

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

Cel Int FÁBIO VILLELA MENDES

**A viabilidade econômico-financeira da utilização de
energia solar no 10º Depósito de Suprimento.**



Rio de Janeiro

2021

Cel Int Fábio Villela **Mendes**

A viabilidade econômico-financeira da utilização de energia solar no 10º Depósito de Suprimento

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Alta Administração Militar.

Orientador: Cel Inf Ronald Alexandre Mandim de Oliveira

Rio de Janeiro
2021

M538v Mendes, Fábio Villela.

A viabilidade econômico-financeira da utilização de energia solar no 10º Depósito de Suprimento. / Fábio Villela Mendes. —2021.
27 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: **Ronald Alexandre Mandim de Oliveira.**

Policy Paper (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração Militar)— Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021.
Bibliografia: f. 24-27.

1. ENERGIA SOLAR. 2. USINA FOTOVOLTAICA. 3. VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA. 4. EXÉRCITO. 5. PAYBACK. I. Título.

CDD 333.792 3

Cel Int Fábio Villela **Mendes**

A viabilidade econômico-financeira da utilização da energia solar no 10º Depósito de Suprimento

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Alta Administração Militar.

Aprovado em 06 de setembro de 2021.

COMISSÃO AVALIADORA

Cel Inf Ronald Alexandre Mandim de Oliveira - Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

Cel Inf Renato Vaz - Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

Cel Inf João Luiz de Araújo Lampert - Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

SUMÁRIO EXECUTIVO

O Exército brasileiro, fruto da difícil conjuntura nacional e internacional que tem reduzido o seu orçamento, vem desenvolvendo diversas ações para aumentar a disponibilidade de recursos a serem empregados na vida vegetativa de suas organizações militares e, principalmente, na execução dos seus projetos estratégicos, fundamentais para a transformação da Força, capacitando-a para superar os desafios e ameaças das próximas décadas. Neste contexto, verifica-se que a utilização de usinas fotovoltaicas para a geração de energia elétrica possibilitaria considerável economia de recursos e, até mesmo, geração de receitas advindas do excedente da produção. O investimento necessário para a instalação dessas pequenas usinas fotovoltaicas é considerável, neste sentido, o presente trabalho procurou realizar um estudo para verificar a viabilidade econômico-financeira da instalação de uma usina no 10º Depósito de Suprimento, organização militar sediada em Fortaleza-CE, no Nordeste brasileiro. Foram utilizadas três ferramentas de análise de investimento, o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e o Payback, além de dados fornecidos pela empresa SunTech, responsável pela venda e instalação dos equipamentos da usina fotovoltaica. Ao final da análise, os cálculos demonstraram que o investimento na usina fotovoltaica é vantajoso, portanto, recomenda-se a utilização desta ação por parte do Exército brasileiro, não somente nas organizações militares do Nordeste, mas em todo Brasil, principalmente nos Pelotões Especiais de Fronteira, os quais poderiam obter a sua segurança e autonomia energética.

Palavras-chave: 1. ENERGIA SOLAR. 2. USINA FOTOVOLTAICA. 3. VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA. 4. EXÉRCITO. 5. PAYBACK

RESUMEN EJECUTIVO

El Ejército Brasileño, como resultado de la difícil situación nacional e internacional que ha reducido su presupuesto, viene desarrollando diversas acciones para aumentar la disponibilidad de recursos a ser empleados en la vida vegetativa de sus organizaciones militares y, especialmente, en la ejecución de sus proyectos estratégicos, que son fundamentales para la transformación de la Fuerza, permitiéndole superar los desafíos y amenazas de las próximas décadas. En este contexto, se comprueba que el uso de plantas fotovoltaicas para la generación de energía eléctrica posibilitaría una considerable economía de recursos e incluso la generación de ingresos a partir del excedente de producción. La inversión necesaria para la instalación de estas pequeñas plantas fotovoltaicas es considerable, en este sentido, el presente trabajo trató de realizar un estudio para verificar la viabilidad económico-financiera de la instalación de una planta en el 10º Depósito de Abastecimiento, organización militar con sede en Fortaleza-CE, en el noreste brasileño. Se utilizaron tres herramientas de análisis de la inversión, el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno y el Payback, además de los datos suministrados por la empresa SunTech, responsable de la venta e instalación de los equipos de la planta fotovoltaica. Al final del análisis, los cálculos demostraron que la inversión en el uso de la energía fotovoltaica es rentable, por lo que se recomienda la utilización de esta tecnología por parte del Ejército brasileño, no sólo en las organizaciones militares del nordeste, sino en todo Brasil, principalmente en los Pelotones Especiales de Frontera, que podrían obtener su seguridad y autonomía energética.

Palabras clave: 1. ENERGÍA SOLAR. 2. PLANTA FOTOVOLTAICA. 3. VIABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA. 4. EJÉRCITO. 5. PAYBACK

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Matriz Elétrica Mundial	11
Figura 2	Matriz Elétrica Brasileira	12
Figura 3	Sistema fotovoltaico <i>on-grid</i>	14
Figura 4	Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i>	14
Figura 5	Potencial de geração solar fotovoltaica.....	15
Figura 6	Local de instalação da usina fotovoltaica.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Gastos com energia elétrica ano de 2019.....	19
Tabela 2	Período de 0 a 10 anos do investimento.....	21
Tabela 3	Período de 11 a 21 anos do investimento.....	21
Tabela 4	Período de 22 a 30 anos do investimento.....	21
Tabela 5	Cálculo do VPL, da TIR e dos Payback simples e descontado.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CE	Ceará
DEC	Departamento de Engenharia e Construção
DGO	Diretoria de Gestão Orçamentária
EB	Exército Brasileiro
ODS	Órgão de Direção Setorial
OM	Organização Militar
PEF	Pelotão Especial de Fronteira
SEF	Secretaria de Economia e Finanças
SIN	Sistema Interligado Nacional
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido
10º DSup	10º Depósito de Suprimento

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	METODOLOGIA.....	12
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1.	ENERGIA RENOVÁVEIS.....	12
3.2.	ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	15
3.3.	ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	18
4.	ESTUDO DE CASO (10º DEPÓSITO DE SUPRIMENTO).....	20
5.	CONCLUSÃO.....	23
6.	REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos cinquenta anos, o mundo experimentou um grande aumento populacional e econômico. No aspecto populacional, houve um crescimento de 113% (FUND, 2021) e no aspecto econômico um crescimento de 2.835%, considerando-se, neste último, o produto interno bruto como indicador (WORLD BANK NATIONAL ACCOUNTS DATA, 2021).

O Brasil apresentou índices ainda maiores: 225% de crescimento populacional e 3.360% de seu PIB (valores calculados em dólares) (WORLD BANK NATIONAL ACCOUNTS DATA, 2021). Este crescimento exigiu e exige um consumo, cada vez maior, de energia elétrica.

Segundo (FINKLER e colab., [S.d.]), a utilização da energia elétrica tornou-se essencial, pois ela garante maior conforto para a população, além de gerar aumento da capacidade de produção de grande parte dos bens e serviços disponíveis.

Este consumo, necessário e vital, acarreta um dispêndio considerável de recursos para o Governo Federal. Em 2019, foram gastos, aproximadamente, 2,60 bilhões de reais para atender os serviços com energia elétrica, valor que representa 6,1% de todas as despesas de custeio.

Cabe destacar que o aumento das despesas de custeio no orçamento público provoca a falta de disponibilidade de recursos para aplicação nas despesas de capital. Estas últimas são essenciais para o crescimento e desenvolvimento de uma nação.

O Exército Brasileiro não ficou à margem deste processo, vivenciando grande aumento na utilização de energia elétrica para manter, não só a vida vegetativa de suas organizações militares, como também o desenvolvimento de seus projetos estratégicos. O crescente aumento no consumo de eletricidade impactou o orçamento da Força, ocasionando dificuldades de aportar recursos em despesas de capital em virtude do aumento de suas despesas de custeio.

Segundo a Diretoria de Gestão Orçamentária (DGO), anualmente são necessários cerca de R\$ 200.000.000,00 (duzentos milhões de reais) para atender os gastos com energia elétrica. Diante deste fato e da dificuldade do Exército Brasileiro (EB) em aumentar a disponibilidade de recursos em seu orçamento, o Comando do Exército, através da DGO e do Departamento de Engenharia e Construção (DEC), passou a desenvolver diversas atividades e campanhas para a redução dos gastos

com energia elétrica.

Dentre as medidas adotadas, o EB passou a realizar diversos estudos para verificar a possibilidade de utilização de energia renováveis, com destaque para a energia solar gerada através das usinas fotovoltaicas.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade econômico-financeira da instalação de uma usina fotovoltaica em uma organização militar (OM) do Exército Brasileiro. A unidade militar escolhida é o 10º Depósito de Suprimento (10ª D Sup), OM localizada na cidade de Fortaleza, no estado do Ceará.

2. METODOLOGIA

Este trabalho será realizado através da busca e seleção de documentos indiretos e diretos afetos ao tema. Os instrumentos a serem utilizados serão: artigos, sites especializados, normas, leis, portarias, monografias, teses, dissertações e afins.

Além disso, será realizado um estudo de caso, utilizando o 10º Depósito de Suprimento como a organização militar na qual seria instalada uma usina fotovoltaica.

Por fim, será aproveitada a vivência profissional deste autor, que foi o Comandante do 10º DSup, no período compreendido entre 23 de janeiro de 2019 a 18 de dezembro de 2021. Neste período, entre outras missões, fui responsável pela armazenagem do suprimento destinado a todas as unidades localizadas nos estados do Ceará e Piauí, o que exige instalações adequadas, particularmente as câmaras frigoríficas, que elevam o consumo de energia elétrica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ENERGIA RENOVÁVEIS

O crescimento econômico e populacional, vivenciado pelo mundo nas últimas décadas, gerou um desenvolvimento tecnológico de grandes proporções e maior dependência de variados equipamentos elétricos. Segundo Pereira et al (2017), a melhoria nas condições de vida das pessoas, o acesso a moradia, transporte e saneamento, nas cidades e nos campos, acarretam maior consumo de energia elétrica.

Atualmente, as principais fontes de energia no mundo, necessárias para a

geração de eletricidade, são de origem não renováveis; os combustíveis fósseis. Por serem não renováveis, estas fontes são limitadas e finitas e sua exploração, em grande escala, está produzindo a escassez deste recurso. A escassez torna a atividade de extração mais onerosa e impacta no aumento de preços, podendo, em muitos casos, ocasionar graves crises econômicas de proporções mundiais.

Além dessa característica de limitação, os combustíveis fósseis estão diretamente ligados à fatores que degradam o meio ambiente. Emissão de gases de efeito de estufa e catástrofes naturais decorrentes de acidentes e da exploração desses recursos são alguns dos efeitos adversos que eles provocam (MORGADO; SOUSA, 2019).

A figura, abaixo, mostra a matriz elétrica mundial atualmente:

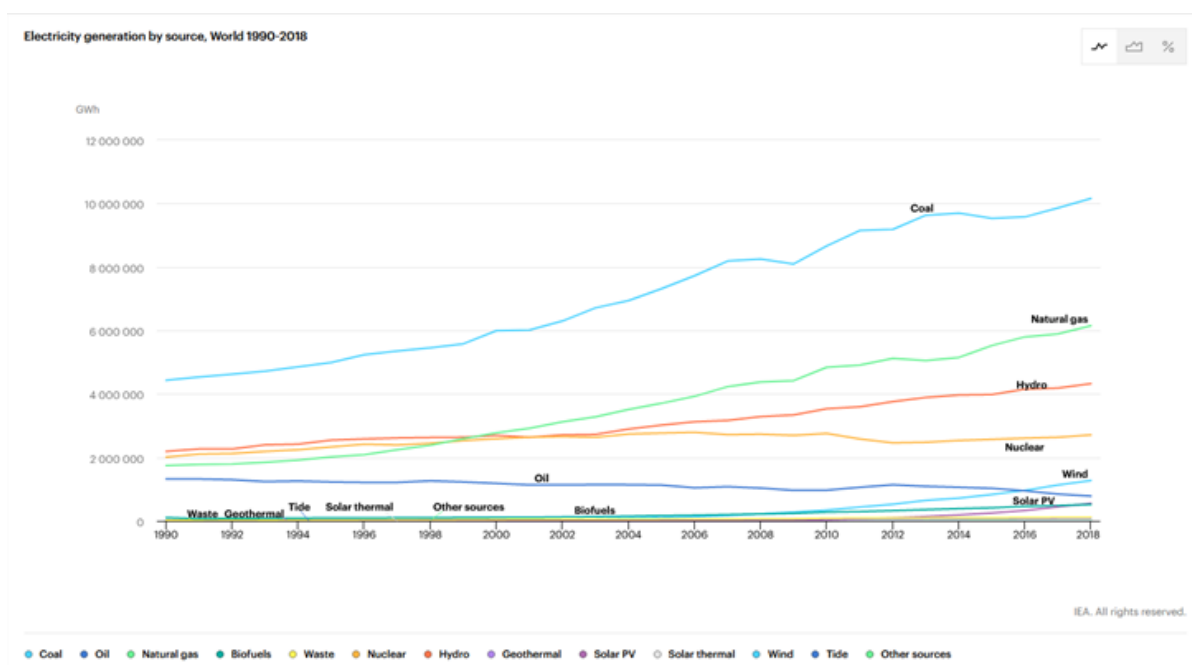


Figura 1 - Matriz elétrica mundial
Fonte: (ENERGIA, 2021)

A análise dessa matriz mostra que o uso de fontes não renováveis, para a geração de energia elétrica, continua em um nível muito elevado. Aproximadamente, 64,03% dos recursos naturais utilizados são desse tipo de recurso.

A crescente conscientização das características de finitude, potencial de degradação ao meio ambiente e capacidade de gerar crises econômicas, fruto da intensa variação de preço, tem provocado a busca por novas fontes de energia (ALMEIDA et al., 2015; MORGADO, SOUSA, 2019). Segundo (NASCIMENTO; ALVES, 2017), os recursos naturais e renováveis, utilizados para a geração de energia, têm sido o foco de inúmeros estudos e pesquisas no mundo atual, situação

que acarreta grande desenvolvimento tecnológico para o aproveitamento destes recursos e a consequente redução de seus custos de exploração.

As fontes de energia renováveis podem ser caracterizadas como:

As fontes renováveis de energia são aquelas em que os recursos naturais utilizados são capazes de se regenerar, ou seja, são considerados inesgotáveis, além de diminuir o impacto ambiental e contornar o uso de matéria prima que normalmente é não renovável (NASCIMENTO; ALVES, 2017, p. 1).

Existem diversas alternativas de energias renováveis, dentre elas destacam-se: hidráulica, solar, biomassa, marítima e eólica. Nos dias atuais, a utilização desses tipos de energia mostra-se, cada vez mais vantajosa, viável e necessária.

A matriz energética brasileira, apresentada na figura 2, vai ao encontro dessa questão de fontes de energia mais limpa, renovável e sustentável ao longo do tempo.

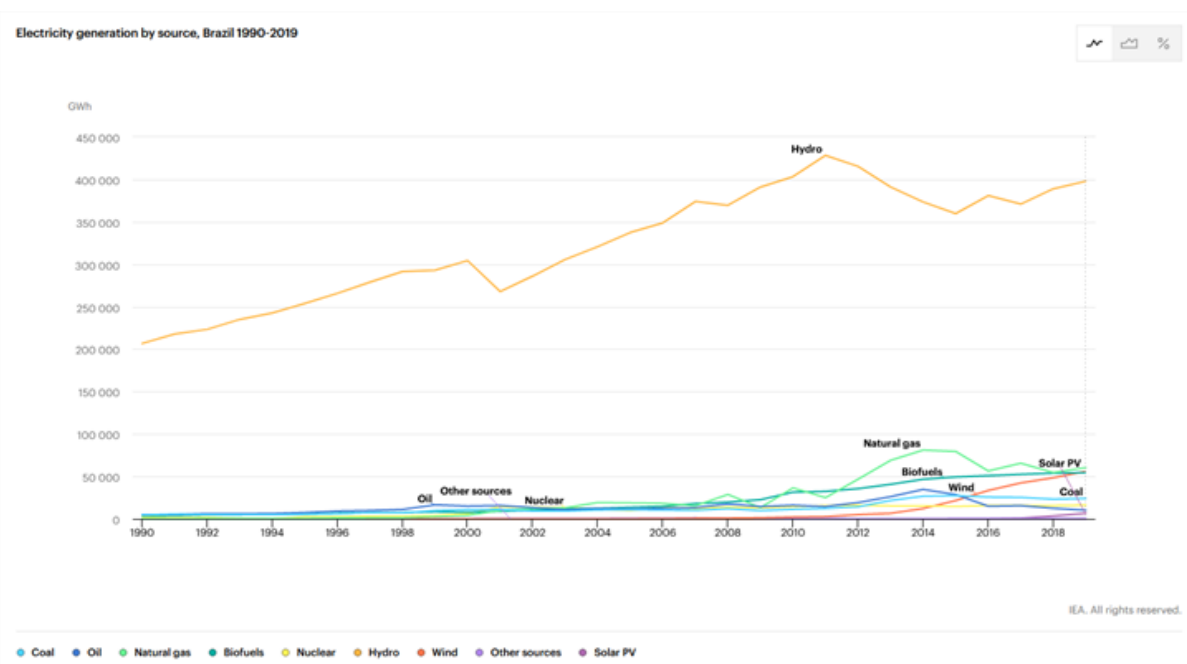


Figura 2 – Matriz elétrica brasileira
Fonte: (ENERGIA, 2021)

BEZERRA (2018, p.2) salienta que “...o Brasil se destaca no cenário mundial por ter sua matriz de energia elétrica fortemente baseada em fontes renováveis, com preponderância da hidroeletricidade e da biomassa proveniente da cana-de-açúcar”.

O grande problema que podemos observar na composição de nossa matriz elétrica, é que ela possui grande percentual assentado na geração de energia provenientes de usinas hidroelétricas. Cerca de 64% de toda eletricidade produzida no país vem dessa fonte de energia.

Essa característica torna o país muito dependente dos regimes de chuvas. Em períodos de grande estiagem, a geração de eletricidade é reduzida, causando impactos não desejáveis em nosso Sistema Interligado Nacional (SIN) de produção e transmissão de energia elétrica.

No ano de 2001, o país conviveu com um colapso no fornecimento de energia, fruto da falta de chuvas, obrigando o Brasil a incrementar a participação de outras fontes de energia renováveis em sua matriz (FIALHO WANDERLEY; CAMPOS, 2013). Dentre estas fontes, a energia proveniente do Sol tem ganhado destaque e relevância no cenário nacional.

3.2. ENERGIA FOTOVOLTAICA

“A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade por intermédio de materiais semicondutores, esse fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico” (KEMERICH et al., 2016).

Embora pareça uma tecnologia nova, o estudo da geração de eletricidade através da energia solar vem desde 1839, quando Edmond Becquerel verificou que duas placas de latão, imersas em um eletrólito líquido e expostas à luz solar, produziam eletricidade (MACHADO; MIRANDA, 2015). De lá até os dias atuais, diversas pesquisas e estudos estão sendo desenvolvidos, permitindo que a energia solar fotovoltaica passe a ser mais viável economicamente (ALMEIDA et al., 2015).

Os sistemas fotovoltaicos são compostos por painéis solares (cuja fabricação é feita, em sua grande maioria, com a utilização do silício) que captam a energia proveniente do Sol. Após essa captação, os painéis solares geram eletricidade em corrente contínua que, ao passar por um inversor, é transformada em corrente alternada. Por fim, essa corrente alternada gerada é distribuída para o imóvel.

Existem dois tipos de sistemas, o *on-grid* e o *off-grid*. O *on-grid* é aquele em que o sistema está conectado diretamente a rede da distribuidora de energia da localidade, já o *off-grid* não. Este encontra-se isolado e necessita de baterias para armazenar o excedente de eletricidade produzido (BEZERRA, 2018).

As figuras 3 e 4 esquematizam um sistema fotovoltaico *on-grid* e *off-grid*, respectivamente:



Pode ser chamado grid-tie ou conectado à rede. Ele necessita de uma rede elétrica local para funcionamento. Tem sua produção de energia entregue diretamente a ela.

Figura 3 – Sistema fotovoltaico *on-grid*
Fonte: (BRASIL, 2021b)



É conhecido como sistema isolado. Seu funcionamento é independente da rede elétrica, geralmente utiliza bateria para armazenamento de energia gerada.

Figura 4 – Sistema fotovoltaico *off-grid*
Fonte: (BRASIL, 2021)

Estes sistemas, além do baixo impacto ambiental, são fáceis de serem instalados e praticamente não precisam de manutenção. Além disso, as células fotovoltaicas são extremamente seguras e tem duração aproximada de 30 anos (FIALHO WANDERLEY; CAMPOS, 2013).

O Brasil, país com extensões continentais, é privilegiado quanto ao aspecto de receber irradiação solar e por possuir enormes reservas de quartzo para a produção do silício (NASCIMENTO; ALVES, 2017). Segundo BARBOSA FILHO et al (2015, p.2)

“O Brasil apresenta um dos maiores índices de irradiação solar do mundo. A maior parte do território nacional encontra-se próxima à linha do Equador, não apresentando assim grandes variações de radiação solar ao longo do dia [6]. Os valores anuais de radiação solar global incidente variam entre 1.550 e 2.400 kWh/m² ao longo do território nacional e são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, como, por exemplo, a Alemanha (900 – 1.250 kWh/m²) e a França (900 – 1.650 kWh/m²)[7].”

O mapa, abaixo, retrata o grande potencial de energia solar que o país possui:

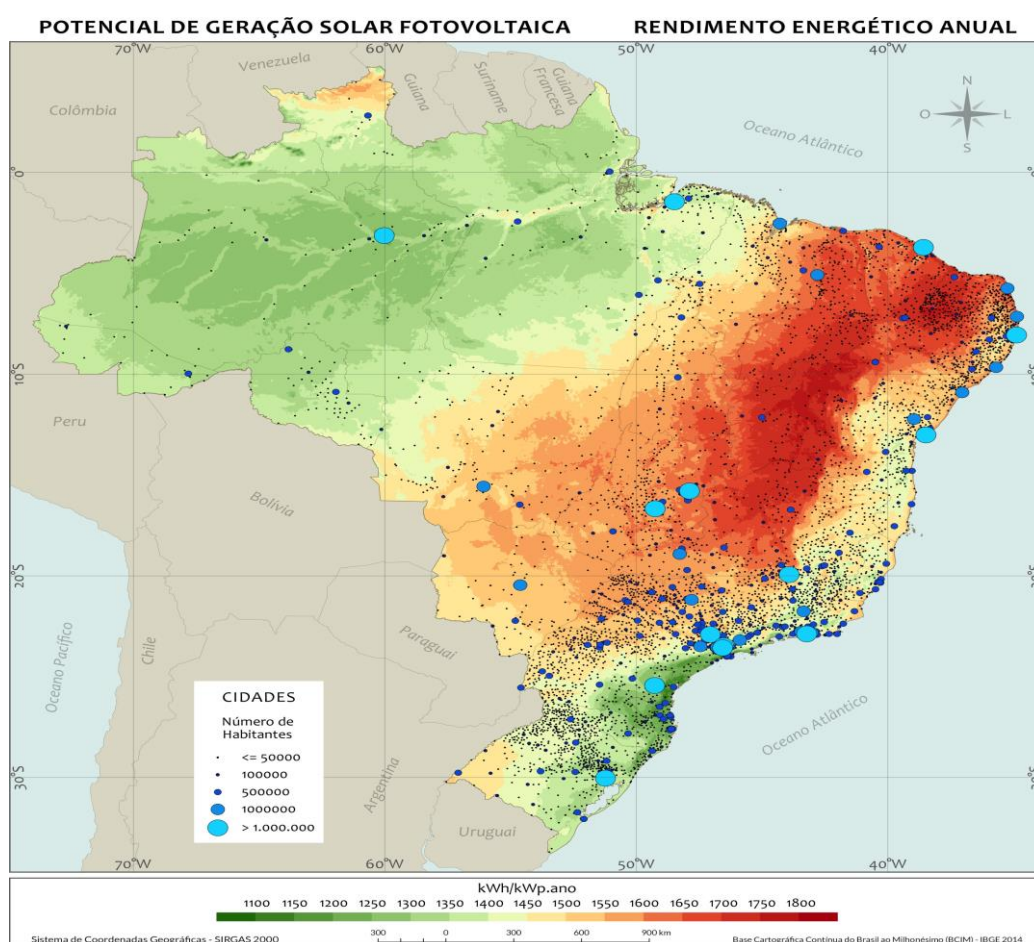


Figura 5 – Potencial de geração solar fotovoltaica

Fonte: (PEREIRA et al., 2017, p. 59)

Estas características brasileiras impulsionaram o mercado de energia solar fotovoltaica. O Governo Federal passou a incentivar a utilização desse recurso natural e renovável promovendo alterações profundas no marco regulatório do setor, principalmente retirando entraves à inserção dessa alternativa energética em sua

matriz elétrica nacional (BEZERRA, 2018).

Foram várias alterações na legislação, dentre as quais destacam-se as Resoluções Normativas nº 482/2012 e 687/2015, ambas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

A primeira criou o mecanismo de compensação de energia, na qual um sistema fotovoltaico pode ser conectado na rede elétrica pública e injetar a sua produção excedente, gerando créditos para o proprietário desse sistema (ANEEL, 2012). A segunda alterou a Resolução Normativa 482 e estendeu a utilização dos créditos gerados pelo excedente de produção para outra unidade consumidora, diferente daquela em que o sistema está instalado, desde que ambos estejam na mesma área de concessão da distribuidora (ANEEL, 2015).

Estes aspectos tornaram a instalação dos sistemas fotovoltaicos bastante atrativas e o Exército Brasileiro não ficou à margem desse processo. Através de seus Órgãos de Direção Setorial (ODS), Secretaria de Economia e Finanças (SEF) e Departamento de Engenharia e Construção (DEC), passou a incentivar os estudos sobre a viabilidade econômico-financeira da utilização da energia solar para geração de energia elétrica.

3.3. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

Ao se fazer qualquer tipo de investimento é interessante realizar um estudo para analisar a sua viabilidade e verificar se os recursos aplicados irão trazer retornos para o investidor. Neste sentido, existem diversas técnicas de avaliação de investimentos que ajudam na tomada de decisão, das quais destacam-se três: o Payback, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O **Valor Presente Líquido** é uma técnica de avaliação que considera o valor do dinheiro no tempo e o custo de capital de uma determinada empresa. Segundo DINIZ JÚNIOR; TORRES (2013, p.88) “A avaliação pelo método VPL é uma análise que tem como fatores de ponderação: as compensações do fluxo de caixa, benefícios futuros e valores finais em termos de valor presente equivalente”.

Ao se calcular o VPL, analisando o capital investido com os fluxos de caixa, se obtém o ganho ou a perda do projeto. Caso o VPL seja negativo, o investimento é danoso para o interessado, se for neutro não representa ganhos e nem perdas e se for positivo configura um projeto vantajoso.

O VPL pode ser quantificado através da seguinte fórmula (DINIZ JÚNIOR; TORRES, 2013, p. 88):

$$VPL = -FC_0 + \frac{FC^n}{(1+i)^n}$$

Onde: VPL = Valor Presente Líquido

FC₀ = Fluxo de Caixa Inicial (investimento realizado)

FC = Fluxo de Caixa

n = É o enésimo período em que o dinheiro será investido no projeto

i = É o custo de capital

A **Taxa Interna de Retorno** é considerada um complemento do VPL. A TIR é definida pela taxa de desconto que é aplicada ao fluxo de caixa (entradas e saídas). Ela iguala o Valor Presente Líquido a zero, ou seja, os valores de entrada são iguais aos de saída (DINIZ JÚNIOR; TORRES, 2013, p. 88).

Desse modo, a TIR acaba por refletir a taxa de juros que iguala os valores presentes de entrada de caixa, em função da execução do projeto, ao valor presente dos desembolsos dele. Ou seja, ela caracteriza a taxa de remuneração do capital investido (DASSI et al, 2015).

Se a Taxa Interna de Retorno for maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que é a menor taxa de remuneração que o investidor obterá caso aplicasse seus recursos em outros tipos de investimento, o projeto é vantajoso, por outro lado, se ela for menor, o projeto torna-se prejudicial ao investidor.

Matematicamente, a fórmula para o cálculo da TIR é a seguinte (TC SCHOOL, 2021):

$$0 = Invest + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^n}$$

O **Payback** é uma ferramenta que calcula o tempo médio necessário para o investidor recuperar o recurso inicial aplicado em um determinado projeto. Pode ser simples ou descontado: a diferença entre ambos é que no payback descontado leva-se em consideração o valor do dinheiro no período (BORGSMANN; NUNES, 2016).

Este é o método mais simples que é utilizado para se verificar se um determinado investimento é ou não viável.

4. ESTUDO DE CASO (10º DEPÓSITO DE SUPRIMENTO)

O 10º Depósito de Suprimento é uma Organização Militar localizada na cidade de Fortaleza, estado do Ceará. Sua principal missão é a de realizar o suprimento (recebimento, armazenagem, loteamento e distribuição de todas as classes de suprimento do Exército brasileiro) e o transporte para todas demais OM localizadas nos estados do Ceará e do Piauí.

Para cumprir sua missão, o 10º D Sup possui diversos armazéns e câmaras frigoríficas que, aliadas às demais instalações de um quartel do Exército, consomem uma considerável quantidade de energia elétrica. A tabela, abaixo, discrimina todo o consumo de energia ao longo do ano de 2019:

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
R\$ 32.699,87	R\$ 38.616,69	R\$ 30.395,81	R\$ 31.973,44	R\$ 33.985,82	R\$ 33.916,99
Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
R\$ 32.783,66	R\$ 36.900,30	R\$ 32.038,13	R\$ 38.811,04	R\$ 33.283,57	R\$ 30.271,22

Tabela 1: Gastos com energia elétrica ano de 2019

Fonte: o autor

O total anual gasto com a conta de energia foi de R\$ 405.672,54, valor que corresponde a, aproximadamente, 80% de todas as despesas com concessionárias do serviço público e, cerca de 60% dos gastos para a manutenção da vida vegetativa da OM.

A fim de reduzir estes gastos, vislumbrou-se a possibilidade de instalação de uma usina fotovoltaica nas instalações do 10º D Sup, para a geração de energia elétrica. A empresa SunTech Energia Solar, situada no Eusébio – CE, foi contactada para elaborar um projeto de instalação da usina.

O sistema projetado foi elaborado no formato *on-grid*, ou seja, conectado a rede de energia elétrica local (ENEL), o que possibilita a não utilização de baterias para o armazenamento do excedente da produção. Além disso, este sistema faz com que a OM, além de consumidora, possa ser fornecedora de energia, uma vez que o excedente de produção retorna para a rede da Enel, gerando créditos para o 10º D Sup.

O projeto elaborado é composto de 1148 módulos fotovoltaicos trina de 405W, 6 inversores WEG trifásico 220V / 60.0KW e uma estrutura de fixação metálica. A usina terá potência de 464,94KWp, com estimativa de geração média mensal de 60.506,83 KWh e ocupará uma área de 2525,6 m².

O custo total do projeto, já incluídas as garantias, é de R\$ 1.899.265,95, e o tempo de vida útil dos equipamentos é de 30 anos. A figura 6, retrata o local de instalação da usina na área interna do 10º Depósito de Suprimento:

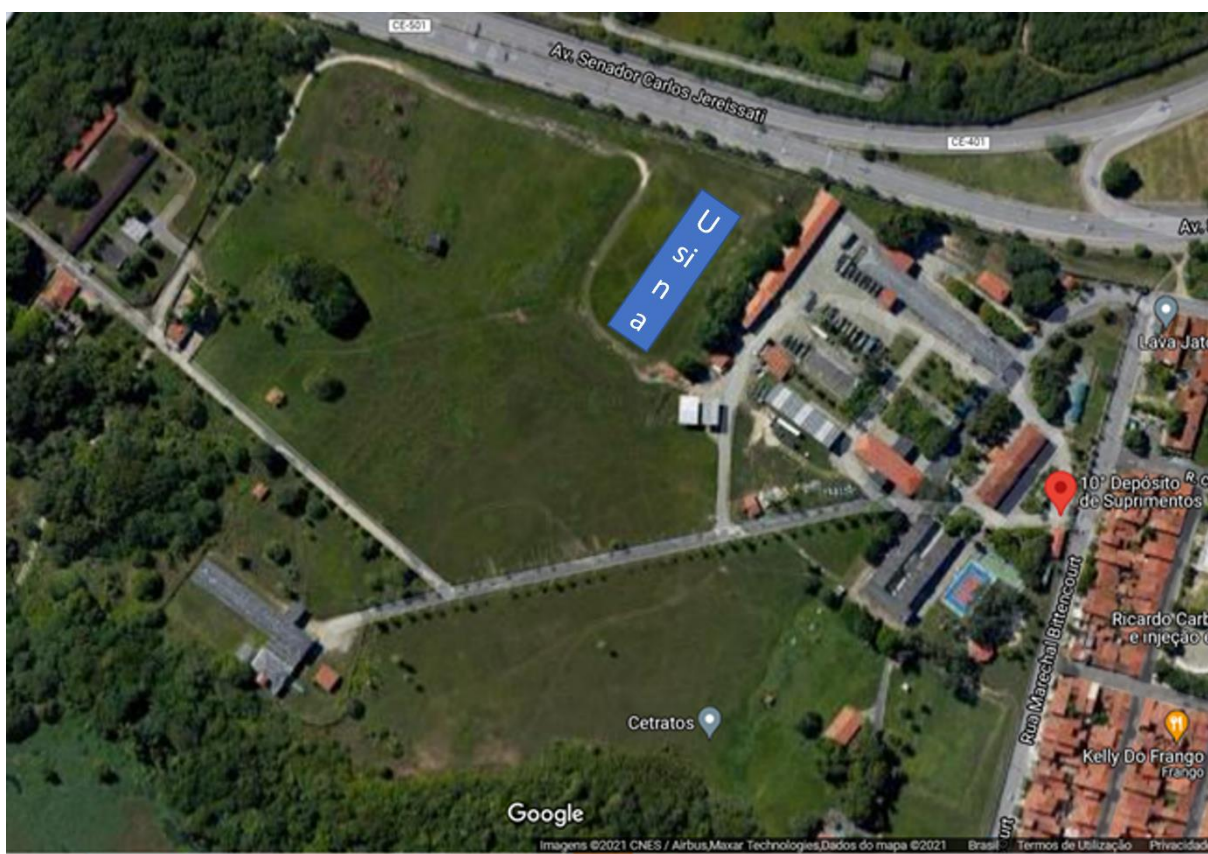


Figura 6: Local de instalação da usina fotovoltaica
Fonte: o autor

O estudo da viabilidade econômico-financeira levou em consideração as três ferramentas de análise de investimento exploradas no item 3, o VPL, a TIR e os

Payback simples e descontado. As tabelas 2, 3 e 4 demonstram os cálculos realizados em uma planilha Excel, para a obtenção dos parâmetros de análise do investimento da instalação da usina fotovoltaica no 10º Depósito de Suprimento:

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de Caixa Final	-R\$ 1.899.265,95	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78
Fluxo de Caixa Acumulado	-R\$ 1.899.265,95	-R\$ 1.325.661,17	-R\$ 752.056,39	-R\$ 178.451,61	R\$ 395.153,17	R\$ 968.757,95	R\$ 1.542.362,73	R\$ 2.115.967,51	R\$ 2.689.572,29	R\$ 3.263.177,07	R\$ 3.836.781,85
Fluxo de Caixa Descontado	-R\$ 1.899.265,95	R\$ 512.147,13	R\$ 457.274,22	R\$ 408.280,55	R\$ 364.536,21	R\$ 325.478,76	R\$ 290.606,03	R\$ 259.469,67	R\$ 231.669,35	R\$ 206.847,63	R\$ 184.685,39
Fluxo de Caixa Descontado Acumulado	-R\$ 1.899.265,95	-R\$ 1.387.118,83	-R\$ 929.844,61	-R\$ 521.564,05	-R\$ 157.027,85	R\$ 168.450,91	R\$ 459.056,94	R\$ 718.526,62	R\$ 950.195,97	R\$ 1.157.043,60	R\$ 1.341.728,99

Tabela 2: Período de 0 a 10 anos do investimento

Fonte: o autor

Ano	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Fluxo de Caixa Final	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78
Fluxo de Caixa Acumulado	R\$ 4.410.386,63	R\$ 4.983.991,41	R\$ 5.557.596,19	R\$ 6.131.200,97	R\$ 6.704.805,75	R\$ 7.278.410,53	R\$ 7.852.015,31	R\$ 8.425.620,09	R\$ 8.999.224,87	R\$ 9.572.829,65	R\$ 10.146.434,43
Fluxo de Caixa Descontado	R\$ 164.897,67	R\$ 147.230,06	R\$ 131.455,41	R\$ 117.370,90	R\$ 104.795,45	R\$ 93.567,36	R\$ 83.542,29	R\$ 74.591,33	R\$ 66.599,40	R\$ 59.463,75	R\$ 53.092,64
Fluxo de Caixa Descontado Acumulado	R\$ 1.506.626,65	R\$ 1.653.856,71	R\$ 1.785.312,13	R\$ 1.902.683,03	R\$ 2.007.478,48	R\$ 2.101.045,84	R\$ 2.184.588,13	R\$ 2.259.179,46	R\$ 2.325.778,86	R\$ 2.385.242,62	R\$ 2.438.335,25

Tabela 3: Período de 11 a 21 anos do investimento

Fonte: o autor

Ano	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Fluxo de Caixa Final	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78	R\$ 573.604,78
Fluxo de Caixa Acumulado	R\$ 10.720.039,21	R\$ 11.293.643,99	R\$ 11.867.248,77	R\$ 12.440.853,55	R\$ 13.014.458,33	R\$ 13.588.063,11	R\$ 14.161.667,89	R\$ 14.735.272,67	R\$ 15.308.877,45
Fluxo de Caixa Descontado	R\$ 47.404,14	R\$ 42.325,12	R\$ 37.790,29	R\$ 33.741,33	R\$ 30.126,19	R\$ 26.898,38	R\$ 24.016,41	R\$ 21.443,23	R\$ 19.145,74
Fluxo de Caixa Descontado Acumulado	R\$ 2.485.739,39	R\$ 2.528.064,52	R\$ 2.565.854,81	R\$ 2.599.596,13	R\$ 2.629.722,32	R\$ 2.656.620,70	R\$ 2.680.637,12	R\$ 2.702.080,34	R\$ 2.721.226,08

Tabela 4: Período de 22 a 30 anos do investimento

Fonte: o autor

VPL	R\$ 2 721 226,08		
TIR	30%		
Payback Simples	Ano: 3	Mês: 3	Dia: 22
Payback Descontado	Ano: 4	Mês: 5	Dia: 24

Tabela 5: Cálculo do VPL, da TIR e dos Payback simples e descontado

Fonte: o autor

Para realizar os cálculos do fluxo de caixa, foram utilizados: como investimento inicial o valor de R\$ 1.899.265,95 (um milhão, oitocentos e noventa e nove mil, duzentos e sessenta e cinco reais e noventa e cinco centavos), que é o custo total da instalação dos equipamentos da usina fotovoltaica; e como entrada no caixa, o valor de R\$ 573.604,78 (quinhentos e setenta e três mil, seiscentos e quatro reais e setenta e oito centavos), valor que representa o montante anual que será economizado com o pagamento de energia elétrica, pois se projeta uma geração anual de 726.082 KWh que multiplicado ao valor de 0,79 (preço do KWh em 2019), perfazem esse total.

O fluxo de caixa foi alongado em 30 anos, porque este é o período de vida útil

dos equipamentos da usina. Para o desenvolvimento do fluxo de caixa descontado, foi utilizada como taxa de desconto o percentual de 12% ao ano. A taxa de desconto é o valor que o investidor receberia caso optasse por investir os recursos do projeto em outro tipo de aplicação financeira.

O fluxo de caixa descontado acumulado, que nada mais é do que o somatório do investimento inicial (negativo por se tratar de saída do caixa) com os valores do fluxo de caixa descontado, representa o valor do VPL naquele determinado ano. Conforme verificado nos resultados da planilha o VPL, ao final de 30 anos é positivo (R\$ 2.721.226,08), portanto favorável ao investimento.

O cálculo da TIR, realizado através da função do Excel (=TIR(valores)), retornou um valor positivo de 30%. A TMA utilizada para a comparação foi de 12%, taxa que poderia ser obtida com investimento em ações, por exemplo, ainda que implique em maiores riscos. Como a TIR foi maior que a TMA, este parâmetro também indica que o investimento é vantajoso.

Por fim, no cálculo dos payback simples e descontado obteve-se os seguintes prazos em que o investimento seria pago: payback simples – 3 anos, 3 meses e 22 dias; payback descontado – 4 anos, 5 meses e 24 dias. Em ambos, o baixo tempo de retorno do investimento, quando comparado ao prazo de vida útil dos equipamentos (30 anos), indica a grande vantagem em se investir na usina fotovoltaica.

Cabe ressaltar que estas ferramentas de análise de investimento possuem algumas desvantagens, porém, utilizando-se as três na análise de um determinado projeto, obtém-se uma certeza maior da viabilidade ou não dele.

5. CONCLUSÃO

A conjuntura atual, pela qual o mundo está passando e em especial o Brasil e o Exército brasileiro, indicam uma clara necessidade de se buscar novos meios de geração de receitas, a fim de proporcionar maior desenvolvimento econômico e social do país e a transformação da Força Terrestre com seus projetos estratégicos.

Um dos aspectos que tem impactado de forma negativa o orçamento da Força diz respeito ao consumo de energia elétrica. Os gastos com esse tipo de despesa crescem ano após ano, devido aos fatos já descritos no presente trabalho, e, juntamente com outras despesas correntes, pressionam o orçamento.

Neste contexto, a utilização de energia solar para geração de energia elétrica,

por parte das organizações militares do Exército, aparece como uma excelente solução. Redução de despesas (no pagamento das contas de luz), geração de receitas (advindas do excedente de produção) e ambiente favorável (legislação favorável e pressão mundial na questão ambiental para utilização de energias renováveis e menos poluentes) reforçam esta solução.

O presente trabalho demonstrou, através de análise econômico-financeira, em que foram utilizadas três ferramentas de análise: Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Payback (simples e descontado), que o investimento em uma usina fotovoltaica, no 10º Depósito de Suprimento, é extremamente vantajoso.

Portanto, recomenda-se a instalação da usina fotovoltaica para a geração de energia elétrica, garantindo a redução desse gasto e a geração de mais receitas com o excedente produzido. Além disso, na medida em que o território brasileiro é muito beneficiado com a irradiação solar, verifica-se a possibilidade da instalação das usinas em unidades situadas em outras regiões do país. Destaca-se os Pelotões Especiais de Fronteira, que poderiam obter a sua segurança energética com a utilização da energia solar.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eliane e colab. Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica. *Engenharias Online*, p. 13, 2015.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Resolução Normativa Nº 482/2012. *Agência Nacional De Energia Elétrica*, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Resolução Normativa Nº 687/2015. *Agência Nacional De Energia Elétrica*, 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>>.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira e colab. Expansão da energia solarfotovoltaica no Brasil: Impactos ambientais e políticas públicas. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 4, p. 628, 7 Dez 2015. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/346>

7>.

BEZERRA, Francisco Diniz. Nordeste: Futuro Promissor para Energia Sol. p. 18, 2018. Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/etene>>.

BORGMANN, Valmir Pedro; NUNES, Fabiano de Lima. Análise da viabilidade econômica da proposta de implantação de RFID em processos de expedição em uma empresa moveleira: um estudo de caso. *Latin American Journal of Bussiness Management*, p. 22, 2016.

BRASIL, Strom. *Sistema fotovoltaico off-grid*. Disponível em: <<https://www.strombrasil.com.br/tamanho-de-um-sistema-fotovoltaico/>>. Acesso em: 21 ago 2021.

BRASIL, Strom. *Sistema fotovoltaico on-grid*. Disponível em: <<https://www.strombrasil.com.br/tamanho-de-um-sistema-fotovoltaico/>>. Acesso em: 21 ago 2021.

DASSI, Jonatan Antonio e colab. Análise da Viabilidade Econômico-Financeira da Energia Solar Fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. *XXII Congresso Brasileiro de Custos*, p. 16, 2015.

DINIZ JÚNIOR, Olavo Gonçalves; TORRES, Inácio Alves. As contribuições do valor presente líquido, da taxa interna de retorno, do payback e do fluxo de caixa descontado para avaliação e análise de um projeto de investimento em cenário hipotético - doi: 10.5102/un.gti.v3i1.2277. *Universitas: Gestão e TI*, v. 3, n. 1, 2013.

ENERGIA, Agência Internacional. *Matriz Elétrica Mundial*. Disponível em: <<https://www.iea.org/fuels-and-technologies/electricity>>. Acesso em: 13 ago 2021.

ENERGIA, Agência Internacional De. *Matriz elétrica brasileira*. Disponível em: <<https://www.iea.org/fuels-and-technologies/electricity>>. Acesso em: 21 ago 2021.

FIALHO WANDERLEY, Augusto César; CAMPOS, Antonio Luiz P. Siqueira.

Perspectivas de inserção da energia solarfotovoltaica na geração de energia elétrica no Rio Grande do Norte. *HOLOS*, v. 3, p. 3, 2 Ago 2013. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1493>>.

FINKLER, Alessandro e colab. Relação do Crescimento Econômico e Consumo de Energia Elétrica. [S.d.], Ijuí: [s.n.], [S.d.]. p. 1–6. Disponível em: <[file:///C:/Users/flume/AppData/Local/Temp/7237-Texto do artigo-31271-1-10-20160923-1.pdf](file:///C:/Users/flume/AppData/Local/Temp/7237-Texto%20do%20artigo-31271-1-10-20160923-1.pdf)>.

FUND, United Nations Population. *World Population Dashboard*. Disponível em: <<https://www.unfpa.org/data/world-population-dashboard>>. Acesso em: 21 jul 2021.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha e colab. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 241, 2016.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Photovoltaic Solar Energy: A Briefly Review. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 1, p. 126–143, 2015. Disponível em: <<http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1984-6835.20150008>>.

MORGADO, Sónia M. A.; SOUSA, Mário. Avaliação Da Viabilidade Económica Da Energia Solar Fotovoltaica : Estudo De Caso Da Polícia De Segurança Pública. v. 7, n. 2, p. 48–67, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.25746/ruiips.v7.i2.19283>>.

NASCIMENTO, Raphael Santos Do; ALVES, Geziele Mucio. Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: Métodos e Benefícios Ambientais. *Revista Univap*, v. 22, n. 40, p. 274, 11 Jan 2017. Disponível em: <<http://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/713>>.

PEREIRA, Enio e colab. *Atlas brasileiro de energia solar*. 2ª edição ed. São José dos Campos: Universidade Federal de São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://doi.org/10.34024/978851700089>>.

TC SCHOOL. *Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno*. Disponível em:

<https://tc.com.br/tc-school/matematica-financeira/vpl-taxa-de-retorno?utm_term=&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=6791878774&hsa_cam=14070853808&hsa_grp=&hsa_ad=&hsa_src=x&hsa_tgt=&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=EAlalQobChMIhviEgMDc8glV9AilCR2RRgdxEAAYASAAEgJDmvd_BwE>. Acesso em: 31 ago 2021.

WORLD BANK NATIONAL ACCOUNTS DATA. *PIB mundial*. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?view=chart>>.