

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

João Marcelo da Silva Tomaz

**O EMPREGO DA ENERGIA RENOVÁVEL COMO FERRAMENTA PARA A
AUTOSSUFICIÊNCIA DE UM CENTRO DE COMUNICAÇÕES**

**Resende
2023**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL

TÍTULO DO TRABALHO: O EMPREGO DA ENERGIA RENOVÁVEL COMO FERRAMENTA PARA A AUTOSSUFICIÊNCIA DE UM CENTRO DE COMUNICAÇÕES

AUTOR: JOÃO MARCELO DA SILVA TOMAZ

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em periódico da Instituição ou outro veículo de comunicação do Exército.

A AMAN poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou do Diretor de Ensino da AMAN.

Resende, 01 de junho de 2023



Cad João Marcelo da Silva Tomaz

2023

Dados internacionais de catalogação na fonte

T655e TOMAZ, Joao Marcelo da Silva

O emprego da energia renovável como ferramenta para a autossuficiência de um centro de Comunicações / Joao Marcelo da Silva Tomaz – Resende; 2023. 55 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Renan Viana Rocha

TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. Centro de Comunicações. 2. Energia Renovável. 3. Auto aperfeiçoamento. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Aline Viegas da Costa CRB-7/7409

João Marcelo da Silva Tomaz

**O EMPREGO DA ENERGIA RENOVÁVEL COMO FERRAMENTA PARA A
AUTOSSUFICIÊNCIA DE UM CENTRO DE COMUNICAÇÕES**

Monografia apresentada as Curso de
Graduação em Ciências Militares, da
Academia Militar das Agulhas Negras
(AMAN, RJ), como requisito parcial para
obtenção do título de **Bacharel em Ciências
Militares.**

Orientador: Renan Viana Rocha

**Resende
2023**

João Marcelo da Silva Tomaz

**O EMPREGO DA ENERGIA RENOVÁVEL COMO FERRAMENTA PARA A
AUTOSSUFICIÊNCIA DE UM CENTRO DE COMUNICAÇÕES**

Monografia apresentada as Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 18 de Agosto de 2023:

Banca examinadora:


Renan Viana Rocha, 1º Tenente
(Presidente/Orientador)


José Miranda da Rocha, 1º Tenente


Douglas Maja Sarmento, 2º Tenente

Resende
2023

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, que esteve presente abençoando toda a minha caminhada desde o início, quando me deu a oportunidade de ingressar na ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS, para que eu conseguisse hoje estar realizando meu sonho de tornar-me oficial do Exército Brasileiro e, também a minha família, principalmente meus pais, minha irmã e minha namorada por estarem em todos os momentos ao meu lado me apoiando aconselhando, incentivando e oferecendo suporte diariamente para vencer os desafios que precisava.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar no controle me guiando em cada decisão tomada durante a formação e por ter me dado uma família que me ama.

Agradeço a meus pais Marcelo Campos Tomaz e Joelma Cristina da Silva Tomaz por serem meu porto seguro, onde eu pude contar sempre nos bons e nos maus momentos durante a formação. Agradeço pela minha criação e por terem me ensinado a ser um homem de valor.

Agradeço a minha irmã Maria Vitoria da Silva Tomaz, por ser minha alegria diária, que sempre tornou meu dia melhor, independentemente da dificuldade enfrentada.

Agradeço a minha namorada Graziella da Silva Soares, que sempre acreditou no meu potencial e me motivou em todos os momentos.

Agradeço ao 1º Ten George por ter me orientado da melhor forma possível desde o início na escolha e definição do tema como no auxílio ao desenvolvimento do projeto de pesquisa compartilhando seus conhecimentos, proporcionando ensinamentos que levarei por toda a vida.

Agradeço ao 1º Ten Renan Rocha por ter me orientado na segunda parte do projeto de pesquisa onde sua experiência e recomendações foram fundamentais para a conclusão com êxito deste trabalho.

RESUMO

O EMPREGO DA ENERGIA RENOVÁVEL COMO FERRAMENTA PARA A AUTOSSUFICIÊNCIA DE UM CENTRO DE COMUNICAÇÕES

AUTOR: João Marcelo da Silva Tomaz

ORIENTADOR: Renan Viana Rocha

O seguinte trabalho tem por finalidade analisar o emprego da energia renovável como ferramenta para a autossuficiência de um centro de comunicações destacado no terreno e sua relevância para as diversas situações enfrentadas no que se refere a exploração efetiva do potencial energético proveniente das energias renováveis no centro de comunicações. Essas alternativas energéticas são ferramentas que exigem da tropa auto aperfeiçoamento, autoconhecimento e adaptabilidade para lidar com essa capacidade energética. Dessa maneira, este trabalho busca, de forma objetiva, apresentar conceitos considerados relevantes de diversos autores renomados para compreender o que é um centro de comunicações tradicional informatizado ou não e um centro de comunicações provido de energia renovável, quais as capacidades das energias renováveis e a relação existente entre esses assuntos, e, por fim, explicitar a efetividade energética proveniente das energias renováveis dentro de um centro de comunicações. Para chegar a esses objetivos, foi realizada uma pesquisa qualitativa, por meio de uma pesquisa bibliográfica e também documental, a fim de coletar dados para melhor embasar essa pesquisa. Por conseguinte, os resultados analisados atestaram que existe estreita ligação entre os mais diversos conceitos considerados relevantes sobre os assuntos de centro de comunicações e energia renovável, exaltando alguns domínios como mais relevantes, como o autoconhecimento e auto aperfeiçoamento e adaptabilidade.

Palavras-chave: Centro de Comunicações, Energia Renovável, Auto aperfeiçoamento.

ABSTRACT

THE USE OF RENEWABLE ENERGY AS A TOOL FOR THE SELF-SUFICIENCY OF A COMMUNICATIONS CENTER

AUTHOR: João Marcelo da Silva Tomaz

ADVISOR: Renan Viana Rocha

The purpose of the following work is to analyze the use of renewable energy as a tool for the self-sufficiency of a communication center highlighted on the ground and its relevance to the different situations faced in terms of the effective exploitation of the energy potential from renewable energies in the center of communications. These energy alternatives are tools that require self-improvement, self-knowledge and adaptability from the troop to deal with this energy capacity. In this way, this work objectively seeks to present concepts considered relevant by several renowned authors to understand what is a traditional communications center, computerized or not, and a communications center provided with renewable energy, what are the capabilities of renewable energies and the relationship between these subjects, and, finally, explain the energy effectiveness from renewable energies within a communications center. To reach these objectives, a qualitative research was carried out, through a bibliographical and documentary research, in order to collect data to better support this research. Therefore, the analyzed results attested that there is a close connection between the most diverse concepts considered relevant on the subjects of communication center and renewable energy, exalting some domains as more relevant, such as self-knowledge and self-improvement and adaptability.

Keywords: Communications Center, Renewable Energy, Self-improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hidrelétrica de Itaipu	19
Figura 2 – Usina Eólica	20
Figura 3 – Matéria prima utilizada na produção da biomassa	21
Figura 4 – Usina Geotérmica	22
Figura 5 – Usina Sihwa Lake - Korea	23
Figura 6 – Usina fotovoltaica de Yanchi – China	24
Figura 7 – Efeito Fotovoltaico	25
Figura 8 – Célula Fotovoltaica	26
Figura 9 – Composição do módulo fotovoltaico	27
Figura 10 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica integrado às edificações	27
Figura 11 – Curva de corrente por tensão de uma célula solar de silício típica	28
Figura 12 – Exemplo de datasheet de uma célula fotovoltaica de silício.....	29
Figura 13 – Exemplo de datasheet de um toughbook	30
Figura 14 – Exemplo de datasheet de um no-break	30
Figura 15 – Exemplo de datasheet de um falcon II.....	31
Figura 16 – Exemplo de datasheet de um falcon III.....	31
Figura 17 – Exemplo de datasheet de um rádio multibanda	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Rendimento de componentes básicos das células fotovoltaicas	28
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
EB	Exército Brasileiro
EsPCEx	Escola Preparatória de Cadetes do Exército
CCom	Centro de Comunicações
CCS	Centro de Controle de Sistemas
CTR	Centro de Transmissão e Recepção
CM	Centro de Mensagem
CMsg	Centro de Mensageiros
OM	Organizações Militares
DPIMA	Diretoria de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente
SIGAEB	Sistema de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro
ONU	Organização das Nações Unidas
BAPV	Building Applied Photovoltaics
BIPV	Building Integrated Photovoltaics
MME	Ministério de Minas e Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	CENTRO DE COMUNICAÇÕES	15
2.2	FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL	17
2.2.1	Energia Hidrelétrica	19
2.2.2	Energia Eólica	20
2.2.3	Biomassa	21
2.2.4	Energia Geotérmica	22
2.2.5	Energia dos Oceanos	23
2.2.6	Energia Solar	24
2.3	PLACA FOTOVOLTAICA	25
2.4	ENERGIA RENOVÁVEL	33
2.5	CENTRO DE COMUNICAÇÕES SUSTENTÁVEL	37
3	REFERENCIAL METODOLÓGICO	39
3.1	TIPO DE PESQUISA	39
3.2	MÉTODOS	40
3.2.1	Análise de um Centro de Comunicações	40
3.2.2	Análise da Capacidade Energética de Energias Renováveis	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A constante evolução do Exército no cenário atual é inegável, e isso se dá principalmente pelo auto aperfeiçoamento da formação do oficial da linha combatente do Exército Brasileiro (EB) desde o início de sua formação na Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEx), até o último ano na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), que por sua vez é aperfeiçoado posteriormente nas Organizações Militares (OM) que estes militares vierem a servir. A partir desse fato, a evolução de seus meios, principalmente no que se refere as comunicações, nos últimos anos devido ao crescente desenvolvimento e modernização dos equipamentos e do auto-aperfeiçoamento da tropa, expressou resultados de grande efetividade em relação ao ciclo que envolve a idealização da inovação, a criação do produto da mesma e o emprego dessa nova tecnologia na nossa realidade. O que de fato, não somente viabilizou, mas também otimizou o cumprimento das mais diversas missões das Exército.

Em contrapartida para este mesmo fim esses resultados poderiam ser mais otimizados a partir do melhor aproveitamento energético proporcionado pelos próprios recursos naturais que se apresentam de forma abundante no nosso país, uma vez que, a capacidade energética da energia renovável é considerada praticamente ilimitada, tendo em vista que essas fontes de energia são geradas a partir de recursos naturais que são regenerados constantemente, como luz solar, vento, água e biomassa.

De fato, as fontes de energia renovável se caracterizam pela sua alta disponibilidade e podem ser usadas para produzir eletricidade, aquecimento e combustível para veículos. Além disso, a capacidade energética das fontes renováveis é altamente distribuída, ou seja, elas podem ser exploradas em áreas remotas e isoladas, sem a necessidade de grandes infraestruturas de transporte e distribuição de energia. O que, sem dúvida, para uma economia baseada em energia renovável pode garantir a segurança energética e reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, que são finitos e altamente poluentes, onde a partir da utilização mais efetiva desse potencial energético poderíamos somar forças ao nosso Exército a fim de que o resultado dessa união pudesse render frutos cuja base fundamental a ser mantida fosse a defesa nacional aliada a sustentabilidade.

A sustentabilidade assim como a preocupação com o meio ambiente, principalmente nos dias atuais, vem se tornando o pilar vital das discussões acerca da gestão responsável dos recursos naturais e as consequências de sua utilização voltada para o processo produtivo em

geral. O sistema de produção visando principalmente o desenvolvimento de sistemas informatizados e o gerenciamento de serviços necessita de uma alta demanda energética, o que de fato viabilizou a busca efetiva por fontes de energia renováveis, classificadas como limpas, por não gerar danos ao meio ambiente, como a energia fotovoltaica, por exemplo, e também capazes de prover de forma efetiva a mesma capacidade energética, com um menor custo, uma vez que não necessitam de manutenção já que são inesgotáveis.

No Exército Brasileiro a pauta ambiental é não somente evidente, mas possui amplo destaque e sua gestão está em constante processo de desenvolvimento sob gerencia de órgãos como o sistema de gestão ambiental do Exército Brasileiro (SIGAEB) e a diretoria de patrimônio imobiliário e meio ambiente (DPIMA), uma vez que a missão de defesa nacional não abrange apenas os brasileiros mas também meio ambiente aqui presente composto por uma fauna e flora diversificada e abundante, que tem por principal ator a maior floresta do planeta, a floresta amazônica.

Diante de tamanhas dimensões e de seu rico patrimônio, cresce de importância o aperfeiçoamento do Exército em relação ao desenvolvimento de novas tecnologias para melhor defender e utilizar seus recursos em benefício próprio para dar prosseguimento a sua missão. A partir disso, a capacidade de exploração do potencial energético proveniente de energias renováveis, principalmente a solar, é sem dúvidas uma das alternativas energéticas de maior efetividade para o uso da Força, tendo em vista que nos dias atuais um dos grandes desafios enfrentados pela mesma é alcançar um equilíbrio entre a necessidade energética necessária para manter o sistema de um centro de comunicações informatizado destacado no terreno, por exemplo, seguro, operante e eficiente, de forma a prover consciência situacional ao escalão superior para que o mesmo planeje os próximos passos da operação e até então os altos gastos com energia proveniente de combustíveis fósseis que são consequência desta alta demanda.

Baseado nas questões explicitadas acima, este trabalho busca realizar um estudo científico sobre a viabilidade de utilização de energia renovável em um centro de comunicações destacado no terreno e uma análise sobre a efetividade do uso dessa energia, se atentando principalmente a necessidade de atender a capacidade energética de um centro de comunicações.

Essa pesquisa justifica sua relevância no intuito de explicitar que através do uso de energia renovável no centro de comunicações temos não somente uma importante ferramenta no desenvolvimento dos meios de comunicação mas também um desenvolvimento de grande valia no que se refere a manter o preparo da tropa elevado, uma vez que a partir da utilização de novos meios sustentáveis a tropa deve buscar o auto aperfeiçoamento se adaptando

rapidamente a nova situação encontrada. Fato este que torna possível não somente empregá-la, mas empregá-la como uma grande rede afastada do centro de operações agindo com força máxima em prol da nação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Essa pesquisa tem por objetivo analisar a efetividade do uso de energias renováveis em um centro de comunicações destacado no terreno, como fator determinante para seu suprimento energético sustentável.

1.1.2 Objetivos específicos

Apresentar a estrutura de um centro de comunicações e sua demanda energética;

Explorar a diversidade de fontes de energia renováveis empregadas em território nacional;

Apresentar a estrutura e composição de uma placa fotovoltaica e sua capacidade energética;

Explorar a viabilidade do emprego de energia renovável em um centro de comunicações;

Avaliar os efeitos e a importância que a utilização de energia renovável explicitados durante a atividade de um centro de comunicações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CENTRO DE COMUNICAÇÕES

O centro de comunicações é uma estrutura composta por um conjunto de diferentes órgãos incumbidos da recepção, transmissão, criptografia, decifração e controle das mensagens, servindo a um comando ou a um escalão (BRASIL, 2001). Esta estrutura por sua vez, não necessariamente está presente no interior da organização militar a que está subordinada mas pode se localizar de maneira destacada no terreno dispondo de meios de transmissão e de recepção, além de mensageiros e de um centro de mensagens, de forma que seja capaz de

atender as necessidades dos comandos a que são subordinados, ou seja, apesar de não possuírem em sua essência uma organização fixa deve sempre buscar realizar sua missão primordial de receber e transmitir mensagens a partir de meios informatizados ou não.

A organização adotada para o centro de comunicações não informatizado depende do escalão a que está subordinado podendo ser constituído de um centro de mensagens, um centro de mensageiros e um centro de transmissão e recepção nos escalões de brigada e superiores enquanto nas unidades das armas são constituídos de apenas um centro de mensagens e meios de comunicações. No entanto, ambos devem atender aos escalões subordinados da mesma maneira, seja na transmissão da mensagem, na recepção da mesma, ou na execução, coordenação, segurança e emprego dos meios de comunicações necessários para o processamento final das mensagens, mantendo a situação destes meios ativa e em tempo real acusando quais dos mesmos estão disponíveis e quais estão inoperantes.

Quando o centro de comunicações é informatizado a disposição de meios se altera, na qual o centro de mensagens cede lugar ao centro de controle de sistemas, enquanto os meios de comunicações, o centro de mensageiros e o centro de transmissão e recepção se mantem, independentemente dos escalões a que estejam subordinados (BRASIL, 2001). Onde dentro da organização geral o centro de mensagens é constituído por pessoal e material destinados ao controle, processamento burocrático, criptografia, decifração e na escolha do meio de comunicações a utilizar na transmissão das mensagens, o centro de mensageiros é formado pelo pessoal e material, inclusive os meios de transportes, destinados ao controle e a execução do serviço dos mensageiros em benefício do comando por eles servido, o centro de transmissão e recepção é constituído pelo pessoal e material necessários a operação dos controles dos diferentes terminais de comunicações e o centro de controle de sistemas é constituído pelo pessoal e material necessários a operação dos sistemas computadorizados de transmissão de informação e dos terminais rádio de comunicações (BRASIL, 2001).

O avanço da tecnologia e sua evolução fizeram com que mudanças acontecessem ao que se refere ao funcionamento do centro de comunicações, que por sua vez pôde se destacar cada vez mais no terreno buscando atender com excelência as demandas solicitadas pelo comando a que é subordinado. Onde o mensageiro passou a atuar de forma secundária diante da eficácia dos meios informatizados, que passaram a prover serviços como o C² em combate, zimbra, pacificador, voip e vídeo conferencia, que por sua vez se mostraram capazes de suprir a necessidade da exploração da informação com rapidez, apesar da elevada demanda energética necessária, proporcionando vantagens competitivas sobre o outro lado e portanto uma maior eficiência principalmente aos elementos dos escalões superiores, uma vez que lhes proporciona

uma maior consciência situacional para a sua tomada de decisão de acordo com a situação em que se encontra.

No entanto, o bom funcionamento do centro de comunicações com a mensagem chegando a quem é de destino pelos meios informatizados apesar de ser o cenário ideal pode não ser a realidade encontrada em alguns casos, devido a incapacidade energética pela fornecida pela região em que o mesmo foi instalado. Dessa forma, só há viabilidade de se empregar de maneira incompleta seus meios ou até mesmo por situações adversas como chuvas intensas que podem acabar exaurindo os meios energéticos locais, sendo necessário o emprego, não menos importante, dos mensageiros, que por sua vez são militares com a nobre missão de manusear e salvaguardar as mensagens a eles entregue até o objetivo final, a ser decidido pelo escalão superior considerado, os mensageiros com foco na missão, exaltam valores militares como o patriotismo simbolizado não somente pelo amor nação mas também pela "devoção a Pátria" (PATRIOTISMO, 2020), buscando como pilar vital a missão do Exército (GOMES, 2018), tornando viável a busca pelo objetivo final, ou seja, a defesa da Pátria (BRASIL, 1988). O que de fato, explicita que a nossa instituição cumpre com seus compromissos independentemente das condições adversas que lhes são impostas, porém também enfatiza a necessidade da busca por uma fonte energética capaz de manter por completo de forma eficaz os meios informatizados em pleno funcionamento no que se refere ao centro de comunicações.

2.2 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

Um dos maiores desafios das sociedades atuais é alcançar o desenvolvimento de forma sustentável para atender a uma demanda de energia em constante crescimento. Todavia, é possível atingir esse objetivo através da aplicação de energias renováveis a matriz energética atual, uma vez que de acordo com sua própria definição de acordo com a ONU o desenvolvimento sustentável é “o desenvolvimento que atende as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender às próprias necessidades” (UNITED, 2015). Logo, o desenvolvimento sustentável fundamentado em três pilares de sustentação que requer integração de ações nas áreas: crescimento e equidade econômica, conservação dos recursos naturais e do meio ambiente e desenvolvimento social (HÁK, 2016), é viável e a melhor opção para acompanhar a constante evolução do modelo energético atual.

As fontes de energia são recursos energéticos que podem ser classificados em dois grandes grupos, são eles o grupo de recursos renováveis e o grupo de recursos não renováveis.

Dentre esses grupos, podemos destacar os combustíveis fósseis como pilar vital dos recursos não renováveis, enquanto para o grupo de recursos renováveis temos uma ampla gama de representantes são eles a energia solar, eólica e hidrelétrica, por exemplo, que por sua vez além de fontes de energia são também renováveis, ou seja, são fontes de energia consideradas limpas pois sua geração não emite gases poluentes ou outros resíduos prejudiciais ao meio ambiente e são capazes de se regenerar a curto ou a médio prazo. O que, de fato representa uma alternativa viável ao modelo energético utilizado nos dias atuais que se limita ao uso de combustíveis fósseis, ou seja, além de serem produtos naturais inesgotáveis são também matrizes alternativas energéticas que provocam menos impactos negativos ao no nosso meio ambiente.

O uso de fontes energéticas iniciando-se com os combustíveis fósseis no passado, ampliou e muito a capacidade de produção humana seja no campo ou nas cidades, porém toda essa evolução e desenvolvimento proporcionado por essa nova fonte de energia gerou uma enorme dependência desse tipo de combustível, uma vez que o modelo energético mundial muitas vezes ainda se limita ao uso de combustíveis fósseis enquanto existem variadas fontes de energia renovável que representam uma pequena porcentagem do fornecimento mundial de energia. O que de fato, é prejudicial e perigoso, uma vez é inegável que os danos causados ao meio ambiente são mínimos comparados aos danos causados pelo uso de fontes não renováveis de energia, assim como as fontes de energia renováveis poluem menos se comparada as fontes de energia convencionais, oferecem riscos menores, regeneram-se a curto prazo na natureza e são capazes de produzir energia a baixo custo.

Um dos maiores desafios das sociedades atuais, sem dúvida, é alcançar o desenvolvimento de forma sustentável, para atender a demanda de constante crescimento e desenvolvimento. No entanto, diferentemente de muitos países o Brasil, em particular, tem potencial para ampliar o modelo energético atual a partir da implantação da energia solar, eólica e hidráulica, por exemplo, diante do agravamento de problemas ambientais como o aquecimento global, o efeito estufa e alterações climáticas causados por gases poluentes liberados à atmosfera por meio da queima de combustíveis fósseis e expandir suas fontes de energia limpas e renováveis, que causam menos danos ao meio ambiente, devido aos seus recursos naturais abundantes e sua dimensão continental.

2.2.1 Energia Hidrelétrica

A hidroeletricidade, advinda de usinas hidrelétricas, é uma fonte de energia renovável que utiliza a força da água em movimento para gerar eletricidade (MARIANO, 2016), na qual a partir de barragens, por exemplo, a energia hidroelétrica é gerada, onde a água é armazenada em reservatórios e então liberada para movimentar turbinas que geram eletricidade (SOKKA, 2016). Esta energia elétrica proveniente da força das águas, sem dúvida, desempenha um papel importante no desenvolvimento sustentável, pois é uma fonte de energia limpa e renovável que pode substituir combustíveis fósseis e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, pelo aumento da eficiência energética e redução do desperdício de energia, de forma mais sustentável e eficiente. O que de fato explicita a viabilidade dessa matriz energética, principalmente no Brasil, onde a hidroeletricidade é a principal fonte de energia elétrica, responsável por mais de 60% da capacidade instalada e mais de 70% da geração de energia elétrica (ITAIPU, 2021), ou seja, o país tem uma grande capacidade de geração de energia limpa e confiável, uma vez que é uma fonte de energia estável e previsível, devido principalmente a suas extensas redes fluviais e grandes reservatórios de água.

Figura 1 – Hidrelétrica de Itaipu



Fonte: HOSSAIN (2016)

2.2.2 Energia Eólica

A energia eólica é gerada a partir do fluxo de ar, capaz de acionar as pás de uma turbina que, por sua vez, produzem energia mecânica, e esta é convertida em energia elétrica que é utilizada em moinhos de vento, bombas de vento e vela para a propulsão de navios, por exemplo (SOKKA, 2016). Esta energia além de ser renovável e limpa, uma vez que não emite gases poluentes ou outros resíduos prejudiciais ao meio ambiente é também considerada uma fonte de energia promissora alternativa para os combustíveis fósseis para o futuro, pois é uma das fontes renováveis de energia que mais crescem no mundo. No Brasil, cerca de 60% da capacidade instalada total está localizada no Nordeste, principalmente no Ceará e no Rio Grande do Norte e no Sul em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul (MME, 2021). Com a expansão da fonte eólica no Brasil, a matriz de geração de energia elétrica tem se tornado ainda mais renovável com crescimento significativamente elevado nos últimos anos, com a instalação de parques eólicos em todo o país, a fim de aumentar a eficiência energética e reduzir o desperdício de energia, para que a energia eólica possa ser utilizada de forma mais sustentável e eficiente.

Figura 2 – Usina Eólica

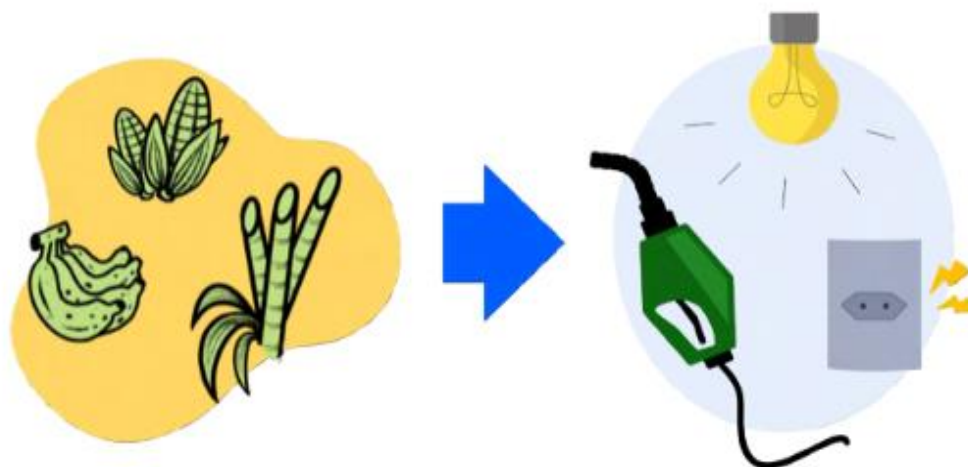


Fonte: MARIANO (2016)

2.2.3 Biomassa

A biomassa é uma fonte de energia renovável que utiliza materiais orgânicos como madeira, resíduos agrícolas, resíduos de alimentos e outros materiais orgânicos para gerar eletricidade ou calor, e por sua vez, também faz parte das energias renováveis, podendo ser obtida por meio de diversos materiais biológicos, provenientes de organismos vivos, plantas e derivados de plantas, a fim de produzir calor por combustão e processo indireto como biocombustível (SOKKA, 2016). Esta fonte de energia é limpa e sustentável, uma vez que a emissão de gases poluentes é mínima e a queima de resíduos orgânicos ajuda a reduzir o acúmulo de lixo nos aterros sanitários. No Brasil, a biomassa é uma importante fonte de energia renovável, principalmente na forma de bagaço de cana-de-açúcar, que além de ser utilizado para gerar eletricidade em usinas de açúcar e álcool na área urbana e na área rural para gerar energia localmente é utilizado também para a produção de biocombustíveis, como etanol, produzido por meio da cana de açúcar e do eucalipto, como o biodiesel, produzido a partir de gorduras vegetais e como o biogás, obtido por meio de reações anaeróbicas da matéria orgânica por meio da queima de matéria orgânica vegetal e animal, utilizando-se de processos para geração de energia elétrica como a fermentação, combustão direta e gaseificação (MARIANO, 2016).

Figura 3 – Matéria prima utilizada na produção da biomassa

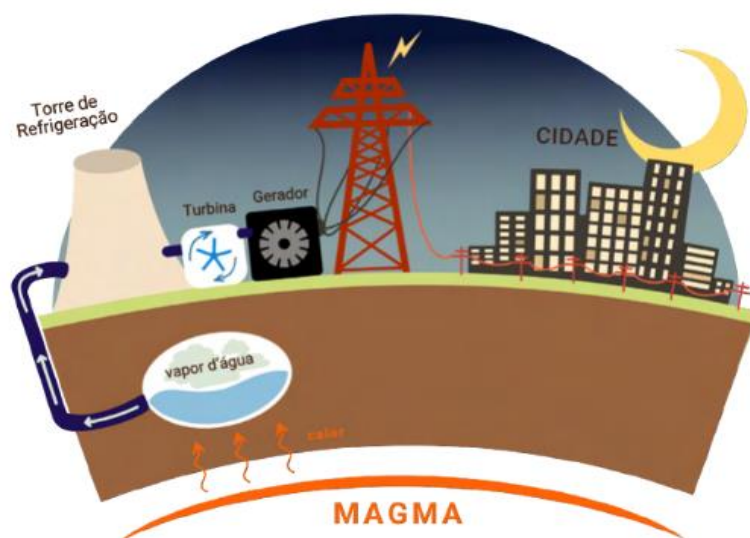


Fonte: MARIANO (2016)

2.2.4 Energia Geotérmica

A energia geotérmica não faz parte da matriz energética brasileira, mas é um dos tipos de energia renováveis da matriz energética sustentável, uma vez que não impacta o solo e é derivada e armazenada na terra, onde a temperatura da matéria depende da energia térmica proveniente da crosta terrestre, incluindo a formação construtiva, cerca de 20% e a de minerais radiativos, cerca de 80% (MARIANO, 2016). Essa energia é produzida pela decomposição radioativa, em que a temperatura alcança 5.000 °C através do calor da terra para que posteriormente o calor seja liberado diretamente a partir do núcleo para a rocha mais fria e quando a temperatura é muito elevada, ocorre o derretimento da rocha produzindo magma que é mais leve que a rocha de concreto. Assim, a água do magma e o calor da rocha na superfície exterior atingem cerca de 370 °C, calor este que é transformado em energia elétrica por meio das usinas geotérmicas instaladas em áreas com intensas atividades vulcânicas, nas quais a água e o vapor quente gerados em profundidades menores são capazes de aflorar na superfície e mover as turbinas nas usinas geotérmicas que por sua vez transformam energia cinética em elétrica (HOSSAIN, 2016).

Figura 4 – Usina Geotérmica



Fonte: MARIANO (2016)

2.2.5 Energia dos Oceanos

A energia dos oceanos refere-se à energia renovável obtida a partir das ondas, marés, correntes ou diferenças de temperatura entre a superfície e o fundo do oceano (KUANG, 2016), na qual a força desencadeada pelo deslocamento das massas de águas oceânicas geram uma conversão de energia térmica do oceano e um gradiente de salinidade (UIHLEIN, 2016), sejam elas ondas provenientes da energia das marés, da energia das correntes marítimas ou da energia térmica dos oceanos (KOREA, 2016). Esta fonte energética é uma fonte considerada limpa por não impactar negativamente o meio ambiente, porém ainda requer avanços tecnológicos que viabilizem economicamente seu uso sendo por muitos considerada uma fonte de energia promissora para o futuro, pois é uma fonte de energia limpa e renovável. No entanto, ainda é uma fonte de energia em desenvolvimento e ainda existem desafios técnicos e econômicos a serem superados para torná-la uma fonte de energia viável em larga escala. No Brasil, a energia proveniente dos oceanos ainda apresenta aplicação incipiente, porém, devido à grande potencial costeiro brasileiro, esta fonte pode contribuir com a diversificação da matriz energética efetivamente.

Figura 5 – Usina Sihwa Lake - Korea



Fonte: MARIANO (2016)

2.2.6 Energia Solar

A energia solar dentre as fontes de energias renováveis, origina praticamente todas as outras fontes de energéticas na Terra. De acordo com Pinho e Galdino (2014, p. 47), a energia proveniente do Sol é a fonte mais abundante e inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor como de luz. Deste modo, é possível através da radiação solar obter energia indireta, mediante a aplicação de coletores ou concentradores solares, ou energia direta, por meio de energia solar fotovoltaica, onde se tem a aplicação do efeito fotoelétrico, quando há a emissão de elétrons por um material, geralmente metálico, exposto a uma radiação eletromagnética de frequência suficientemente alta, que depende do material e do efeito fotovoltaico, quando há a criação de tensão elétrica ou de uma corrente elétrica correspondente num material, após a sua exposição à luz (HUAWEI, 2017).

Esta energia além de ser limpa, inesgotável e abundante, sem dúvida, apresenta um enorme potencial a ser explorado no território brasileiro e pode gerar energia elétrica de duas formas: direta e indiretamente, onde na primeira opção ocorre por meio de painéis de células fotovoltaicas compostas por pequenas lâminas recobertas por um material condutor que, quando expostas à luz solar, convertem-na em energia elétrica e na segunda opção a forma indireta é obtida por meio de usinas construídas em áreas com intensa insolação, nas quais são instalados vários coletores solares (SOKKA, 2017).

Figura 6 – Usina fotovoltaica de Yanchi – China

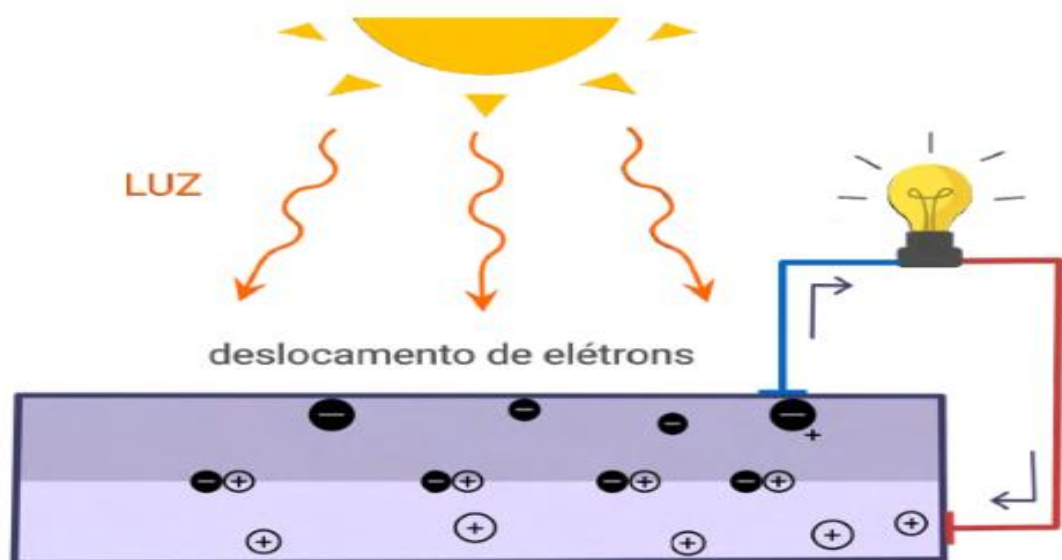


Fonte: MARIANO (2016)

2.3 PLACA FOTOVOLTAICA

A placa fotovoltaica utilizando-se da radiação solar é capaz de transformar em energia elétrica a energia térmica proveniente do Sol, a partir do efeito fotovoltaico, que por sua vez é definido como a transformação da energia contida na irradiação solar em energia elétrica. Esse fenômeno, foi observado pela primeira vez por um físico francês Edmond Becquerel em 1839, quando este descobriu uma tensão resultante da ação da irradiação solar sobre um eletrodo metálico de platina imerso em uma solução química (SMETS, 2015). Posteriormente em 1953 foi descoberta a célula solar de silício, por Calvin Fuller, Gerald Pearson e Daryl Chapin, que por sua vez puderam verificar que essa célula produzia eletricidade suficiente e era eficiente o suficiente para operar pequenos dispositivos elétricos, o que de fato viabilizou o uso de energia solar para a geração de eletricidade. Dessa forma, ficou atestado que o efeito fotovoltaico ocorre em certos materiais semicondutores, presentes na composição uma célula fotovoltaica, capazes de absorver a energia transformando-as em eletricidade, através da quebra das ligações químicas entre as moléculas presentes em suas estruturas, as quais liberam cargas elétricas podendo ser utilizadas para realização de trabalho. (ZILLES, 2012; VILLALVA, 2012)

Figura 7 – Efeito Fotovoltaico

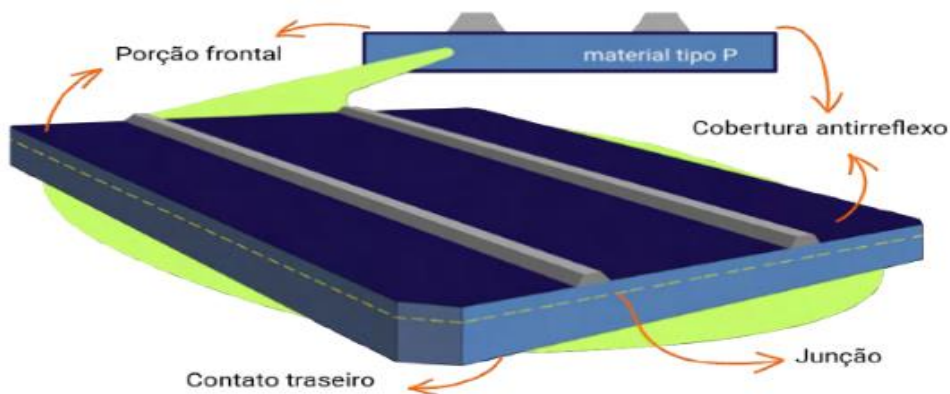


Fonte: ENERGIA (2022)

O material semicondutor utilizado para construir as células fotovoltaicas é o silício cristalino cortado em lâminas muito finas. Algumas destas lâminas são, em seguida,

“dopadas” com átomos trivalentes, criando assim um desequilíbrio de elétrons conhecida como “lacunas” ou “buracos”, na banda de valência. Logo, como consequência da existência dessas bandas podemos destacar o aumento da condutividade com a temperatura, ocasionado pela excitação térmica de elétrons da banda de valência para a banda de condução, deixando “lacunas” ou “buracos” na banda de valência, sendo constituídos de carga positiva, cuja mobilidade é cerca de 1/3 da dos elétrons na banda de condução (PINHO, 2014).

Figura 8 – Célula Fotovoltaica



Fonte: ENERGIA (2022)

Em seguida, são adicionados átomos penta valentes, o que ocasiona o aparecimento de elétrons livres formando-se uma junção, onde é ocasionado um campo elétrico interno que é responsável pela consolidação da conversão fotovoltaica (ZILLES, 2012), para que posteriormente as células fotovoltaicas possam ser interligadas e encapsuladas formando o módulo fotovoltaico composto de um conjunto de células dispostas sobre uma estrutura rígida e interligadas eletricamente, geralmente ligadas em série para produzir tensões maiores, os quais atuam como gerador fotovoltaico. Já na sua parte posterior, há uma caixa de conexões elétricas, para a ligação dos cabos elétricos fornecidos junto com o módulo. Os cabos possuem conectores padronizados, permitindo a rápida conexão de módulos em série (VILLALVA, 2012).

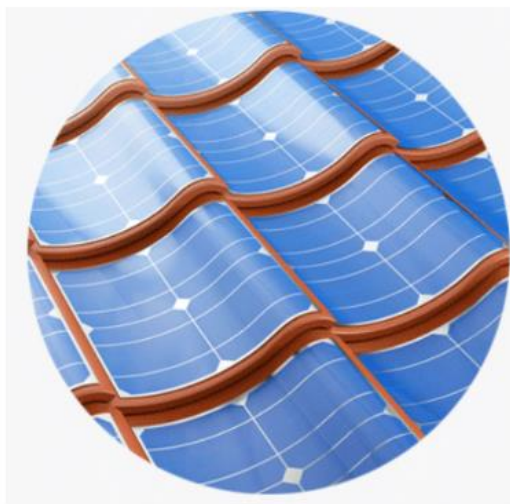
Figura 9 – Composição do módulo fotovoltaico



Fonte: ENERGIA (2022)

Atualmente utiliza-se em maior escala os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica geralmente aplicados às edificações, conhecidos como Building Applied Photovoltaics (BAPV), ou ainda mais recentemente integrados na edificação conhecidos como Building Integrated Photovoltaics (BIPV) (GRIMONI, 2019).

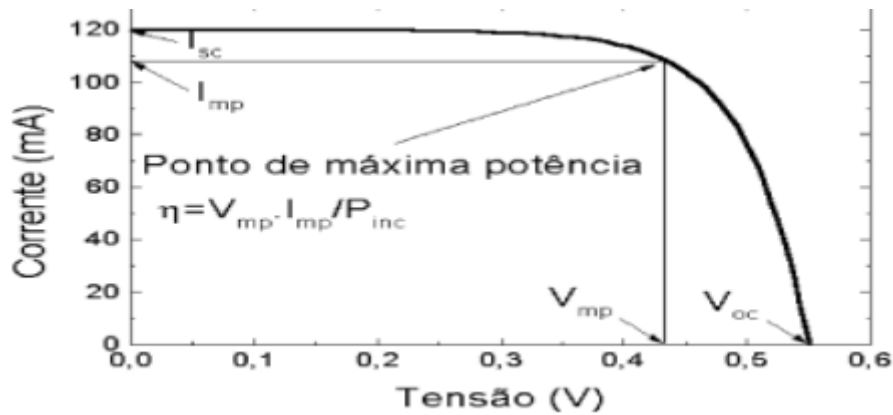
Figura 10 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica integrado às edificações



Fonte: TYPES (2021)

Estes sistemas, por sua vez caracterizados pelo aproveitamento da energia solar pela célula fotovoltaica podem ser compostos por diversos materiais, sendo eles silício cristalino, em maioria, silício poli cristalino, silício amorfo, silício amorfo com liga de silício-germânico, arseneto de gálio, disseleneto de cobre-índio e telureto de cádmio, onde cada material a partir de suas peculiaridades apresentará uma corrente de curto circuito, uma tensão de circuito aberto, uma corrente de potência máxima, uma tensão de potência máxima, uma irradiação solar incidente que juntas resultam no rendimento da célula propriamente dita.

Figura 11 – Curva de corrente por tensão de uma célula solar de silício típica



I_{SC} : corrente de curto circuito; V_{OC} : tensão de circuito aberto
 I_{MP} : corrente de potência máxima; V_{MP} : tensão de potência máxima
 P_{INC} : irradiação solar incidente; $P_{INC} = G_T \times A$
 η : rendimento da célula;

Fonte: GRIMONI (2019)

Tabela 1 – Rendimento de componentes básicos das células fotovoltaicas

Materiais	Rendimento
Silício Monocristalino	15 - 17,5 %
Silício Policristalino	11 - 12,5%
Silício Amorfo	9%
Silício amorfo com liga de silício-germânico	10%
Arseneto de Gálio	20%
Disseleneto de Cobre-Índio	14%
Telureto de Cádmio	12,70%

Fonte: GRIMONI (2019)

Além do rendimento de acordo com os componentes das células fotovoltaicas, há outros fatores que se destacam no que se refere a alimentação energética, como a potência máxima, tensão ideal e a corrente de curto ideal. Fatores estes dispostos em um documento técnico disponibilizado pelos fabricantes do produto para entender as características do produto e integra-lo a um sistema maior, seja físico ou digital, que fornece além de informações detalhadas sobre os componentes do produto desejado fornece também especificações elétricas, mecânicas e ambientais, características e limitações, chamados datasheets.

Figura 12 – Exemplo de datasheet de uma célula voltaica de silício

DADOS ELÉTRICOS/STC*

CS6U	315P	320P	325P	330P
Potência nominal máx. (P _{máx})	315 W	320 W	325 W	330 W
Tensão operacional ideal (V _{mp})	36,6 V	36,8 V	37,0 V	37,2 V
Corrente operacional ideal (I _{mp})	8,61 A	8,69 A	8,78 A	8,88 A
Tensão de circuito aberto (V _{oc})	45,1 V	45,3 V	45,5 V	45,6 V
Corrente de curto-circuito (I _{sc})	9,18 A	9,26 A	9,34 A	9,45 A
Eficiência do módulo	16,20%	16,46%	16,72%	16,97%
Temperatura operacional	-40 °C ~ +85 °C			
Tensão máxima do sistema	1.000 V (IEC) ou 1.000 V (UL)			
Desempenho do módulo contra incêndio	TIPO 1 (UL 1703) ou CLASSE C (IEC 61730)			
Classificação máx. de fusíveis da série	15 A			
Classificação da aplicação	Classe A			
Tolerância de potência	0 ~ + 5 W			

* Sob condições de teste padrão (STC) de irradiação de 1.000 W/m², espectro AM de 1,5 e temperatura de célula de 25 °C.

DADOS ELÉTRICOS/NOCT*

CS6U	315P	320P	325P	330P
Potência nominal máx. (P _{máx})	228 W	232 W	236 W	239 W
Tensão operacional ideal (V _{mp})	33,4 V	33,6 V	33,7 V	33,9 V
Corrente operacional ideal (I _{mp})	6,84 A	6,91 A	6,98 A	7,05 A
Tensão de circuito aberto (V _{oc})	41,5 V	41,6 V	41,8 V	41,9 V
Corrente de curto-circuito (I _{sc})	7,44 A	7,50 A	7,57 A	7,66 A

* Sob temperatura operacional normal da célula (NOCT), irradiação de 800 W/m², espectro AM de 1,5, temperatura ambiente de 20 °C, velocidade do vento de 1 m/s.

DADOS MECÂNICOS

Especificação	Dados
Tipo de célula	Policristalino, 6 polegadas
Organização das células	72 (6 x 12)
Dimensões	1.960 x 992 x 40 mm (77,2 x 39,1 x 1,57 pol.)
Peso	22,4 kg (49,4 lb)
Tampa dianteira	Vidro temperado de 3,2 mm
Material da estrutura	Liga de alumínio anodizado
Caixa de derivação	IP67, 3 diodos
Cabo	4 mm ² (IEC) ou 4 mm ² e 12 AWG 1.000 V (UL), 1.160 mm (45,7 pol.)
Conectores	T4 (IEC/UL)
Por palete	26 peças
Por contêiner (40' HQ)	572 peças

CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA

Especificação	Dados
Coefficiente de temperatura (P _{máx})	-0,41%/°C
Coefficiente de temperatura (V _{oc})	-0,31%/°C
Coefficiente de temperatura (I _{sc})	0,053%/°C
Temperatura operacional nominal da célula	45±2 °C

Fonte: CANADIAN (2016)

A partir deste documento podemos ter uma referência em relação a parte elétrica sobre a capacidade energética proveniente de uma célula fotovoltaica, nas situações em que há radiação solar direta incidindo sobre a mesma e quando não há e por conseguinte da energia solar, que por sua vez além de ser a base para as outras energias renováveis é também o exemplo mais efetivo da utilização das mesmas par fornecimento de energia limpa e sustentável nos dias atuais. Neste contexto, em referência a parte elétrica de um centro de comunicações destacado no terreno, temos alguns elementos como toughbooks, no-breaks de 600VA de potência, agindo como forma de redundância no que se refere a todo o sistema elétrico do ccom evitando a queima e prolongando a vida útil dos equipamentos empregados, e os rádios MPR 9600, RF

7800 V e RF 7800 M popularmente conhecidos no meio militar também por falcon II, falcon III e rádio multibanda respectivamente, presentes em um ccom que por sua vez precisam ser alimentados via energia elétrica para que suas baterias sejam carregadas para funcionarem e então bem cumprirem sua missão.

Figura 13 – Exemplo de datasheet de um toughbook

AUDIO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intel® High Definition Audio compliant ■ Integrated speaker ■ Keyboard volume and mute controls 	
KEYBOARD & INPUT	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stylus pen with integrated stylus holder, tether and cleaning cloth ■ 87-key with dedicated Windows® key ■ Emissive backlit keyboard with 4 adjustable levels ■ Pressure-sensitive touchpad with vertical scrolling 	
MULTIMEDIA BAY	<ul style="list-style-type: none"> ■ DVD Super MULTI Drive or optional Media Bay 2nd Battery¹ 	
INTERFACE & EXPANSION	<ul style="list-style-type: none"> ■ Docking connector ■ USB 3.0 (x 1), USB 2.0 (x 3) ■ SD card (SDXC) ■ HDMI ■ VGA ■ 10/100/1000 Ethernet ■ Optional 10/100/1000 2nd LAN (Ethernet) ■ Audio In ■ Audio Out ■ Serial ■ Nano-SIM 	<ul style="list-style-type: none"> 80-pin Type A UHS-I Type A D-sub 15-pin RJ-45 RJ-45 3.5mm Mini-jack stereo 3.5mm Mini-jack stereo D-sub 9-pin 4FF
WIRELESS	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optional 4G LTE-Advanced multi carrier mobile broadband with satellite GPS – Certified with Verizon, AT&T, Sprint and P.180 ■ Optional dedicated GPS (u-blox NEO-M8N) ■ User-selectable antenna pass-through (dual standard, single optional) ■ Intel® Dual Band Wireless-AC 8265 Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac ■ Bluetooth® v4.1 + EDR (Class 1) ■ Slide on/off switch 	
POWER	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standard long life Li-Ion battery pack (10.65V, typical 8550mAh, min. 8100mAh) ■ MobileMark 2014: 19.5 hours (29 hours with opt. media bay 2nd battery)^{1,5} ■ Battery charging time: 3.5 hours on/off (7 hours with opt. media bay 2nd battery)⁵ ■ AC Adapter: AC 100V-240V 50/60Hz, auto sensing/switching worldwide power supply 	

Fonte: Manual (2018)

Figura 14 – Exemplo de datasheet de um no-break

Características Gerais			
Características Técnicas	Valores		
Potência Nominal (VA) ¹	500	600	700
Fator de potência	0,5		
Faixa de regulação em modo rede	89V até 260V (Ti) ²	174V até 260V (M2)	
Faixa de operação em modo rede	80V até 266V (Ti) ²	166V até 266V (M2)	
Rendimento	>95% com rede e >85% com inversor		
Regulação de saída do inversor	< +/- 2% com carga linear		
Tempo de acionamento do inversor	0,8 ms		
Tempo de carga da bateria interna (até 80%)	8 horas		
Forma de onda do inversor	Senoidal Modificada		
Frequência de saída do inversor (+/- 1%)	60 Hz		
Tempo de resposta do estabilizador	1 ciclo de rede		
Regulação em modo rede (atende NBR 14373)	-6% / +6% (Ti)	-4% / +4% (M2)	
Powerlook (Battery save) (auto-desligamento)	Sim		
Proteção eletrônica contra sobrecarga	Sim		
Proteção contra surtos de tensão varistor 65J (8x20us)	Sim		
Número de tomadas	6		
Peso líquido (Kg)	5,5[Ti]/5,4[M2]	5,7[Ti]/5,6[M2]	5,8[Ti]/5,7[M2]
Peso bruto (Kg)	5,7[Ti]/5,8[M2]	5,9[Ti]/5,8[M2]	6,0[Ti]/5,9[M2]
Dimensões do equipamento A x L x P (mm)	200 x 96 x 277		
Dimensões da embalagem A x L x P (mm)	258 x 109 x 284		

Fonte: Lâmina (2014)

Figura 15 – Exemplo de datasheet de um falcon II

Função	Especificação
Estabilidade de Frequência	$\pm 1.0 \times 10^{-6}$ não menos que 30 dias
Modos de Transmissão	J3E (USB, LSB) H3E (AM compatível, USB/LSB com reinjeção de portadora) A1A, J2A (Continuous Wave [CW] compatível), FSK (Deslocamento de Frequência por Chaveamento) selecionável tipo F2B
Impedância de RF	50-ohms nominal, não balanceada
Alimentação	+26 VDC Nominal (+20 VDC à +34.8 VDC). Redução de potência de RF (-6 dB) entre as voltagens de 20 VDC à 22.5 VDC (Com a potência de RF configurada para 1 watt, a redução de potência não ocorre.)
KDU display heater	Operação Automática Ligado (ON) abaixo de -10 ° C (14 ° F), Desligado (OFF) acima de +5 ° C (41 ° F); ciclos de Liga/Desliga para conservar a bateria. Consumo de energia: aproximadamente 1.3 W
Proteção de Sobretensão	Protegido contra excesso voltagens acima de +34.8 VDC
Interface de Dados	Síncrono ou assíncrono (RS-232C; MIL-188-110B)
RECEPTOR	
Sensibilidade do Receptor	-113 dBm (0.5 μ V) para 10 dB de Relação Sinal+Ruído+Distorção sobre Ruído e Distorção (SINAD) em SSB
Saída de Audio	≥ 1.5 mV sobre 150-ohm de impedância
Squelch	Ajustável no painel frontal, Silenciamento ativo selecionável
Rejeição de Frequência Imagem	>90 dB
Controle Automático de Ganho (AGC)	Depende do modo de operação, selecionado automaticamente
Distorção por Intermodulação	+20 dBm (típico) para sinais separados de 100 kHz ou mais +15 dBm mínimo garantido
TRANSMISSOR	
Potência de RF (modelos MPs)	1, 5, 20 W de Envelope de Pico de Potência (PEP)/Média
Potência de RF (modelos RE)	100 mW (nominal)
Entrada de Audio	Monofone 1.5 mV sobre 150-ohms ou 0 dBm sobre 600 ohms
Supressão de Portadora	>60 dB ou menos PEP (J3E mode)
Rejeição da Banda Lateral Indesejada	>60 dB ou menos PEP
Emissão de Sinais Espúrios	-50 decibéis relativos à portadora (dBc) relativo à saída (exceto harmônicos que são -40 dB @ 5 kHz a 25 kHz da frequência central [Fc])

Fonte: MANUAL (2012)

Figura 16 – Exemplo de datasheet de um falcon III

Geral	
Gama de frequências	30-108 MHz
Pré-configurações da rede	25 total / 13 selecionáveis desde o comutador
Impedância de entrada/saída de RF	50 Ohms
RF-7800V-HH001 Modos normais de transmissão	Voz Analógica FM Voz MELP de FSK 2,4 kbps Voz CVSD de FSK 16 kbps Dados IP e DTE de FSK/TCM até 64k
RF-7800V-SW002 Modos adicionais de transmissão	Dados IP de FSK/TCM até 192 kbps Forma de onda BMS 10W Modo de Potência
RF-7800V-SW003 Modos adicionais de transmissão + comunicação telefônica	Voz sobre IP (VOIP) e SIP Comunicação telefônica e Estação base RF-6010
Dimensões	9,71 Alt x 2,94 Larg x 2,43 Prof poleg. (24,6 x 7,4 x 6,1 cm)
Peso	<0,7 kg (<1,1 kg incluindo bateria)
Prova futura	Rádio definido por software
Cor (Tudo com acabamento CARC)	Verde (RF-7800V-HH001) Preto (RF-7800V-HH002) Castanho claro (RF-7800V-HH003)
Transmitir	
Potência de saída	0,25, 1, 2, 5 e 10 Watts*
Estabilidade da frequência	± 1 ppm
Harmônicas	-50 dBc
Supressão de emissões falsas	-50 dBc

Fonte: MANUAL (2012)

Figura 17 – Exemplo de datasheet de um rádio multibanda

Especificações para o RF-7800M-MP	
Geral	
Gama de frequências	30 MHz-2 GHz Banda estreita e (NB): VHF baixa: 30-90 MHz VHF alta: 90-225 MHz UHF baixa: 225-512 MHz Banda larga (WB): UHF 225 MHz-2 GHz
Espaçamento de canais	NB: 5 kHz, 6,25 kHz, 8,33 kHz, 12,5 kHz, 25 kHz WB: 1,2 MHz, 5 MHz
Pré-configurações da rede	100
Interfaces de dados	Ethernet, RS-232/RS-422 síncronas e assíncronas
Interfaces de controle	Ethernet, RS-232, RS-422, USB
Ferramenta de gestão	Aplicação de programação de rádio baseada em Windows
Ambiente de software	SCA v2.2
GPS interno	Receptor de 12 canais
Estabilidade da frequência	0,5 ppm
Afinação de frequência	10 Hz desde 30-512 MHz 100 Hz desde 513 MHz-2 GHz
Rádio Programável com Controle Remoto	Baseado em RS-232 ASCII
Receptor	
Sensibilidade de Banda Estreita (para o 10 dB SINAD)	LOS FM 30-512 MHz: -118 dBm LOS AM 90-512 MHz: -110 dBm com 70% de modulação
Rejeição do canal adjacente	60 dB referenciado a 10 dB SINAD (50 kHz canal) VHF: 60 dB (50 kHz fora do canal) UHF: 50 dB (50 kHz fora do canal)
Potência	
Potência de entrada	19-34 V CC
Potência consumida	65 Watts máx
Tipos de baterias	BA-5590/U, BA-5390/U, BB-590/U, BB-390/U, BB-2590/U
Características físicas e ambientais	
Tamanho (sem pegas)	7,4 L x 3,4 A x 8,8 P pol. (sem bateria) (18,8 L x 8,5 A x 22,4 P cm sem bateria) 7,4 L x 3,4 A x 13,5 P pol. (com bateria) (18,8 L x 8,5 A x 34,3 P cm com bateria)
Peso	3,6 kg (sem bateria)
Choque/Vibração	MIL-STD-810F para veículos de lagartas e de rodas

Fonte: MANUAL (2014)

Assim, tendo como referência um ccom, com 6 toughbooks, empregando todos os serviços necessários para prover o comando e controle ao escalão superior, ou seja, C² em combate, sped operacional, zimbra, pacificador, voip e vídeo conferencia, que demandam em média 91 watts (MANUAL, 2018) de potência cada um, juntamente com dois rádios, sendo eles um falcon II com duas baterias que demandam em média 20 a 22,5 watts de potência (MANUAL, 2012) e um falcon III com duas baterias que demandam em média 10 watts de potência (MANUAL, 2012), temos que é necessário a utilização de dois no-breaks como meios de redundância principalmente no que se refere a parte elétrica, uma vez que o mesmo não somente demanda uma alta potência de cerca de 300 watts (LÂMINA, 2014) mas é responsável por proteger e manter o funcionamento ideal de todos os dispositivos do ccom em situações de oscilação ou ausência de rede elétrica evitando assim uma possível queima e o mau funcionamento dos aparelhos a partir de um sistema de estabilização inteligente, ou seja, evita que uma possível corrente que exceda a capacidade máxima de entrada do toughbook ou uma corrente de curto circuito alcance diretamente os rádios, a fim de evitar que o mesmo perca sua funcionalidade em meio a operação, viabilizando ao ccom a capacidade necessária para prover todos os serviços necessários para estabelecer o comando e controle na região delimitada e prover consciência situacional ao escalão superior.

Desta forma, a partir dos dados elétricos, principalmente no que se refere a tensão da placa e dos meios receptores dessa energia, tanto dos toughbooks e no-breaks, quanto dos rádios temos que as placas fotovoltaicas de silício são capazes de prover energia elétrica suficiente para alimentar ambos os dispositivos, uma vez que a potência total requerida corresponde aproximadamente a 600 watts referentes aos dois no-breaks que com autonomia alimentam os demais dispositivos que requerem 584 watts e a potência total fornecida por 1 placa fotovoltaica corresponde a cerca de 240 watts cada uma variando de acordo com o grau de incidência solar sobre a célula fotovoltaica (CANADIAN, 2016), ou seja, a junção de três destas células são capazes de fornecer a potência requerida para o funcionamento de todos esses meios de forma conjunta. Em outra hipótese, quando o Falcon II é substituído pelo RF 7800 M-MP a potência a ser demandada aumenta para 900 watts, uma vez que é necessário o emprego de mais um no-break, tendo em vista que a potência necessária para alimentar esse dispositivo juntamente com os demais aumenta em 55 watts saltando de 10 watts para 65 watts (MANUAL, 2014), chegando ao total de 639 watts, porém ainda sim é uma demanda capaz de ser suprida por quatro células fotovoltaicas, totalizando cerca de 960 watts de potência a ser fornecida. Logo, pode-se considerar que é viável o emprego dessa ferramenta sustentável.

2.4 ENERGIA RENOVÁVEL

A pauta sustentabilidade vem ganhando força internacionalmente no que se refere a tentativa urgente de redução dos danos ambientais e preservação do meio ambiente, fazendo com que países como o Brasil reformulassem seus modelos de produção visando estimular a produção baseada em fontes renováveis de energia limpa e sustentável, uma vez que não lançam poluentes sejam eles sólidos ou gasosos na atmosfera em detrimento das fontes de energia convencionais, o que de fato contribui e muito para atenuar o impacto sofrido pela natureza recorrentemente a muitos anos.

Segundo Kennett e Steenblikt:

“Bens ambientais são definidos como aqueles que possuem a capacidade de evitar, prevenir, limitar e/ou minimizar os danos ambientais em termos de utilização de recursos naturais para sua produção, bem como engendrar um impacto reduzido ao meio, quando o mesmo tem seu tempo de utilidade esgotado. Os bens ambientais se mostram favoráveis a esse novo paradigma de mitigação dos danos ambientais, revelando-se como mais uma alternativa de evolução para um padrão de consumo mais sustentável.” (KENNETT, M.; STEENBLIK, R., 2005).

O Brasil possui grande porcentagem de sua matriz elétrica composta por usinas hidrelétricas (64,5%) e termoeletricas (27,4%) (EPE, 2017), onde se por um lado a maior parte da energia produzida é advinda das usinas hidrelétricas que são limpas e renováveis, por outro lado temos a energia que vem das termoeletricas que por sua vez é extremamente desvantajosa do ponto de vista ambiental devido ao aumento das emissões dos gases que compõem os gases que ocasionam o efeito estufa intimamente ligado ao uso e conseqüentemente a queima de combustíveis fósseis. No entanto a demanda energética necessária para suprir um país de dimensões continentais vem aumentando cada vez mais e a solução imediata encontrada, na incapacidade das hidrelétricas, muitas vezes é a utilização de termoeletricas.

Devido a esta demanda a necessidade de se pensar em outras fontes de energia que fossem viáveis, capazes de proporcionar o mesmo potencial energético e baseadas em diretrizes sustentáveis ganhou força no cenário nacional, impulsionadas não somente pelo surgimento dos estudos sobre a viabilidade econômica do aproveitamento da energia solar através de painéis fotovoltaicos (SALAMONI et al., 2004; ORDENES et al., 2007; MITSCHER; RUTHER, 2012; HOLDERMANN; KISSEL; BEIGEL, 2014) e aquecedores solares (RISPOLI, 2008; ALTOÉ; OLIVEIRA FILHO; CARLO, 2012; PEREIRA; SANTOS, 2016) mas também pelo resultado deles favorecendo a busca do equilíbrio ambiental por meio do incentivo ao consumo de produtos e serviços que possuam menos impacto sobre o meio ambiente.

Dado o surgimento destes estudos e também pela aplicação viável, a energia solar foi descoberta como base para a origem de grande parte das demais fontes de energia limpa como as fontes de energia eólica, maremotriz e hidrelétrica. Uma vez que, a partir da energia solar ocorre a evaporação e, portanto, o ciclo das águas necessário para a geração de eletricidade maremotriz, proveniente das ondas dos mares, e hidrelétrica proveniente do movimento das águas represadas. A energia solar também é capaz de induzir a circulação atmosférica em larga escala, a fim de que se tenha ventos, e por conseqüência a geração de energia eólica. Além disso suas vantagens em comparação aos combustíveis fósseis são inúmeras, como ser silenciosa, não produzir poluição, nem contaminação ambiental, não consumir combustível e ter uma vida útil vitalícia, por exemplo.

A captação da energia solar é um efeito que se dá por meio de painéis fotovoltaicos, que por sua vez fazem uma conversão direta da luz em eletricidade, chamado de efeito fotovoltaico (GTES, 2004). Segundo Edmond Becquerel, em 1839, este efeito é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor composta de módulos, produzida pela absorção da luz. Dada natureza modular dos sistemas fotovoltaicos permite que equipamentos de extensa gama de potência se mantenham ativos tendo por base

essa tecnologia, na qual os módulos ao se agregarem podem suprir desde miliwatts de uma pequena calculadora científica até os kilowatts dos grandes centros de energia de localidades remotas (GTES, 2004). O que de fato explicita que o aproveitamento energético fotovoltaico não é somente capaz de fornecer energia a sistemas interligados a rede como um centro de comunicações informatizado de uma brigada, mas também possui capacidade de atender com seus meios a um centro de comunicações avançado no terreno, por exemplo.

No entanto se por um lado o fornecimento energético em um centro de comunicações é essencial para o pleno funcionamento do mesmo, por outro lado, assim como em indústrias e fábricas, o alto consumo de energia em um centro de comunicações destacado no terreno que funciona 24 horas por dia 7 dias por semana, se necessário, é bem alto. Com isso fontes de energia renováveis vêm ganhando cada vez mais destaque nas empresas e indústrias que possuem altas demandas de energia para executar suas atividades, o que de fato seria uma opção viável para os centros de comunicações a fim de reduzir os danos ambientais assim como diminuir os custos com contas de energia e possíveis custos adicionais.

Uma vez que é sabido que a energia solar utiliza a energia proveniente do sol sobre os painéis solares instalados em um determinado ambiente, pode-se destacar que é possível usufruir do seu calor para absorver a radiação da luz do sol diretamente e, portanto, gerar eletricidade de acordo com as necessidades de um centro de comunicações, por exemplo. Por isso, a instalação do sistema fotovoltaico é uma das alternativas capazes, nos dias atuais, de suprir essa demanda energética de forma eficaz. No entanto, a mesma exige um planejamento bem elaborado, tendo como pautas fundamentais fatores como economia, retorno sobre o investimento, além da instalação de equipamentos de qualidade, como placas solares, inversores solares e baterias para armazenamento, que se adequem a estrutura de instalação dos painéis fotovoltaicos.

Além disso, ao utilizar energia luminosa para a geração de eletricidade, o centro de comunicações também estará colaborando para a sustentabilidade e diminuindo os impactos ambientais emitidos, em sua maioria, pela emissão de gases poluentes originados por outras fontes de energia não renováveis. Logo, a partir do uso de suas aplicações, de maneira a priorizar fontes de energia limpas e renováveis, temos atualmente como principal aplicação o uso de painéis solares, que por sua vez estão sendo cada vez mais aplicados para alimentar sistemas energéticos substituindo de forma eficaz carregadores e geradores que ainda nos dias atuais são responsáveis pela alimentação de fabricas e industrias assim como os centros de comunicações, por exemplo, que por sua vez fazem com que haja um reflexo imediato no que se refere a macroeconomia global, que por sua vez deve continuar rendendo bons frutos.

Acerca das aplicações da energia solar pode-se citar inúmeras, e cada uma delas são empregadas de maneira própria e bastante singular quando comparadas uma a uma, diferentemente do que se espera de outros tipos de geração. Dentre elas, temos a micro geração urbana, o aquecimento solar, as usinas solares, dispositivos autônomos e a geração de energia em locais remotos (PORTAL, 2023).

A micro geração urbana é uma das aplicações da energia solar que, visando o uso da energia proveniente dos raios solares para consumo próprio do local onde as placas fotovoltaicas estão instaladas, faz com que as mesmas não apenas proporcionem energia elétrica para o consumo local, mas também que elas possam estar intrinsecamente ligadas à rede de distribuição energética e injetar eletricidade nesta rede, o que de fato além de proporcionar uma possibilidade de emprego com oportunidade de novos meios informatizados é capaz de gerar novos modelos no que se refere ao emprego dessa tecnologia.

O aquecimento solar é uma das aplicações que utiliza o calor proveniente do sol para a geração de energia elétrica e também uma das formas mais populares de utilização da energia solar, na qual a energia elétrica produzida como produto final advém da absorção fotovoltaica de captadores solares que retransmitem essa potência fotovoltaica na forma de eletricidade a um reservatório térmico para que a energia solar possa por fim ser utilizada.

As usinas solares são versões em grande escala da utilização de placas fotovoltaicas, que agregam grandes quantidades de placas com a intenção de gerar alta tensão e altos níveis energéticos disponíveis na rede elétrica, afim de que seja utilizado calor para acionar geradores, por exemplo.

Os dispositivos autônomos são outra forma de utilização da conversão solar em energia elétrica, onde a partir da instalação dos mesmos, também chamados de autogeradores, é possível que esses dispositivos possam vir a ser grandes fontes de energia elétrica, expostos à luz solar, cuja demanda de eletricidade pela rede conectada consiga ser suprida suficientemente por placas solares.

A geração de energia em locais remotos no que se refere a aplicação de energia renovável no centro de comunicações é a mais importante a ser utilizada e aperfeiçoada, uma vez que está presente em zonas rurais, zonas afastadas dos grandes centros urbanos ou em florestas muito distantes de sistemas de distribuição energética. Logo, essa aplicação tem por finalidade suprir as demandas energéticas de um centro de comunicações destacado no terreno, pela instalação de placas fotovoltaicas em locais apropriados, garantindo energia de baixo custo, limpa e viável para o mesmo.

A energia solar hoje, pode ser considerada a solução ideal não somente para o Exército Brasileiro no que se refere a aplicação dessa fonte energética nos centros de comunicações mas também para a utilização em um país como o Brasil que possui bons índices de insolação em quaisquer partes de seu território, principalmente no Nordeste onde estão os melhores índices com valores típicos de 1.752 a 2.190 kWh/m² por ano de radiação solar incidente (BRAGA, 2008). Característica esta, extremamente vantajosa para o nosso meio ambiente, uma vez que o sol irradia na terra todos os dias um elevado potencial energético incomparável a qualquer outro sistema de energia, fato que o torna a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes energéticas utilizadas pelo homem. O que sem dúvida, elevou a energia gerada pelo sol a condição de uma energia efetivamente promissora principalmente no que se refere a capacidade energética e sustentabilidade.

2.5 CENTRO DE COMUNICAÇÕES SUSTENTÁVEL

O cenário atual onde o desenvolvimento industrial viabilizou um nível de consumo energético diretamente proporcional em escala mundial, há a formação de problemas como inchaço urbano e a expansão desordenada dos centros urbanos, porém a possibilidade que se tem no aproveitamento da luz solar tanto como fonte de calor, quanto principalmente de energia é uma peculiaridade sustentável que pode fazer frente a esse desafio. Fato este que, no Brasil, é ainda mais promissor uma vez que se trata de um país de dimensões continentais com 8.514.876 quilômetros quadrados, uma faixa litorânea maior que 7000 quilômetros quadrados e clima predominantemente tropical (IBGE, 2022), ou seja, possui capacidade de desenvolver de forma efetiva não somente a energia solar na condição de pilar vital para o desenvolvimento efetivo das outras fontes de energia, mas também as outras fontes como a energia eólica, por exemplo, que por sua vez é também uma opção inesgotável, limpa e principalmente viável, tanto no setor urbano quanto no setor rural, para atender quaisquer meios informatizados, como um centro de comunicações.

O centro de comunicações acompanhando a demanda global no que se refere ao consumo energético está em constante evolução, no que se refere a utilização de seus meios informatizados vinte e quatro horas por dia, sete dias na semana, se necessário, a fim de bem realizar sua missão de proporcionar uma melhor consciência situacional ao escalão de comando a que está subordinado. No entanto ao mesmo tempo que as reservas de combustíveis fosseis estão sendo amplamente utilizadas como resposta imediata elas também veem seus recursos se

exaurindo, o que de fato explicita que esta escolha por fontes não renováveis de energia não será suficiente para satisfazer as demandas globais de energia no futuro.

As demandas energéticas atuais necessitam do desenvolvimento de sistemas e dispositivos para a captação e processamento de energia elétrica advinda de matérias primas abundantes, renováveis e limpas de forma sustentável, como o processamento da luz solar advinda dos painéis fotovoltaicos são de extrema relevância e importância não somente para suprir a demanda energética global de forma a cooperar com a nossa maior riqueza natural, o meio ambiente, mas também para suprir a demanda energética dos centros de comunicações para que se possa bem cumprir a missão do Exército (GOMES, 2018), mediante a aplicação do comando e controle constituídos no exercício da autoridade e da direção que o comandante tem sobre as forças sobre seu comando, onde o comandante tem por objetivo a tomada de decisão e o controle da eficácia do comando.

Logo, com meios cada vez mais desenvolvidos e informatizados que viabilizam a aplicação de todos os princípios de comunicações neste processo, sobretudo o princípio da oportunidade no que se refere a situar o comando a que está subordinado sobre a situação tática das operações em tempo real, otimizando portanto o processo decisório do comandante e reforçando o exercício de sua liderança, independentemente de sua localização no terreno, os centros de comunicações além de cumprir suas atribuições no que se refere a prover a consciência situacional ao comandante de maneira eficaz são capazes de realizar tal missão empregando energias sustentáveis ao mesmo tempo, de forma a explicitar que a concretização de um centro de comunicações sustentável além de servir de exemplo, devido a sua eficiência, aos demais possa vir a se tornar viável uma projeção de mudança em um futuro próximo, substituindo geradores alimentados por combustíveis fósseis por geradores alimentados por energia limpa, renovável e sustentável com capacidades energéticas dotadas de maior eficácia e custo benefício.

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

Para este trabalho, o método de pesquisa utilizado foi o dedutivo, no qual o raciocínio lógico em questão foi: Já que o emprego de energias renováveis possui forte relação com o desenvolvimento de capacidades energéticas sustentáveis e o auto aperfeiçoamento de um centro de comunicações demanda um aprimoramento no que se refere a sua autossuficiência energética, logo, o emprego de energias renováveis deve ser desenvolvida nos centros de comunicações do EB para alcançarem a plenitude em relação a manter sua demanda de energia através de uma matriz energética sustentável e limpa.

Em um primeiro momento, foi realizada uma pesquisa qualitativa e documental, com foco dado aos manuais de operação dos rádios MPR 9600, RF 7800M-MP e RF 7800V-HH e ao Manual de campanha referente a um centro de comunicações, C 24-17 (BRASIL, 2001), além de uma pesquisa bibliográfica, com o levantamento de informações sobre o tema, baseando-se em livros, artigos e revistas científicas de diversos autores especialistas nas áreas de emprego de energia renovável, particularmente da energia proveniente do sol captada pelas células fotovoltaicas, seu funcionamento, sua composição e sua capacidade . Alguns desses renomados estudiosos foram Michael Boxwell, Kennett e Steeblik. Após a compilação bibliográfica do que foi considerado mais relevante, foi realizada uma análise detalhada para estabelecer uma possível relação entre o emprego de energias renováveis e um centro de comunicações.

Quanto aos objetivos determinados, esta pesquisa se classifica como do tipo descritiva e exploratória, tendo em vista que, ao mesmo tempo que o desenvolvimento sustentável de energias limpas vem sendo um tema amplamente abordado no universo acadêmico, no meio militar é um tema pouco explorado, assim como possuem poucos trabalhos práticos comprovando que o emprego de energias limpas e renováveis no meio militar auxiliam efetivamente o Exército a buscar um auto aperfeiçoamento visando a aplicação dessa nova fonte energética, além de auxiliar o EB a exercer eficazmente sua força de forma economicamente mais barata e sustentável.

3.2 MÉTODOS

A pesquisa foi realizada de forma a avaliar e explorar as definições e os conceitos de sustentabilidade e de energia renovável, a fim de descrever a importância de seu emprego para o centro de comunicações.

A pesquisa bibliográfica foi composta pela análise de manuais do Exército Brasileiro, livros e artigos de bancos de dados eletrônicos que fazem referência aos conceitos de centro de comunicações e as capacidades e utilidades da energia renovável, de forma que fosse possível estabelecer uma conexão entre os mesmos a partir dos conceitos buscados e de forma combinada com suas definições.

3.2.1 Análise de um Centro de Comunicações

Foi necessário levantar os meios informatizados que são utilizados no ccom, assim como sua quantidade e sua necessidade energética para manter seu funcionamento por completo.

Para quantificar o total de energia necessária para manter o pleno funcionamento do centro de comunicações foi necessário utilizar a referência dos datasheets de cada meio rádio e dos computadores, que por sua vez explora as peculiaridades de cada meio e explicita as capacidades de alimentação e recepção energética dos mesmos. (MANUAL; MANUAL, 2012; MANUAL, 2014; CANADIAN, 2016; POSITIVO, 2023);

3.2.2 Análise da Capacidade Energética de Energias Renováveis

Foram expostas todas as energias renováveis viáveis para a aplicação e alimentação energética dos meios informatizados que fazem parte de um centro de comunicações, sendo elas hidrelétrica, eólica, biomassa, geotérmica, oceanos e solar.

A partir disso, foram verificadas as capacidades energéticas de cada uma dessas energias renováveis, onde a energia solar captada por meio das células fotovoltaicas ganhou grande destaque dentre as demais em relação a sua utilidade, uma vez que a mesma além de ser a base para as outras energias renováveis é também o exemplo mais efetivo da utilização das mesmas par fornecimento de energia limpa e sustentável nos dias atuais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho pretendeu apresentar a capacidade energética de energias renováveis aplicada em um centro de comunicações, com foco principal sobre a energia solar proveniente do emprego das células fotovoltaicas, por meio de uma análise das necessidades energéticas de um ccom.

Para se atingir o objetivo geral desta pesquisa, que engloba a autossuficiência de um centro de comunicações via energia renovável, definiu-se cinco objetivos específicos. O primeiro deles foi identificar a missão do centro de comunicações, sua estrutura informatizada ou não informatizada e os principais componentes de um ccom. Onde verificou-se que, a missão do ccom era instalar, explorar manter e proteger o sistema de comunicações da unidade que o ccom é orgânico e analisando seus principais componentes podemos notar as diferenças entre a estrutura não informatizada e a estrutura informatizada. Isto se deve ao fato de que um ccom não informatizado necessariamente precisa ser composto por um centro de mensagem (CM), centro de transmissão e recepção (CTR) e o centro de messageiros (CMsg) e um ccom informatizado sofre mudanças como a substituição do centro de mensagem (CM) pelo centro de controle de sistemas (CCS) mantendo as mesmas peculiaridades de um ccom convencional porém com uma estrutura dotada de meios informatizados, que passaram a prover serviços como o C² em combate, sped operacional, zimbra, pacificador, voip e vídeo conferencia, que por sua vez se mostraram capazes de suprir a necessidade da exploração da informação com maior rapidez, juntamente com o centro de transmissão e recepção (CTR) e o centro de messageiros (CMsg).

O segundo objetivo foi exibir os tipos e os conceitos bibliográficos sobre as fontes de energia renovável. Desse modo, os conceitos apresentados por meio da compilação de definições consideradas mais relevantes de diversos autores especialistas no tema englobam a ideia central de que a utilização de fontes de energia renováveis é um dos maiores desafios nos dias de hoje justamente pela possibilidade viável de alcançar o desenvolvimento de forma sustentável para atender a demanda energética de constante crescimento explicitada pela matriz energética global atual. O terceiro objetivo foi apresentar as compreensões relevantes sobre as placas e sistemas fotovoltaicos. Dentre elas o efeito fotovoltaico e os componentes de uma célula fotovoltaica e sua capacidade e utilidade para um possível e viável emprego em um centro de comunicações através do aproveitamento da energia solar.

O quarto objetivo foi expor a pauta da sustentabilidade e a descoberta da energia solar como base para a origem de grande parte das demais fontes renováveis de energia limpa e sustentável visando estimular essa produção energética. Onde devido à alta demanda energética da matriz energética global atual e a possibilidade de obter energia proveniente dos raios solares de locais remotos ou não, elevou a energia gerada pelo sol a condição de uma energia efetivamente promissora principalmente no que se refere a capacidade energética e sustentabilidade. Por fim, o último objetivo específico foi apresentar que o emprego de energias sustentáveis, por meio de suas características e competências, tem capacidade de influenciar positivamente no que se refere ao conceito de alimentação energética para um centro de comunicações, sendo ele informatizado ou não. E por sua vez, tornar viável uma projeção de mudança em relação a matriz energética atual num futuro próximo.

A análise, com a utilização do instrumento de pesquisa, concluiu que o uso de energias renováveis, principalmente a energia solar, em um centro de comunicações, destacado no terreno ou não, incluindo suas respectivas capacidades, possuem expressiva efetividade para seu suprimento energético sustentável. Com isso, a hipótese deste trabalho de que havia efetividade no uso de energias renováveis em um centro de comunicações destacado no terreno se confirmou ao ser apresentada a relação existente entre os mais diversos conceitos científicos expostos no referencial teórico e ter sido possível realizar estreita ligação com os conceitos de energia renovável e centro de comunicações. Sendo assim, é inegável que realmente a utilização de energias renováveis em um centro de comunicações além de viável é fator determinante para o suprimento energético sustentável de um ccom.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Num panorama geral, o Brasil continua a ser um dos maiores mercados de energia da América Latina, com oportunidades em muitos subsetores. Mais notavelmente, o Plano de Expansão Energética (PDE) da Agência Brasileira de Planejamento Energético (EPE) para 2021-2031 indica que as fontes renováveis continuarão sendo uma alta prioridade no mercado de energia do Brasil, compreendendo cerca de 50% da matriz energética do Brasil entre 2021 e 2031. Em 2020, as energias renováveis forneceram 85% da procura do setor elétrico e espera-se que atinjam 88% até 2030, com investimento total estimado no setor de energia até 2031 US \$ 101 bilhões para geração e transmissão de energia (INTERNACIONAL, 2023).

Quando tomamos por amostra principal os sistemas de energia elétrica no mundo não é diferente, onde o Brasil é o maior mercado de energia elétrica e possui a sétima maior capacidade de geração de energia elétrica. A capacidade instalada atingiu 181,6 GW em 2021, um aumento de 3,9% em relação a 2020, com notável crescimento da energia eólica (21,2%) e solar (40,9%) (INTERNACIONAL, 2023). De fato, o Brasil, nos dias de hoje, gera e distribui eletricidade para mais de 85 milhões de consumidores residenciais, comerciais e industriais, mais do que a energia produzida por todos os outros países da América do Sul juntos, a partir de projetos de geração, geração distribuída e transmissão em escala de serviços públicos.

Acerca da produção energética sustentável nacional, o Brasil registrou uma capacidade instalada total de 181,6 GW em 2021, 84% dos quais são de fontes renováveis, sendo a energia hidrelétrica a maior fonte. No entanto, a energia solar também vem se destacando, sendo a mesma a principal responsável pelo aumento de 84% da geração distribuída em 2021. (INTERNACIONAL, 2023)

No que se refere a aplicabilidade de energias renováveis no Brasil, temos que a matriz elétrica do Brasil é uma das mais limpas do mundo e o Brasil está comprometido em continuar apoiando projetos de energia renovável com investimentos contínuos em capacidade eólica, solar e hidrelétrica, onde a energia hidrelétrica representa 63% da matriz elétrica brasileira. A energia eólica é a segunda maior fonte de energia do Brasil, com 15 GW de capacidade instalada e mais 4,6 GW já contratados ou em construção e que devem entrar em operação até 2023 e potenciais projetos eólicos aguardando implementação efetiva do Ministério de Minas e Energia (MME) e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Em contrapartida novos desenvolvimentos de energia solar a longo prazo podem potencialmente rivalizar com os investimentos em energia eólica. A energia solar em escala de serviços públicos no Brasil aumentou 40,9% em 2021, enquanto a geração distribuída a partir de energia solar aumentou 84%. Os investimentos em projetos de energia solar em escala de serviços públicos que já foram aprovados somam mais de US \$ 20 bilhões (INTERNACIONAL, 2023). O que de fato explicita que as políticas energéticas do Brasil estão bem a altura dos desafios energéticos mais urgentes e necessários do mundo, principalmente quando a pauta referente ao atendimento de aproximadamente 45% da demanda de energia primária, tornando o setor de energia brasileira um dos menos intensivos em carbono do mundo, é explicitada.

Logo, o auto aperfeiçoamento buscando uma evolução constante, também deve ser o foco do Exército Brasileiro, visto que o desenvolvimento da Força é algo complexo e envolve diversas competências e habilidades que as Forças Armadas, principalmente o EB, necessitam aprimorar, tendo em vista seu estado atual de desenvolvimento. Assim como, à conclusão de que o emprego de energias renováveis efetivamente exerce influência positiva em um centro de comunicações, sugere-se que, para pesquisas futuras sobre o presente tema seja analisado um possível investimento a fim de ampliar a matriz limpa e sustentável energética dentro do Exército, como podemos observar em uma implantação de células fotovoltaicas em um ccom propiciando assim autossuficiência energética ao mesmo a partir da captação de raios solares e identificando se há e se houver quais serviços estão deficientes e necessitam de uma capacidade energética maior para ser mais efetivos.

Por fim, uma sugestão a fim de desenvolver de maneira mais efetiva a aplicação destas energias renováveis, durante o período de formação dos futuros oficiais da linha bélica, na AMAN seria, a inserção desse assunto de maneira aprofundada em instruções teóricas e livre disposição do material, durante as atividades de campanha, onde os cadetes por sua vez poderão visualizar a forma como o material funciona e é empregado para que então os mesmos possam entender seu funcionamento e desenvolver ou até mesmo idealizar uma nova e mais eficiente forma de utilizar o material. Outra sugestão seria difundir, de maneira promissora, os conceitos sobre as fontes de energia renovável no âmbito do Exército Brasileiro, a fim de que os militares possam entender a relevância desse assunto e buscar aplicar a medida do possível em suas OM's.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 10899 - **Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT (Associação Brasileira De Normas Técnicas). NBR 5410: **Instalações elétricas de Baixa Tensão**. Março, 2005

ABNT (Associação Brasileira De Normas Técnicas). NBR 62116: **Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. Rio de Janeiro, 2012.

ALMEIDA, L.T. de. **Implantação de um Piranômetro Termoelétrico na UTFPR para Análise do Potencial de Energia Solar Nesta Localidade**. 2015. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica), UTFPR. Curitiba-PR, 2015.

ALTOÉ, L.; OLIVEIRA FILHO, D.; CARLO, J. C. **Análise energética de sistemas solares térmicos para diferentes demandas de água em uma residência unifamiliar**. Ambiente Construído, São Paulo, v.12, n.3, p. 75-87, 2012.

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST)**. Modulo 3. 2017. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/PRODISTM%C3%B3dulo3_Revis%C3%A3o7/ebfa9546-09c2-4fe5-a5a2-ac8430cbca99. Acesso em: 30 nov. 2022.

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). **Resolução Normativa nº 83 de 20 de setembro de 2004**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 2 mai. 2022.

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). **Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 2 mai. 2022.

ANEEL. (Agência Nacional De Energia Elétrica). **Outorgas e Registros de Geração**. 2021a. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTllMjItN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 23 jul. 2022.

ANEEL. (Agência Nacional De Energia Elétrica). **REN 687**. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.

ANEEL. (Agência Nacional De Energia Elétrica). **Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA**. 2021b. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 26 jun. 2022.

ARAGÃO, Jéssica da Silva. **Estudo do Uso de Energia Renovável nas Zonas Costeiras por Ondas, Marés e Ventos**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de oceanografia na Universidade Federal do Pará. Belém: UFPA, 2019.

Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná. Ferramenta Interativa. Disponível em: <https://atlassolarparana.com/>. Acesso em: 19 set. 2022.

Atlas Rio Solar: **Atlas solarimétrico do Estado do Rio de Janeiro** / organização: IEPUC - Instituto de Energia da PUC-Rio; Realizado pela EGPEnergia e PUC-Rio. - Rio de Janeiro: Ed.PUC-Rio, 2016.

Aula de Conceitos Fundamentais de Conversão Fotovoltaica da Energia Solar – ERG006 – **Energia Solar - Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética** - Professor Claudio Pacheco – Curso PECE - 2018

BOXWELL, M. Solar Electricity Handbook - 2015 Edition: **A simple, practical guide to solar energy - designing and installing solar PV systems**. Kindle Edition: Greenstream Publishing, 2015.

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. Projeto de Pesquisa -UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição: CAPÍTULO II - DAS FORÇAS ARMADAS**, Art. 142. Distrito Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha C 24-17 Centro de Comunicações**. Brasília, 1ª Parte, 2ª Edição, 2001.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Fundamentos EB20-MF-10.101 O Exército Brasileiro**. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Manual Programa de Gestão**, 2ª edição. Brasília, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Manual de Operações de Polo de Inovação em Sistemas Inteligentes de Energia**, IFSC, Florianópolis, 2019, versão 0.1.

BRUSCHI D.L.; MOEHLECKE, A.; ZANESCO, I.; COSTA, R.C. **Desenvolvimento de células solares em silício tipo n com emissor formado por Boro**. Revista Matéria, v. 16, n. 3, pp. 775 – 787, 2011.

CAMPOS, H.M. **Geração distribuída de energia solar fotovoltaica na matriz elétrica de Curitiba e região: um estudo de caso**. 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UTPFR, Curitiba-PR, 2015.

CANADIAN SOLAR INC. **Ficha técnica do produto do módulo fotovoltaico**, 2016.

CARVALHO, M. M. de; MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES, E. P.; **Impactos Econômicos da Ampliação do Uso de Energia Solar Residencial em Minas Gerais**. Nova Economia, Revista Editada pelo Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 29, n. 2, p, 459 – 485, ago. 2019.

CASAGRANDE JR, E.F.; KOBISKI, B.V.; GÓIS, J.A.; AGUDELO, L.P.P. **Practical Strategy for Sustainable Development in Education: The Green Office’s Case of the Federal University of Technology of Paraná, Curitiba, Brazil**. World Symposium on Sustainable Development at Universities (WSSD-U-2012), 5 – 6 June 2012, Rio de Janeiro.

CHESF/BRASCEP, “**Fontes Energéticas Brasileiras, Inventário/ Tecnologia – Distribuição Estatística de Radiação Solar no Nordeste**”, 1987.

COPEL (Companhia Paranaense de Energia). **Normas Técnicas Copel**. NTC 905200: Acesso De Micro E Minigeração Distribuída Ao Sistema Da Copel (Com Compensação De Energia). Curitiba, 2021. Disponível em [https://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/E00A539C1F08DF2003257F69004DF8BC/\\$FILE/NTC%20905200%20Acesso%20de%20Micro%20e%20Minigera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/E00A539C1F08DF2003257F69004DF8BC/$FILE/NTC%20905200%20Acesso%20de%20Micro%20e%20Minigera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa.pdf). Acesso em: 25 set. 2022.

DUFFIE, J.A.; BECKMAN, W.A.; **Solar Engineering of Thermal Processes**. 3ed. John Wiley.USA.2006. Ch.23.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. (Nota Técnica da EPE)

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional**. Rio de Janeiro, 2017.

Energia Solar Concentrada (CSP). **Artigo focado na Energia Solar Concentrada**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3665092-Artigo-focado-na-energia-solar-conteudo-parte-iii-energia-solar-concentrada-csp.html>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FARIA, N. de A. **Ferramenta de auxílio para o dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica e Isolados**. 2017. 98 f. Monografia de Especialização em Energias Renováveis - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

FERREIRA, M. J. G.; “**Inserção da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**”, Tese de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Energia, USP, São Paulo, 1993.

Fundação Padre Leonel França, “**Mapeamento do Potencial Nacional de Energia Solar**”, Relatório Final, 1988.

GOMES, Guilherme. Conclusão. *In*: GOMES, Guilherme. **Família, tradição e liberalização dos costumes: o Exército Brasileiro na manutenção dos valores na sociedade**. Orientador: Everton Araújo dos Santos. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em ciências militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2018. p. 19.

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. **Caminhos para uma Gestão Participativa dos Recursos Energéticos de Matriz Renovável (Parques Eólicos) no Nordeste do Brasil**. Mercator (Fortaleza), Revista de Geografia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 101-115, mar. 2016.

GREGORY, Catherine. **Solar Energy for Beginners: The Complete Guide to Solar Power Systems, Panels & Cells**. Kindle Edition: Loco Media, 2015.

GRIMONI, J.A.B.; **Energia Solar Fotovoltaica**. PEA-EPUSP, 2019

Grupo de Trabalho de Energia Solar (GTES). **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**, 2004.

HÁK, T.; JANOUSKOVÁ, S.; MOLDAN, B. **Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators**. Ecological Indicators, n. 60, p. 567-573, 2016

HOLDERMANN, C.; KISSEL, J.; BEIGEL, J. **Distributed photovoltaic generation in Brazil: An economic viability analysis of small-scale photovoltaic systems in the residential and comercial sectors**. Energy Policy, v.67, p. 612-617, 2014.

HOSSAIN, M.S.; MADLOOL, N.A.; RAHIM, N.A.; SELVARAJ, J.; PANDEY, A.K.; KHAN, A. F. **Role of smart grid in renewable energy: An overview**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. n. 60, p. 1168-1184, 2016.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso 7 em junho 2022.

IEC (International Electrotechnical Commission). IEC 62116: **Test procedure of islanding prevention measure for utility interconnected photovoltaic inverters**. Suíça, 2008.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). IEEE-519 STD. **Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems**. Nova York, 1992.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). IEEE-929. **Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic (PV) Systems**. Nova York, 2000.

INBALANCE-ENERGY. **Batteryless solar photovoltaic (PV) systems**. Disponível em: http://www.inbalance-energy.co.uk/articles/types_of_solar_photovoltaic_pv_system.htm. Acesso em: 1 jun. 2022.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia). Portaria nº 004, de 04 de janeiro de 2011. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001652.pdf>. Acesso em junho 2022.

INTERNATIONAL TRADE ADMINISTRATION. **Brazil - Country comercial guide**. Disponível em: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/brazil-energy>. Acesso em abril 2023.

Itaipu Binacional. **Itaipu, 46 anos: só em 2020, usina já produziu mais de 30 milhões de MWh**. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/itaipu-46-anos-so-em-2020-usina-ja-produziu-mais-de-30-milhoes-de-mwh>. Acesso em: 10 abr. 2023.

JANNUZZI, G. M. **Além de grandes hidroelétricas: como aproveitar as novas oportunidades tecnológicas**, 2015. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/energia-e-ambiente/2015/11/20/além-de-grandes-hidroelétricas-como-aproveitar-as-novas-oportunidade-tecnológicas/>. Acesso em 14 julho 2022.

JANNUZZI, G. M. **Eficiência Energética**. In: Cadernos Adenauer 3/2014: Eficiência Energética, Publicações, Fundação Konrad Adenauer no Brasil. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.kas.de/brasilien/pt/publications/41007/>. Acesso em 14 julho 2022.

KENNETT, M.; STEENBLIK, R. **Environmental Goods and Services: a Synthesis of Country Studies**. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 2005, 27 p. (Trade and Environment Working Papers 2005,3).

KOREA. **Korea leads the Green way**. Disponível em: <http://www.korea.net/NewsFocus/SciTech/view?articleId=104426>. Acesso em: 06 abr. 2023.

KUANG, Y.; ZHANG, Y.; ZHOU, B.; LI, C.; CAO, Y.; LI, L.; ZENG, L. A review of renewable energy utilization in islands. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 59, p.504–513, 2016.

Lâmina Técnica. **Nobreak Senoidal Ragtech Easy Pro**. 2014.

LÜDKE, M.C. **A rota metalúrgica do silício: da extração do quartzo à obtenção do silício de grau fotovoltaico**. 2018. 77 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – UFSC, Araranguá-SC, 2018

LYRA, F.; FRAIDENRAICH, N.; TIBA, C.; “**Solarimetria no Brasil – Situação e Propostas**”, Relatório do Subgrupo Solarimetria (GTEF), 1993.

MANRIQUE, A.K.R. **Diretrizes para a sustentabilidade de uma minirrede de sistemas solares fotovoltaicos em uma região isolada da Colômbia**. 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal de Paraná. Curitiba, 2015.

Manual de Engenharia Para Sistemas Fotovoltaicos - CRESESB. 2014.

Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos - Grupo de Trabalho de Energia Solar - GTES - CEPEL - DTE - Edição 2014.

Manual de Instruções. **Panasonic Toughbook CF-31**. 2018.

Manual de Operação. **MPR 9600 - Rádio HF Tático Avançado**. 2012.

Manual de Operação. **RF 7800M-MP - Rádio Manpack Multibanda**. 2014.

Manual de Operação. **RF 7800V-HH - Rádio VHF Portátil**. 2012.

MARIANO, J.D.; JUNIOR, J.U.; **Energia Solar Fotovoltaica Princípios Fundamentais**, ed Atena, 2022.

MARIANO, J.D.; SANTOS F.R.; BRITO, G.W.; CASAGRANDE JR, E.F.; URBANETZ JR, J. **Hydrothermal and photovoltaic power plants: A comparison between electric power generation, environmental impacts and CO₂ emissions in the Brazilian scenario.**

International Journal of Energy and Environment, v. 7, n. 4, p 347-356, 2016.

MARTINS, E.S.P.R.; MENEZES NETO, O.L. de.; OLIVEIRA, J.L.; VASCONCELOS JR, F.das C.; RODRIGUES, M.; SAKAMOTO, M. S.; COSTA, A. A. **Atlas Solarimétrico do estado do Ceará, Fortaleza-CE**, 2010.

MESSENGER, Roger A.; VENTRE, Jerry. **Photovoltaic Systems Engineering**. New York: CRC Press, 2010.

MIKHAILOVA, Irina. **Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática**. Revista Economia e Desenvolvimento, n. 16, p. 22-41, 2004.

MITSCHER, M.; RÜTHER, R. **Economic performance and policies for grid-connected residential solar photovoltaic system in Brazil**. Energy Policy, v.49, p. 688-694, 2012.

MME (Ministério de Minas e Energia). **Número de usinas eólicas se aproxima de 500 instalações no país**. Disponível em: http://antigo.mme.gov.br/web/guest/todas-as-noticias//asset_publisher/pdAS9IcdBICN/content/numero-de-usinas-eolicas-se-aproxima-de-500instalacoesnopa1/pop_up?_101_INSTANCE_pdAS9IcdBICN_viewMode=print&_101_INSTANCE_pdA9IcdBICN_languageId=pt_BR. Acesso em: 04 abr. 2023.

MONTENEGRO, A. de A. **Avaliação do Retorno do Investimento em Sistemas Fotovoltaicos Integrados a Residências Unifamiliares Urbanas no Brasil**. 2013. 211 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSC, Florianópolis-SC, 2013.

MUNDO EDUCAÇÃO, “**Fontes Renováveis de Energia**”. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/fontes-renovaveis-energia.htm/>. Acesso em: 01 abr. 2023

NAÇÕES UNIDAS. **Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acesso em: 07 abr. 2023.

ORDENES, M. et al. **The impact of building-integrated photovoltaics on the energy demand of multi-family dwellings in Brazil**. Energy and Buildings, v.39, n.6, p. 629-642, 2007.

PAIXÃO, Michel Augusto Santana da. **O Brasil e as Energias Renováveis: Um Estudo Sobre as Negociações de Bens Ambientais**. Tese de Mestrado – Universidade de São Paulo. Piracicaba: USP, 2012.

PATRIOTISMO. In: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/patriotismo/>. Acesso em: 17 jul. 2022.

PEREIRA, E.B.; MARTINS, F.R.; GONÇALVES, A.R.; COSTA, R.S.; LIMA, F.J. L. de; RÜTHER, R.; ABREU, S.L. de; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S.V.; SOUZA, J.G. de. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2.ed. -- São José dos Campos: INPE, 2017.

PEREIRA, L.M.N. **Produção e caracterização de silício policristalino e sua aplicação a TFTs**. 2008. 254 f. Tese (Doutorado em Engenharia dos Materiais - Faculdade de Ciências e Tecnologia) – Universidade Nova de Lisboa, 2008.

PEREIRA, M. A. S.; SANTOS, C. R. B. **Protótipo de um sistema de aquecimento de água para população de baixa renda usando energia solar e elétrica, com reaproveitamento de calor**. ForScience, v.3, n.2, p. 56-72, 2016.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A.; Grupo de Trabalho de Energia Solar (GTES). CEPEL - GTES. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2014, 529p.

PORTAL DA ENERGIA, “**Aplicações da Energia Solar**”. Disponível em: <https://portaldenergia.com/aplicacoes-da-energia-solar-conheca-as-principais/>. Acesso em: 06 fev. 2023.

Portal Energia. **Em que consiste um sistema seguidor solar fotovoltaico**. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/em-que-consiste-sistema-seguidor-solar-fotovoltaico/>. Acesso em: 11 abr. 2017.

PORTAL SOLAR, “**Energia Solar Fotovoltaica Industrial**”. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-industrial/>. Acesso em: 20 jan.2023.

PORTAL SOLAR. **Painéis Solares Integrados à Construção – BIPV**. Disponível em: <http://www.portalsolar.com.br/paineis-solares-integrados-a-construcao---bipv.html>. Acesso em: 10 jun 2022.

PV Magazine. **New PV facade design in Sweden**. Disponível em: https://www.pv-magazine.com/2021/08/17/newpvfacadedesigninsweden/?utm_source=dlvr.it&utm_medium=linkedin. Acesso em: 15 set. 2022.

PV Magazine. **Swiss scientists achieve 21.4% efficiency for flexible CIGS solar cell.** Disponível em: <https://www.pv-magazine.com/2021/09/07/swiss-scientists-achieve-21-4-efficiency-for-flexible-cigs-solar-cell/>. Acesso em: 23 set 2022.

Quetzal Ingeniería. **¿Qué son las celdas solares orgánicas (OPVs)?** Disponível em: <https://www.quetzalingeneria.es/que-son-las-celdas-solares-organicas-opvs/>. Acesso em: 23 set. 2022.

R.K. AKIKUR A, N, R. SAIDUR A, B, H.W. PING A, K.R. ULLAH **Comparative study of standalone and hybrid solar energy systems suitable for off-grid rural electrification: A review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, n.27, p.738–752, 2013.

Radiação Solar e a Produção da Energia Fotovoltaica. Disponível em: http://radiacao-solar.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html?view=classic. Acesso em: 16 mai. 2022.

RISPOLI, I. A. G. **O aquecedor solar brasileiro: teoria e pratica em prol de uma transferência de tecnologia sustentável.** 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ROBERTO, Z. et alii.; **Sistemas Fotovoltaicos Conectados À Rede Elétrica.** Oficina de Textos. São Paulo. 2012.

RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada a rede elétrica pública no Brasil.** Florianópolis: Editora UFSC, 2004.

RÜTHER, R. **Um investimento = múltiplas funções: Desenvolvimento e Avaliação Técnica, Regulatória e Econômica de Sistemas de Armazenamento de Energia Aplicados a Sistemas de Geração Centralizada e Distribuída.** In: Workshop Minirredes de Geração e Sistemas de Armazenamento de Energia Elétrica - 27 junho 2017. IEE/USP.

SALAMONI, I. et al. **O Potencial dos sistemas fotovoltaicos integrados à rede edificação e interligados à rede elétrica em centros urbanos do Brasil: dois estudos do caso.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SCHMIDT, Sarah. **Eficiência Energética Também é um Recurso Energético,** 2018. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/energiaeambiente/2018/10/15/eficiencia-energetica-tambem-e-um-recurso-energetico/>. Acesso em 13 julho 2022.

SMETS, A.; JÄGER, K.; ISABELLA, O.; SWAAIJ, R.V. ZEMAN, M. **Solar Energy: The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems.** University of Technology, 2015.

SOKKA, L. SINKKO, T. HOLMA, A. MANNINEN, K. PASANEN, K. RANTALA, M. LESKINEN, P. **Environmental impacts of the national renewable energy targets – A case study from Finland**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, n. 59, p. 1599-1610, 2016.

SOLARGIS. **Download solar resource maps and GIS data for 200+ countries and regions**. Disponível em: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/world>. Acesso em: 25 set.2022.

SOLARVOLT ENERGIA, “**Energia Solar em Indústrias e Fábricas**”. Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/energia-solar-em-industrias/>. Acesso em: 24 jan. 2023.

SOUZA, M.B. **Análise e Estimativa das Componentes da Radiação Solar Através de Dados Medidos na Rede EPESOL da UTFPR no Estado do Paraná**. 2020. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

STEENBLIK, R. **Environmental Goods: A Comparison of the APEC and OECD Lists**. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 2005, 35 p. (Trade and Environment Working Papers 2005/04).

TIEPOLO, G.M.; PEREIRA E.B.; URBANETZ JR, J.; PEREIRA, S.V.; GONÇALVES, A.R.; LIMA, F.J.L. de.; COSTA, R. S.; ALVES, A.R. **Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná**. 1a Edição. Curitiba: UTFPR, 2017.

Types of Solar Panels: On the Market and in the Lab [2020] Disponível em: <https://solarmagazine.com/wpcontent/uploads/2020/01/innovativesolarpaneltechnologies.png>. Acesso em: 09 abr. 2023.

UIHLEIN, A.; MAGAGNA, D. **Wave and tidal current energy – A review of the current state of research beyond technology**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, n.58, p. 1070-1081, 2016.

UNITED NATIONS. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2023

URBANETZ JR, J.; CHINVELSKI, T.; SIMÃO, C.A.; MAKISHI, L.M. Primeiro sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica homologado pela COPEL. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR**, V, 2014, Recife. Anais do V Congresso Brasileiro de Energia Solar, Recife, 31 a 3 de abril de 2014.

URBANETZ JUNIOR, J. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Redes de Distribuição Urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade.** 2010. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – UFSC, Florianópolis-SC, 2010.

URBANETZ JUNIOR, Jair. **Energia Solar Fotovoltaica.** Notas de aulas. 2021.

VILLALVA, M.G. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações.** São Paulo: Editora Érica Ltda, 2015.

VILLALVA, M.G.; **Energia Solar Fotovoltaica.** 2ed Saraiva.2016.

VILLALVA, M.G.; GAZOLI, J.R. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações.** São Paulo: Editora Érica Ltda, 2012.

VIVAS, G. A. V.; GUERRA, D. R. da S.; **Modelagem Computacional do Trocador de Calor Solo-ar Adaptado às Condições Climáticas de Belém.** Ambiente Construído, Revista On-line da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 359-381, abr. 2021.

WITTMANN, Douglas. **A Indústria de Energia Elétrica no Brasil e o Desenvolvimento Sustentável: Uma Proposta para o Horizonte 2050 à Luz da Teoria dos Sistemas.** Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2014.

YINGLI SOLAR. Disponível em: <http://www.yinglisolar.com/br/products/manufacturing/>. Acesso em: 19 jun. 2022.

ZILLES, R.; MACÊDO, W.N.; GALHARDO, M.A.B.; OLIVEIRA, S.H.F. de. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012.