



SISTEMA DE RECARGA PARA VEs INTEGRADO A *CARPORT* FOTOVOLTAICO E CONECTADOS À REDE (*ON GRID*)

João Vitor B. CARVALHO¹; Bruno Eduardo CARMELITO²;
Tiago R. dos S. NOGUEIRA³; Yull Heilordt H. ROA⁴

RESUMO

Este resumo expandido apresenta os resultados parciais de um projeto que analisa uma infraestrutura de recarga para a mobilidade elétrica. O sistema é composto por carregadores veiculares conectados a um sistema fotovoltaico *on grid* instalado no Laboratório de Eficiência Energética e Energias Renováveis. Após concluídas as instalações, será possível analisar parâmetros de eficiência energética, tempo de recarga e impactos relacionados à qualidade da energia elétrica. A infraestrutura consiste em um *carport* fotovoltaico com otimizadores e um inversor. Até o momento, a montagem e os ajustes no *carport*, a instalação dos equipamentos para geração solar fotovoltaica e a especificação e aquisição dos carregadores para veículos elétricos foram finalizadas. Outros materiais e equipamentos que permitirão estudos complementares estão em fase de instalação e comissionamento. Destaca-se que o sistema de geração de energia solar já está em operação e produziu mais de 300[kWh] até o momento. O projeto se encontra com a fase um concluída e em vistas de iniciar a fase dois, final, que é àquela relativa aos testes e ensaios.

Palavras-chave: Sistemas Fotovoltaicos; Mobilidade Elétrica; Carregamento de Veículos Elétricos.

1. INTRODUÇÃO

A crescente adoção de Veículos Elétricos (VEs) no Brasil e no mundo impulsiona a demanda por sistemas de recarga eficientes e sustentáveis. Apesar das projeções de um aumento expressivo na eletrificação do transporte (EPE, 2024), a infraestrutura de recarga enfrenta desafios, especialmente na integração com fontes de energia renovável, na garantia da Qualidade da Energia Elétrica (QEE) (ASHFAQ et al., 2021) e no aumento significativo de demanda e energia das redes elétricas existentes. Sistemas de recarga conectados à rede (*on grid*), aliados à geração fotovoltaica (FV), surgem como soluções promissoras, embora também introduzam desafios técnicos como distorções harmônicas e variações de tensão (KROB et al., 2020). A literatura aponta que a topologia do sistema e o tipo de carregador são cruciais para otimizar o desempenho da infraestrutura (RITURAJ et al., 2022).

Para investigar esses desafios em um ambiente real, o Grupo de Pesquisa em Mobilidade Elétrica e Energias Renováveis (MEER) se propôs a estruturar um sistema de recarga de VEs integrado a um *carport* fotovoltaico no Laboratório Eficiência Energética e Energias Renováveis (LEFEER). O trabalho envolveu a adequação da infraestrutura elétrica do laboratório, a instalação e

¹Orientado de IC. IFSULDEMINAS – Câmpus Poços de Caldas. E-mail: joao4.carvalho@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

²Integrante. Docente. IFSULDEMINAS – Câmpus Poços de Caldas. E-mail: bruno.carmelito@ifsuldeminas.edu.br

³Orientador. Docente. IFSULDEMINAS – Câmpus Poços de Caldas. E-mail: tiago.nogueira@ifsuldeminas.edu.br.

⁴Integrante. Docente. IFSULDEMINAS – Câmpus Poços de Caldas. E-mail: heilordt.roa@ifsuldeminas.edu.br.

o comissionamento de um sistema FV e de carregadores para VEs. O objetivo central é, portanto, descrever a metodologia empregada na instalação de uma plataforma de testes robusta e segura, que permitirá futuros estudos sobre a eficiência dos carregadores e dos impactos da recarga veicular na rede elétrica. A infraestrutura experimental finalizada é o resultado principal deste projeto e servirá de base para outras pesquisas sobre mobilidade elétrica e sistemas fotovoltaicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido em uma infraestrutura existente no Laboratório de Eficiência Energética e Energias Renováveis (LEFEER), no IFSULDEMINAS - Câmpus Poços de Caldas - MG, qual foi eletricamente ajustada para receber um *carport* fotovoltaico, inversor de frequência e respectivos otimizadores, além dos carregadores veiculares. Segue a descrição das etapas:

- Instalação e comissionamento do *carport* fotovoltaico: Foi finalizada a montagem do *carport* fotovoltaico previamente existente no local. Neste *carport* foram ligados doze módulos FVs de 410[Wp], marca Belenergy, cada qual conectado à otimizadores de potência que, portanto, também somam doze unidades, dez deles P505 e dois P605, além de um inversor de frequência monofásico, 220[V], de 6[kW], com duas MPPTs, marca SolarEdge Home Wave.

Após a montagem eletromecânica, realizou-se o comissionamento do sistema, bem como o acoplamento do inversor à rede elétrica, *on grid*.

- Dimensionamento e aquisição dos carregadores para veículos elétricos: Dada as características elétricas da rede do laboratório, sistema trifásico de 220[V] e disjuntor geral de 50[A], potência máxima de aproximadamente 19[kW], optou-se por um único Wall Box de potência máxima 7,4[kW], 220[V] bifásico e uma tomada de 220[V]-20[A] para um carregador portátil. Fez-se necessário adaptar os circuitos no quadro de distribuição para receber uma Tomada de Uso Específico (TUE) relativa ao Wall Box e uma TUE adicional, de 3,5[kW] para o carregador portátil. Foram adquiridos os seguintes modelos de carregadores para VEs (Figura 1a, 1b e 1c).



Figura 1a - Carregador Wall Box marca Coletek



Figura 1b - Carregador portátil marca Coletek



Figura 1c - Carregador portátil marca Feyree

- Quadro de proteção: Para o sistema do tipo Wall Box foi dimensionado um quadro de proteção (Figura 2) bifásico de 220[V] com disjuntor termomagnético bipolar de 32[A], IDR bipolar de 40[A] - 30[mA], DPS Classe II de 275[V], 45[kA] para ambas as fases e IP65.



Figura 2 - Quadro de Proteção para Wall Box da Coletek

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram necessárias adequações na infraestrutura elétrica do laboratório, ajustando a rede original que era bifásica (220[V] - 40[A], 8,8[kW]) para uma rede trifásica (220[V] - 50[A], 19[kW]). Tal atualização permitiu a conexão deste sistema eletricamente atualizado à rede do câmpus (Figura 3), garantindo a segurança operacional do circuito.



Figura 3 - *Carport FV* instalado e operando

O sistema fotovoltaico implantado apresentou média uma geração de energia de 18[kWh/dia] e estimativa de geração anual de 7.240[kWh], quantidade capaz de evitar a emissão de aproximadamente 3,8[ton.] de CO₂. Tal produção anual equivale a cerca de 48.267[km] percorridos por um veículo elétrico, considerando um consumo médio de 0,15[kWh/km].

A equipe projetou os ajustes necessários, realizou o dimensionamento e especificações para

os circuitos elétricos relativos aos sistemas de recarga veicular. O sistema de recarga de 7,4[kW] tem um quadro de proteção exclusivo, já os carregadores portáteis utilizarão uma TUE de 220[V]-20[A], com disjuntor independente de 20[A], alocado no Quadro de Distribuição (QD) do LEFEER. Este QD precisou ser reorganizado eletricamente para receber os novos circuitos, tanto da Usina Solar Fotovoltaica (USF) como àqueles referentes aos carregadores para veículos elétricos..

4. CONCLUSÃO

A primeira fase do projeto demonstrou a efetividade da preparação e adequação da infraestrutura para o estudo da recarga de veículos elétricos a partir de um *carport* fotovoltaico. Os resultados até agora se concentram na adequação da rede elétrica do LEFEER, que passou de uma configuração bifásica de 8,8[kW] para uma trifásica de 19[kW], permitindo o comissionamento de um sistema de maior potência. A instalação do *carport* fotovoltaico de 4,92[kWp] e seus componentes foi finalizada com sucesso. Em operação, este sistema apresentou uma geração média de 18[kWh/dia], demonstrando seu potencial para garantir a recarga de VEs de forma sustentável.

A infraestrutura estabelecida, que também inclui os carregadores e o quadro de proteção, permitirá ao Grupo de Pesquisa MEER avançar para outros estudos. Como trabalhos futuros, sugerem-se testes de desempenho com os carregadores, analisando tempos de recarga e eficiência energética, verificação da Qualidade da Energia Elétrica (QEE) e, com algumas adequações, este mesmo sistema pode ser ajustado para um formato *off grid* ou híbrido, permitindo analisá-lo como um sistema isolado, inclusive incorporando soluções de armazenamento de energia. Espera-se que os resultados desta primeira fase contribuam para outros trabalhos sobre o tema, subsidiando o avanço científico e tecnológico da mobilidade elétrica sustentável no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o IFSULDEMINAS pelo apoio institucional e recursos financeiros aportados.

REFERÊNCIAS

ASHFAQ, H. M. et al. Analysis of the impact of electric vehicle charging on power distribution network. **Energy Reports**, v. 7, p. 43-52, 2021.

BRASIL. EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2034**. Brasília: EPE, 2024.

KROB, R. et al. Power quality issues in electric vehicle charging. In: **2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)**. Madrid, Espanha: IEEE, 2020. p. 1-6.

RITURAJ, S. et al. A review on the integration of solar photovoltaic systems with electric vehicle charging stations. **Energy Conversion and Management**, v. 268, p. 115982, 2022.