

4º Congresso Latino-Americano de Casos de Open Innovation

11 A 15 | AGO

RIO DE JANEIRO

oíweek
open innovation week
LATAM

REALIZAÇÃO:



SIC-PVDG: SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROLE PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E EMISSÕES DE GEE EM SISTEMAS HÍBRIDOS_FOTOVOLTAICOS E GERADORES A COMBUSTÃO

Fabiano Santos Ferreira; Paulo Ricardo Farah; Jonas Roberto Tibola

RESUMO

No Brasil, mais de 170 municípios ainda dependem de geradores a diesel como principal fonte de energia, enfrentando altos custos, desafios logísticos e impactos ambientais significativos. A proposta do projeto SIC-PVDG é transformar esse cenário por meio de uma solução inovadora de controle inteligente para sistemas híbridos fotovoltaicos e geradores a combustão. Desenvolvido em parceria com o Instituto de Energia e Mobilidade da Universidade Federal de Santa Maria e a Embrapii (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial), o SIC-PVDG está em fase final de validação em TRL 6 e apresenta resultados promissores: aumento do aproveitamento da energia solar de 30% para até 70%, redução do consumo de diesel em até 30% e eliminação da necessidade de geradores redundantes e bancos de baterias. Essa tecnologia 100% brasileira representa um caso real de inovação aberta com potencial de impacto social e ambiental direto, ao viabilizar a eletrificação inteligente e sustentável de comunidades isoladas. O SIC-PVDG exemplifica como a colaboração entre startups, instituições de pesquisa e programas de fomento pode gerar soluções escaláveis, sustentáveis e alinhadas à transição energética global. Ainda, pode transformar a realidade energética de milhões de brasileiros em regiões isoladas, promovendo uma revolução silenciosa que une inovação de ponta, sustentabilidade e transformação social positiva. Com o SIC-PVDG, o futuro da eletrificação é inteligente, eficiente e inclusivo — um verdadeiro divisor de águas para a transição energética no Brasil e um exemplo inspirador para o mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar fotovoltaica. Geração híbrida. Gerador a diesel. Microrrede. Sistema de controle.

NOME DO ATOR	PAPEL NO ECOSISTEMA
Fabiano Santos Ferreira	Empresa Ecco Soma
Paulo Ricardo Farah	Empresa Ecco Soma
Jonas Roberto Tibola	Universidade Federal de Santa Maria (IEM)
Embrapii	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

Nota: caso seja necessário ocultar algum nome de instituição, sugerimos que seja colocado somente a área da instituição. Exemplo: Empresa do Agronegócio

1. SITUAÇÃO PROBLEMA DE OPEN INNOVATION

O projeto SIC-PVDG nasceu da necessidade urgente de solucionar os desafios técnicos, econômicos e ambientais da eletrificação em comunidades isoladas no Brasil, onde 175 municípios ainda dependem de geradores a diesel como principal fonte de energia, segundo o PASI 2024. A integração de fontes renováveis, como a solar, a esses sistemas representa uma alternativa promissora, mas enfrenta obstáculos significativos: a intermitência da geração e a ausência de inércia nas microrredes causam instabilidade elétrica, podendo danificar equipamentos e comprometer o fornecimento de energia.

As soluções convencionais para mitigar esses efeitos — como o uso de baterias, volantes de inércia ou geradores de reserva — são caras, complexas, de difícil manutenção e têm alto impacto ambiental. As baterias, por exemplo, envolvem metais pesados de baixa reciclabilidade, enquanto os volantes de inércia são restritos a grandes potências e os geradores extras aumentam o consumo de combustível e os custos operacionais.

Diante desse cenário, o SIC-PVDG representa uma ruptura tecnológica ao criar uma inércia virtual por meio de controle inteligente e autônomo de sistemas híbridos. Ele garante a estabilidade elétrica ao monitorar e coordenar dinamicamente a interação entre inversores solares e geradores a combustão, dispensando baterias e sistemas auxiliares. A solução é conectada em paralelo à microrrede, opera com medições em tempo real e comunicação ativa entre os componentes, e permite controle remoto via software desenvolvido especificamente para essa aplicação.

O desenvolvimento do SIC-PVDG foi possível graças a um modelo de inovação aberta adotado pela Ecco Soma, que estabeleceu parcerias estratégicas com Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs), como o Instituto de Energia e Mobilidade da UFSM — referência global em eletrônica de potência e controle e a Embrapii (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial). O projeto teve origem em uma pesquisa de pós-graduação na UFSM e evoluiu com forte colaboração interdisciplinar, unindo especialistas em energia, tecnologia, sustentabilidade e inovação.

Essa abordagem de Open Innovation permitiu acelerar o desenvolvimento, elevar o grau de maturidade tecnológica (atualmente em TRL 6) e construir uma solução com potencial de impacto social, ambiental e econômico em larga escala. O SIC-PVDG é um exemplo emblemático de como a colaboração entre startups, academia e centros de pesquisa pode gerar soluções disruptivas e alinhadas aos desafios energéticos da América Latina

2. INTERVENÇÃO

A solução pretendida com o projeto SIC-PVDG foi o desenvolvimento de uma tecnologia inovadora, capaz de resolver os principais desafios enfrentados na operação de sistemas híbridos de energia — especialmente em comunidades isoladas que dependem de geradores a diesel. O objetivo era criar uma solução que integrasse fontes renováveis intermitentes, como a solar, com geradores a combustão, sem a necessidade de baterias ou outros dispositivos caros e de alto impacto ambiental.

O SIC-PVDG é um equipamento capaz de estabilizar microrredes por meio da geração autônoma de inércia virtual. Ele monitora, em tempo real, o consumo e a geração de energia, suaviza oscilações de frequência e ajusta dinamicamente a potência entregue à rede. Ao operar com qualquer combinação de inversor fotovoltaico e gerador a combustão, independentemente da marca ou modelo, o sistema pode ser aplicado em uma ampla variedade de configurações híbridas, inclusive em áreas remotas e sistemas off-grid.

Para desenvolver essa solução, foi necessário um processo robusto de planejamento, execução e validação. Inicialmente, foram definidos os requisitos de desempenho e segurança do conversor, além da topologia mais adequada para o melhor custo-benefício. Foram realizadas simulações com cenários diversos de variação de carga e geração solar, e em seguida, desenvolvida a placa controladora e conduzidos testes *hardware-in-the-loop*. Já em TRL 6, o sistema está sendo testado sob condições severas para validação de seus limites operacionais e das estratégias de proteção e controle.

As tecnologias embarcadas no SIC-PVDG incluem sistemas avançados de controle e monitoramento, emulação de inércia, gerenciamento remoto via software proprietário e circuitos de alimentação em corrente contínua e alternada. Essas inovações garantem não só uma operação estável, mas também eficiente e sustentável, reduzindo em até 30% o consumo de combustíveis fósseis, aumentando a penetração da energia solar de 30% para até 70% e eliminando a necessidade de baterias.

3. RESULTADOS

O projeto SIC-PVDG tem gerado resultados expressivos tanto para os atores principais envolvidos quanto para diversos outros agentes do ecossistema de energia e inovação. Para a Ecco Soma, empresa proponente, o desenvolvimento do SIC-PVDG representa a consolidação de sua atuação no setor de energias renováveis com um produto altamente inovador, escalável e ambientalmente sustentável. A empresa amplia seu portfólio com uma solução que oferece eficiência energética, redução de custos operacionais e impacto social positivo, além de viabilizar um modelo de negócios baseado em *Energy as a Service (EaaS)*, que torna o acesso à tecnologia mais democrático e sem necessidade de altos investimentos iniciais.

O Instituto de Energia e Mobilidade (IEM) da UFSM obtém ganhos relevantes na aplicação prática de suas pesquisas em eletrônica de potência e controle, validando conhecimento científico em um projeto com impacto direto na sociedade. A parceria fortalece sua reputação como centro de excelência e amplia as oportunidades de formação e inserção de pesquisadores em projetos reais e desafiadores. Já para a Embrapii, o projeto reforça o papel estratégico da instituição no fomento à inovação tecnológica nacional, evidenciando a eficácia do modelo de parceria entre empresas e Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs).

Além dos principais envolvidos, o SIC-PVDG gera benefícios para públicos mais amplos. Comunidades remotas, especialmente aquelas sem acesso confiável à energia, serão diretamente impactadas com a chegada de uma solução que reduz a dependência de geradores a diesel, aumenta a penetração da energia solar e garante fornecimento estável, seguro e contínuo. Isso resulta em melhorias na qualidade de vida, acesso à educação, saúde e geração de renda.

Para o setor público, o projeto oferece uma alternativa concreta e validada para políticas de descarbonização e universalização do acesso à energia, com aplicação direta em regiões como a Amazônia Legal. No mercado, a solução abre oportunidades para startups, integradores e fornecedores de sistemas híbridos, que poderão adaptar e operar o SIC-PVDG em diferentes cenários, ampliando a cadeia produtiva e fomentando a economia local.

Do ponto de vista ambiental, a redução de até 30% no consumo de combustíveis fósseis promove uma mitigação significativa das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para as metas climáticas do Brasil. Por fim, o projeto representa um exemplo de sucesso em inovação aberta, ao integrar expertises diversas em um modelo colaborativo eficaz, promovendo avanços tecnológicos, fortalecimento da base científica nacional e soluções de alto impacto social e ambiental.

4. CONTRIBUIÇÕES

O projeto SIC-PVDG apresenta benefícios em várias esferas. Do ponto de vista econômico, o sistema reduz significativamente o consumo de combustíveis fósseis em sistemas híbridos, promovendo uma economia mínima de 15,13% no uso de diesel, o que impacta diretamente os custos operacionais das empresas e os subsídios públicos, como a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), que chega a mais de R\$ 10 bilhões ao ano. Ao reduzir a dependência de fontes fósseis, contribui para o equilíbrio fiscal e impulsiona o desenvolvimento econômico local, sobretudo em áreas estratégicas como mineração, agronegócio e comunidades isoladas. A confiabilidade energética viabiliza novos empreendimentos, gera empregos e fortalece a renda per capita. Além disso, ao possibilitar que usuários participem de mercados de créditos de carbono, cria fontes de receita e agrega valor competitivo às operações sustentáveis.

No campo social, os impactos do SIC-PVDG são transformadores. O acesso a uma energia estável permite o funcionamento contínuo de escolas, unidades de conservação e pequenos negócios, criando uma base sólida para o desenvolvimento humano. Com fornecimento ininterrupto, é possível garantir o armazenamento adequado de vacinas e medicamentos, ampliar o uso de tecnologias educacionais e melhorar o atendimento à saúde. Na agricultura e pesca, o sistema potencializa a produção, reduz perdas e amplia mercados de comercialização. Pequenos empreendimentos ganham autonomia e capacidade de crescer, o que estimula a economia local e reduz o desemprego, promovendo inclusão e mobilidade social.

Ambientalmente, o projeto está alinhado às metas globais de descarbonização. Com capacidade de aumentar a penetração de energia solar para até 70% em sistemas híbridos, reduz a queima de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, as emissões de gases de efeito estufa. A eliminação da necessidade de baterias diminui a demanda por metais pesados como o lítio, reduz riscos de contaminação ambiental e evita a geração de resíduos eletrônicos. O acesso à energia limpa contribui para frear o desmatamento, preservar a biodiversidade e favorecer práticas agrícolas mais sustentáveis. O sistema também oferece suporte para tecnologias de monitoramento ambiental e promove a economia circular ao ampliar a vida útil dos dispositivos.

Tecnologicamente, o SIC-PVDG representa um avanço disruptivo nos sistemas de potência, com controle dinâmico de potência ativa e reativa, softwares de monitoramento e algoritmos preditivos que otimizam a operação de microrredes híbridas. Sua capacidade de operar sem baterias reduz custos e aumenta a eficiência energética. Com patente própria, fortalece a indústria nacional, reduzindo a dependência de importações e ampliando a competitividade do setor. O sistema é adaptável, aplicável a diferentes arranjos de geração e escalável para mercados emergentes.

Do ponto de vista prático-gerencial, pode ser incorporado como solução embarcada por fabricantes de geradores, ampliando o valor agregado dos equipamentos. O modelo *Energy as a Service* permite que clientes acessem energia limpa com baixo investimento inicial, com monitoramento contínuo e manutenção preditiva. Sua operação simplificada reduz custos logísticos e operacionais, facilitando a adoção em larga escala e garantindo alta confiabilidade e retorno acelerado sobre o investimento.

REFERENCIAS

- CANADIANSOLAR. Media Center. **Minha Casa Solar**, 2017. Disponível em: http://recursos.minhacasasolar.com.br/MediaCenter/EN_CS6K-P_en-v5.54.pdf. Acesso em: 2 dez. 2022.
- CASARO, M. M.; MARTINS, D. C. Processamento Eletrônico da Energia Solar Fotovoltaica em Sistemas Conectados à Rede Elétrica. **Revista Controle & Automação**, Brazil, v. 21, p. 159-172, março/abril 2010.
- CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Contas Setoriais**, 2022. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/mercado/contas-setoriais>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Conta Consumo de Combustíveis**, 2022. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/mercado/contas-setoriais/conta-consumo-de-combustiveis-ccc>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Sistemas Isolados. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/sistemas-isolados>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Planejamento do Atendimento aos Sistemas Isolados – Ciclo 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- TEODORESCU, R.; LISERRE, M.; RODRIGUES, P. **Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems**. [S.l.]: IEEE, 2011.
- TRINDADE, H. O. **Viabilidade do ambiente de contratação livre em um órgão público**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2020.
- UFSC. Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2017. Disponível em: <https://energiasolarfotovoltaica.ufsc.br/referencia-bibliografica-2/atlas-brasileiro-de-energia-solar/>. Acesso em: 02 dez. 2022.
- UFSM. Usina de geração de energia solar começa a funcionar na UFSM, 2018. Disponível em: <https://www.ufsm.br/2018/10/10/usina-de-geracao-de-energia-solar-comeca-a-funcionar-na-ufsm/>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- UFSM. **UFSM PUBLICA**, 2022. Disponível em: <https://ufsmpublica.ufsm.br/todoscampi/sobre>. Acesso em: 18 nov. 2022.
- SOARES, M. Y. **Avaliação do desempenho dos sistemas isolados no estado do Amazonas a partir de um estudo de caso**. 2008. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2008.
- SOEFIAN, W. et al. Study of power flow and stability for a hybrid diesel-PV power system in Indonesia. **2nd International Conference on Green Energy and Environment**, Bangka Belitung, abril 2020. ISSN 10.1088/1755-1315/599/1/012035.
- SOLAR, C. Canadian Solar Brazil. **Canadian Solar**, 2022. Disponível em: <https://www.csisolar.com/br/hiku6/>. Acesso em: 16 out. 2022

