chuva. Essa quantidade foi suficiente para captar cerca de 800 litros de água (Figura 11). Com base nessa medição pode-se prever que o sistema capte em torno de 133 litros de água pluvial por cada milímetro de precipitação.

Utilizando a equação de volume captado proposto pela norma NBR 15527 (ABNT, 2019) e considerando o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*) de 95%, obteve-se uma eficiência do sistema de captação de 96%, ficando acima do previsto pela norma (para telhas metálicas de 90 a 95%).

Figura 11 - Instalação de pluviômetro juntamente com a verificação da quantidade de água captada

O projeto deixa ainda como resultado o fortalecimento da cultura de sustentabilidade no campus, já que a estrutura fica em um local de grande circulação, gerando curiosidades sobre seu funcionamento. O conceito utilizado para captação de água, as práticas de geração elétrica sustentável por meio de painéis solares, assim como a divulgação do volume captado, pode servir de incentivo para outros projetos no campus, na instituição ou na comunidade externa.

4 CONCLUSÃO

As mudanças climáticas atuais apresentam um cenário onde a utilização racional dos recursos naturais cada vez mais se torna a única saída para uma vida aceitável para as futuras gerações. Novos produtos ou serviços devem ser planejados com o pensamento no seu impacto ambiental e isso só ocorrerá com a criação de uma cultura de conservação e sustentabilidade, desde instituições de ensino até grandes empresas.

É na criação dessa cultura de sustentabilidade que esse trabalho tem seu destaque, já que ele une os conhecimentos técnicos dos estudantes dos cursos técnico em mecânica e engenharia de controle e automação para desenvolver e construir uma cobertura para os veículos oficiais do campus, utilizando a mesma para captação de água pluvial e energia solar.

Ao fim do projeto foi possível a instalação de 15 placas fotovoltaicas de 450W cada e um sistema de captação de água pluvial capaz de captar 133 litros a cada milímetro de precipitação de chuva. Essa água pode ser utilizada posteriormente para fins não potáveis, como regar plantas, lavagem de carros e descarga de sanitários. Houve ainda a medição da eficiência do sistema de captação de água, o qual foi de 96%, valor acima do previsto em norma regulamentadora.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15527 - Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Atlas pluviométrico do Brasil: Estação Pluviográfica Chapecó. Porto Alegre: CPRM, 2018. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/20989/1/sc_guatambu.pdf. Acessado dia 17 dez. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço energético nacional (BEN), 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf. Acessado dia 17 dez. 2021.

FREITAS, R. M.; MARIA, W.; LANNES, L. R. L.; SOUZA, W. Estudo de viabilidade da implantação de um sistema de microgeração de energia fotovoltaica para FACTHUS. Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica. Uberlândia, n.16, 2018.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Avaliação das condições de atendimento eletroenergético do sistema interligado nacional – Estudo prospectivo Agosto a Novembro de 2021. Disponível em: http://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/NT-ONS%20DGL%200093-2021%20-%20Estudo%20Prospec%C6%9Fvo%20Agosto-Novembro_VF%20%281%29.pdf. Acessado dia 17 dez. 2021.

RAMOS, L. C.; OLIVEIRA G. G.; GOUVÊA, M. T.; AMARAL, M. A.; GUIMARÃES, D. H. P.; ROSA, M. T. M. G. Análise da viabilidade e dimensionamento de placas fotovoltaicas para uma microempresa do setor de alimentos. Brazilian Journal of Development, São José dos Pinhais, v. 17, n. 3, 2021.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SILVA, A. C.; SILVA, A. F. A.; SILVA, S. R.; SILVA, M. T. A. Análise de viabilidade técnica e econômica de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em uma insϴtuição de ensino federal em Pernambuco. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v.8, n.1, 2019.

WEILLER, G. C. B.; SANTOS, L. R. Viabilidade no aproveitamento de água potável pluvial para usos não potáveis: Estudo de caso em insϴtuição de ensino de Londrina-PR. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v.9, s.n., 2020.