



**SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG
COORDENADORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DE ENSINO PRESENCIAL E DE PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ALTOS ESTUDOS EM SEGURANÇA PÚBLICA**

RICARDO FARIAS BAILONA

**GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA EM QUARTÉIS
DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS**

GOIÂNIA-GO

2024



RICARDO FARIAS BAILONA

**GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA EM QUARTÉIS
DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS**

Artigo Científico apresentado como exigência para conclusão do Curso de Especialização em Altos Estudos em Segurança Pública (CAESP) pela Secretaria de Segurança Pública de Goiás e a Universidade do Estado de Goiás, sob a orientação do Prof. Dr. Licurgo Borges Winck.

GOIÂNIA-GO

2024

GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA EM QUARTÉIS DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS

TITLE: MANAGEMENT OF ENERGY SUSTAINABILITY IN BARRACKS OF THE MILITARY FIRE DEPARTMENT OF THE STATE OF GOIÁS

Ricardo Farias Bailona*
Prof. Dr. Licurgo Borges Winck**

Resumo: A sustentabilidade energética nos quartéis do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO) pode se mostrar um tema muito importante para a gestão estratégica da instituição. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo geral investigar a viabilidade e os benefícios da implementação da sustentabilidade energética em quartéis do CBMGO. Para tal propósito, o procedimento adotado na construção deste estudo foi a pesquisa descritiva através do delineamento da análise documental de artigos, livros, sites, dissertações e pesquisas de institutos relacionados ao tema e questionários direcionados aos comandantes de unidades do CBMGO. Assim, os resultados da comparação do consumo e custos, antes e depois da implementação dos sistemas fotovoltaicos, serão discutidos e apresentados em tabelas e gráficos. Considerando o objetivo do presente estudo, foi possível observar como a geração de energia solar fotovoltaica pode trazer benefícios para o meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável das unidades, destacando a importância das energias renováveis para a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica; Sustentável; Gestão estratégica.

Abstract: Energy sustainability in the barracks of the Military Fire Department of the State of Goiás (CBMGO) may prove to be a very important topic for the strategic management of the institution. Thus, the present study has the general objective of investigating the feasibility and benefits of implementing energy sustainability in CBMGO barracks. For this purpose, the procedure adopted in the construction of this study was descriptive research through the design of the documentary analysis of articles, books, websites, dissertations and research from institutes related to the topic and questionnaires directed to the commanders of CBMGO units. Thus, the results of the comparison of consumption and costs, before and after the implementation of photovoltaic systems, will be discussed and presented in tables and graphs. Considering the objective of this study, it was possible to observe how the generation of photovoltaic solar energy can bring benefits to the environment and to the sustainable development of the units, highlighting the importance of renewable energies for sustainability and sustainable development.

Keywords: Photovoltaic energy; Sustainable; Strategic management.

* Bacharel em Segurança Pública (2005) com habilitação a Bombeiro Militar. Especializando em Altos Estudos em Segurança Pública (SSP-GO/UEG). E-mail: bailonabm@hotmail.com.

** Graduado em Tecnologia Eletromecânica pelo Instituto Federal de Goiás. Especialista em Telecomunicações pela Universidade Federal de Goiás. Mestre em Ciências Mecânicas pela Universidade de Brasília. Doutor em Ciências Mecânicas pela Universidade de Brasília. Orientador do Curso de Especialização em Altos Estudos em Segurança Pública (SSP-GO/UEG). E-mail: licurgo2006@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade energética, de acordo com Veloso e Silva (2022), está relacionada a formas de produzir e consumir energia que não esgotem os recursos naturais e que minimizem os impactos ambientais. Isso inclui o uso de fontes renováveis, como solar, eólica, hidroelétrica e biomassa. Assim, a transição para uso de uma energia mais limpa é essencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e combater as mudanças climáticas. Além disso, a eficiência energética também desempenha um papel muito importante, uma vez que faz uso de menos energia para realizar a mesma tarefa.

Inicialmente o alto custo foi uma barreira significativa para a adoção em larga escala de energia solar fotovoltaica. No entanto, nos últimos anos, o cenário mudou bastante devido a vários fatores, como a redução de custos, incentivos governamentais e melhoria na eficiência dos painéis solares, o que pode facilitar o emprego da energia solar fotovoltaica, especialmente em regiões com alta incidência solar, como é o caso do Estado de Goiás (Sentone; Molleta, 2024).

Nesse sentido, a gestão institucional para a otimização de recursos e a viabilização de recursos financeiros para a implementação de energia solar é um tema de grande relevância no contexto atual, onde a sustentabilidade e a eficiência energética são prioridades globais. A gestão eficiente e a viabilização de recursos financeiros para a energia solar não apenas promovem a sustentabilidade ambiental, mas também trazem benefícios econômicos significativos (Sampaio, 2021).

Assim, a redução dos custos operacionais e a independência energética são alguns dos principais benefícios para as empresas que adotam essa tecnologia. Além disso, a energia solar contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se aos objetivos globais de combate às mudanças climáticas (Silva; Araújo, 2022).

A sustentabilidade energética nos quartéis do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO) pode se mostrar um tema muito importante para a gestão estratégica da instituição. A implementação de práticas sustentáveis pode incluir o uso de fontes de energia renovável, como painéis solares, para reduzir o consumo de energia elétrica da rede convencional. Além disso, a eficiência energética pode ser aumentada com a modernização das instalações e a utilização de equipamentos que consomem menos energia.

Outras iniciativas podem incluir a gestão adequada dos recursos hídricos, a reciclagem de materiais e a conscientização dos bombeiros militares sobre práticas sustentáveis no dia a dia. Essas ações não apenas ajudam a reduzir custos operacionais, mas

também promovem uma imagem positiva da instituição em relação a preservação do meio ambiente.

O Plano Estratégico do CBMGO 2022 – 2031, coloca o Projeto Capilaridade Regionalização Bombeiro Militar e a estratégia de construção de Postos Avançados como fundamentais, do ponto de vista de sustentabilidade energética. Ao projetar estruturas menores, com baixa manutenção e gestão otimizada, o CBMGO se alinha diretamente aos princípios de eficiência no uso de recursos, essenciais para a sustentabilidade (CBMGO, 2023).

Essa abordagem sugere uma preocupação com a sustentabilidade e a eficiência na utilização de recursos, alinhando-se à necessidade de expansão planejada e sustentável da corporação. Além disso, o plano destaca a importância de grandes investimentos no Comando da Academia e Ensino Bombeiro Militar, bem como a construção de uma policlínica para atendimento dos militares e seus dependentes, o que também refleti uma preocupação com a infraestrutura adequada e sustentável para atender às demandas crescentes.

Nessa linha, a instalação de placas solares nos quartéis do CBMGO pode trazer vários benefícios. Primeiro, a energia solar é uma fonte limpa e renovável, que ajuda a reduzir a dependência de fontes de energia não renováveis e diminui a emissão de gases poluentes. Além disso, a economia com a conta de energia elétrica pode ser significativa, permitindo que os recursos sejam direcionados para outras áreas importantes, como treinamento dos militares e compra de equipamentos operacionais.

O CBMGO vem nos últimos anos buscando otimizar o emprego de seus recursos orçamentários para promover cada vez mais incrementos significativos de materiais e viaturas operacionais. Considerando que os custos com energia elétrica dos quartéis do CBMGO são bastante significativos, tendo em vista que o serviço bombeiro militar é ininterrupto, ou seja, os quartéis funcionam 24 horas por dia durante todos os dias da semana. Importante também dizer, que devido aos constantes aumentos nas tarifas de energia elétrica esse custo é alvo constante de preocupação do CBMGO.

Dessa forma, para o CBMGO, a implementação de sistemas de energia fotovoltaica pode representar uma oportunidade estratégica de alinhamento a essas tendências globais. Primeiramente, a instalação de painéis solares nos quartéis do CBMGO pode contribuir significativamente para a redução dos custos operacionais. Os recursos economizados com a redução das contas de energia elétrica podem ser redirecionados para outras áreas essenciais da corporação, como aquisição de equipamentos, treinamento dos bombeiros militares e melhoria das instalações físicas.

Além disso, a adoção de tecnologias sustentáveis como a energia fotovoltaica está em consonância com as políticas públicas de incentivo à sustentabilidade e à responsabilidade ambiental. Ao optar por uma fonte de energia limpa e renovável, o CBMGO não só contribui para a diminuição da emissão de gases de efeito estufa, como também serve de exemplo para outras instituições de segurança pública e para a população em geral, ajudando a promover uma cultura de sustentabilidade.

Outra situação, é que ao implementar estratégias de sustentabilidade energética em quartéis do CBMGO representa contribuir diretamente para a redução da pegada de carbono do Estado e, além disso, pode incentivar outras instituições públicas a fazerem o mesmo. Assim, quais são as principais barreiras e desafios que podem ser enfrentados pelo CBMGO para a adoção de práticas sustentáveis e sistemas de energia fotovoltaica em suas edificações?

Neste sentido, essa pesquisa voltada ao estudo e a implementação de sistemas de energia fotovoltaica nos quartéis do CBMGO se justifica pelo seu alinhamento com a busca de uma gestão estratégica voltada a modernização e eficiência do serviço público. Além disso, demonstra a responsabilidade ambiental da instituição e evidencia que sua atuação vai além da prestação de serviços de emergência e que também têm um papel crucial na construção de um futuro mais sustentável para a sociedade goiana.

Portanto, a adoção de práticas sustentáveis e de energia solar fotovoltaica nos quartéis poderá permitir que o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás se torne parcialmente autossuficiente em energia, resultando em uma economia significativa nos gastos com eletricidade, reduzindo a vulnerabilidade da instituição frente aos constantes aumentos nas tarifas de energia elétrica. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo geral investigar a viabilidade e os benefícios da implementação da sustentabilidade energética em quartéis do CBMGO.

Para tal propósito, o procedimento adotado na construção deste estudo foi a pesquisa descritiva através do delineamento da análise documental de artigos, livros, sites, dissertações e pesquisas de institutos relacionados ao tema. Portanto, tem como base metodológica a pesquisa bibliográfica baseada na abordagem quantitativa, analisando dados de consumo de energia em duas unidades que possuem sistemas fotovoltaicos, e qualitativa por meio de questionários direcionados aos comandantes de unidades do CBMGO. Assim, os resultados da comparação do consumo e custos, antes e depois da implementação dos sistemas fotovoltaicos, serão discutidos e apresentados em tabelas e gráficos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sustentabilidade energética: gestão e eficiência de recursos públicos

De acordo com Souza Júnior (2017), a crise ambiental global atual, marcada principalmente pelas mudanças climáticas, destaca a urgente necessidade de uma reavaliação de comportamentos e da implementação de ações sustentáveis. Essas mudanças de atitude devem ser incorporadas tanto no cotidiano das pessoas quanto em estratégias futuras, com foco na redução dos impactos negativos sobre o meio ambiente. O Brasil, em particular, apresenta grande vulnerabilidade diante do aquecimento global, sendo fortemente afetado por seus efeitos adversos.

O efeito estufa, em sua função natural, é essencial para a sobrevivência da espécie humana, uma vez que, sem ele, a temperatura na Terra seria extremamente baixa, inviabilizando a vida como conhecemos. No entanto, a ação humana acelerou de forma significativa a emissão desses gases, alcançando níveis críticos, o que tem intensificado o efeito estufa e contribuído para o aumento das temperaturas globais, fenômeno comumente denominado aquecimento global (Eibel; Pinheiro, 2015).

A energia elétrica é uma das principais preocupações energéticas contemporâneas, sendo considerada indispensável para a vida moderna. A falta de eletricidade pode gerar sérias consequências para o desenvolvimento global. No contexto brasileiro, além das questões relacionadas à sustentabilidade e à dificuldade em atender à crescente demanda por energia, o aumento constante nas tarifas de eletricidade tem se tornado uma preocupação significativa para a população. Os índices elevados de radiação do Brasil e a possibilidade de integração com a rede elétrica convencional colocam a energia solar fotovoltaica em destaque (Reis; Júnior; Perin, 2020).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido pela primeira vez em 1980 no documento Estratégia de Conservação Mundial. Segundo Barbieri (2020), desenvolvimento é definido como a modificação da biosfera e a utilização de recursos para atender às necessidades humanas e melhorar a qualidade de vida, enquanto conservação se refere à gestão do uso dos recursos da Terra para alcançar o maior benefício sustentável.

A crise do petróleo na década de 70 foi um marco inicial para a busca por eficiência energética, mas foi nas últimas décadas que os avanços mais significativos ocorreram. No Brasil, o Programa de Eficiência Energética (PEE), criado em 1998 e coordenado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), tem incentivado a adoção de tecnologias e

práticas que aumentam a eficiência energética, beneficiando tanto os consumidores quanto o setor elétrico (Machado, 2018).

A Rio-92 trouxe muitas mudanças significativas em termos de sustentabilidade ambiental. No setor energético, a principal foi a Convenção Climática, que tem como objetivo estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa (Cunha; Augustin, 2014).

Em vista disso, nos últimos anos a sustentabilidade energética tem se tornado um tema central nas políticas públicas e na gestão de recursos em diversos países, incluindo o Brasil. Por conseguinte, nesse período várias iniciativas e estudos destacaram a importância da eficiência energética e da gestão sustentável dos recursos públicos. Eibel e Pinheiro (2015) afirmam que a sustentabilidade energética aliada com o ganho de créditos de carbono pela utilização de energia limpa no Brasil tem se destacado como uma importante estratégia no combate às mudanças climáticas e na transição para uma economia de baixo carbono.

O mecanismo de créditos de carbono, instituído pelo Protocolo de Kyoto (1997) e aprimorado no Acordo de Paris (2015), permite que empresas e governos que reduzem suas emissões de gases de efeito estufa possam gerar e vender créditos de carbono. Cada crédito de carbono corresponde a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente evitada ou removida da atmosfera. O Brasil, tem um grande potencial para ampliar a geração de energia limpa e, consequentemente, aumentar a quantidade de créditos de carbono gerados (Cunha; Augustin, 2014).

Após a crise energética de 2001, o Brasil começou a implementar projetos de leis e taxas sobre o uso da energia. Entre essas medidas, destacam-se a redução de impostos para produtos e equipamentos que aumentam a eficiência energética (como Imposto de Importação, IPI e ICMS) e a isenção de IPI, PIS e Cofins na compra de geradores de energia e equipamentos para usinas termelétricas e hidrelétricas (Menkes, 2004).

Além disso, a crise financeira que afeta o setor público no Brasil impõe a necessidade de racionalizar recursos e reduzir despesas, o que inclui cortes no consumo de energia elétrica em diversas organizações públicas (Souza Júnior, 2017). Face a isso, a crescente demanda por eficiência energética e a busca por soluções sustentáveis têm impulsionado diversas instituições públicas e privadas a adotarem práticas que promovam a redução do consumo de energia e impactos ambientais.

Tolmasquim (2016) explica que as grandes usinas hidrelétricas, apesar de serem consideradas fontes de energia limpa devido aos baixos níveis de emissão de gases de efeito estufa, causam impactos negativos ao ocupar vastas áreas de terras produtivas e florestas, afetando a vegetação, a fauna e a flora local.

Sentone e Molleta (2024) afirmam que as energias renováveis são fundamentais no processo de transição global para o desenvolvimento sustentável. No Brasil, há regiões com grande potencial para a implementação de energia eólica: o litoral conta com 75 milhões de kW, o Sudeste com 29,7 milhões de kW, e o Sul com 22,8 milhões de kW, o que equivale ao dobro da média mundial (Jannuzzi et al., 2012). Essa energia apresenta externalidades positivas nas políticas públicas ambientais, pois ajuda a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, facilitando o cumprimento do Protocolo de Kyoto. Contudo, além dos altos investimentos necessários para sua implantação, ela pode causar poluição sonora e visual (Jannuzzi et al., 2012).

A biomassa também contribui para o cumprimento do Protocolo de Kyoto, mas sua produção emite material particulado na atmosfera. Se não tratada adequadamente, pode poluir o ar e o solo, elevando os preços dos produtos agrícolas. Esse dilema deve ser analisado com cautela (Lopes; Taques, 2016).

A energia solar se destaca como a fonte de energia mais abundante disponível na Terra, superando em larga escala todas as outras formas de energia. Estima-se que a quantidade de energia solar que atinge o planeta em apenas 40 minutos seria suficiente para suprir todo o consumo energético mundial ao longo de um ano (Dantas, 2020). Além disso, a energia solar surge como uma alternativa promissora para a geração de energia limpa, sendo capaz de atender às necessidades de residências, empresas, instituições de ensino e instalações públicas. A utilização dessa fonte de energia renovável representa um passo significativo em direção à sustentabilidade, especialmente diante da necessidade global de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e minimizar os impactos ambientais associados à geração de energia convencional (Souza Júnior, 2017).

O Brasil possui um cenário favorável para a pesquisa, desenvolvimento e implantação de projetos relacionados à energia solar. A grande extensão territorial com alta incidência de radiação solar, aliada às vastas reservas de silício, principal matéria-prima para o desenvolvimento de painéis solares, cria um contexto propício para essa fonte de energia (Tolmasquim, 2016).

Por outro lado, a energia solar apresenta vantagens como uma vida útil de 20 a 30 anos, dependendo do fabricante, não gera poluição ambiental ou sonora, requer pouca manutenção e pode fornecer energia em dias nublados ao armazenar energia (Passini et al., 2023).

Segundo Farret (2010), o Brasil possui um grande potencial energético solar, estimado em cerca de 2.500 MW, o que é cinco vezes superior ao dos Estados Unidos e

consideravelmente maior que o de países desenvolvidos, oferecendo assim amplas possibilidades de aproveitamento. A alta incidência de radiação solar e a vasta extensão territorial do Brasil favorecem o avanço da tecnologia fotovoltaica e o aumento dos incentivos.

A primeira utilização de energia solar no Brasil ocorreu em 2011, com a instalação da primeira usina solar no município de Tauá, no sertão do Ceará. Esta foi a primeira usina solar instalada no país e na América Latina. O Brasil possui características favoráveis para o uso de fontes renováveis de energia, especialmente a eólica e a solar, devido ao clima e à alta incidência solar ao longo do ano (Silva; Araújo, 2022).

Um dos sistemas de energia solar mais utilizados é o *on-grid* que permanece conectado à rede de distribuição, permitindo que, quando não haja produção de energia fotovoltaica, seja possível utilizar a energia da distribuidora. Por outro lado, quando há excesso de produção, um inversor injeta a energia excedente na rede pública, gerando créditos para uso futuro na conta de energia (Bezerra, 2021).

Quando o sistema fotovoltaico é conectado à rede da distribuidora local, sistema *on-grid*, o consumidor automaticamente adere ao sistema de compensação de créditos de energia solar. Isso significa que, quando a energia gerada pelos painéis solares supera o consumo da unidade, o excedente é injetado na rede da concessionária em troca de créditos medidos em quilowatts-hora, que podem ser usados por até 60 meses (Intelbras, 2021).

Atualmente, o Brasil conta com aproximadamente 19.962 empreendimentos de Centrais Geradoras Fotovoltaicas (UFV), conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2023). Esses empreendimentos somam uma potência outorgada em operação de 90.346.803,13 kW, o que corresponde a 2,97% da Matriz Energética Renovável do país. Os estados de Minas Gerais, Bahia e Piauí são os que apresentam a maior potência instalada.

Além disso, o Atlas da Eficiência Energética 2023, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), revelou que o consumo de energia nas residências brasileiras ficou 20% mais eficiente nos últimos 17 anos. Esse avanço foi impulsionado por políticas públicas que promoveram a disseminação de equipamentos mais modernos e eficientes, como geladeiras, aparelhos de ar-condicionado e lâmpadas.

A Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) também destacou que a eficiência energética tem um potencial equivalente ao das energias renováveis para a redução das emissões de dióxido de carbono até 2050. A combinação de eficiência energética e uso de

fontes renováveis é crucial para alcançar as metas de emissões líquidas neutras (IRENA, 2022).

Esses esforços são fundamentais para garantir um futuro sustentável, onde a gestão eficiente dos recursos públicos desempenha um papel vital na mitigação das mudanças climáticas e na promoção de um sistema energético mais limpo e seguro. A integração de fontes renováveis, a digitalização de redes e o desenvolvimento de edifícios inteligentes são algumas das inovações tecnológicas que têm contribuído significativamente para esse avanço.

Portanto, a sustentabilidade energética e a eficiência na gestão de recursos públicos são pilares essenciais para a transição energética e a construção de um futuro mais sustentável. As políticas e iniciativas implementadas no Brasil demonstram o compromisso contínuo com a preservação dos recursos naturais e a promoção de um desenvolvimento econômico sustentável.

2.2 Legislação e normas

O mercado mundial tem apresentado um crescimento impressionante na última década. Nesse cenário, observa-se que os países que mais avançaram em energia solar fotovoltaica geralmente adotaram políticas de incentivo para fabricação ou importação de equipamentos, financiamento para aquisição de painéis e, principalmente, regulamentos para a comercialização da energia elétrica produzida (Nascimento, 2017). Por essas razões, o Brasil tem criado legislações para se alinhar às tendências internacionais. É essencial analisar essa legislação para compreender a estrutura político-econômica da produção de energia solar fotovoltaica no país.

Nesse sentido, dentre as principais entidades que desempenham funções para a regulação e operação do setor elétrico brasileiro, destacam-se os seguintes órgãos oficiais: o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Criado em 1960 pela Lei nº 3.782, o MME foi extinto em 1990 pela Lei nº 8.028, que transferiu suas funções ao Ministério da Infraestrutura. Em 1992, o MME foi recriado pela Lei nº 8.422.

O MME tem a missão de formular e implementar Políticas Públicas que garantam a gestão sustentável dos recursos energéticos e minerais, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil (Ministério de Minas e Energia, 2023).

No Brasil, um grande passo em direção à sustentabilidade foi dado em 2002, com a Lei nº 10.438/2002, que criou o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica). O objetivo desse programa era diversificar a Matriz Energética Brasileira, buscando alternativas que aumentassem a segurança no fornecimento de energia elétrica e valorizassem as características e potencialidades regionais e locais (Brasil, 2002).

Até o fim de 2011, o PROINFA já havia implementado 119 empreendimentos, incluindo 41 usinas eólicas, 59 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e 19 térmicas a biomassa. Esses empreendimentos somavam uma capacidade instalada de 2.649,87 MW, sendo 963,99 MW em usinas eólicas, 1.152,54 MW em PCHs e 533,34 MW em plantas de biomassa (Paixão; Miranda, 2018).

As questões relacionadas ao setor elétrico nem sempre foram claras, e o marco legal brasileiro teve uma evolução lenta e complexa. Muitas vezes, os objetivos eram divergentes e várias mudanças de direção complicaram o cenário institucional (Pedrosa, 2005). Apesar dessa lentidão, é possível notar uma evolução no marco legal brasileiro, com a criação de leis, decretos e órgãos reguladores ao longo dos anos, todos com a premissa da sustentabilidade ambiental.

Um marco importante dentro da energia solar foi a elaboração da Resolução Normativa nº 482, aprovada pela Aneel em abril de 2012. A mesma autorizou que as micro e minigeração de energia elétrica partissem de fontes renováveis de energia com sistemas de geração distribuída conectado a redes de baixa tensão, a chamada Microgeração e da Minigeração Distribuídas de Energia Elétrica – MMGD (Mauad; Ferreira; Trindade, 2017). Além disso, por meio do Sistema de Compensação de Energia Elétrica – SCEE, o consumidor pode fornecer o excedente para a rede de distribuição local, tendo a compensação do consumo de energia.

O Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), criado pela Portaria nº 538/2015, é uma iniciativa do MME que busca promover e facilitar a geração distribuída de energia elétrica no Brasil. Esse programa é um reflexo da crescente demanda por soluções energéticas mais sustentáveis e descentralizadas. O ProGD tem como objetivo estimular a adoção de sistemas de geração de energia próximos ao local de consumo, como usinas solares, eólicas e biomassa, contribuindo para a diversificação da matriz energética do país (Ministério de Minas e Energia, 2015).

A Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica (PRONASOLAR), instituída em 2018 pelo Projeto de Lei nº 10.370/2018 com objetivo principal de promover o uso de fontes de energia renovável no Brasil, com foco na energia solar fotovoltaica. A PRONASOLAR

trouxer benefícios como linhas de crédito mais acessíveis e condições favoráveis de juros e pagamentos para sistemas de energia solar. Isso facilitou o investimento em energia solar tanto para empresas quanto para consumidores residenciais.

A Norma Técnica 44/2023 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, editada pela Portaria CBMGO nº 544, de 20 de outubro de 2023, estabelece diretrizes e medidas de segurança contra incêndio e pânico em edificações ou locais de risco que possuam sistemas de energia solar fotovoltaica, conforme previsto no Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (Lei nº 15802, de 11 de setembro de 2006), sendo recomendatória para arranjos fotovoltaicos em edificações unifamiliares (Goiás, 2023).

Com a publicação desta norma, o Estado de Goiás se junta a Minas Gerais e Mato Grosso, estados que já possuem regulamentações estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros em relação à segurança em sistemas fotovoltaicos. Esta medida é um passo significativo para garantir a segurança e promover o uso responsável de sistemas fotovoltaicos no estado.

2.3 Redução do consumo de energia aliado a práticas de sustentabilidade energética

De acordo com Santos et al. (2006), a busca pelo desenvolvimento de equipamentos e instalações que permitissem um melhor aproveitamento da energia começou com a crise do petróleo na década de 70, quando houve uma escassez na oferta de petróleo e um consequente aumento dos preços. De forma geral, seja pelo aumento da demanda ou pela redução da oferta, a ameaça de falta de energia levou o governo a incentivar o desenvolvimento de equipamentos e edificações que pudessem oferecer o mesmo desempenho com um menor consumo de energia.

A redução do consumo de energia, aliada a práticas de sustentabilidade energética, é um tema crucial para o desenvolvimento sustentável e a mitigação das mudanças climáticas. Nos últimos anos, diversas iniciativas e tecnologias têm sido implementadas para promover a eficiência energética e o uso de fontes renováveis, contribuindo para um futuro mais sustentável.

Nesse sentido, a eficiência energética é fundamental para reduzir o consumo de energia sem comprometer o conforto e a produtividade. No Brasil, políticas públicas e programas de incentivo têm promovido a adoção de equipamentos mais eficientes, como geladeiras, aparelhos de ar-condicionado e lâmpadas LED. Entre 2013 e 2022, o país investiu quase R\$ 5 bilhões em projetos de eficiência energética, resultando em uma melhoria de 20% na eficiência do consumo residencial (Governo Federal, 2023).

Dentre outras práticas de sustentabilidade energética que podem reduzir o desperdício e proporcionar vantagens financeiras, permitindo que os recursos economizados sejam destinados a áreas prioritárias, estão a desativação de dispositivos eletrônicos que não estão em funcionamento, o uso de lâmpadas LED e eletrodomésticos eficientes. Tais práticas podem reduzir bastante as contas de energia e consequentemente valorizar a responsabilidade social e ambiental. Portanto, um consumo consciente de energia não apenas contribui para a preservação do meio ambiente, como também promove benefícios econômicos e melhora a imagem de empresas ou instituições (CPFL, 2024).

Reis, Júnior e Perin (2020) realizaram pesquisa focada na sustentabilidade e eficiência energética, com o objetivo de investigar a viabilidade técnica e econômica da instalação de um sistema de energia fotovoltaica em dois estabelecimentos públicos no município de Concórdia-SC, uma escola urbana e outra rural. O estudo buscou analisar como o uso da energia solar poderia reduzir os custos das faturas de energia elétrica nessas instituições. Através de uma análise comparativa dos dados coletados em ambos os empreendimentos, verificou-se que a adoção de energia solar fotovoltaica como fonte de eletricidade pode resultar em uma redução significativa nos custos de consumo de energia junto à concessionária. Os resultados indicaram que a energia solar é uma alternativa viável e eficaz para órgãos públicos, pois pode proporcionar economia em um curto período, inferior a quatro anos, gerando benefícios tanto para os cofres públicos quanto para a promoção de uma educação voltada à sustentabilidade e preservação dos recursos ambientais.

Assim, a adoção de práticas de sustentabilidade energética tem um impacto positivo significativo no meio ambiente e na sociedade. A redução do consumo de energia diminui a demanda por recursos naturais, preservando o meio ambiente e melhorando a qualidade do ar. A combinação de eficiência energética, uso de fontes renováveis e inovações tecnológicas pode transformar o setor energético, promovendo um desenvolvimento econômico equilibrado e a preservação ambiental, garantindo que as futuras gerações tenham acesso a recursos energéticos de forma equitativa.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi conduzida sob a perspectiva contemporânea de gestão de recursos públicos, visando promover a adoção de práticas sustentáveis nos quartéis do CBMGO, com o objetivo de reduzir os custos com energia elétrica da instituição.

A pesquisa pode ser classificada como bibliográfica pois é baseada em materiais previamente elaborados, como artigos científicos e livros. Contudo, além desses, o estudo utiliza fontes que ainda não receberam um tratamento analítico, como dados de contas de energia, manuais e legislações relacionadas à sustentabilidade, o que enquadra a pesquisa também como documental (Gil, 2002).

O estudo tem como base a análise de dados coletados em duas unidades do CBMGO que já implantaram sistemas de energia fotovoltaica, localizadas nos municípios de Anápolis e Minaçu. Os dados foram obtidos diretamente dos registros institucionais dessas unidades, com foco nos indicadores de consumo de energia antes e após a implementação dos sistemas fotovoltaicos. Com isso, foi possível avaliar o impacto da adoção de práticas sustentáveis em relação ao consumo energia elétrica.

Para a análise, foram utilizadas planilhas do Excel, nas quais são organizados e tratados os dados de consumo de energia elétrica, dentro de um período de dois anos (antes e depois da instalação dos sistemas fotovoltaicos), economia financeira gerada e potenciais impactos ambientais, como a redução na emissão de gases de efeito estufa. A comparação entre os períodos antes e depois da instalação dos sistemas fotovoltaicos permitiu identificar as mudanças no consumo de energia e nos custos operacionais das unidades. Esses resultados são apresentados em tabelas e gráficos para facilitar a visualização das diferenças observadas.

Além da análise do consumo energético, foram avaliados os benefícios financeiros e ambientais da implementação dos sistemas fotovoltaicos através de questionários (Apêndice A) respondidos pelos comandantes dos quartéis do CBMGO dos municípios de Anápolis, Itumbiara, Minaçu, Rio Verde e Silvânia. A economia financeira das unidades de Anápolis e Minaçu foi calculada com base nos valores das contas de energia elétrica, enquanto o impacto ambiental foi estimado considerando a redução da pegada de carbono das unidades em questão. Dessa forma, o estudo busca fornecer um panorama completo dos benefícios da adoção de práticas de sustentabilidade energética

Em relação aos objetivos, esta pesquisa é caracterizada como descritiva, pois tem como foco a descrição das práticas de sustentabilidade energética, além de buscar estabelecer correlações entre essas práticas e a redução no consumo de energia. No que diz respeito à natureza, esta é uma pesquisa aplicada, pois seu objetivo principal é gerar conhecimento que viabilize a implementação de práticas de sustentabilidade energética no CBMGO.

Segundo Lakatos e Marconi (2003), o método indutivo envolve um processo mental que parte de observações específicas e particulares, a partir das quais se deduz uma verdade geral ou universal que não estava explicitamente presente nas partes analisadas. Dessa forma,

o método de raciocínio empregado na pesquisa pode ser classificado como indutivo, uma vez que se baseia em situações específicas para chegar a conclusões ou verdades de caráter mais geral. Isso é evidenciado no estudo de caso de dois quartéis do CBMGO que adotaram sistemas de energia fotovoltaica, analisando os resultados obtidos e sua possível aplicabilidade em outros quartéis do estado.

Portanto, a pesquisa adota uma abordagem quantitativa, analisando dados de consumo de energia em duas unidades que possuem sistemas fotovoltaicos, e qualitativa por meio de entrevistas com os comandantes dos quartéis do CBMGO (Lakatos; Marconi, 2003). Assim, os resultados da comparação do consumo e custos, antes e depois da implementação dos sistemas fotovoltaicos, foram discutidos e apresentados em tabelas e gráficos. Por fim, o estudo também proporá sugestões para a adoção dessas práticas em outras unidades do CBMGO, com o objetivo de incentivar a criação de uma cultura de sustentabilidade energética na corporação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Sistemas de energia fotovoltaicas em quartéis do CBMGO

Conforme estabelecido no Plano Estratégico do CBMGO 2022 – 2031, dentre outros valores, integram a identidade organizacional da Corporação o estabelecimento de metas compatíveis com o desenvolvimento sustentável da sociedade. Sendo a capacidade de sustentação ou conservação do processo de desenvolvimento, suprimindo as necessidades do presente, preservando os recursos para o futuro.

Assim, a adoção de sistemas de energia fotovoltaica pelo Corpo de Bombeiros é uma iniciativa concreta para promover práticas sustentáveis e o uso consciente dos recursos. Essa ação está alinhada ao Plano Estratégico da instituição, cuja missão é proteger a vida, o meio ambiente e o patrimônio, promovendo um desenvolvimento social responsável e seguro.

Portanto, é crucial que estratégias, programas e projetos sejam desenvolvidos para agregar valor à organização, valorizando cada bombeiro militar, capacitando-os e oferecendo as melhores condições de trabalho, permitindo que cumpram com eficácia a missão de “proteger a vida, o patrimônio e o meio-ambiente para o bem-estar da sociedade” (CBMGO, 2023, p. 12).

A implementação de tecnologia de energia solar fotovoltaica no Corpo de Bombeiros, além de gerar economia para os cofres públicos, contribuir para a matriz

energética nacional e reduzir a emissão de gases de efeito estufa, também diminui o consumo de energia das usinas hidrelétricas ou termelétricas, além de proporcionar todos os benefícios descritos ao longo deste trabalho.

Assim, analisou-se a instalação dos sistemas de energia solar fotovoltaica (*on-grid*) nos imóveis dos quartéis do CBMGO localizados nas cidades de Anápolis e Minaçu, no estado de Goiás, foram consideradas as contas de energia das unidades consumidoras nº. 20497118 e nº. 4020077825, respectivamente, sendo ambas do Grupo B B3 Poder Público – Convencional Trifásico.

Na tabela 1 estão descritos o consumo e valores das faturas do período de 1 ano antes da instalação das placas fotovoltaicas no Batalhão Bombeiro Militar de Anápolis, sendo a quantidade de placas instaladas demonstradas no gráfico 1. A instalação das placas no quartel se deu em maio de 2021 em que, como pode ser observado na tabela 2, a conta de junho de 2021 que teve o reflexo do início do funcionamento do sistema fotovoltaico.

Tabela 1 – Consumo de energia 1 ano antes do funcionamento das placas fotovoltaicas no Batalhão Bombeiro Militar de Anápolis – Goiás.

Mês/Ano	Valor Fatura (R\$)	Consumo (kWh)
Jun/2020	2011,67	2476
Jul/2020	2085,88	2404
Ago/2020	1671,56	2033
Set/2020	1905,41	2309
Out/2020	3010,70	3697
Nov/2020	2855,31	3341
Dez/2020	3113,84	3356
Jan/2021	3023,01	3252
Fev/2021	2828,49	3314
Mar/2021	2763,14	3098
Abr/2021	3892,12	4585
Maio/2021	3183,61	3656

Fonte: O autor (2024).

Tabela 2 – Consumo de energia no período de 1 ano com o funcionamento das placas fotovoltaicas no Batalhão Bombeiro Militar de Anápolis – Goiás.

Mês/Ano	Valor Fatura (R\$)	Consumo (kWh)
----------------	---------------------------	----------------------

Jun/2021	150,84	2292
Jul/2021	91,10	1567
Ago/2021	95,48	1266
Set/2021	95,08	1575
Out/2021	100,49	2380
Nov/2021	107,70	1737
Dez/2021	111,93	1937
Jan/2022	112,06	1616
Fev/2022	113,80	1673
Mar/2022	118,07	1762
Abr/2022	120,53	2083
Maio/2022	110,61	1875

Fonte: O autor (2024).

Tabela 3 – Consumo de energia 1 ano antes do funcionamento das placas fotovoltaicas na Companhia Independente Bombeiro Militar de Minaçu – Goiás.

Mês/Ano	Valor Fatura (R\$)	Consumo (kWh)
Jan/2022	1008,82	1268
Fev/2022	1805,12	2241
Mar/2022	2094,88	2499
Abr/2022	2039,35	2504
Maio/2022	1418,50	2077
Jun/2022	1076,82	1591
Jul/2022	942,09	1425
Ago/2022	910,52	1360
Set/2022	1294,36	1932
Out/2022	1489,28	2254
Nov/2022	1763,60	2528
Dez/2022	1427,06	1998,91

Fonte: O autor (2024).

Tabela 4 – Consumo de energia no período de 1 ano com o funcionamento das placas fotovoltaicas na Companhia Independente Bombeiro Militar de Minaçu – Goiás.

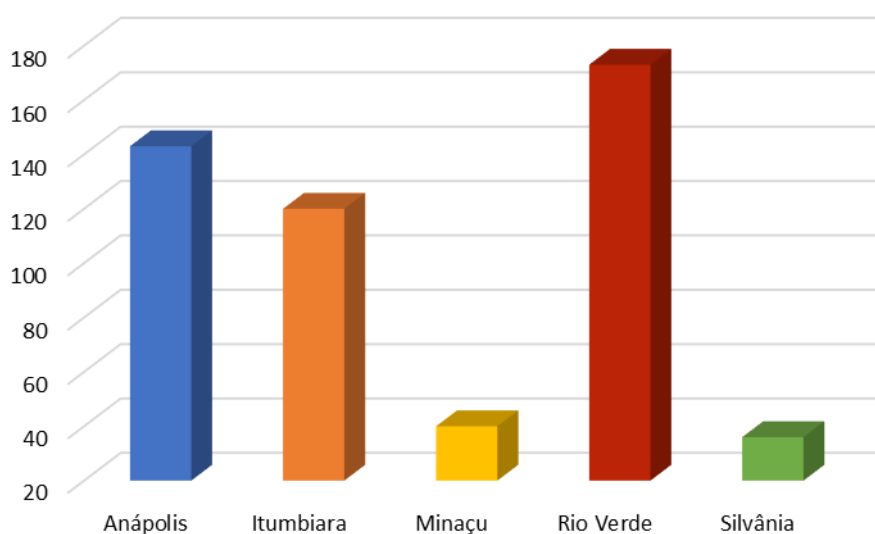
Mês/Ano	Valor Fatura (R\$)	Consumo (kWh)
Jan/2023	309,65	1424,03
Fev/2023	69,07	916
Mar/2023	590,75	1494
Abr/2023	236,45	1127
Mai/2023	479,78	1530
Jun/2023	310,72	1333
Jul/2023	69,32	1017
Ago/2023	803,85	1621
Set/2023	2199,87	3263
Out/2023	2899,99	4213
Nov/2023	2830,79	3920
Dez/2023	2998,36	4039

Fonte: O autor (2024).

Os valores elevados das faturas e consumo mensais de setembro a dezembro no período de funcionamento das placas fotovoltaicas na unidade de Minaçu são devido a ausência de geração de energia solar durante esse período. Além disso, foram instaladas 143 placas em Anápolis e 40 placas em Minaçu, como demonstrado no gráfico 1. Já em Itumbiara são 120, Rio Verde 173 e Silvânia 36 placas, de acordo com as respostas obtidas através dos questionários. Outro aspecto a ser considerado com relação aos valores das faturas e consumo são as diferenças de preço das tarifas e tributos em cada município.

Nessa perspectiva, com o objetivo de compreender a real situação do CBMGO com relação à sustentabilidade ambiental e analisar que medidas podem ser tomadas para torná-la mais sustentável, Gontijo e Cristina (2016) entrevistaram 36 comandantes de unidades. Com isso, os autores verificaram que a corporação tem um consumo médio de energia muito elevado, cerca de 2.000 kW por mês, que varia proporcionalmente ao tamanho da unidade.

Gráfico 1 – Quantidade de placas instaladas nos sistemas fotovoltaicos nas unidades do CBMGO.

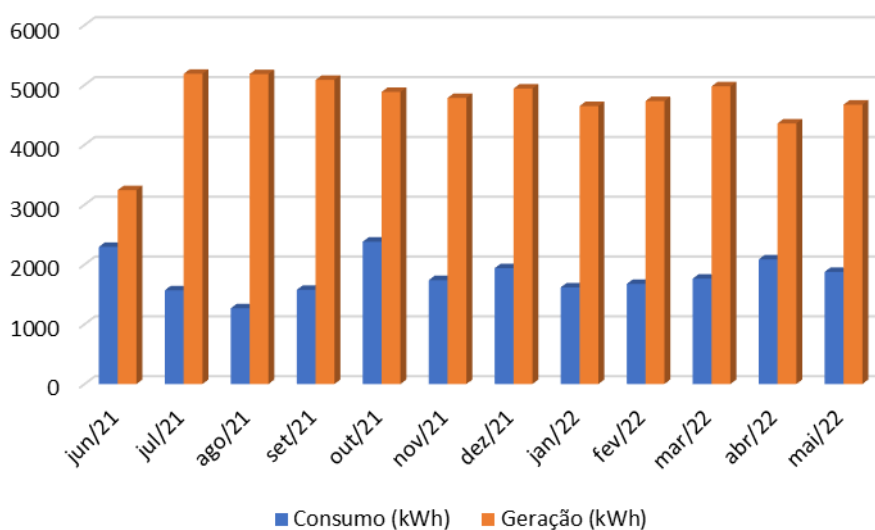


Fonte: O autor (2024).

Silva Júnior (2018) explica que, para se calcular a quantidade necessária de placas solares em um sistema fotovoltaico, é preciso considerar vários fatores importantes, sendo: o consumo de energia elétrica, a irradiação solar média, a potência dos painéis solares, e a capacidade do sistema fotovoltaico (considerando uma perda de eficiência de 20%).

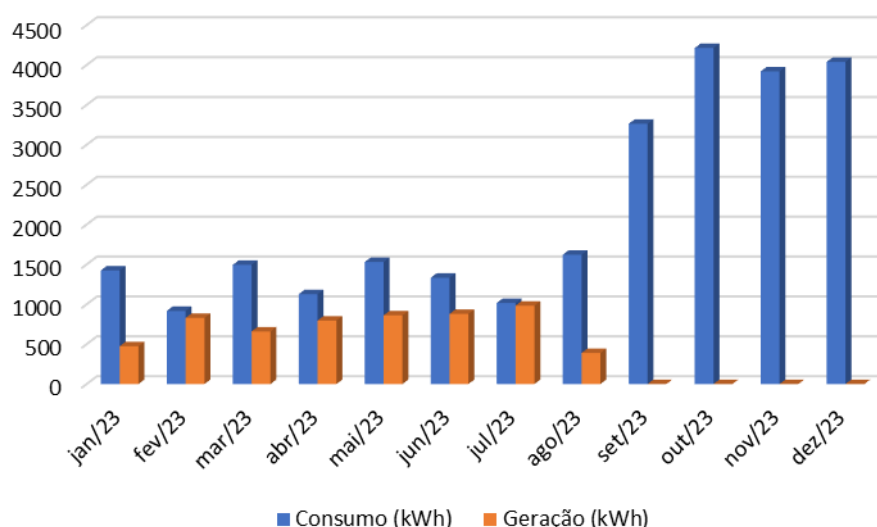
Nos gráficos 2 e 3 observa-se a comparação entre a energia total gerada e a energia consumida no período de 1 ano de funcionamento das placas fotovoltaicas nas unidades de Anápolis e de Minaçu, respectivamente.

Gráfico 2 – Energia total gerada (kWh) e energia consumida (kWh) no período de 1 ano de funcionamento das placas fotovoltaicas no Batalhão Bombeiro Militar de Anápolis – GO.



Fonte: O autor (2024).

Gráfico 3 – Energia total gerada (kWh) e energia consumida (kWh) no período de 1 ano do funcionamento das placas fotovoltaicas na Companhia Independente Bombeiro Militar de Minaçu – GO.



Fonte: O autor (2024).

De acordo com Dantas (2020), em todos os estados brasileiros, a capacidade de geração de energia solar supera o consumo. Em estados como Minas Gerais e Sergipe, essa relação ultrapassa 300%. Ao final do mês, se a geração for maior que o consumo, o saldo excedente, chamado de crédito de energia, pode ser utilizado para abater o consumo em meses subsequentes. Nesse caso, o consumidor paga apenas a tarifa básica (30 kWh para instalações monofásicas, 50 kWh para bifásicas e 100 kWh para trifásicas). Se o consumo for maior que a geração, o consumidor paga a diferença entre a energia total consumida e a energia gerada.

O ProGD promove a integração dos sistemas de geração distribuída com a rede elétrica, facilitando a injeção de energia gerada pelos consumidores no sistema. O aumento da geração distribuída contribui para uma matriz energética mais limpa e sustentável, alinhando-se com as metas de redução de emissões de carbono. Além disso, a geração distribuída pode levar a uma diminuição nos custos da energia para os consumidores, uma vez que esses sistemas muitas vezes são mais econômicos e podem reduzir a dependência de fontes de energia centralizadas (Grüdtner, 2019).

De acordo com Dantas e Pompermayer (2018), a média de incidência solar diária nos municípios do Brasil é de 5,26 kWh/m². Sendo que os custos unitários utilizando a média diária de radiação solar no estado de Goiás para os cenários considerados são de: 6 placas –

0,49 R\$; 10 placas – 0,43 R\$; e 18 placas – 0,39 R\$. Esses valores foram calculados com base na seguinte fórmula (Dantas; Pompermayer, 2018):

$$\text{Custo}_{\text{unitário}} = \frac{\sum_{i=0}^N ((Inv_i + CO\&M_i) \times (1 + taxa)^{-i})}{\sum_{i=0}^N ((EneProd \times (1 - ni_i)) \times (1 + taxa)^{-i})}$$

Em que N é o número de anos considerado; Inv_i é o investimento no ano i; $CO\&M_i$ são os custos de operação e manutenção no ano i; $EneProd$ é a energia produzida no ano i; h é o fator de decaimento anual da eficiência da placa; e taxa é a taxa de desconto ao ano.

Os investimentos ocorrem em dois momentos distintos: no ano inicial ($i = 0$) no qual são comprados todos os equipamentos necessários e ao final do 15º ano, quando o inversor e o *stringbox* são substituídos. Não existem dados sobre os custos de manutenção e operação de um sistema fotovoltaico. A única recomendação é retirar a poeira das placas de tempos em tempos (Dantas; Pompermayer, 2018).

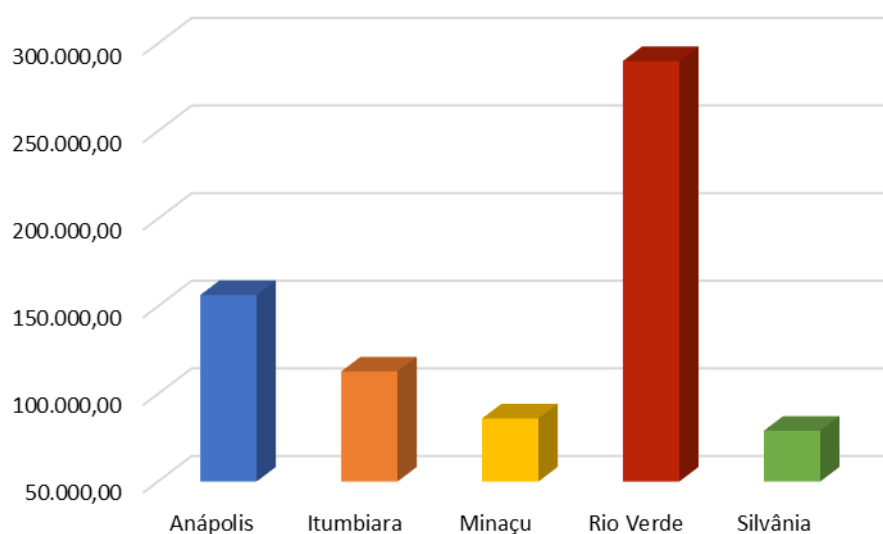
Para analisar a viabilidade econômica das instalações dos sistemas fotovoltaicos foram realizados os cálculos do tempo de retorno do investimento (payback) e rentabilidade utilizando as seguintes equações (Nayak et al., 2014):

$$\text{Payback(meses)} = \frac{\text{Investimento (R\$)}}{(\text{Energia gerada} \frac{\text{kw}}{\text{mês}} \times \text{valor da tarifa (R\$)})}$$

$$\text{Rentabilidade} = \frac{\text{Economia}}{\text{Investimento}}$$

De acordo com os resultados dos questionários, tem-se os valores totais dos investimentos, sendo de R\$ 156.440,00, R\$ 112.800,00, R\$ 86.000,00, R\$ 290.000,00 e R\$ 79.000,00, conforme apresentado no gráfico 4.

Gráfico 4 – Valor total do investimento (R\$) no sistema fotovoltaico nas unidades do CBMGO.



Fonte: O autor (2024).

Desse modo, considerando-se os custos de instalação do sistema e a economia mensalmente proporcionada com a energia gerada na usina solar fotovoltaica, baseada no 1º ano de funcionamento das placas fotovoltaicas, para os sistemas de Anápolis e de Minaçu, foram aplicados os seguintes cálculos:

$$\text{Payback Anápolis (meses)} = \frac{R\$ 156.440,00}{(4679,15 \frac{kw}{mês} \times R\$ 0,63689)}$$

$$\text{Rentabilidade (Anápolis)} = \frac{R\$ 31.017,05}{R\$ 156.440,00}$$

$$\text{Payback Minaçu (meses)} = \frac{R\$ 86.000,00}{(451,54 \frac{kw}{mês} \times R\$ 0,710630)}$$

$$\text{Rentabilidade (Minaçu)} = \frac{R\$ 3.471,80}{R\$ 86.000,00}$$

Assim, conforme os resultados dos cálculos, baseados nas equações propostas por Nayak et al. (2014), o payback da unidade de Anápolis é de aproximadamente 4 anos, ou seja, o projeto terá o retorno do investimento já a partir do quinto ano após sua instalação, sendo a rentabilidade de 19%. Já a unidade de Minaçu obteve um payback de aproximadamente 22 anos e rentabilidade de 4%.

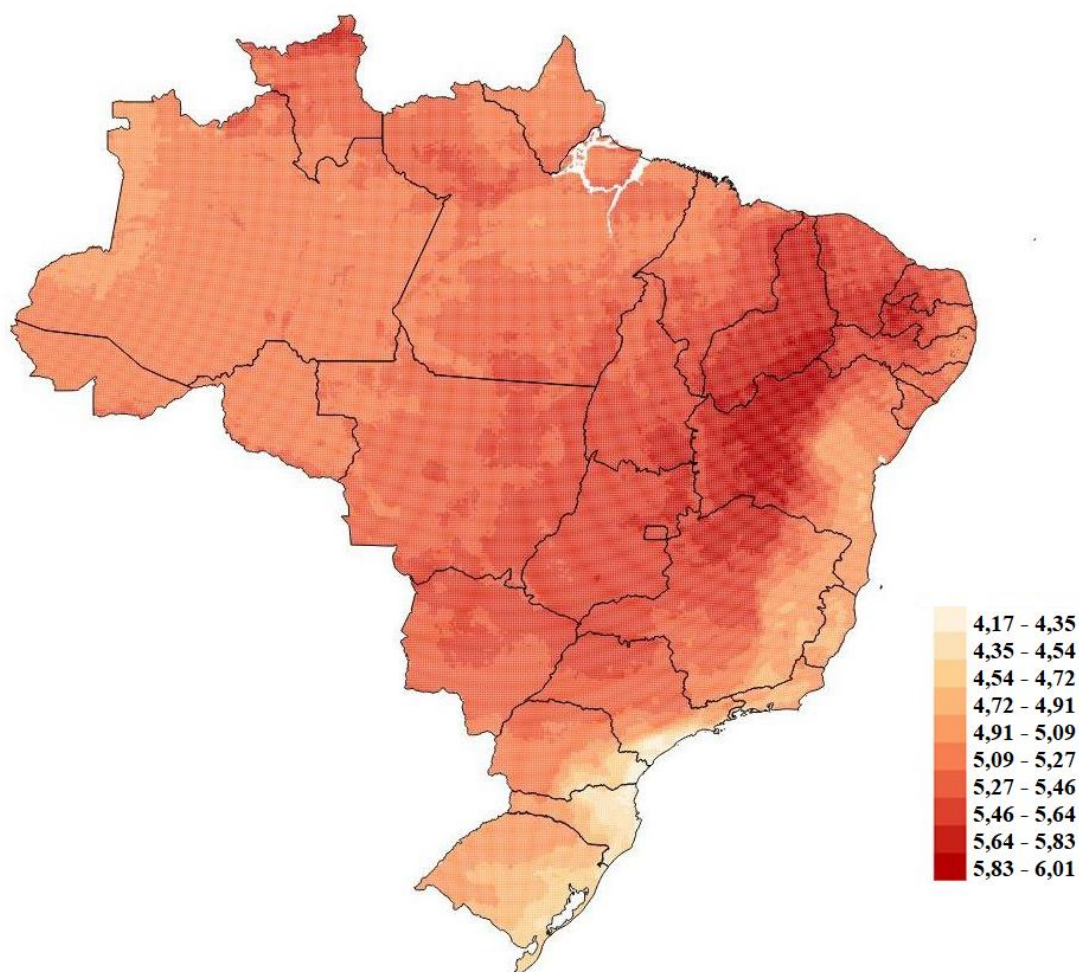
Portanto, apesar do investimento inicial da unidade de Anápolis ser significativamente maior que Minaçu, durante o período de apenas 4 anos já ocorrerá o retorno do investimento

para Anápolis. O alto payback e menor rentabilidade de Minaçu pode ser explicado pela ausência de geração de energia solar nos meses de setembro a dezembro de 2023. Além disso, a geração mensal de energia solar (kWh) é de até 5 vezes maior em Anápolis, já que esta unidade possui 143 placas fotovoltaicas, enquanto Minaçu possui somente 40 placas.

Reis, Júnior e Perin (2020) explicam que o retorno do investimento pode variar devido a fatores externos como mudanças nos custos de equipamentos, valores tributários e encargos financeiros. Assim, o projeto não deve ser descartado completamente se não alcançar o valor esperado inicialmente, pois aumentos de impostos e tarifas de energia elétrica são frequentes e podem ocorrer em períodos menores do que o habitual.

Na figura 1, observa-se que a região Nordeste apresenta a maior disponibilidade energética do Brasil, seguida pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Os valores mais elevados de irradiação solar são encontrados a oeste do Nordeste, incluindo o norte de Minas Gerais, o nordeste de Goiás e o sul de Tocantins.

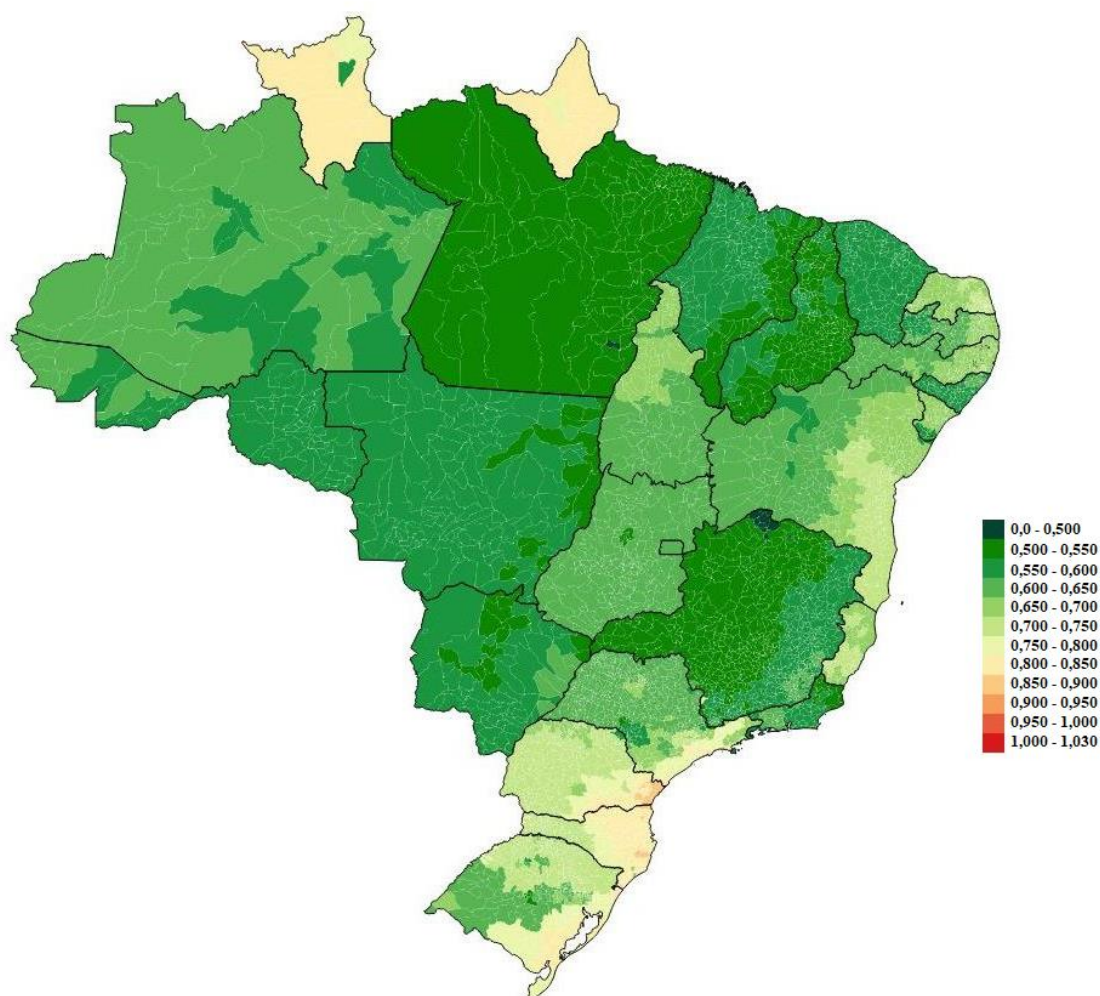
Figura 1 - Brasil: incidência solar média diária (Em kWh/m²).



Segundo Galvão (2017), a região nordeste de Goiás é a mais privilegiada em termos de disponibilidade de radiação solar, enquanto a região sudoeste apresenta as menores taxas de incidência. A radiação no estado varia entre um mínimo de 5.032 Wh/m³.dia e um máximo de 5.658 Wh/m³.dia, sendo uma variação pequena que garante, em geral, uma boa radiação solar. A maior parte do território recebe uma radiação entre 5.201 e 5.300 Wh/m³.dia.

A Figura 2 ilustra as regiões onde a utilização de energia fotovoltaica é mais economicamente viável – quanto mais verde escuro, maior a viabilidade. O estado do Pará destaca-se com uma das melhores relações custo-benefício, devido à quarta tarifa mais alta do país, segundo dados da ANEEL, e à elevada incidência solar. No entanto, em todos os municípios brasileiros, o custo de geração fotovoltaica é inferior ao da energia fornecida pelas distribuidoras na tarifa residencial com tributos.

Figura 2 - Razão entre o custo da energia fotovoltaica e o valor cobrado pelas distribuidoras locais com tributos (Em R\$/kWh).



Fonte: Dantas; Pompermayer (2018).

A Lei nº 8987/1995 iniciou a regulação das tarifas por incentivos para tornar as distribuidoras mais eficientes. As revisões tarifárias passaram a considerar características de cada área de concessão, como o número de consumidores, a densidade do mercado, a extensão da rede de distribuição e o custo da energia adquirida. Além disso, impostos e taxas de iluminação pública variam entre estados e municípios, sendo fora da competência da ANEEL. Os reajustes e revisões tarifárias são previstos em contratos de concessão, não acompanhando diretamente a inflação ou o reajuste do salário mínimo. No reajuste anual, apenas parte dos custos é corrigida pelo Índice Geral de Preços de Mercado (IGPM), subtraído o Fator X (ganhos de produtividade a serem revertidos à modicidade tarifária), enquanto outros custos, como a compra de energia, são ajustados por dispositivos específicos de contratos ou regulamentos (Garuzzi; Romero, 2017).

Por conseguinte, ao analisar os sistemas fotovoltaicos nos quartéis apresentados nesta pesquisa, fica claro que a utilização de energia alternativa representa uma excelente oportunidade para os consumidores reduzirem seus gastos com energia. Embora a instalação de sistemas de placas fotovoltaicas demande um investimento inicial significativo, com o passar dos anos, esse valor é recuperado devido à significativa redução das despesas com energia elétrica, resultante da geração de energia solar.

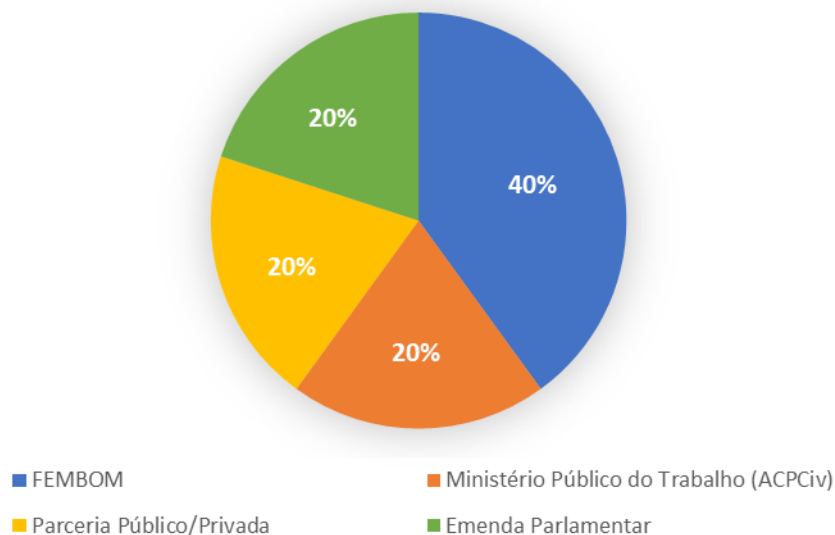
4.2 Viabilidade e benefícios da implementação da sustentabilidade energética nos quartéis do CBMGO

Ressalta-se a importância dos aspectos financeiros como principais motivadores para a implementação de projetos de energia elétrica sustentável. Embora o custo inicial das células fotovoltaicas seja significativo, a economia gerada nas contas de energia compensa esse investimento ao longo do tempo (Ribeiro, 2018). Além disso, a durabilidade das placas fotovoltaicas torna o investimento vantajoso, contribuindo também para a preservação ambiental.

A conta de energia representa, quase sempre, um peso financeiro para qualquer instituição, e as Corporações de Bombeiros não são exceção. Com instalações operando 24 horas por dia, as necessidades energéticas associadas aos serviços prestados são significativas, devido à diversidade dos sistemas consumidores de energia presentes. Na análise das faturas de energia elétrica antes e após implantação das placas, constatou-se um decréscimo de cerca de 96% do total da fatura no período de 1 ano na unidade de Anápolis e de 20% em Minaçu.

Nesse sentido, considerando a fonte do recurso para financiamento da instalação dos sistemas fotovoltaicos nos municípios, foram obtidas as seguintes respostas apresentadas no gráfico 5.

Gráfico 5 – Fonte do recurso investido no sistema fotovoltaico nas unidades do CBMGO.

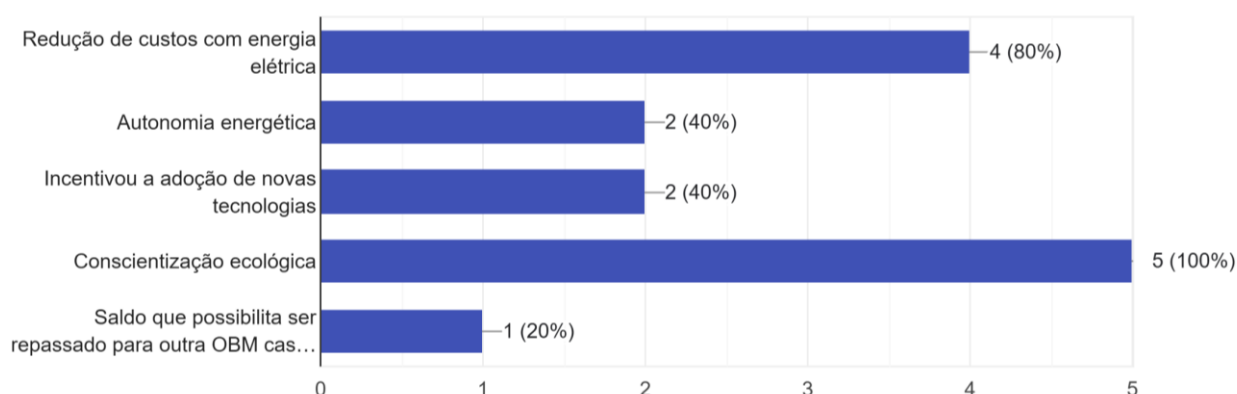


Fonte: O autor (2024).

De acordo com Silva Neto (2021) o principal problema relacionado à realização de ações de eficiência energética é o orçamento. O autor explica que existe uma dificuldade significativa na gestão e utilização dos recursos públicos pelos diferentes agentes envolvidos, além de complicações nas licitações, que desestimulam as ações de eficiência energética. A obtenção de recursos financeiros é outro desafio, pois torna o desenvolvimento dos projetos lento. É necessário desenvolver um mecanismo que permita aos tomadores de decisão melhorar a eficiência energética e o uso de fontes renováveis nos quartéis com recursos adequados.

Os benefícios que foram observados após a implantação do sistema fotovoltaico nos municípios analisados são apresentados no gráfico 6. Observa-se que, além dos benefícios indicados como alternativas no questionário, foi citado o “saldo que possibilita ser repassado para outra OBM caso seja possibilitado pelo CNPJ.

Gráfico 6 – Benefícios observados após a implantação do sistema fotovoltaico nas unidades do CBMGO.



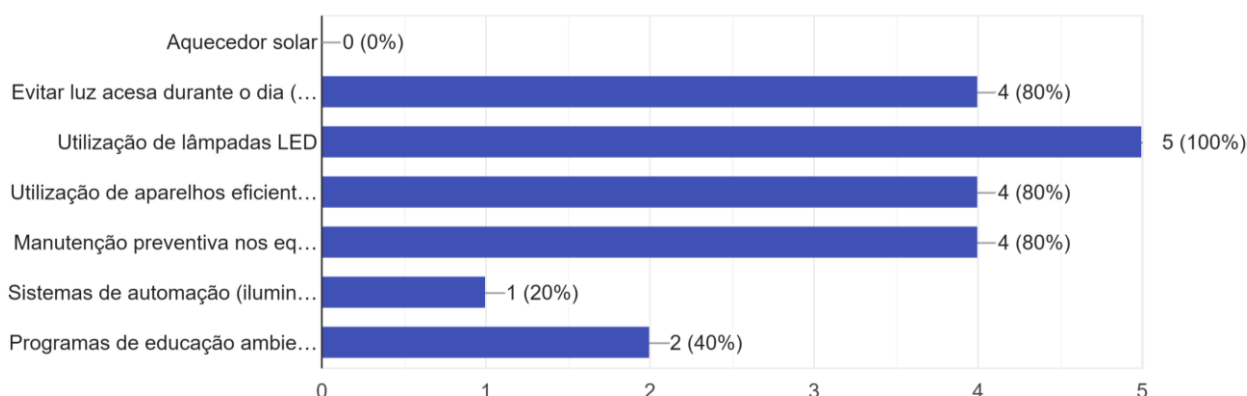
Fonte: O autor (2024).

O Relatório Técnico desenvolvido por Silva Neto (2021) apresentou sugestões significativas para os quartéis brasileiros, focando na eficiência energética e sustentabilidade: Implantar uma estrutura organizacional que aborde efetivamente questões energéticas; Reconhecer a importância do papel das organizações militar para a resiliência energética; Utilizar energias renováveis e soluções alternativas para diversificar as fontes de energia; e Reduzir o consumo de eletricidade nas instalações militares, consideradas as maiores consumidoras. Destaca que a redução da fatura energética passa pela escolha dos equipamentos mais adequados às necessidades, pelo investimento em novas tecnologias, mais eficientes do ponto de vista energético, e pela adoção de comportamentos que visem reduzir os desperdícios.

Sobre outras práticas sustentáveis que são utilizadas para reduzir o consumo de energia elétrica nas unidades analisadas, foram obtidos os seguintes resultados apresentados no gráfico 7. Sendo que, a pergunta em questão tinha como alternativas: Aquecedor solar; Evitar luz acesa durante o dia (aproveitamento da luz solar); Utilização de lâmpadas LED; Utilização de aparelhos eficientes (com selo de eficiência energética); Manutenção preventiva nos equipamentos; Sistemas de automação (iluminação, climatização e outros equipamentos); e Programas de educação ambiental.

Resultados semelhantes foram obtidos por Gontijo e Cristina (2016), uma vez que verificaram que, dentre as práticas de sustentabilidade ambiental apresentadas no questionário respondido por 36 comandantes de unidades do CBMGO, 43% adotam coleta seletiva de lixo e os destinam à reciclagem, 7% usam aquecedor solar, 64% aproveitam a luz solar durante o dia, evitando luz acesa nesse período, 7% coletam e utilizam a água da chuva, que em nenhuma há tratamento de resíduo sólido, 7% tratam seus resíduos líquidos e que 43% destinam adequadamente seus resíduos infectantes.

Gráfico 7 – Práticas sustentáveis que são utilizadas para reduzir o consumo de energia elétrica nas unidades do CBMGO.



Fonte: O autor (2024).

Assim, conforme Silva Neto (2021), as opções de redução de energia, como maximizar a economia nas instalações existentes através de práticas de gerenciamento de energia, implementação de medidas de eficiência, reuso de fluxos residuais de energia e cogeração (produção e uso de eletricidade e calor), são potencialmente aproveitáveis. Para viabilizar a implementação de uma cultura de sustentabilidade energética em quartéis do corpo de bombeiros, é essencial adotar uma abordagem mais ampla que inclui educação e treinamento contínuo sobre práticas sustentáveis, uso de tecnologias eficientes como iluminação LED e aparelhos com selo de eficiência energética, e a instalação de sistemas de energia renovável, como painéis solares fotovoltaicos.

Além disso, implementar sistemas de monitoramento e automação pode otimizar o consumo de energia, enquanto a manutenção preventiva garante a eficiência dos equipamentos. Incentivos e programas de reconhecimento para equipes que alcançam metas de sustentabilidade podem motivar e engajar o pessoal. Parcerias com instituições governamentais e privadas podem fornecer suporte adicional, e programas de conscientização das práticas sustentáveis (Silva Neto, 2021). Essas ações, em conjunto, contribuirão para criar uma cultura sólida de sustentabilidade energética nos quartéis, beneficiando tanto o meio ambiente quanto a eficiência operacional.

Nesse sentido, o ProGD também visa proporcionar autonomia aos consumidores, permitindo que eles se tornem geradores de energia, podendo criar uma relação mais ativa entre os consumidores e o setor elétrico. O programa também visa capacitar profissionais e empresas para atuarem na instalação e manutenção de sistemas de geração distribuída, promovendo a qualificação no setor.

O ProGD também inclui incentivos para a instalação dos sistemas de geração distribuída, como isenções tributárias ou linhas de crédito específicas. Com isso, pode-se afirmar que o programa representa um passo importante para o fortalecimento da geração distribuída no Brasil, promovendo a eficiência energética, a sustentabilidade e a inovação no setor elétrico. Essa iniciativa é muito importante para o desenvolvimento de um sistema energético mais flexível e responsivo às necessidades dos consumidores e do meio ambiente.

De acordo com o exposto por Oliveira et al. (2017), segundo o Pacto de Autarcas, o fator de emissão de CO₂ produzido na geração de energia elétrica pela matriz fotovoltaica é de 0,035 kg/KWh, e, conforme o Ministério da Ciência e Tecnologia, o fator de emissão de CO₂ produzido na geração de energia elétrica pela matriz hidrelétrica é de 0,0817 kg/KWh. Assim, relacionando o fator de emissão do sistema fotovoltaico com a média anual de consumo, obtém-se os valores apresentados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Relação Média Anual (KWh) X Quantidade CO₂ (kg) – Sistema Fotovoltaico.

	Média anual consumo (KWh)	Quantidade de CO₂ (kg)
Anápolis	1802,54	63,0889
Minaçu	2145,07	75,0774

Fonte: O autor (2024).

Tabela 6 – Relação Média Anual (KWh) X Quantidade CO₂ (kg) – Matriz hidrelétrica.

	Média anual consumo (KWh)	Quantidade de CO₂ (kg)
Anápolis	1802,54	147,2675
Minaçu	2145,07	175,2522

Fonte: O autor (2024).

Diante dos valores demonstrados nas tabelas 5 e 6, é notável a diferença da quantidade de CO₂ emitida pelas matrizes hidrelétricas e fotovoltaica, pois houve uma redução do gás carbônico emitido na atmosfera, uma vez que, adotando-se o sistema fotovoltaico nos quartéis do CBMGO de Anápolis e Minaçu deixou-se de ser lançado na atmosfera um valor de 84,1786 kg de CO₂ e de 100,1748 kg de CO₂, respectivamente, que representam um percentual de 57,16 %.

Conforme observado por Oliveira et al. (2017), a redução das emissões de gases do efeito estufa está intimamente ligada a uma reavaliação do paradigma energético. Aproximadamente 70% das emissões antrópicas de gases do efeito estufa têm sua origem no setor energético, o que evidencia a necessidade urgente de transição para fontes de energia

mais sustentáveis e menos poluentes. Essa mudança é crucial para reduzir os impactos negativos sobre o clima e promover um futuro mais sustentável.

A quantidade de CO₂ que pode deixar de ser emitida devido ao uso de placas fotovoltaicas pode variar conforme vários fatores, como a localização geográfica, a quantidade de sol recebida e a eficiência do sistema. Em média, cada quilowatt de capacidade instalada de um sistema fotovoltaico pode evitar a emissão de cerca de 1,5 toneladas de CO₂ por ano. Assim, um sistema fotovoltaico de 10 kWp, por exemplo, poderia evitar aproximadamente 15 toneladas de CO₂ por ano (Guerreiro; Pacca, 2023). Em média, uma árvore pode absorver cerca de 0,022 toneladas de CO₂ por ano. Portanto, para compensar 1 tonelada de CO₂, seriam necessárias aproximadamente 45,45 árvores (Rodacoski; Andrade, 2014).

Portanto, embora este estudo não se proponha a ser um guia completo para tornar o CBMGO ambientalmente sustentável, ele serve como uma importante ferramenta de reflexão sobre as ações já implementadas e as que ainda precisam ser adotadas para reduzir os impactos ambientais da instituição. Além disso, ele oferece uma base sólida para aprofundar o tema da sustentabilidade no contexto dos quartéis e edificações públicas brasileiras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o objetivo do presente estudo, que é investigar a viabilidade e os benefícios da implementação da sustentabilidade energética em quartéis do CBMGO, foi possível observar como a geração de energia solar fotovoltaica pode trazer benefícios para o meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável das unidades, destacando a importância das energias renováveis para a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável.

Além dos benefícios financeiros proporcionados pela geração de energia solar, a adoção de sistemas fotovoltaicos oferece vantagens adicionais, como a geração de energia renovável sem emissão de ruídos ou gases poluentes. Esses fatores são fundamentais para a redução do impacto ambiental, promovendo uma abordagem mais sustentável e ecologicamente correta.

A energia solar fotovoltaica se destaca como a fonte de energia limpa e renovável mais promissora, com um crescimento exponencial. Este sistema apresenta inúmeros benefícios em comparação com outras fontes de energia, especialmente em termos de vantagens socioeconômicas, ambientais e estratégicas para a matriz energética nacional.

Foi possível observar que na administração pública militar, a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável ganham cada vez mais importância. Em uma administração pública moderna e gerencial, o gestor público deve integrar práticas sustentáveis em sua gestão para garantir um meio ambiente saudável para as gerações presentes e futuras.

Conforme destacado nas respostas dos questionários respondidos pelos comandantes das unidades analisadas, várias medidas podem ser adotadas para alcançar a sustentabilidade, seja pela própria OBM ou por meio de diretrizes do Comando Geral. Dentre essas medidas, ressalta-se, pela sua importância e abrangência, a conscientização dos bombeiros militares por meio da educação ambiental.

Nesse contexto, a implantação de sistemas de energia fotovoltaica em quartéis do Corpo de Bombeiros Militar de Goiás estará alinhada com as práticas ambientais voltadas para o desenvolvimento sustentável na administração pública, em conformidade com o Plano Estratégico institucional, a Constituição Federal e outros mecanismos legais de proteção ambiental.

Em termos técnicos, observou-se que os sistemas fotovoltaicos implantados foram adequados para atender às necessidades do CBMGO, com sua viabilidade comprovada pela redução do consumo de energia e economia de até 96% relativa à conta de energia elétrica. Assim, este estudo destaca que a implantação do sistema de energia fotovoltaica é um passo inicial muito relevante rumo ao desenvolvimento sustentável contínuo.

Portanto, o presente estudo ressalta a importância da adoção de sistemas de energia fotovoltaica como um marco essencial para o desenvolvimento sustentável. Ao implementar essa tecnologia, estamos dando um passo decisivo e importante em direção a uma vida mais sustentável e ecologicamente correta.

Por fim, espera-se que este artigo se espalhe pela corporação, incentivando cada comandante de unidade a refletir sobre as práticas ambientais e a implementar as soluções propostas, fazendo com que seus líderes conheçam ainda mais as práticas sustentáveis adotadas pelo CBMGO e abracem a busca pela sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Resolução normativa nº 1.059, de 24 de novembro de 2023.** Aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Diretor-Geral da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2023.

BARBIERI, José Carlos. Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030. Petrópolis: Vozes, 2020.

BEZERRA, F. D. **Energia solar**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n. 174, jul. 2021. (Caderno Setorial Etene). Disponível em: <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/834>. Acesso em 15 set. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2002.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de lei nº 10.370, de 2018**. Institui a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica-PRONASOLAR e dá outras providências. Coordenação de Comissões Permanentes – DECOM, 2018.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS - CBMGO. **Plano Estratégico do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás 2022-2031**. Goiânia, 2023. 46 p. 2.ed.

CPFL SOLUÇÕES. **Consumo consciente de energia: o que é, dicas úteis**. N.D. Disponível em: <https://cpflsolucoes.com.br/consumo-consciente-de-energia-o-que-e-dicas-uteis/> Acesso em: 17 set. 2024.

CUNHA, Belinda Pereira da; AUGUSTIN, Sérgio. **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2014. 486 p.

DANTAS, Stefano Giacomazzi; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2018. 43 p.

DANTAS, Stefano Giacomazzi. **Oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do Brasil**. Brasília: Ipea, 2020. 60 p.

EIBEL, Eliana; PINHEIRO, Rosa Beatriz Madruga. Crédito de carbono. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 588-601, 2015.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2010.

GALVÃO, Ivana Ferreira. **Estudo de Potencial de Instalação de Usinas Fotovoltaicas no Estado de Goiás Utilizando SIG**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Ambiental e Sanitária - Universidade Federal de Goiás. 2017. 44 p.

GARUZZI, Ricardo Pessoti; ROMERO, Oldrich Joel. Viabilidade econômica da implementação de células fotovoltaicas em residências do Espírito Santo, Brasil. **Revista Espacios**, v. 38, n. 1, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOIÁS. **Norma Técnica 44/2023**. Segurança em sistemas fotovoltaicos. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2023.

GONTIJO, Júnio César; CRISTINA, Helen. **Situação e possibilidades do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás quanto a sua sustentabilidade ambiental em 2011**. 2016. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/situa%C3%A7%C3%A3o-e-possibilidades.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

GOVERNO FEDERAL. **Atlas da Eficiência Energética – Brasil 2023**: Relatório de indicadores. Ministério de Minas e Energia – Empresa de Pesquisa Energética, 2023. 99 p.

GRÜDTNER, Ildo Wilson et al. **Relatório do Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD)**. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Energia Elétrica: Departamento de Gestão do Setor Elétrico, 2019. 210 p.

GUERREIRO, Larissa Ribeiro; PACCA, Sérgio Almeida. Emissões do ciclo de vida de CO₂, emissões evitadas e tempo de recuperação de energia para sistemas fotovoltaicos no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.9, n.6, 2023.

INTELBRAS. **Créditos de energia solar: 6 perguntas e respostas**. 2021. Disponível em: <https://blog.intelbras.com.br/creditos-de-energia-solar/>. Acesso em: 16 set. 2024.

IRENA. **Renewable Energy and Jobs Annual Review 2022**. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva. 2022, 82 p.

JANNUZZI, Gilberto de Martino et al. **Além de grandes hidrelétricas**: Políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil. WWF-BRASIL, 2012. 44 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LOPES, Mariana Cristina; TAQUES, Fernando Henrique. O desafio da energia sustentável no Brasil. **Revista Cadernos de Economia**, v. 20, n. 36, p. 71-96, 2016.

MACHADO, Gabriel Furlan. **Aspectos das políticas e programas brasileiros de eficiência energética**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Sistemas de Energia. Curso de Sistemas de Energia, Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, 2018. 62 p.

MAUAD, Frederico Fábio; FERREIRA, Luciana da Costa; TRINDADE, Tatiana Costa Guimarães. **Energia Renovável no Brasil**: análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras. São Carlos: Eesc/Usf, 2017.

MENKES, M. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015.** Governo Federal, 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Portal de dados abertos:** sobre o MME. Governo Federal. 2023. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/organizacoes/visualizar/ministerio-de-minas-e-energia>. Acesso em: 30 set. 2024.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil:** situação e perspectivas. Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, n. 55, p. 46, 2017.

NAYAK, S. et al. Energy matrices analysis of hybrid PVT greenhouse dryer by considering various silicon and non-silicon PV modules. **International Journal of Sustainable Energy**, v. 33, n. 2, p. 336–348, 2014.

OLIVEIRA, Larissa Aparecida Nascimento et al. Potencial de redução de CO₂ pelo uso de energia elétrica em motobombas utilizadas no processo de irrigação no município de Dona Euzébia - MG: um estudo comparativo das matrizes hidrelétricas e fotovoltaicas. **Anais... Simpósio de Engenharia de Produção**, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão. 2017.

PAIXÃO, Michel Augusto Santana de.; MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de. Um comparativo entre a política de energia renovável no Brasil e na China. **Revista Pesquisa e Debate**, v. 29, n. 1, p. 50-83, 2018.

PASSINI, Aline Ferrão et al. **Energia Solar no Brasil:** oportunidades e desafios. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2023.

PEDROSA, P. J. B. M. **Desafios da regulação do setor elétrico, modicidade tarifária e atração de investimentos.** Brasília: ANELL, 2005.

REIS, Mari Aurora Favero; JÚNIOR, Paulo Reis; PERIN, Dirceu Lorivaldo. Sustentabilidade energética em escola pública. **Mix sustentável**, v. 6, n. 3, p. 37-44, 2020.

RODACOSKI, Jaime Lima; ANDRADE, Carlos Fernando Salgueirosa de. Cálculos e análises para o plantio de árvores na compensação das emissões de gases do efeito estufa emitido pelo gado. **Ambiência**, v.10, n.2, p. 633 – 645, 2014.

SAMPAIO, M. F. **Impacto das alternativas da Aneel para o sistema de compensação das microgerações e minigerações distribuídas de energia elétrica.** TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Centro de tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. 69 p.

SANTOS, Afonso Henriques Moreira et. al. **Conservação de energia eficiência energética de equipamentos e instalações.** 3. ed. Itajubá, 2006.

SILVA, Heitor Marques Francelino; ARAÚJO, Francisco José Costa. Energia solar fotovoltaica no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades**, Ciências e Educação, v. 8, n. 3, p. 859-869, 2022.

SILVA JÚNIOR, Jackson Alves da. **Dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico on grid para uma residência em Delmiro Gouveia – Alagoas**. 2018. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Curso de Engenharia Civil, 2018. 68 p.

SILVA NETO, Luiz Pereira da. **Instalações militares de energia zero: avaliação técnica para quartéis do exército brasileiro com sistemas fotovoltaicos e sistemas de armazenamento de energia**. 2021. Dissertação. Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2021. 343 p.

SENTONE, Rafael Gomes; MOLLETA, Felipe José. Sustentabilidade no Corpo de Bombeiros Militar do Paraná por meio da implantação de sistema de energia solar fotovoltaica. **Brazilian Journal of Technology**, v. 7, n. 1, p. 109-134, 2024.

SOUZA JÚNIOR, Alberto Jorge de. **Análise da viabilidade econômico-financeira na instalação da energia solar fotovoltaica em organizações militares**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Bacharel em Ciências Contábeis, 2017. 72 p.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE: Rio de Janeiro, 2016. 452 p.

VELOSO, Mário Vinicius Virginio; SILVA, Fabrício Machado. Energia renovável: Desenvolvimento ambiental sustentável. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS RESPONDEDORES

1. Qual o valor total do investimento?
2. Qual a fonte do recurso investido?
 - () FEMBOM (Fundo Especial Municipal para o CMBGO)
 - () Emenda Parlamentar
 - () Parceria Público/Privada
 - Outro: _____
3. Quantas placas foram instaladas?
4. Quais benefícios foram observados após a implantação do sistema fotovoltaico?
 - () Redução de custos com energia elétrica
 - () Autonomia energética
 - () Incentivou a adoção de novas tecnologias
 - () Conscientização ecológica
 - Outros: _____
5. Quais outras práticas sustentáveis são utilizadas para reduzir o consumo de energia elétrica?
 - () Aquecedor solar
 - () Evitar luz acesa durante o dia (aproveitamento da luz solar)
 - () Utilização de lâmpadas LED
 - () Utilização de aparelhos eficientes (com selo de eficiência energética)
 - () Manutenção preventiva nos equipamentos
 - () Sistemas de automação (iluminação, climatização e outros equipamentos)
 - () Programas de educação ambiental
 - Outros: _____