



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

MARCELO PEREIRA DE **REZENDE** SARMENTO COSTA, Cap Eng

**Estratégia de Sustentabilidade e Eficiência Econômica na Adoção de Energia
Solar em Substituição a Geradores a Diesel**

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

MARCELO PEREIRA DE **REZENDE** SARMENTO COSTA, Cap Eng

Estratégia de Sustentabilidade e Eficiência Econômica na Adoção de Energia Solar em Substituição a Geradores a Diesel

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Ciência, Tecnologia e Inovação

Orientador: Allison Nunes Fernandes, Maj Eng

Rio de Janeiro

2024

MARCELO PEREIRA DE **REZENDE** SARMENTO COSTA, Cap Eng

Estratégia de Sustentabilidade e Eficiência Econômica na Adoção de Energia Solar em Substituição a Geradores a Diesel.

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Thiago Diorgilis Ribeiro **Daniel**, Ten Cel Av
EAOAR

Allison Nunes Fernandes, Maj Eng
EAOAR

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

A Base Aérea de Santa Cruz possui um gerador a diesel, localizado na Praia da Marambaia, em um posto remoto, que é fonte de preocupação para os gestores da Organização Militar devido aos seus altos custos operacionais e questões ambientais associadas à sua manutenção. Para resolver essa questão, defende-se a necessidade de implantação do sistema de energia solar em substituição ao gerador a diesel no posto remoto da Base Aérea de Santa Cruz, a fim de otimizar a matriz energética. Para embasar essa tese, o primeiro argumento sustenta que a implementação do sistema de energia solar em substituição ao gerador é altamente benéfica para o meio ambiente, já que elimina os riscos ambientais da emissão de dióxido de carbono na atmosfera e do vazamento de diesel no solo, fomentando a sustentabilidade na área de instalação. Para um segundo argumento, destaca-se que a substituição de um sistema de fornecimento de energia baseado em geradores a diesel por um sistema alimentado por energia solar resulta em significativa economia financeira ao longo do tempo quando se elimina diversos procedimentos atribuídos ao gerador a diesel. Esses sistemas solares possuem benefícios ambientais, como a eliminação das emissões de gases de efeito estufa, já que os painéis solares não emitem o Dióxido de Carbono. Ademais, a troca desses equipamentos que utilizam combustíveis fósseis pelo sistema solar acarreta uma economia de gastos por se beneficiar de uma manutenção mais barata e por não precisar do uso de um combustível oneroso que é o diesel.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Energia Solar. Economia. Combustíveis Fósseis.

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, o Brasil destaca-se como líder entre os países que experimentaram uma notável expansão de energia renovável na América Latina, de acordo com Relatório *Renewables de 2023* da Agência Internacional de Energia (AIE, 2023). Essa expansão se deve a significativa colaboração da energia solar instalada na matriz energética do Brasil. Ademais, já há planos para expansão desse tipo de energia até áreas remotas, onde a infraestrutura de energia via linhas de distribuição se torna inviável.

Na Força Aérea Brasileira, existem diversos locais remotos que abrigam equipamentos e postos de serviço sem que haja uma rede elétrica oriunda de alguma concessionária. Nessas áreas, os projetos elétricos foram inicialmente concebidos para que o fornecimento de energia elétrica fosse disponibilizado por geradores a diesel. Porém, este tipo de geração possui diversas desvantagens ligadas a custo, logística de manutenção e impactos ambientais.

No contexto regional, a Base Aérea de Santa Cruz é responsável pela operação e manutenção de um posto de serviço avançado, localizado na praia da Marambaia. O local é isolado e de difícil acesso o que inviabiliza o fornecimento de energia através de linhas de distribuição convencionais. Por esse motivo, o prédio é energizado por um Grupo Gerador a diesel que fornece energia necessária para apoiar os militares de serviço que ocupam a construção e também para alimentar os equipamentos de comunicação existentes no local.

É importante destacar que a manutenção periódica, tanto preventiva quanto corretiva, realizada por técnicos especializados, é essencial para garantir o perfeito funcionamento contínuo deste gerador. Somado a isso, existe a logística para aquisição e deslocamento do combustível necessário para abastecimento regular do grupo gerador. Pelos motivos elencados, manter esse tipo de sistema tem se mostrado um problema para os gestores da Base Aérea de Santa Cruz.

Além da alegação supracitada, ter um grupo gerador movido a diesel no local citado, pode trazer diversos problemas ao meio ambiente, tanto na liberação de dióxido de carbono na atmosfera, quanto no risco de contaminação do solo, devido a vazamento de diesel em uma área de preservação ambiental.

Desse modo, este ensaio acadêmico defende a necessidade de implantação do sistema de energia solar em substituição ao gerador a diesel no posto isolado da Base Aérea de Santa Cruz, a fim de otimizar a matriz energética.

Para fundamentar essa tese, o primeiro argumento sustenta que a implementação do sistema de energia solar em substituição ao gerador é altamente benéfica para o meio ambiente, já que elimina os riscos ambientais da emissão de CO₂ na atmosfera e o vazamento de diesel no solo, fomentando a sustentabilidade na área de instalação.

Adicionalmente, o segundo argumento destaca que a substituição de um sistema de fornecimento de energia baseado em geradores a diesel por um sistema alimentado por energia solar resulta em significativa economia financeira ao longo do tempo quando se elimina diversos procedimentos atribuídos aos geradores a diesel.

2 DESENVOLVIMENTO

A energia solar é uma fonte inesgotável de energia renovável derivada da luz do sol. Ao contrário dos recursos fósseis, como o petróleo e seus derivados, que são finitos e causam impactos ambientais significativos, a energia solar é abundante e não emite gases poluentes. Ademais, o sol representa a principal fonte de energia do nosso planeta, oferecendo uma fonte farta e contínua para sua conversão em energia elétrica.

2.1 Proteção do meio ambiente

A escolha pela energia solar não se limita apenas à busca por independência energética, mas também ressalta seu papel crucial na adoção de práticas mais sustentáveis. Ao se optar por essa fonte de energia, estamos contribuindo diretamente para a mitigação dos problemas no meio ambiente, uma vez que a energia solar não apenas reduz a emissão de gases poluentes, mas também elimina a possibilidade de vazamentos de combustíveis fósseis no solo.

Quando se trata de responsabilidade ambiental, é importante direcionar o foco para os equipamentos que possam influenciar diretamente na preservação do meio ambiente. O gerador a diesel, localizado na Praia da Marambaia, sob a responsabilidade da Base Aérea de Santa Cruz, é um desses equipamentos. Esse

gerador é responsável por liberar o dióxido de carbono na atmosfera, através da queima do combustível. Diferente desse sistema que utiliza o combustível fóssil, a energia solar, como forma de geração de energia elétrica, é uma solução para o problema da emissão desses gases poluentes.

Equipamentos como esse gerador, em conjunto com as demais máquinas do setor de energia que também utilizam a queima de combustíveis fósseis, respondem pela segunda maior origem de liberação de Dióxido de Carbono (CO₂) no Brasil, ficando atrás apenas do setor agropecuário. Segundo o Sistema de Registro Nacional de Emissões (Sirene), até 2010, as emissões de CO₂ vindas do setor de energia representavam 29,2% das emissões totais do país, MCTIC (2019).

Conforme Queiroz (2019) citou, ao comparar um sistema alimentado pela energia solar com o conjunto de fontes do Sistema Integrado Nacional para abastecer a mesma carga elétrica, observa-se um aumento de 125% na emissão de dióxido de carbono na atmosfera quando se opta pelo Sistema Integrado Nacional. E ainda vale ressaltar que as emissões de dióxido de carbono associadas à energia solar ocorrem durante a fabricação dos componentes do sistema, uma vez que na conversão da energia solar em energia elétrica não há emissão de CO₂.

Em concordância com o autor citado, Mota (2020) destaca que o Brasil está intensificando seus estudos e programas de incentivo para expandir o uso da energia solar, visando substituir as fontes convencionais de energia, que utilizam os combustíveis fósseis. A adoção da energia solar é reconhecida por ter um apelo ambiental significativo, pois sua implementação contribui de forma comprovada para o equilíbrio ambiental.

Além dos problemas supracitados, a utilização desse gerador na Praia da Marambaia se torna um risco ecológico, já que há uma grande possibilidade de vazamento de combustível no solo. Esse derramamento pode ser ocasionado tanto em seu abastecimento, quanto pelo rompimento de alguma vedação em seu motor. Isso ocasionaria um impacto ambiental, já que essa área sob jurisdição da BASC é uma região de proteção ambiental.

Segundo Nascimento (2021), é possível afirmar que o derramamento de combustíveis fósseis em ecossistemas marinhos, como a Praia da Marambaia, afeta de maneiras variadas as diferentes espécies que dependem desses ambientes para sobreviver, se reproduzir, se alimentar ou migrar. Isso resulta em um aumento na mortalidade das espécies, uma diminuição na taxa de reprodução.

Diante disso, fica evidente a importância da implantação do sistema de energia solar em substituição ao gerador a diesel em um posto isolado da Base Aérea de Santa Cruz, a fim de otimizar a matriz energética. Com a instalação desses painéis fotovoltaicos, permite-se eliminar o impacto ambiental nesse posto localizado na Praia da Marambaia, já que não haverá emissão de CO₂ na atmosfera, assim como também impedirá que diesel seja despejado no solo de uma área com proteção ambiental.

2.2 Redução de gastos a longo prazo

A transição para a energia solar em substituição aos combustíveis fósseis tem sido amplamente discutida, impulsionada por diversos fatores significativos. Entre eles, destaca-se a consideração financeira envolvida na compra, instalação e manutenção dos sistemas solares. O avanço tecnológico na fabricação de painéis solares, aliado aos incentivos governamentais, tem contribuído para a crescente adoção dessa fonte de energia, resultando em uma tendência de redução nos preços desses sistemas ao longo do tempo.

Quando se pensa em economia financeira, é importante voltar as atenções para o gerador a diesel, localizado no posto da Base Aérea de Santa Cruz que está implicando em custos de manutenção preventiva excessivamente altos, o que agrava devido à exposição à maresia da praia da Marambaia. Além disso, devido à sua idade avançada, há a necessidade de substituição de peças desgastadas pelo tempo. As manutenções corretivas também são frequentes e requerem soluções imediatas para evitar interrupções no fornecimento de energia, geralmente resultando em custos elevados para a Força Aérea Brasileira (FAB).

Conforme mencionado por Neris (2022), há várias desvantagens associadas ao uso de geradores a diesel para o fornecimento de energia. Uma delas refere-se ao alto custo de aquisição desses equipamentos, seguido por manutenções que geralmente são dispendiosas. Essas manutenções englobam a troca de óleo, substituição de diversos filtros, limpeza de componentes mais sensíveis, entre outras atividades.

Além disso, o funcionamento mecânico do gerador resulta em desgaste natural das peças, demandando substituições frequentes e, conseqüentemente, aumentando os gastos. Ademais, é relevante abordar o significativo custo financeiro associado ao

consumo de combustível desse equipamento. Sabendo-se que o combustível utilizado é o diesel, é importante destacar que seu preço está sujeito a variações constantes devido à flutuação do valor da matéria-prima, o petróleo.

Ao contrário desses geradores a diesel, a energia solar inicia um processo de instalação com os custos considerados substancialmente caros, mas ao longo do tempo, os benefícios tornam-se evidentes (Teixeira, 2018). A durabilidade dos painéis solares, aliada à sua capacidade de exigir uma manutenção mínima, desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade econômica ao longo de um extenso período de tempo, tornando, assim, esta abordagem estratégica ainda mais vantajosa sob uma perspectiva financeira a longo prazo.

Segundo Marques (2017), ao realizar a instalação de um sistema fotovoltaico em substituição a um grupo gerador, visando atender a uma carga de aproximadamente 200kVA, é possível constatar uma economia significativa na ordem de R\$192.649,63 anualmente. Ao contemplar a vida útil estimada de 20 anos para tal equipamento de energia solar, surge a perspectiva de um retorno financeiro substancial, alcançando a cifra de R\$3.852.992,58. Esta análise comparativa, em relação ao investimento inicial no projeto que foi de R\$1.147.420,00, revela um lucro expressivo na magnitude de R\$2.705.572,58.

Com isso, torna-se evidente a vantagem econômica com a implantação da energia solar como substituta do gerador a diesel, localizado no posto remoto sob responsabilidade da Base Aérea de Santa. Essa economia revela-se cada vez mais clara ao longo dos anos, já que serão reduzidas as manutenções e eliminariam os abastecimentos que encarecem o sistema.

3 CONCLUSÃO

A energia solar desempenha um papel crucial no Brasil, representando 5,27% da potência total em agosto de 2023, de acordo com o Sistema de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica. Enquanto isso, na Força Aérea Brasileira, locais remotos que abrigam equipamentos e postos de serviço são inicialmente projetados para serem abastecidos por geradores a diesel, causando altos custos de manutenção, abastecimento e impactos ambientais.

Por isso, que a tese defende a implantação do sistema de energia solar em substituição ao gerador a diesel no posto isolado da Base Aérea de Santa Cruz, a fim

de otimizar a matriz energética. Essa transição não só reduziria os custos operacionais a longo prazo, mas também promoveria uma gestão mais sustentável dos recursos energéticos.

Destaca-se como primeiro argumento a sustentabilidade da energia solar como fundamental para equilibrar o meio ambiente. Ao contrário dos combustíveis fósseis, a energia solar opera sem emissões diretas de gases de efeito estufa, contribuindo diretamente para a mitigação das mudanças climáticas. Para a produção da mesma parcela de energia gerada pela usina fotovoltaica, o Sistema Integrado Nacional emitiria 125% mais de dióxido de carbono na atmosfera.

Em se tratando das questões financeiras, o segundo argumento traz a transição para a energia solar em substituição aos combustíveis fósseis, destacando fatores como a economia de gastos, avanços tecnológicos e incentivos governamentais que impulsionam essa mudança. Visando atender a uma carga de aproximadamente 200kVA, que é a potência instalada no posto da Praia da Marambaia, é possível constatar uma economia significativa na ordem de R\$192.649,63 anualmente.

Importante ressaltar que esse tipo de energia solar pode ser utilizado pelos Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA) e o Centro Regional de Controle do Espaço Aéreo Sudeste (CRCEA-SE), já que eles possuem as Estações de Apoio ao Controle do Espaço Aéreo (EACEA). Nessas Estações estão contidos os equipamentos eletrônicos essenciais para o controle do espaço aéreo que precisam se manter em perfeito estado de operação e nelas estão instalados geradores a diesel que poderiam ser substituídos pelo sistema de energia solar. Ademais, ressalta-se que esses pontos estão frequentemente localizados em áreas remotas e de difícil acesso, características essas que atenderiam melhor com a energia solar.

Adicionalmente a esses locais supracitados, as demais Organizações Militares (OM) que possuem energia secundária fornecida através de geradores a diesel também podem fazer uso dos equipamentos solares, desde que se tenha espaço suficiente para a instalação dos painéis. Isso fará com que a OM consiga uma redução em seus gastos e esteja alinhada com a questão da proteção ambiental.

REFERÊNCIAS

CONHEÇA as vantagens dos geradores OFF GRID vs geradores a diesel. In: **Conheça as vantagens dos geradores OFF GRID vs geradores a diesel**. 1.0. 01. ed. Maringá, PR: ALESSANDRA NERIS, 3 maio 2022. Disponível em: https://www.aldo.com.br/blog/conheca-as-vantagens-dos-geradores-off-grid-vs-geradores-a-diesel/?desktop_view=show/amp/. Acesso em: 4 abr. 2024.

MARQUES, André Luiz Damásio. Proposta de sistema fotovoltaico como redundância de energia elétrica.

MCTIC, Ministério da Ciência Tecnologia Inovações e Comunicações. **Sirene - Sistema de Registro Nacional de Emissões**. Disponível em: <https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/index.html>. Acesso em 08 mar 2024.

MOTA, C. B.; LEMOS DOS SANTOS JÚNIOR, A. B. PROPOSTA PARA INSTALAÇÃO DE PLACAS FOTOVOLTAICAS COMO ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE. **SEMPEsq - Semana de Pesquisa da Unit - Alagoas**, [S. l.], n. 6, 2020. Disponível em: https://eventos.set.edu.br/al_sempeq/article/view/10903. Acesso em: 20 mar. 2024.

NASCIMENTO, Noemi et al. Atividade petrolífera offshore e sua relação com os impactos ambientais nos ecossistemas marinhos. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 5, 2021.

QUEIROZ, Luann Georgy Oliveira et al.. **Geração distribuída fotovoltaica e seu impacto na redução de emissões de co2: estudo de caso de uma usina fotovoltaica situada no semiárido potiguar**. Anais I CONIMAS e III CONIDIS... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63565>. Acesso em: 10 mar 2024.

TEXEIRA, Ruan Otávio; BARRETO, Jhersyka Barros; CAVALCANTI, Ângela Maria. AVALIAÇÃO DE PONTENCIAIS PARA INSTALAÇÃO DE PLACAS FOTOVÓLTAICAS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO CAMPUS I DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDEPB. In: **Congresso Nacional da Diversidade Semiárido (CONADS)**. Campina Grande/PB. 2018.