

GESTÃO ENERGÉTICA EM MICRORREDES PARA RECARGA RÁPIDA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS: ABORDAGENS, DESAFIOS E APLICAÇÕES

ENERGY MANAGEMENT IN ELECTRIC VEHICLE FAST-CHARGING MICROGRIDS: APPROACHES, CHALLENGES AND APPLICATIONS

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.041-005>

Joelson Lopes da Paixão

Doutorando e Mestre em Engenharia Elétrica. Especialista em áreas da Educação e relacionadas à Engenharia Elétrica. Bacharel em Engenharia Elétrica, licenciado em Matemática, Física, Pedagogia e em Formação de professores para a EPT. Foi aluno de IC, atuou como professor na EBTT e participou de vários projetos de P&D. Atualmente, é pesquisador e doutorando em Engenharia Elétrica

E-mail: joelson.paixao@hotmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6907289379766915>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8874-5151>

Alzenira da Rosa Abaide

Doutora em Engenharia Elétrica
Professora titular da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: alzenira@ufsm.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2427825596072142>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1043-1608>

RESUMO

A aceleração da mobilidade elétrica vem impondo novas exigências técnicas, econômicas e operacionais às redes de distribuição, sobretudo devido à elevada potência demandada por estações de recarga rápida. Nesse cenário, microrredes (MGs) com integração de fontes de energia renovável (FER), como solar fotovoltaica e eólica, associadas a sistemas de armazenamento de energia por baterias (BESS), constituem uma alternativa de elevada relevância para ampliar a eficiência, reduzir emissões e elevar a resiliência do suprimento energético. Este artigo discute, de forma crítica e rigorosa, os fundamentos e a arquitetura de MGs voltadas à recarga rápida de veículos elétricos (VEs), destacando os principais desafios de implementação, as diretrizes modernas de gestão energética e os impactos tecnoeconômicos decorrentes. Em vez de enfatizar formalismos matemáticos, a abordagem privilegia explicações conceituais sobre o problema de despacho de potência, suas restrições físico-operacionais e critérios de desempenho (custo, emissões, confiabilidade e degradação do BESS). A discussão é consolidada por evidências da literatura recente e por contribuições relevantes na temática de recarga rápida e nanorredes, incluindo estratégias operacionais com análise estocástica e mecanismos de operação conscientes da degradação. Os resultados indicam que MGs adequadamente dimensionadas e controladas podem reduzir custos operacionais, mitigar picos na rede, melhorar indicadores ambientais e sustentar a expansão da infraestrutura de recarga, desde

que acompanhadas de modelos robustos de incerteza, mecanismos de coordenação com a rede e arcabouços regulatórios compatíveis com novas dinâmicas de mercado.

Palavras-chave: Veículos Elétricos; Microrredes; Fontes Renováveis; Armazenamento por Baterias; Gestão Energética.

ABSTRACT

The rapid expansion of electric mobility has introduced new technical, economic, and operational requirements for distribution networks, particularly due to the high-power levels demanded by fast-charging stations. In this context, microgrids integrating renewable energy sources (RES) such as photovoltaic and wind generation, combined with battery energy storage systems (BESS), represent a highly relevant alternative to enhance efficiency, reduce emissions, and improve supply resilience. This paper provides a critical and scientifically rigorous discussion of the fundamentals and architecture of microgrids designed for fast EV charging, highlighting key implementation challenges, modern energy management guidelines, and techno-economic impacts. Rather than focusing on mathematical formalism, the approach emphasizes conceptual explanations of the power dispatch problem, its physical-operational constraints, and performance criteria (cost, emissions, reliability, and BESS degradation). The discussion is supported by recent literature and relevant contributions in fast-charging microgrids and nanogrids, including stochastic operational analyses and degradation-aware storage management. The findings indicate that well-designed and properly controlled microgrids can reduce operating costs, mitigate grid peak impacts, improve environmental performance, and support the scalable expansion of charging infrastructure, provided they are supported by robust uncertainty modeling, grid coordination mechanisms, and regulatory frameworks consistent with emerging market dynamics.

Keywords: Electric Vehicles; Microgrids; Renewable Energy; Battery Energy Storage; Energy Management.

1 INTRODUÇÃO

A eletrificação do transporte é um vetor estrutural da transição energética e tem sido impulsionada por políticas de descarbonização, metas de eficiência e avanços tecnológicos em armazenamento e eletrônica de potência. Entretanto, a infraestrutura de recarga rápida impõe desafios significativos, pois concentra demandas de potência elevadas, com forte variabilidade temporal e dependência de padrões de mobilidade (Da Paixão et al., 2021). Como consequência, a expansão descoordenada de estações pode

intensificar congestionamentos na rede, aumentar perdas e comprometer limites operacionais de tensão e carregamento de transformadores, especialmente em sistemas radiais típicos de distribuição.

Nesse contexto, MGs têm sido reconhecidas como uma solução de natureza sistêmica, capaz de integrar geração distribuída, armazenamento e controle local, com potencial para reduzir a dependência instantânea da rede principal e elevar a resiliência por meio de operação coordenada ou em modo ilhado quando necessário (Hirsch; Parag; Guerrero, 2018). A literatura contemporânea aponta que MGs associadas à recarga de VEs constituem uma aplicação estratégica, pois conciliam produção local renovável com flexibilidade operativa do armazenamento, permitindo suavização de picos (peak shaving), modulação de intercâmbios com a rede e melhor aproveitamento de tarifas horárias (Pan et al., 2023).

Adicionalmente, a gestão energética torna-se um elemento central: não se trata apenas de “minimizar custo”, mas de equilibrar múltiplos objetivos sob restrições físicas e incertezas. Revisões de referência evidenciam que sistemas de gestão energética (EMS) evoluíram de lógicas determinísticas simplificadas para arquiteturas híbridas que combinam previsão, otimização e camadas de controle, buscando respostas robustas diante de variabilidade de FER e comportamento de carga (Zia; Elbouchikhi; Benbouzid, 2018). De modo complementar, estudos sobre armazenamento em escala de rede destacam que decisões operacionais devem internalizar aspectos de degradação e custo de ciclo de vida, sob risco de inviabilizar economicamente o sistema no longo prazo (Byrne et al., 2017).

Diante dessa realidade, este artigo apresenta uma discussão robusta sobre MGs voltadas à recarga rápida, com foco em escrita científica qualificada e em fundamentos técnicos. Em vez de explorar algoritmos específicos, a análise privilegia uma abordagem abrangente e rigorosa sobre: (i) arquitetura e integração tecnológica, (ii) desafios críticos de implementação, (iii) diretrizes de gestão energética e critérios de desempenho, e (iv) tendências futuras relacionadas a digitalização, coordenação em larga escala e integração Vehicle-to-Grid (V2G).

2 MICRORREDES PARA RECARGA RÁPIDA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

MGs para recarga rápida de VEs podem ser compreendidas como arranjos locais de geração, conversão e armazenamento, capazes de suprir cargas de alta potência por meio de uma coordenação ativa entre FER, BESS e rede elétrica. A operação típica envolve múltiplas escalas de decisão: uma camada de planejamento que define estratégias de uso do armazenamento ao longo do dia (por exemplo, antecipando picos) e uma camada de controle em tempo quase real, que estabiliza tensões, gerencia conversores e responde a variações rápidas de demanda.

2.1 ARQUITETURA E INTEGRAÇÕES TÍPICAS

Do ponto de vista arquitetural, MGs de recarga rápida frequentemente empregam acoplamentos AC, DC ou híbridos. Em termos práticos, arquiteturas DC podem reduzir conversões intermediárias quando as principais fontes e cargas já operam em corrente contínua (como arranjos fotovoltaicos e BESS), potencialmente elevando eficiência global e simplificando estratégias de controle (Pires; Pires; Cordeiro, 2023). Em contrapartida, arquiteturas AC tendem a favorecer compatibilidade imediata com a infraestrutura existente, enquanto topologias híbridas buscam conciliar flexibilidade e eficiência conforme o caso de uso.

Independentemente da arquitetura, a integração do BESS é elemento estruturante, pois:

1. absorve excedentes renováveis, evitando curtailment;
2. fornece potência de suporte para recarga rápida sem impor picos equivalentes na rede;
3. contribui para serviços ancilares locais, como suporte de tensão e estabilidade de frequência em ambientes de menor inércia elétrica (Gulotta et al., 2023).

2.2 VANTAGENS TÉCNICO-OPERACIONAIS E IMPACTOS NA REDE

A principal vantagem das MGs nesse domínio é a capacidade de modular o intercâmbio com a rede, reduzindo estresses operacionais típicos de estações ultrarrápidas. Em condições de alta demanda simultânea, o BESS pode fornecer potência transitória (suporte de curta duração) e o EMS pode priorizar autoconsumo renovável quando economicamente vantajoso. Estudos também destacam que, quando integradas com coordenação adequada, MGs reduzem custos energéticos e podem melhorar indicadores ambientais por substituição parcial da energia proveniente de matrizes mais intensivas em carbono (Aldosari et al., 2024).

Sob a ótica da concessionária, o benefício se manifesta na mitigação de picos de carga e na postergação de investimentos em reforços de rede. Ainda assim, a literatura aponta que o efeito líquido depende de múltiplos fatores: perfil de uso da estação, capacidade e estratégia de operação do armazenamento, variabilidade da geração renovável e regras tarifárias locais (Abuelrub et al., 2023).

3 DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES NA IMPLEMENTAÇÃO

Apesar do potencial elevado, a implementação de MGs para recarga rápida enfrenta desafios que exigem tratamento técnico rigoroso e visão sistêmica.

3.1 VARIABILIDADE DAS FONTES RENOVÁVEIS E ROBUSTEZ OPERACIONAL

A intermitência da geração fotovoltaica e eólica introduz incerteza estrutural no despacho de potência. Em termos operacionais, isso significa que um planejamento “ideal” pode se tornar inviável caso uma queda abrupta de irradiação ou vento coincida com um pico de recarga. Assim, práticas robustas

incluem o uso de previsões (com incerteza explícita) e margens operacionais no armazenamento, evitando operar o BESS em limites muito restritos quando a variabilidade meteorológica é elevada (Zia; Elbouchikhi; Benbouzid, 2018).

Abordagens estocásticas por simulação de Monte Carlo são particularmente relevantes quando o objetivo é quantificar risco e variabilidade de custo e confiabilidade sob diferentes padrões de chegada de VEs e diferentes condições climáticas (Danielsson et al., 2025). O valor dessas técnicas não está apenas no resultado médio, mas na capacidade de caracterizar cenários críticos (tail events) que tipicamente determinam o dimensionamento necessário do BESS e a robustez do EMS.

3.2 DIMENSIONAMENTO E COMPROMISSO ENTRE CAPEX E DESEMPENHO

O dimensionamento de FER e BESS é um problema de compromisso: maior capacidade reduz dependência da rede, mas amplia investimento inicial. A literatura sobre microrredes híbridas evidencia que soluções economicamente ótimas emergem do balanço entre: (i) investimento inicial, (ii) custo operacional ao longo da vida útil, e (iii) desempenho sob variabilidade de demanda e geração (Premadasa et al., 2023). Para infraestrutura de recarga rápida, esse compromisso é ainda mais sensível, pois o fator de carga da estação pode variar significativamente entre períodos de adoção inicial e maturidade do mercado.

3.3 DEGRADAÇÃO DO BESS COMO DETERMINANTE DE VIABILIDADE

Um erro recorrente em avaliações simplificadas é tratar o armazenamento como recurso “neutro” e sem custo operacional significativo. Na prática, o BESS sofre degradação dependente de múltiplos fatores, como profundidade de descarga, taxa de carga/descarga, estado de carga médio e temperatura, refletindo perdas de capacidade e aumento de resistência interna ao longo do tempo (Byrne et al., 2017).

No contexto da recarga rápida, esse tema torna-se decisivo: estratégias de despacho que maximizam ganhos de curto prazo podem acelerar envelhecimento, elevando o custo efetivo por MWh fornecido. Estudos na temática de MGs para recarga indicam que a gestão consciente da degradação não é um detalhe, mas um requisito para assegurar economicidade e previsibilidade de retorno do investimento (Paixão et al., 2025; Sausen et al., 2024).

3.4 COMPLEXIDADE DE COORDENAÇÃO E CIBERSEGURANÇA

MGs modernas dependem de comunicação, sensoriamento e controle em tempo quase real. Isso amplia a complexidade de implementação e abre espaço para riscos cibernéticos que podem comprometer tanto disponibilidade quanto integridade das decisões operacionais. Revisões recentes reforçam que segurança cibernética deve ser tratada como requisito de projeto, especialmente quando a recarga

inteligente interage com sinais de preço, resposta à demanda e coordenação com a rede (Koduru; Machina; Madichetty, 2023).

4 GESTÃO ENERGÉTICA: MODELAGEM OPERACIONAL

A gestão energética em MGs de recarga rápida pode ser entendida como um problema estruturado de tomada de decisão sob restrições físicas, econômicas e ambientais. Em termos conceituais, o EMS decide como repartir o atendimento da carga entre: geração local renovável, energia armazenada, e importação da rede. Esse processo deve respeitar limites de potência, requisitos de qualidade de energia, e restrições de operação segura do BESS e dos conversores.

4.1 RESTRIÇÕES FÍSICO-OPERACIONAIS FUNDAMENTAIS

Mesmo sem apresentar equações, é essencial explicitar os condicionantes típicos:

- **Balanço energético instantâneo:** oferta e demanda devem se equilibrar em cada intervalo de tempo, considerando perdas e eficiência dos conversores.
- **Limites de potência:** tanto a importação/exportação com a rede quanto o BESS e as fontes renováveis têm limites de potência ativa e reativa.
- **Restrições do BESS:** operação deve manter o estado de carga dentro de limites seguros, evitando extremos que aceleram degradação e comprometem segurança.
- **Qualidade de energia:** a estação deve operar sem induzir violações de tensão ou distorções além de limites aceitáveis, especialmente em redes mais fracas ou com alta sensibilidade (Paixão et al., 2024).

4.2 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E OBJETIVOS OPERACIONAIS

A literatura converge para quatro macrocritérios:

1. **Econômico:** redução de custo e/ou aumento de margem operacional via arbitragem e autoconsumo renovável;
2. **Ambiental:** redução de emissões associadas à energia importada e mitigação do uso de fontes fósseis em sistemas híbridos;
3. **Confiabilidade e resiliência:** capacidade de operar sob contingências e reduzir interrupções, inclusive em modo ilhado;
4. **Sustentabilidade do armazenamento:** minimizar o custo de envelhecimento do BESS para preservar viabilidade do sistema.

Estudos multiobjetivo reforçam que a solução prática raramente é “ótima” em um único indicador; ela é um compromisso entre objetivos, exigindo transparência sobre preferências (por exemplo, priorizar menor custo vs. menor emissão) e sensibilidade a mudanças de parâmetros (Aldosari et al., 2024).

4.3 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE: DO DETERMINÍSTICO AO HÍBRIDO

Soluções de EMS são frequentemente organizadas em camadas:

- **Planejamento (horizonte diário):** decide perfis de carga/descarga do BESS e metas de importação, considerando tarifas horárias e previsões.
- **Despacho em tempo real:** adapta decisões ao desvio entre previsão e operação real, preservando segurança e estabilidade.
- **Controle de conversores:** garante resposta rápida e estabilidade elétrica.

Revisões destacam que a tendência atual é a adoção de estratégias híbridas, que combinam otimização com regras operacionais para aumentar interpretabilidade e robustez, sobretudo em sistemas reais com restrições de comunicação e incerteza elevada (Battula; Vuddanti; Salkuti, 2021). Uma evidência aplicada nessa direção é a proposta de sistemas baseados em regras com análise estocástica, que priorizam autoconsumo, evitam sobreciclagem do BESS e consideram variabilidade de perfis de recarga (Danielsson et al., 2025).

5 APLICAÇÕES E EVIDÊNCIAS: RECARGA RODOVIÁRIA, AMBIENTES URBANOS E NANORREDES

A aplicação de MGs para recarga rápida varia conforme o contexto. Em rodovias, o desafio envolve disponibilidade de rede, níveis de curto-circuito e viabilidade econômica em locais com demanda ainda em formação. Em áreas urbanas, a integração com redes mais robustas pode facilitar expansão, mas exige coordenação com políticas tarifárias e limitação de picos.

5.1 RECARGA EM RODOVIAS E ESCOLHA DE LOCAL

A seleção de sítios para recarga rápida em rodovias requer abordagem hierárquica que incorpore fatores elétricos e logísticos, tais como proximidade de alimentadores, capacidade disponível, expansão esperada e perfil de uso (Da Paixão et al., 2021). Um ponto crítico é que a decisão não pode ser reduzida a “há rede ou não há rede”; é necessário avaliar o custo marginal de conexão e reforço, além da necessidade de armazenamento para atendimento de picos.

5.2 ESTRATÉGIAS CONSCIENTES DA DEGRADAÇÃO

Evidências recentes mostram que incorporar degradação do BESS como elemento operacional transforma o resultado econômico: operar a bateria em regimes “agressivos” pode reduzir custos de energia no curto prazo, mas elevar custo total quando o envelhecimento é internalizado (Paixão et al., 2025). Nesse sentido, a gestão eficiente busca regimes de operação com compromisso: preservar vida útil, evitar DoD extremos e manter capacidade disponível para contingências e picos de recarga.

5.3 NANORREDES E ESCALABILIDADE COM REGRAS OPERACIONAIS

Em nanorredes de recarga, a simplicidade operacional e a robustez diante de incertezas podem ser mais valiosas do que estratégias altamente complexas. A proposta baseada em regras com análise estocástica reforça esse ponto ao demonstrar que decisões bem estruturadas — como priorização de autoconsumo, janelas de arbitragem e limites de ciclagem — podem atingir desempenho competitivo com maior interpretabilidade e menor exigência computacional (Danielsson et al., 2025).

Essa visão é coerente com tendências de mercado: soluções escaláveis precisam ser implementáveis por operadores com restrições reais de dados, comunicação e manutenção.

6 ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÃO

A análise consolidada da literatura e das evidências aplicadas sugere que MGs para recarga rápida podem oferecer ganhos relevantes, desde que projetadas com coerência entre dimensionamento, controle e objetivos do negócio.

6.1 DESEMPENHO ECONÔMICO E DEPENDÊNCIA DE CONTEXTO

Resultados reportados indicam reduções de custo operacional em cenários com alta volatilidade tarifária e bom potencial renovável, especialmente quando o BESS é utilizado para suavização de picos e arbitragem. Contudo, a variabilidade de resultados reforça que não existe “solução universal”: a atratividade depende de perfil de carga, características locais e modelo tarifário (Abuelrub et al., 2023).

6.2 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E O PAPEL DA MATRIZ ELÉTRICA

A redução de emissões tende a ser mais expressiva quando a energia importada apresenta maior intensidade de carbono e quando o autoconsumo renovável é maximizado. Estratégias que reduzem curtailment e priorizam uso local de FER contribuem diretamente para desempenho ambiental, embora devam ser equilibradas com preservação do BESS (Aldosari et al., 2024).

6.3 CONFIABILIDADE, RESILIÊNCIA E COORDENAÇÃO COM A REDE

MGs podem ampliar resiliência operacional por meio de operação ilhada e suporte local a cargas críticas. Entretanto, o benefício real depende de redundância, dimensionamento apropriado e estratégias de contingência, além de mecanismos de coordenação com a rede (Hirsch; Parag; Guerrero, 2018). A perspectiva contemporânea avança para coordenação em nível de sistema, conectando MGs a plataformas de gestão de recursos distribuídos (DERMS), especialmente com aumento da penetração de VEs (Strezoski; Stefani, 2024).

7 TENDÊNCIAS FUTURAS E DIREÇÕES DE PESQUISA

As tendências mais consistentes apontam para:

1. **Integração avançada com DERMS e coordenação sistêmica**, permitindo que múltiplas MGs contribuam para serviços de rede e mitigação de congestionamentos;
2. **Uso intensivo de previsão e aprendizado de máquina**, especialmente para estimar demanda de recarga, geração renovável e risco de operação;
3. **Armazenamento de próxima geração e diversificação tecnológica**, com potencial de elevar densidade energética, reduzir custo e ampliar confiabilidade;
4. **Integração V2G**, tratando VEs conectados como recursos distribuídos — desde que estratégias preservem a saúde das baterias e respeitem incentivos adequados (Mojumder et al., 2022).

Essas direções reforçam que a evolução da gestão energética em recarga rápida não é apenas um problema de controle local, mas de integração com ecossistemas digitais e mercados de energia emergentes.

8 CONCLUSÃO

A gestão energética em MGs de recarga rápida de VEs representa uma abordagem tecnicamente consistente e estrategicamente relevante para sustentar a expansão da eletromobilidade com maior eficiência, resiliência e desempenho ambiental. A discussão apresentada demonstra que benefícios como redução de picos, diminuição de custos operacionais e mitigação de emissões são plausíveis e frequentemente observados, mas dependem criticamente do dimensionamento coerente do BESS, do aproveitamento efetivo de FER e de estratégias de controle robustas a incertezas.

Do ponto de vista científico e aplicado, a principal recomendação é clara: MGs para recarga rápida devem internalizar explicitamente restrições físicas, variabilidade de recursos e degradação do armazenamento, pois esses elementos determinam a viabilidade econômica real e a sustentabilidade do sistema ao longo do ciclo de vida. Finalmente, avanços em coordenação sistêmica (DERMS), integração V2G, previsão e digitalização tendem a redefinir o patamar de desempenho operacional, exigindo uma visão integrada entre engenharia, operação e regulação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAIDE, A. R. et al. **Gestão de Energia em Nanorrede com Carregamento Rápido de Veículos Elétricos – 4FCSNG**. Registro de Programa de Computador. INPI, BR512025000968-2, 2025.

ABUELRUB, A. et al. Feasibility study for electric vehicle usage in a microgrid integrated with renewable energy. **IEEE Transactions on Transportation Electrification**, v. 9, n. 3, p. 4306-4315, 2023. DOI: 10.1109/TTE.2023.3243237.

ALDOSARI, O. et al. Optimizing microgrid performance: strategic integration of electric vehicle charging with renewable energy and storage systems for total operation cost and emissions minimization. **PLOS ONE**, v. 19, n. 10, e0307810, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0307810.

BATTULA, A. R.; VUDDANTI, S.; SALKUTI, S. R. Review of energy management system approaches in microgrids. **Energies**, v. 14, n. 17, 5459, 2021. DOI: 10.3390/en14175459.

BYRNE, R. H. et al. Energy management and optimization methods for grid energy storage systems. **IEEE Access**, v. 6, p. 13231-13260, 2017. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2741578.

DANIELSSON, G. H. et al. Rules-based energy management system for an EV charging station nanogrid: a stochastic analysis. **Energies**, v. 18, n. 26, p. 1-21, 2025.

DA PAIXÃO, J. L. et al. EV fast charging microgrid on highways: a hierarchical analysis for choosing the installation site. In: **2021 56th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)**. [S.l.]: IEEE, 2021. p. 1-6.

DA PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. Microgrid for electric vehicle fast-charging: an energetic approach to highway operation in the South of Brazil. In: **2022 14th Seminar on Power Electronics and Control (SEPOC)**, 2022. Anais [...].

GULOTTA, F. et al. Opening of ancillary service markets to distributed energy resources: a review. **Energies**, v. 16, n. 6, 2814, 2023. DOI: 10.3390/en16062814.

HIRSCH, A.; PARAG, Y.; GUERRERO, J. Microgrids: a review of technologies, key drivers, and outstanding issues. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 90, p. 402-411, 2018. DOI: 10.1016/j.rser.2018.03.040.

KODURU, S. S.; MACHINA, V. S. P.; MADICHETTY, S. Cyber attacks in cyber-physical microgrid systems: a comprehensive review. **Energies**, v. 16, n. 12, 4573, 2023. DOI: 10.3390/en16124573.

MOJUMDER, M. R. H. et al. Electric vehicle-to-grid (V2G) technologies: impact on the power grid and battery. **Sustainability**, v. 14, n. 21, 13856, 2022. DOI: 10.3390/su142113856.

PAN, H. et al. Energy coordinated control of DC microgrid integrated incorporating PV, energy storage and EV charging. **Applied Energy**, v. 342, 121155, 2023. DOI: 10.1016/j.apenergy.2023.121155.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. Análise do impacto da microgeração fotovoltaica na rede de distribuição de energia elétrica. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 2887-2911, 2021.

PAIXÃO, J. L. et al. Microrrede com FV, eólica e baterias para recarga de veículos elétricos. **Fotovolt**, v. 1, p. 28, 2023.

PAIXÃO, J. L. et al. Optimized strategy for energy management in an EV fast charging microgrid considering storage degradation. **Energies**, v. 18, n. 1060, p. 1-33, 2025.

PIRES, V.; PIRES, A.; CORDEIRO, A. DC microgrids: benefits, architectures, perspectives and challenges. **Energies**, v. 16, n. 3, 2023.

PREMADASA, P. et al. A multi-objective optimization model for sizing an off-grid hybrid energy microgrid with optimal dispatching of a diesel generator. **Journal of Energy Storage**, v. 68, 107621, 2023. DOI: 10.1016/j.est.2023.107621.

SAUSEN, J. P. et al. Optimal power dispatch for EV fast charging microgrid on highways: a storage analysis. In: **2021 56th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)**. [S.l.]: IEEE, 2021. p. 1-6.

SAUSEN, J. P. et al. Battery-conscious, economic, and prioritization-based electric vehicle residential scheduling. **Energies**, v. 15, n. 3714, p. 1-18, 2022.

SAUSEN, J. P. et al. Power dispatch in fast charging nanogrids: the critical role of battery degradation. In: **2024 Workshop on Communication Networks and Power Systems (WCNPS)**. Anais [...]. 2024.

STREZOSKI, L.; STEFANI, I. Enabling mass integration of electric vehicles through distributed energy resource management systems. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**, v. 157, 109798, 2024.

ZIA, M. F.; ELBOUCHIKHI, E.; BENBOUZID, M. Microgrids energy management systems: a critical review on methods, solutions, and prospects. **Applied Energy**, v. 222, p. 1033-1055, 2018. DOI: 10.1016/j.apenergy.2018.04.103.