



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas  
Públicas

Departamento de Administração

MBA em Gestão de Projetos

GENILDO DA SILVA

**VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE  
SISTEMA DE ENERGIA SOLAR EM PELOTÃO ESPECIAL  
DE FRONTEIRA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Brasília - DF

2020

GENILDO DA SILVA

**VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE SISTEMA DE ENERGIA  
SOLAR EM PELOTÃO ESPECIAL DE FRONTEIRA DO EXÉRCITO  
BRASILEIRO**

Projeto de Monografia apresentado ao  
Departamento de Administração da  
Universidade de Brasília como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Especialista em Gestão de Projetos  
Professor Orientador: Prof. Dr. Herbert  
Kimura

Brasília - DF

2020

## **DEDICATÓRIA**

Dedica-se o presente trabalho àqueles cidadãos do passado, do presente e do futuro que, com o sentimento de abnegação e de cumprimento do dever, prestam o relevante serviço num pelotão especial de fronteira.

“Your strength doesn't come from winning. It comes from struggles and hardship. Everything that you go through prepares you for the next level.”

Germany Kent

### **AGRADECIMENTO**

A Deus, primeiramente, pelo dom da vida, pela perseverança, pela paciência e pela resiliência.

A minha família, pelo apoio incondicional.

Ao Exército Brasileiro, pela experiência na carreira e por esta oportunidade.

Ao Gen Bda R1 Sergio Luiz Goulart Duarte e aos integrantes do PEE SISFRON, pelo apoio incondicional e constante incentivo.

À Universidade de Brasília, especialmente ao corpo docente do curso MBA, pelo conhecimento adquirido.

Aos incontáveis amigos, pelo apoio e incentivo constantes.

Ao Professor Herbert Kimura, pela orientação objetiva.

Ao secretário do curso, Alexandre Araújo Couto, pelo constante apoio administrativo.

## RESUMO

O presente trabalho tem a finalidade de verificar a viabilidade econômico-financeira do uso de um sistema de energia solar numa instalação militar do Exército Brasileiro (EB), o Pelotão Especial de Fronteira (PEF) de Tiriós, no Estado do Pará, Brasil (coordenadas geográficas 2° 13' 47" N - 55° 56' 16" W).

Analisando-se a viabilidade econômico-financeira desse sistema de energia solar, inaugurado em junho de 2020, e levando-se em conta as peculiaridades de cada PEF, verificou-se a possibilidade de essa experiência ser replicada em outros PEF, especialmente aqueles relacionados com a implantação do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON) na Região Amazônica.

A metodologia utilizada neste trabalho teve como fulcro o cálculo do *payback* simples e do *payback* descontado e a TIR (Taxa Interna de Retorno) do valor presente líquido (VPL) a partir do levantamento dos custos dos sistemas a óleo diesel e a energia solar do PEF de Tiriós (PA).

**PALAVRAS-CHAVES:** Energia solar - Exército Brasileiro - Plano Estratégico do Exército (PEE) - Pelotão Especial de Fronteira (PEF) - SISFRON - fronteira - Amazônia Tiriós

## ABSTRACT

This paper aims at verifying the economic-financial viability of a photovoltaic energy system at a Brazilian Army Border Special Platoon's (PEF in Portuguese) facility in Tiriós, Pará State, Brazil (geographic coordinates 2° 13' 47" N - 55° 56' 16" W).

By analysing the economic-financial viability of this system, inaugurated in June, 2020, the feasibility of replicating the project in other PEF's is considered, especially in a PEF related to the Brazilian Army's Border Monitoring Integrated System (the acronym SISFRON in Portuguese) in the Amazonian Region.

The methodology of this paper was based on the calculation of the payback, the discounted payback, and, by using the Internal Return Rate (IRR), the Net Present Value (NVP) regarding the costs of a diesel oil system replaced and a

solar energy system at the Brazilian Army's Special Border Platoon of Tiriós, Para State, Brazil.

KEY WORDS: Solar energy - Brazilian Army - Special Border Platoon - SISFRON - diesel oil - solar energy - border - Amazon - Tiriós

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
COPOM	Comitê de Política Monetária
CRO/8	Comissão Regional de Obras da 8ª Região Militar
DEC	Departamento de Engenharia de Construção
DEF	Destacamento Especial de Fronteira
EB	Exército Brasileiro
FAB	Força Aérea Brasileira
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
NC	Nota de Crédito
NE	Nota de Empenho
ONU	Organização das Nações Unidas
PEE	Plano Estratégico do Exército
PEF	Pelotão Especial de Fronteira
RDE	Rede de Distribuição de Energia
ROI	Retorno do Investimento ( <i>Return of Investment</i> )
SISFRON	Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido (NPV - Net Present Value)

## Índice

1. 9	
1.1 9	
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 ESTRUTURA	17
2. 17	
ENERGIA SOLAR	17
2.2 FONTES DE ENERGIA LIMPA	23
2.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	27
2.4 OBJETIVO GERAL	29
2.5 OBJETIVOS INTERMEDIARIOS	29
2.6 METODOLOGIA	29
2.6.1 Levantamento dos Custos de óleo diesel (OD)	31
2.6.2 Levantamento dos Custos de Óleo Diesel	33
3. 42	
3.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	44
4. 44	
5. 47	



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O afastamento dos PEF das grandes cidades acarreta óbices sociais para o contingente e para as comunidades que ali habitam, pela falta de acesso a serviços básicos, tais como saúde e educação, e a restrição do direito constitucional de ir e vir, imposta pelas dificuldades de locomoção terrestre, aérea e fluvial.

O Pelotão Especial de Fronteira (PEF) de Tiriós, PA (coordenadas geográficas 2° 13' 47" N - 55° 56' 16" W), onde foi inaugurada uma usina fotovoltaica em junho do corrente ano, constitui um exemplo típico desse afastamento. Atualmente, o único acesso possível para transporte de pessoas, víveres, equipamentos e combustíveis até esse pelotão é por via aérea

A fotografia a seguir apresenta uma vista aérea do PEF de Tiriós, PA, com a usina fotovoltaica inaugurada em junho de 2020 (à direita), com o sítio de painéis fotovoltaicos instalado em frente aos dois pavilhões centrais do PEF.

Fotografia 1 - Pelotão Especial de Fronteira (PEF) de Tiriós, PA.



Fonte: Exército Brasileiro/CRO/8 (jun. 2020)

Além disso, o distanciamento dessas localidades e a dificuldade de acesso implicam um aumento considerável do custo logístico para o transporte de seres humanos, víveres, ferramentas e maquinários entre esses pelotões e as sedes (batalhões de infantaria de selva), localizados em centros urbanos maiores e, por conseguinte, com mais recursos.

Apenas para que se tenha uma ideia do ônus logístico, um litro de óleo diesel registrado numa bomba de abastecimento de um posto de combustíveis no Rio de Janeiro custava aproximadamente R\$ 3,50 (três reais e cinquenta centavos), em valores de 31 de janeiro de 2020. (PESQUISA DE CAMPO, 2020).

Ao transitar desde uma refinadora de petróleo até um PEF do Estado do Amazonas, cada litro de óleo diesel chega a custar, em média, R\$ 10,00 (dez reais). Deduz-se, portanto, que o custo total do combustível, incluindo o custo logístico, sem levar em conta o fator tempo para a entrega, corresponde a mais do que o dobro do valor inicial do litro de óleo diesel. (PESQUISA DE CAMPO, 2020).

Conforme será visto mais adiante, em 2019, o litro de óleo diesel entregue no PEF de Tiriós, PA, saiu a R\$ 4,46 (quatro reais e quarenta e seis centavos). Presume-se que se incluíram os custos logísticos da distribuidora de combustíveis privada até Belém, sede do Comando da 8a Região Militar. Daí até as diversas unidades do EB sob a jurisdição administrativa desse Comando Regional, de onde o combustível é transportado por via terrestre, aérea ou fluvial, há um segundo custo logístico adicional. Por isso, ocorre o encarecimento no valor final do produto.

Um segundo aspecto a ser levado em conta diz respeito à operação e à manutenção do gerador de energia elétrica a óleo diesel. Em alguns PEF, existem três geradores de energia de 50 KVA, previstos para operar em sistema de revezamento de 8h cada para fornecer energia durante 24h. (PESQUISA DE CAMPO, 2020)

Quando um dos geradores sofre uma pane, o que acontece com relativa frequência, há que lançar mão dos outros geradores movidos a OD para cobrir a lacuna temporal criada pelo equipamento inoperante. Desse modo, os dois geradores em atividade ficam sujeitos a uma sobrecarga de operação,

funcionando em regime de 12 horas, em vez de oito. (PESQUISA DE CAMPO, 2020)

Se dois geradores deixam de funcionar, o que também acontece, então o único equipamento em atividade teria que funcionar durante 24 horas contínuas, o que tecnicamente é inviável. Em consequência, para que um único equipamento operativo possa “descansar”, o PEF permanece sem energia elétrica durante algumas horas. (PESQUISA DE CAMPO, 2020)

O terceiro aspecto a ser considerado se refere à manutenção do gerador de energia elétrica a óleo diesel. Se a manutenção desses equipamentos em condições normais já é complicada, em virtude da necessidade de conhecimento técnico necessário para garantir a operação plena dos geradores, deve-se supor que esse serviço não seja prestado no PEF com a regularidade e eficiência que se espera. Afinal de contas, dependendo do escalão de manutenção exigida, há a necessidade de deslocamento de um militar especializado em grupos motor-gerador até o PEF para realizar o serviço de manutenção. (PESQUISA DE CAMPO, 2020)

Há outros PEF que operam com energia elétrica fornecida por concessionárias elétricas credenciadas. As despesas desse consumo são englobadas nas faturas dos Batalhões de Infantaria de Selva aos quais os PEF se encontram subordinados, razão pela qual fica difícil levantar o custo da energia elétrica para consumo exclusivo no PEF. (DEC, 2020)

Mesmo no caso de energia elétrica fornecida por concessionárias, faz-se necessário contar com um sistema de energia alternativo.

A propósito desse assunto, Rüther (2004) enumera diversas vantagens da energia fotovoltaica sobre a energia elétrica. Uma delas diz respeito à não necessidade de construção de linhas de transmissão, o que contribui para um aumento substancial no custo, no caso de energia elétrica derivada de uma usina hidrelétrica.

Uma das inúmeras consequências dessa insegurança energética do PEF é que câmaras frigoríficas destinadas a manter refrigerados alimentos perecíveis, vacinas, soros antiofídicos, material odontológico, etc., tende a permanecer desligada por diversas horas em virtude de falta de energia.

Com isso, há um alto risco de que alimentos e medicamentos sejam deteriorados por falta de refrigeração. Ressalte-se que a reposição de alimentos e outros bens de consumo não ocorre com a mesma facilidade e rapidez observadas em grandes centros urbanos. No caso dos PEF, há uma cadeia de suprimento com intervalos que podem variar de 15 a 60 dias. (DEC, 2020)

O problema da insegurança energética num PEF adquire maior relevância em virtude da previsão de fornecimento de material eletrônico de alto custo pelo Programa SISFRON. Binóculos de visão noturna, por exemplo, previstos no pacote de entregas para alguns PEF, requerem um cuidado especial na operação, na manutenção e, especialmente, no armazenamento de tão delicado aparelho. (PESQUISA DE CAMPO, 2020)

A guarda desses equipamentos em locais inadequados, sem iluminação ou aquecimento elétrico de acordo com os níveis requeridos, poderia causar o desenvolvimento de fungos no sistema óptico dos binóculos, deixando-os inoperantes.

Portanto, em virtude do que foi acima exposto, torna-se imprescindível garantir segurança energética a um Pelotão Especial de Fronteira. O presente trabalho visa a oferecer subsídios ao Exército Brasileiro para preencher essa lacuna com um sistema de energia solar.

No dia 20 de março de 2018, na página do noticiário do Exército Brasileiro, foi publicada a seguinte notícia: “Durante operação na fronteira, militares do 2º PEF apreendem embarcação que seguia para o Peru contrabandeando animal silvestre, cartuchos de munição e outros produtos ilegais.” (MD, 2018)

Na página do website Defesanet, no dia 19 de abril de 2019, registrou-se a seguinte notícia:

“Com o intuito de combater a prática de crimes ambientais na faixa de fronteira, a 5ª Divisão do Exército realizou ação ostensiva nas principais estradas do Paraná e de Santa Catarina, por meio da Operação Ágata. Desenvolvida em parceria com a Polícia Federal, Força Nacional e agências governamentais, a ação ocorreu entre 24 e 29 de março, com participação de cerca de mil militares. Na ação ainda foram realizadas patrulhas terrestres e fluviais. Por meio da Operação, foram apreendidos

quase 3 mil itens contrabandeados, cerca de 300 quilos de drogas e mais de 500 armas e munições.” (MD, 2019)

Esses são apenas dois dos inúmeros atos ilícitos praticados diariamente na região amazônica brasileira a qualquer hora do dia ou da noite.

É fácil perceber que se trata de segurança nacional, que supõe a necessidade de vigilância contínua, vinte e quatro horas por dia, no território nacional, mas especialmente na região fronteiriça.

Entretanto, segundo o conceito de segurança, especialmente em países em desenvolvimento, esse conceito deve ser considerado mais detalhadamente do que segurança militar. (BALDWIN, 1997)

Baldwin (1997) comenta que o assunto da segurança tem-se traduzido em “propostas no sentido de dar a mais alta prioridade a questões como direitos humanos, fatores econômicos, o meio ambiente, o tráfico de drogas, epidemias e pandemias, crimes, injustiça social, além da tradicional preocupação com a segurança contra ameaças militares externas (Baldwin (1997)”. (Tradução própria)

Para prover essa segurança nacional por intermédio da atuação eficaz e contínua por intermédio dos PEF e DEF, torna-se imperativo contar com segurança energética confiável, ininterrupta e estável, pois, sem esta, não se pode garantir aquela.

Apesar de a situação energética na região da fronteira amazônica apresentar uma sensível melhora, se comparada com as condições encontradas nos PEF nos anos 80 e 90, ainda hoje verifica-se que diversos PEF carecem dessa segurança energética. Naquelas décadas, a grande maioria dos PEF funcionava com geradores operando durante uma fração do dia. (DEC, 2018)

Mesmo no corrente ano, diversos Pelotões e Destacamentos Especiais de Fronteira funcionam com energia elétrica fornecida por grupos motores geradores movidos a óleo diesel, de acordo com informações colhidas no Departamento de Engenharia de Construção (DEC) e no Programa Amazônia Protegida, subordinado à 3ª Subchefia do Estado-Maior do Exército. (DEC, 2020)

De acordo com o DEC, em 2018, o PEF de Guaporé, próximo à cidade de Cáceres, MT, funcionava com dois geradores de óleo diesel, em regime de

alternância, para prover 150 KWA de energia elétrica durante vinte e quatro horas por dia. (DEC, 2020)

Somente para atender à demanda energética desse PEF, o custo “líquido” relativo ao consumo de óleo diesel foi de R\$ 720.000,00 (setecentos e vinte mil reais) naquele ano. No cálculo, não foi levado em conta o custo logístico (transporte do combustível, pagamento de pessoal envolvido na operação, armazenamento, etc.). (DEC, 2020)

Em outros pelotões e destacamentos, a energia elétrica é fornecida por uma pequena usina hidrelétrica construída para atender ao PEF ou ao destacamento e, em alguns casos, à comunidade que habita o entorno do PEF. por não estar conectada à rede de distribuição de energia de uma concessionária energética estadual. (DEC, 2020), esse sistema é chamado de *off-grid*.

Na maioria dos PEF da região Oeste do Brasil, a energia elétrica é fornecida por uma concessionária de energia elétrica estadual. (DEC, 2020)

Alguns pelotões e destacamentos especiais de fronteira subordinados à 18ª Brigada de Infantaria de Fronteira, situada em Corumbá-MS, operam com sistema energético conectado à rede de distribuição de energia privada (concessionária). Trata-se do sistema *on-grid*, em oposição ao sistema *off-grid*, comentado acima. (DEC, 2020).

Entretanto, em virtude da instabilidade energética no fornecimento pela concessionária estadual, os PEF e Destacamentos Especiais de Fronteira (DEF) contam com grupos motores geradores movidos a óleo diesel para suprir esse lapso. É o caso, por exemplo, dos PEF de Barranco Branco e de Forte Coimbra (MS), onde os geradores a óleo diesel são postos em funcionamento para suprir as constantes faltas de energia elétrica (*blackout*) sob a responsabilidade da concessionária local. (DEC, 2020)

Na região amazônica, o problema se agrava, em virtude, principalmente, das condições de transporte. (DEC, 2020)

De acordo com informação veiculada pelo programa nacional de rádio A Voz do Brasil, o Exército Brasileiro possui quarenta e seis PEF (Pelotões Especiais de Fronteira) na Região Amazônica Brasileira, uma vasta região que representa 60% do território brasileiro. (BRASIL, 2020)

Enquanto na região Oeste, o acesso aos PEF ocorre, em boa parte, pelo eixo rodoviário, na região amazônica esse tipo de acesso se restringe à minoria dos pelotões. Via de regra, se não há intempéries, o acesso a essas localidades ocorre via fluvial ou aérea. Isso implica um custo logístico mais oneroso na entrega do combustível. (PESQUISA DE CAMPO, 2020)

Para chegar a alguns PEF situados na região Norte do país, o óleo diesel (OD) é transportado por via marítima ou aérea ou pela combinação de ambos os meios, se e quando as condições meteorológicas permitem. Considerando, ainda, a disposição da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e as normas da Força Aérea Brasileira (FAB) e da Marinha do Brasil (MB), o transporte de combustível inflamável (óleo diesel) deve ser feito com exclusividade para esse fim, não se permitindo, portanto, o transporte de pessoal (ANAC, 2020). Esse constitui outro fator que encarece o preço logístico do óleo diesel.

Outro problema sério que envolve o sistema energético alimentado por óleo diesel refere-se à necessidade de viagens periódicas (quinzenais ou mensais) até a localidade dos PEF e DEF para entregar a carga desse combustível, que deve ser armazenada em tanques de combustível exclusivos e apropriados. (DEC, 2020)

Como alternativa viável para garantir a segurança energética nos Pelotões e Destacamentos Especiais de Fronteira, propôs-se, no presente trabalho, verificar a exequibilidade da implantação de um sistema de energia solar em uma dessas pequenas unidades da Força Terrestre responsáveis pela segurança nas fronteiras do território nacional com uma potencial replicação em outros PEF da região amazônica.

Conforme é comentado no referencial teórico deste artigo, a energia fotovoltaica, ao lado da energia eólica, não goza de um status elevado no Brasil, onde a matriz energética é majoritariamente hidrelétrica (BURSZTYN, 2020).

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) reconhece que a energia solar é fonte indireta de quase todas as outras fontes de energia, tais como a hidráulica, a biomassa, eólica, a gerada por combustíveis fósseis e a obtida pela energia dos oceanos, como aliás enfatiza Szabo (2017).

A propósito, essas fontes de energia não são renováveis (SZABO, 2017 e BURSZTYN, 2020). Apesar do que afirma Szabo (2017), mesmo a energia solar, embora tenha um potencial energético infinitamente maior que o das demais, tampouco é renovável.

Quando se trata de segurança nacional, a segurança energética desempenha um papel crucial. E o custo, ou a economicidade deste sistema energético, desempenha um papel quase tão relevante quanto o da segurança.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Para o presente estudo, na análise da possibilidade de instalação de um sistema solar de energia elétrica, optou-se pela escolha de um PEF basicamente por dois motivos. O primeiro resulta do fato de que o pelotão constitui a menor unidade autônoma no Exército Brasileiro (EB) - isto é, uma organização militar operando de maneira isolada e provendo a própria gestão de pessoal e material. A segunda razão advém das dificuldades enfrentadas por um pelotão especial de fronteira em virtude de seu isolamento geográfico e social em relação a centros urbanos.

Assim, compreende-se que esse sistema deve começar beneficiando os mais desassistidos, ou, como se costuma dizer, os que se encontram “na ponta da linha”, porque, no final das contas, o Exército e, mais além, a sociedade, são os que mais ganham com isso.

Na região amazônica, é comum escutar a sentença: “- se o PEF está bem, então a Brigada está bem”. Com efetivo em torno de 50 militares, os PEF, são pequenas frações subordinadas a uma companhia, que por sua vez, integram um batalhão.

Considerando os investimentos do Governo Federal Brasileiro no SISFRON (Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras) por intermédio do Escritório de Projetos do Exército, subordinado ao Estado-Maior do Exército, surge a necessidade de utilizar com eficiência, eficácia e efetividade os recursos financeiros destinados ao sistema, proporcionando à sociedade um serviço de relevância nacional, por meio de um sistema energético mais autônomo, confiável e econômico.



Por fim, a decisão de executar um projeto de energia solar em Tiriós, PA, com a possibilidade de replicação em outras unidades da Força Terrestre, além de se alinhar com o Plano Estratégico do Exército (PEE 2020-2023), coaduna com as três vertentes do Portfólio Estratégico do Exército: Defesa da Sociedade, Geração de Força e Dimensão Humana, proporcionando, respectivamente, aumento da Capacidade Militar Terrestre, desenvolvimento da infraestrutura física e da Tecnologia da Informação e da Logística e valorização da Força de Trabalho, pela melhoria da qualidade de vida da família militar. (EXÉRCITO BRASILEIRO. PLANO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO 2020-2023; PORTFÓLIO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO, 2019).

### **1.3 ESTRUTURA**

No presente trabalho, além da introdução, comenta-se sobre energia solar status da energia solar no mundo; em seguida, é abordado seu potencial no Brasil e na Alemanha. Ato contínuo, comenta-se sobre o seu papel na região amazônica.

No referencial teórico, aborda-se a literatura sobre a energia solar, a energia hídrica e a energia oriunda de combustíveis fósseis, ressaltando o papel desempenhado por elas no Brasil e no mundo, especialmente nos séculos XX e XXI. A seguir, faz-se o levantamento dos custos de dois sistemas energéticos – um movido a óleo diesel, outro alimentado por energia solar no PEF de Tiriós, PA.

A partir do levantamento dos custos de ambos os sistemas, calculam-se o *payback* simples, a taxa interna de retorno, o valor presente líquido, o *payback* descontado e o valor presente líquido, analisam-se os resultados.

Por fim, comenta-se sobre as limitações deste trabalho, atesta-se a viabilidade econômico-financeira do projeto em Tiriós, PA, e recomenda-se a adoção de medidas pelo Exército Brasileiro na replicação do projeto.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### ENERGIA SOLAR

Energia solar é a energia irradiada pelo sol, que pode ser convertida, por intermédio de painéis solares, em energia térmica ou energia elétrica. Por intermédio de semicondutores encontrados na energia fotovoltaica, é possível gerar corrente contínua ao disparar elétrons no sistema como resultado da interação de semicondutores estimulados por determinada quantidade de luz solar. (OZCAN e ERSOZ, 2019).

Ela constitui o mais abundante dos recursos de energia disponíveis na Terra, com um potencial anual de 23.000 terawatts por ano (TWy), enquanto a energia necessária para suprir a demanda de consumo no planeta durante cem anos (!), tendo como referência o consumo global em 2009, seria de apenas 1.600 TW (SZABO, 2017).

Talvez seja difícil precisar quando a Humanidade começou a se preocupar com o conceito de sustentabilidade e com a pesquisa e desenvolvimento de fontes renováveis de energia elétrica, prevendo o esgotamento das fontes da energia produzida por combustíveis fósseis. A luz solar já era utilizada por civilizações antigas, como a egípcia (SZABO, 2017).

A propósito, esse autor romeno é coerente ao afirmar que quase todas as fontes de energia conhecidas são de origem solar. Ele sustenta, com razão, que algumas são oriundas do processo de fotossíntese (petróleo, carvão, gás natural e madeira), enquanto outras, como ventos e ondas resultam, entre outros fatores, da diferença de temperatura. (SZABO, 2017).

Notadamente a partir do início do século XXI, tem-se observado um aumento acentuado na produção global de energia elétrica derivada de fontes renováveis (ROBYNS et al, 2012). Segundo os autores, essa necessidade emergente causa uma certa dificuldade quanto à percepção e ao entendimento dessas novas tecnologias.

Deduz-se, daí, que pouco se conhece sobre essas novas fontes e que não se pode prever, ainda, as consequências da utilização dessas fontes, como o seu potencial energético a médio e longo prazo, o ciclo de vida, incluindo o

desfazimento, e os possíveis danos que o material empregado poderia causar aos seres humanos e ao meio ambiente.

No Brasil, a energia hidroelétrica tem predominado sobre as demais fontes de energia, inclusive a eólica e a solar (BURSZTYN, 2020). Esta última, mesmo com o crescimento considerável de 44,7% de 2015 para 2016, representou míseros 0,014% da Oferta Interna de Energia Elétrica [OIEE] (BURSZTYN, 2020). A energia eólica, que também teve um crescimento considerável no mesmo período, em que pese a grande extensão da costa brasileira de aproximadamente 7,491 km, representou apenas 5.4% da OIEE em 2016 (Resenha Energética Brasileira/2017 et BURSZTYN, 2020).

A Resenha Energética Brasileira de 2017, referente ao exercício de 2016, comentada por Bursztyn (2020), permite a comparação da quantidade de energia elétrica produzida por fonte, em KWh, e os percentuais de OIEE de diversas fontes de energia (renováveis e não renováveis) nos anos de 2015 e 2016.

A mesma Resenha Energética Brasileira de 2017 apresenta a OIEE (Oferta Interna de Energia Elétrica) em percentuais, o que permite constatar, conforme comenta Bursztyn (2020), a predominância do gás entre as fontes de energia não renováveis e a prevalência das fontes renováveis, incluída a energia hidrelétrica e a preponderância da energia hidrelétrica sobre as demais fontes de energia renováveis no Brasil. A propósito, o conceito de que a energia hidrelétrica é um recurso renovável - em oposição à energia oriunda de combustíveis fósseis, ditos não renováveis - precisa ser revisto.

Não obstante a gigantesco índice de irradiação solar no país e a vasta faixa litorânea brasileira, quando comparados com os da Alemanha, os investimentos nessas fontes de energia renováveis não têm sido muito promissores. Parece exagero tecer esse comentário. Entretanto, ele se aproxima bastante da afirmação de Moreira Junior e Souza (2020), que o resumiram no abstract de seu artigo da seguinte forma:

“O potencial energético solar brasileiro apresenta média anual consideravelmente alta em comparação com a Alemanha, que recebe 40% menos radiação do que o lugar menos ensolarado do Brasil e, mesmo assim, encontra-se em estágio avançado tanto de pesquisa quanto de instalações”.  
(MOREIRA JUNIOR e SOUZA, 2020)

Segundo Bursztyn (2020), dois fatores têm contribuído para o baixo índice em pesquisa, desenvolvimento e produção de sistemas solares no Brasil.

O primeiro fator deve-se à atenção que o mundo industrializado passou a dar à energia nuclear depois da Segunda Guerra Mundial ( BURSZTYN, 2020).

A despeito dos acidentes catastróficos de Chernobyl (1986) e Fukushima (2011) e o fechamento de diversas usinas nucleares no corrente século, conforme ressaltaram Jones e Bouamane (2012), notadamente depois do acidente no Japão, ainda há países que as mantêm em funcionamento, provavelmente em função dos altíssimos investimentos requeridos no setor, comprometendo, por um lado, as finanças de diversos países que apostaram nessa área, e, por outro, o receio de um grande embaraço político ao admitir *mea culpa*.

O segundo fator, este de caráter brasileiro, de acordo com Bursztyn (2020) é um aspecto legal que provavelmente tem contribuído para inibir uma maior injeção de capitais nessa área. Trata-se da Resolução Normativa [REN] Aneel no. 482 /2012, alterada pela REN Aneel no. 687 (Brasil, 2015), que proíbe a comercialização da energia gerada por essas fontes às redes de distribuição de energia (RDE), ou seja, as concessionárias de energia elétrica no Brasil.

Diversos estudos, entre os quais os de Mekhilef, Saidur e Safari (2010), Jones et Bouamane (2012), Onur et Filiz (2019) e Bursztyn (2020), têm demonstrado que a energia eólica e a solar apresentam-se como fontes de energia mais limpas do que as geradas por outras fontes, como gás e carvão e, inclusive, hídrica. Além disso, conforme apontam os três últimos estudos, as fontes de energia solar e eólica têm apresentado um crescimento relevante nos últimos anos. (JONES ET BOUAMANE, 2012; ONUR et FILIZ, 2019; BURSZTYN ,2020)

Isso posto, considera-se, apenas sob o ponto de vista econômico de um sistema de energia solar de pequena escala, a possibilidade de gerar lucro ou de recuperar o investimento financeiro pela economia alcançada no sistema de energia solar do PEF de Tiriós, PA, e exponencialmente, se ele for replicado em outros PEF e demais unidades do Exército Brasileiro.

Para tanto, há que se considerar diversos aspectos, como o bioma, os fatores climáticos, o contexto político, histórico e social da região, sem contar a pesquisa, o desenvolvimento, as condições climáticas, os custos logístico no transporte, na instalação, no treinamento e, na utilização e até do desfazimento (descarte) de um e de outro sistema.

Também devem ser levados em conta os riscos a que são expostos indivíduos relacionados com a pesquisa, o desenvolvimento, a instalação, a operação e a manutenção desse material. A associação norteamericana OSEIA (Oregon Solar Energy Industries Association), no Estado do Oregon, EUA, elaborou um manual de segurança sobre prevenção e contingência de riscos no manuseio desse equipamento.

De acordo com o Building Biology Institute, nos Estados Unidos, os sistemas fotovoltaicos podem causar danos à saúde humana em virtude, principalmente, de ruído elétrico, campos magnéticos intensos e exposição à radiação de radiofrequência. A exposição à radiação eletromagnética pode estar relacionada – mas não limitada - aos seguintes sintomas: náuseas, dores de cabeça, fadiga, distúrbios do sono, irritabilidade, problemas de pele, tontura, confusão mental, distúrbios na audição, como zumbido.

Outro risco relacionado com a saúde humana diz respeito à utilização de baterias em sistemas solares. Com a Norma Internacional IEC 62485-2, a *International Electrotechnical Commission* (IEC) alerta sobre a exposição a baterias estacionárias de até 1.500 Volts e descreve as principais medidas de proteção contra possíveis danos à saúde humana causados por eletricidade, emissão de gases e eletrólitos.

Ademais, a Academia Norte-Americana de Medicina Ambiental ressalta que, nos últimos vinte anos, diversos médicos têm registrado queixas de pacientes relacionadas com a exposição a equipamentos condutores de energia elétrica, e equipamentos *wireless* (sem fio), como televisores e celulares.

Baurzhan e Jenkins (2017) fizeram um estudo sobre energia elétrica em 24 países situados abaixo do deserto do Saara, no continente africano. Nessa pesquisa, eles comparam os custos de um sistema solar “on-grid” - conectado à rede de distribuição de energia - com um sistema de energia gerada por óleo

diesel nesses países subsaarianos, onde, majoritariamente, a Rede de Distribuição de Energia (RDE) não é confiável.

Realizando o levantamento nessa extensa região do continente africano, considerando o custo (2013-2015) de USD 2,8 milhões por MW gerado, o duo turco-canadense chegou à conclusão de que, considerando a vida útil de 20 anos para ambas as plataformas, não há compensação financeira em sistemas fotovoltaicos de larga escala em substituição aos alimentados por óleo diesel, a não ser na possibilidade remota de que o preço desse combustível sofra uma redução extrema. (BAURZHAN e JENKINS, 2017).

Para que um sistema solar fosse economicamente viável em 2016, afirmam os autores, o preço do barril de petróleo teria que ser reduzido de USD 71,11 (setenta e um dólares e onze centavos) para USD 26,79 (vinte e seis dólares e setenta e nove centavos). (BAURZHAN e JENKINS, 2017)

Segundo esses autores, em 2015, o custo social resultante da emissão de carbono resultante da queima de OD era de USD 39,00 (trinta e nove dólares por tonelada). Mesmo assim, concluem eles, é altamente vantajoso continuar utilizando o sistema alimentado por OD, tanto como *back-up* do sistema elétrico convencional como também como fonte principal de energia elétrica.

Entretanto, existem alguns aspectos que eles não levaram em consideração.

O primeiro deles diz respeito à incapacidade de combustíveis fósseis serem renováveis. Haverá um momento em que já as jazidas de petróleo chegarão ao seu esgotamento.

O segundo fator se refere à volatilidade da cotação do dólar. No Brasil, houve um aumento significativo na taxa de câmbio do dólar do final do primeiro semestre de 2019 até a presente data (agosto de 2020).

A pandemia causada pelo coronavírus em 2020 tem apresentado um cenário financeiro bastante volátil, com tendência de aumento, na cotação do dólar norte-americano. No final de junho de 2019, na página eletrônica da Receita Federal do Brasil, a cotação do dólar colhida no dia 28 foi de R\$ 3,832 para venda.

No decorrer de apenas dez meses, o Banco Central do Brasil registrou,

em 30 Abr 20, o preço da moeda americana cotada a R\$ 5,4267 para venda.

Percebe-se, portanto, uma variação positiva do dólar em torno de 50% em menos de ano.

Portanto, em vez de o preço do óleo diesel ser mantido no mesmo patamar ou chegar a um nível abaixo dele, a tendência é de que o valor do preço do litro suba.

O terceiro aspecto não mencionado por eles tem relação direta com a variação do preço do dólar, apontada acima. O consumo em larga de escala de óleo diesel cria uma certa dependência econômica em relação ao país fornecedor de petróleo, pesando negativamente na balança comercial do país consumidor, sem contar os custos do refino do petróleo para a obtenção do OD, isso se o país consumidor detiver essa tecnologia.

Por fim, o último aspecto omitido por esses autores é a tendência de redução de custos de sistemas fotovoltaicos a cada ano. De acordo com Ran et al. (2018), os custos médios estimados para sistemas fotovoltaicos nos EUA no primeiro trimestre de 2018 foram os seguintes:

USD \$2.70 (dois dólares e setenta centavos) por WDC (Watt, corrente contínua) ou \$3.11 (três dólares e onze centavos) por watt AC [Wac] para sistemas residenciais;

\$1.83 (um dólar e oitenta e três centavos) por Wdc (Watt, corrente contínua) ou \$2.10 (dois dólares e dez centavos) Wac (Watt, corrente alternada) para sistemas comerciais (RAN et al., 2018).

A energia eólica passou a ser uma fonte de energia de interesse no fim do século passado (BURSZTYN, 2020), mas o Brasil, que, se por um por lado, possui uma costa litorânea de 7.491 km (a décima sexta no mundo), e que, por outro, carrega o estigma de “gigante adormecido”, tardou em investir em pesquisa e tecnologia nessa fonte de energia limpa (BURSZTYN - 2020).

Por outro lado, a Alemanha, que possui uma extensão territorial de 349.223 km<sup>2</sup>, bem menor que a do Brasil, e uma faixa litorânea de 2.389 km, pelo menos três vezes menor que a do país sul-americano, foi um primeiros países a investir nessa área. (BURSZTYN, 2020).

Com a energia solar, não tem sido muito diferente. Objeto de pesquisa e desenvolvimento em diversos países, inclusive o país germânico, a energia fotovoltaica vem ganhando espaço (BURSZTYN, 2020).

Como todo investimento de larga escala, como o setor energético, há que se pensar em retorno financeiro a longo prazo. Foi o que fez a Alemanha, que, embora conte com uma limitada irradiação solar em seu território, hoje desponta como uma referência mundial em pesquisa e desenvolvimento em energia solar (JONES et BOUAMANE, 2012).

Mais de duas décadas atrás (1999), o país instituiu um projeto que visava a instalação de painéis solares em cem mil residências. Chamado de “100.000 *Roofs Solar Programme*”, esse projeto representou uma aposta acertada no sentido de melhorar substancialmente o índice da matriz energética alemã em fontes energias renováveis (BURSZTYN, 2020). Embora a matriz energética da Alemanha fosse predominantemente à base de carvão e energia nuclear até o fim do século XX, segundo relata Blackbourn (2014), a tendência de investimentos em energias limpas no país apresenta um avanço considerável já em 2020.

Além disso, conforme ressaltam Mekhilef, Saidur e Safari (2010), o processamento e o consumo da energia solar têm-se tornado cada mais acessíveis sob o ponto de vista econômico, uma vez que equipamentos voltados para essa tecnologia vêm sendo produzidos em maior escala, resultando em um custo menor. Assim, a tendência é de que a energia fotovoltaica alcance, num futuro próximo, um custo mais acessível que aquele registrado hoje (SZABO e LORAND, 2017).

## **2.2 FONTES DE ENERGIA LIMPA**

De acordo com Dolf et al. (2018), existem 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU. Esses objetivos estão contidos na Agenda 2030 da entidade, cujas metas consistem em acabar com a pobreza extrema, combater a desigualdade e a injustiça e proteger o meio ambiente (DOLF et al., 2018).

Com isso, a ONU apresenta à comunidade internacional algumas metas de um cenário sustentável para o futuro do planeta Terra (DOLF et al (2018).



Segundo esses autores, o objetivo geral nr 7 da ONU, que se refere a energia, compreende três metas: proporcionar o acesso universal, confiável e de preço razoável a modernos sistemas de energia; aumentar consideravelmente o fornecimento de energia renovável no contexto mundial; dobrar (no mínimo) o percentual de performance em eficiência energética (DOLF et al., 2018).

Ainda de acordo com Dolf et al (2018), atingir apenas esse objetivo até 2030 não apenas melhorará as condições de vida da população mundial, mas também contribuirá para o atingimento de outras metas daquele órgão, beneficiando as classes menos favorecidas.

E por que esse objetivo geral é tão importante para a ONU e para o mundo?

Porque os recursos naturais oferecidos pela Natureza - a terra, a água e a energia, a fauna, a flora, entre outras - têm sido explorados pela humanidade de tal maneira que efeitos colaterais têm assolado o mundo de maneira catastrófica. Bursztyn (2020) menciona não apenas as ocorrências nucleares imprevistas em Chernobyl e Fukushima, mas também algumas consequências da instalação de usinas hidrelétricas, com desequilíbrio ecológico e social somente detectados décadas depois de sua entrada em funcionamento.

A propósito, Ucrânia e Japão, países onde ocorreram esses acidentes nucleares, respectivamente, estão repensando sua estratégia energética (JÄGER-WALDAU, 2019)

De acordo com Jäger-Waldau (2019), a Ucrânia planeja reutilizar a cidade fantasma de Chernobyl para ali instalar parques energéticos solares com capacidade aproximada de 2,5 gigawatts (GW).

Esse autor comenta que, em 2015, o Japão estabeleceu o objetivo inicial de instalar 28 GWAC (gigawatts de corrente alternada) para 2020. Naquele mesmo ano, ao atingir essa marca com facilidade, percebeu que essa meta se havia revelado modesta. Assim, ainda em 2015, o país lançou uma nova meta: instalar energia fotovoltaica com o potencial de 64 GW para 2030. Mais recentemente, em 2018, além de prever o aumento, em 8%, da autossuficiência na produção de energia elétrica própria, o país comprometeu-se a reduzir em 80% as emissões de gases poluentes até 2050. (JÄGER-WALDAU, 2019)

Outra preocupação constante do meio científico voltado para o meio ambiente diz respeito aos indícios marcados por catástrofes naturais ocorridas nas últimas décadas.

O Tsunami que atingiu a costa da Tailândia, em dezembro de 2004, causando a morte de mais 280.000 pessoas, ou o furacão Katrina, em agosto de 2005, ocasionando cerca de 1.200 mortes no Estado de Louisiana, Estados Unidos, ou, ainda, o terremoto no Haiti, em janeiro de 2010, quando mais de 200.000 pessoas perderam a vida e outros 300.000 ficaram desabrigadas, são apenas alguns dos inúmeros exemplos de catástrofes ditas “naturais”.

O aumento da temperatura atmosférica terrestre, causado, em grande parte, pela emissão massiva de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e outros poluentes, acarretando o derretimento de placas solares na Antártida, que, como salientam Chapman et Walsh (2007), talvez seja o elemento icônico nessa avalanche de catástrofes que o planeta tem experimentado.

Ting Wei et al (2019) realizam um estudo das variações de temperatura na Antártida e concluem que a compilação dessas alterações termais positivas – em torno de 2° Celsius – constitui uma ferramenta importante para estimar a tendência de aquecimento da Terra, ainda que seja com valores discretos durante décadas.

Registrando a distribuição de tendências de temperatura no continente antártico, Ting Wei et al. (2019) asseguram que esse conjunto de mudanças pode se caracterizar como um sensor do que vem acontecendo no planeta em geral em termos de aquecimento.

Como ressaltam Szabo (2017) e Bursztyn (2020), a energia solar, ao lado de outras fontes de energia limpa, desponta como um enorme potencial em substituição aos modelos mais usuais, não apenas sob o ponto de vista ambiental, mas também social e econômico-financeiro.

Mesmo a Arábia Saudita, o segundo maior produtor mundial de petróleo, preocupada com a crescente demanda de energia no país, aliada a uma previsão de escassez de energia derivada de combustíveis fósseis, está buscando, de acordo com Abd-ur-Rehman et al. (2018), fontes alternativas de energia, preferencialmente limpas, para fazer frente a essa crescente necessidade.

Os grandes pesquisadores e produtores de energia solar no mundo são, coincidentemente, aqueles que mais têm causado danos ao meio ambiente com a utilização de fontes de energia poluentes.

Segundo Dolf et al (2018), a União Europeia havia estabelecido a meta de consumir, até 2030, 27% de sua demanda como energia renovável. Em 2014, ao considerar essa meta muito modesta, elevou esse patamar para 32% e diminuiu o prazo de sua concretização para 2018. Certamente, isso representa um indício de que a tendência mundial era - e tem sido - de crescimento acelerado nos investimentos em fontes de energias renováveis.

O governo da Índia, continuam os autores, almeja consumir 175 GW em energia limpa até 2022, entre os quais se destacam a energia eólica (60 GW) e a energia solar (100 GW). Ressalte-se que a Índia, com uma extensão territorial ligeiramente maior que a do Brasil, possui características climáticas - especialmente quando a incidência de luz solar - similares às do Brasil. Posteriormente, aquele governo aumentou sua meta para 227 GW até 2027. Novamente, apresenta-se um indício da atenção que se tem dedicado a energias renováveis (Dolf et al., 2018).

Dolf et al (2018) afirmam que Estados Unidos possui cerca de 3.000 instalações, distribuídas entre os 50 estados daquele país, destinadas a produzir tecnologias relacionadas com a produção e o fomento de energias renováveis.

Rússia, por outro lado, encontra-se numa fase de transição entre as bases de sua matriz energética, o gás natural, e fontes de energia renováveis.

Finalmente, a China, o país mais extenso e mais populoso e, por isso mesmo, o maior produtor e consumidor de energia, tem tido um papel crucial na transição de fontes de energia tradicionalmente utilizadas nesse país e as fontes de energia mais limpa e mais acessível, ainda que a médio e longo prazo.

Tendo estabelecido uma meta de reduzir entre 60 e 65% de emissões de gases oriundos da queima de carvão por GDP até 2030, a China tem sido responsável por cerca de 50% da capacidade mundial em células fotovoltaicas (Dolf et al, 2018).

A produção e o consumo de energia solar no Brasil tem apresentado um crescimento significativo, mas o investimento nessa área é considerado muito

inferior àquele registrado quando ocorreu o “boom” da energia elétrica no país na década de 1970. Se houver investimentos suficientes no Brasil para pesquisa e desenvolvimento de fontes de energias “limpas”, é razoável pensar que, em dez ou quinze anos, a energia fotovoltaica obtenha o status que hoje possui a energia hidrelétrica no país (MOREIRA JUNIOR e SOUZA, 2018).

Entre as décadas de 1970 e 1980, a produção de energia elétrica no cenário brasileiro voltou-se às usinas hidrelétricas. Um exemplo significativo dessa tendência, aproveitando o enorme potencial hídrico do país, foi a construção da usina Itaipu Binacional - uma parceria do Brasil com o Paraguai - cujas obras foram iniciadas em 1975. De acordo com Bibliex (1978), a usina Itaipu foi considerada uma das sete maravilhas do Mundo pela revista Popular Mechanics (1995). A usina começou a operar em maio de 1984, com apenas duas das vinte turbinas projetadas, produzindo, naquele ano, 277 GWH (gigawatt/hora), de acordo com Itaipu Binacional Social Communication Office.

No final da década de 1970, havia cerca de 140 mil trabalhadores empregados diretamente nesse ramo (BIBLIEX, 1978).

Com o intuito de fomentar a produção de energia na região amazônica, o governo brasileiro editou o Decreto nº 4.212 (Brasil, 2002), por meio do qual concede incentivos fiscais, entre os quais redução do imposto de renda - a empresas que invistam no desenvolvimento da região administrada pela extinta SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia). A seguir, transcreve-se o inciso I do § 2 do referido decreto:

“I - de infra-estrutura, representados pelos projetos de energia, telecomunicações, transportes, instalação de gasodutos, produção de gás, abastecimento de água e esgotamento sanitário.” (BRASIL, 2002)

Como se vê, essa legislação constitui um excelente atrativo para compensar os investimentos em diversos setores da Amazônia, entre os quais o da energia.

Em 2016, o Comando do Exército e a ITAIPU Binacional firmaram uma parceria público-privada, de caráter colaborativo, com o fito de desenvolver ações

relacionadas com a segurança e proteção energética, especialmente na região amazônica. Em 2017, fruto dessa parceria, foi instalado um sistema fotovoltaico e de armazenamento de energia no PEF de Tunuí - AM, não apenas para prover o PEF, mas também para levar energia à comunidade indígena que vive nos arredores desse pelotão (DEC, 2020).

Se, por um lado, com a usina solar de Tunuí não se obteve o sucesso esperado em função de pane no sistema de acumulação de energia solar - até agosto de 2020, a usina solar estava inoperante - o projeto constituiu uma importante lição aprendida, permitindo a correção de rumo nos projetos seguintes, como foi o caso do sistema fotovoltaico do PEF de Tiriós.

### **2.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

Antes de iniciar a pesquisa, fez-se o seguinte questionamento: Sob o ponto de vista econômico-financeiro, é compensador o uso de energia solar em um Pelotão Especial de Fronteira do EB? Sendo esse sistema compensador financeiramente, poderá ser replicado em outros PEF?

Ademais da redução do custo, verificou-se que o sistema fotovoltaico garante segurança energética, o que não ocorre com os outros sistemas, alimentados por óleo diesel ou energia elétrica suprida por RDE (rede de distribuição de energia).

Com o presente trabalho, apresentou-se a viabilidade econômico-financeira na utilização de um sistema de energia fotovoltaica em uma unidade de fronteira no PEF de Tiriós, PA.

## **2.4 OBJETIVO GERAL**

Analisar a viabilidade econômico-financeira para a implantação de um sistema de energia solar num pelotão especial de fronteira da Região Amazônica brasileira.

## **2.5 OBJETIVOS INTERMEDIARIOS**

Colher dados para servir de base para verificar se há viabilidade econômico-financeira na implantação da energia fotovoltaica (solar) num PEF;

Identificar os custos de um sistema de energia elétrica em PEF funcionando com gerador alimentado por óleo diesel;

Estimar os custos de um sistema de energia elétrica fotovoltaica em um PEF.

Apresentar como exemplo o PEF de Tiriós, PA, um unidade de pequeno porte do EB com sistema solar instalado.

## **2.6 METODOLOGIA**

O presente trabalho ficou limitado à coleta de dados e à análise de documentos colhidos no âmbito do Exército Brasileiro, além da entrevista com o General-de-Brigada R1 GIL HERMINIO ROCHA, gerente do Programa Estratégico do Exército Amazônia Protegida, no Estado-Maior do Exército.

Adicionalmente, foram utilizadas as seguintes ferramentas e conceitos matemáticos:

1. Payback simples;
2. Payback descontado;
3. Valor Presente Líquido (VPL);
4. Taxa Interna de Retorno.

Para manter esse sistema de alimentação funcionando, mesmo com a limitação temporal, presume-se que o PEF empregue um sargento (somente para fiscalizar), um cabo e um soldado, estes em caráter exclusivo e contínuo (alternado somente no período de férias de 30 dias), durante oito horas por dia, para operar e realizar a manutenção dos geradores movidos a óleo diesel.

Considerando que o sargento possui custo zero nessa atividade e estimando-se que um cabo recebe um salário mensal médio de R\$ 2.400,00, enquanto um soldado (a partir do segundo ano de serviço) auferir cerca R\$ 1.200,00 mensalmente, e calculando as horas de trabalho por homem num PEF - mês comercial com 30 dias - obtém-se:

Graduação	Salário mensal (R\$)	Horas / mês	Custo/homem/hora (R\$)
cabo	2.400,00	180	13,33
soldado	1.200,00	180	6,67
total	3.600,00	360	20,00

Com base nos dados acima, estima-se, portanto, que o Exército gasta R\$ 20,00 por hora/homem nas atividades de gerenciamento, operação e manutenção do gerador OD de um PEF.

No caso de um sistema de energia solar implantado em Tiriós - PA em junho de 2020, em substituição ao sistema alimentado por óleo diesel, faz-se necessário coletar dados análogos para a estimativa do custo homem/hora a partir da implantação do novo sistema.

Tendo em vista que essa avaliação métrica não conhecida até a presente data, considera-se que o custo homem/hora empregado no sistema alimentado por óleo diesel é idêntico ao custo homem/hora empregado no sistema solar. Portanto, como um valor anula o outro na comparação dos custos entre um sistema e outro, eles não foram computados no cálculo do custo logístico de ambos os sistemas.

### 2.6.1 Levantamento dos Custos de óleo diesel (OD)

O levantamento de custos para a implantação, operação e manutenção de um projeto na região amazônica é muito mais complexo do que o levantamento de custo para projeto similar num grande centro urbano.

Essa complexidade tem consequências em diversas dimensões: humana, temporal, geográfica e logística. Cabe ressaltar que essa complexidade de fatores tende a aumentar os custos e os riscos de insucesso do projeto.

No quadro a seguir, supondo-se a contratação de uma empresa com uma equipe de cinco funcionários para apenas instalar, prover capacitação para operar e realizar a manutenção do sistema, enumeram-se alguns óbices (obstáculos), medidas de tratamento e consequências entre essas dimensões, que guardam estreita relação entre si.

Quadro - óbices impactantes sobre o custo logístico em diversas dimensões

Dimensão	Óbices	Medidas de contenção	consequência
humana	região inóspita; aspectos culturais; Insalubridade;	vacinação, capacitação, melhor planejamento; Instrução de sobrevivência na selva	aumento do risco de morte; aumento do risco de contração de enfermidades; maior custo do projeto;
temporal	dificuldade de acesso; viagens longas	melhor planejamento; compensação financeira;	aumento do risco de morte; viagens longas; Maior custo



			do projeto;
geográfica	dificuldade de acesso; Instabilidade climática	melhor planejamento; necessidade de conhecer a região.	permanência mais longa no local; maior custo do projeto;
logística	meios de transporte escassos; combinação de diversos meios de transporte	melhor planejamento; margem de erro mínima.	maior custo do projeto;

Fonte: o autor.

De acordo com as informações oficialmente prestadas pelo Comando da 8ª Região Militar (CRO/8), em Belém - PA, os custos com o consumo de óleo diesel, em 2019, registrados no PEF de Tiriós, no Estado do Pará, são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1. Consumo de OD em 24 horas sem custo logístico incluído

horas/dia	Média consumo L/H	Qdt OD/dia	Consumo OD mensal (litros)	Valor médio OD (L) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Valor anual (R\$)
12	11	132	3960	4,46	17.661,60	211.939,20

Fonte: (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2020).

No entanto, considerando que o sistema fotovoltaico instalado nesse PEF em 2020 funciona em regime de 24 horas, enquanto o regime de energia elétrica provida por OD era de apenas 12 (doze) horas, faz-se necessário multiplicar por 2 (dois) a quantidade de horas de funcionamento por dia.

Outro fator importante a considerar, e que não foi informado acima, corresponde ao valor final do preço do óleo diesel, acrescentando ao valor original (R\$ 4, 46) do custo logístico envolvido na entrega do combustível, que chega ao local somente via aérea, e também no armazenamento.

É certo que, na maioria das vezes, o transporte do combustível de Manaus ou Belém até Tiriós, no Estado do Pará, é realizado por aeronave militar da FAB ou por barcas do EB. Muito embora, na maioria das vezes, não haja desembolso por conta do Exército para quitar essa despesa da FAB, a Nação arca com esses custos, que envolvem não apenas o custo da aeronave, o custo do seu consumo de combustível, a sua manutenção, como também a indenização de representação ou de diária à tripulação envolvida nesse evento.

### 2.6.2 Levantamento dos Custos de Óleo Diesel

Segundo estimativa do Gerente do Programa Amazônia Protegida (EB - Estado-Maior do Exército), o preço final médio do litro de OD entregue no PEF de Tiriós é de aproximadamente R\$ 10,00 (dez reais). (PESQUISA DE CAMPO, 2020)

Em consequência, o custo final de operação do sistema elétrico alimentado por grupo motor gerador movido a óleo diesel, incluído o OD necessário para funcionamento do equipamento, é descrito na tabela 2.

Tabela 2. Consumo de OD considerando o período de 24 horas e a inclusão do custo logístico do OD.

horas/ dia	Média consumo L/h	Qtd OD/dia	Qtd mensal (L)	Valor médio (L) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Valor anual (R\$)
24	11	264	7.920	10,00	79.200	950.400,00

Fonte: EXÉRCITO BRASILEIRO, Comando da 8ª Região Militar, 2020

Ressalte-se que, na tabela acima, não foram calculados os custos realizados com a manutenção do grupo motor gerador nem com a armazenagem do combustível. Foram omitidas as despesas associadas com o transporte de um especialista para o local, assim como a substituição de fluidos e de peças em função das horas de funcionamento do gerador.

O valor do custo anual com o sistema elétrico do PEF de Tiriós alimentado por OD de R\$ 950.400,00 (novecentos e cinquenta mil e quatrocentos reais) parece muito alto. No entanto, se fosse considerado o cálculo realizado pela Seção Técnica da Comissão Região de Obras/8ª, esse valor seria maior.

Segundo esse órgão, cotando o preço do óleo diesel a R\$ 3,50, com um consumo anual estimado de 36.000 litros, o custo anual do óleo diesel para um gerador funcionando de 6 a 8 horas por dia é de R\$ 126.000,00. Somando-se esse valor a R\$ 428.571,42, que corresponde ao custo anual de transporte do combustível (horas de voo) de uma aeronave Hércules HC-130 (Força Aérea Brasileira), obtém-se o total de R\$ 554.571,42 (quinhentos e cinquenta e quatro mil, quinhentos e setenta e um reais e quarenta e dois centavos).

Como esse cálculo foi realizado em função do regime de operação de 6h a 8 h por dia, sendo majorada a quantidade para 8h/dia, multiplica-se esse valor por três para obter o regime de operação de 24 horas. Logo, o valor total do custo do óleo diesel para um ano inteiro de operação é igual  $3 \times R\$ 554.571,42 = R\$ 1.663.714,26$  (um milhão, seiscentos e sessenta e três mil, setecentos e catorze reais e vinte e seis centavos).

Do exposto, conclui-se que a estimativa de R\$ 10,00 (dez reais) para o custo do valor do OD, incluído o custo logístico, é relativamente modesta.

Custos da usina solar de Tiriós.

De acordo com a Nota de Empenho 2019NE800026, de 19 Mai 19 (Anexo 1), emitida pela Comissão Regional de Obras/8 em favor da empresa Izofen Energy Engenharia de Sustentabilidade, o custo total para instalação de um sistema de energia solar no PEF de Tiriós, no Estado do Pará, foi de R\$ 2.604.506,40 (milhões, seiscentos e quatro mil, quinhentos e seis reais e quarenta centavos). Essa entrega corresponde ao fornecimento ao somatório do conjunto instalado, da obra necessária para a instalação dos painéis solares no terreno do PEF, dos testes necessários, e, ainda, da mão de obra usada no processo.

Além dessa despesa, por intermédio das Notas de Crédito 2020NC002340 (Anexo 2) e 2020NC002341 (anexo 3), ambas de 28 Mai 20, no valor total R\$ 2.076.130,27 (dois milhões, setenta e seis mil, cento e trinta reais e vinte e sete centavos), o Exército Brasileiro indenizou a Força Aérea Brasileira pelo transporte do material e do pessoal da empresa de Brasília até Tiriós, e, ao final da obra, do regresso do pessoal. Supondo-se que se houvesse uma empresa de aviação civil com aeronave de grande porte para prestar tal serviço, esse custo teria sido provavelmente mais elevado se o equipamento tivesse sido transportado por essa companhia aérea.

A propósito das despesas mencionados nos dois últimos parágrafos, ressalte-se, mais uma vez, o impacto do custo logístico na execução desse projeto. Somente o aporte financeiro do EB com o transporte do pessoal e do material de Belém a Tiriós, expressados nas NC 2020NC02340 e 2020NC002341, correspondeu a uma oneração aproximada de 80% no custo total. Como foi necessário o emprego de uma aeronave de grande porte para realizar o transporte em apenas um viagem, o único recurso encontrado foi contratar os serviços da FAB com o emprego de uma aeronave HC-130 Hércules na atividade.

Considerando, ainda, que houve atividades preliminares no planejamento para a execução do projeto, como visitas de reconhecimento do terreno, levantamento topográfico, estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA), etc., para a concretização do projeto, estima-se o custo de R\$ R\$ 100.000,00 (cem mil reais). Segundo o gerente Programa do Programa Amazônia Protegida, os voos destinados a Tiriós realizados a partir de Belém e Macapá

foram realizados em aeronaves militares da FAB com o aproveitamento a programação (agenda) de voos da Força Aérea para aquela localidade.

A tabela 3 apresenta a soma do custo do fornecimento, instalação e mão de obra ao custo logístico do material, perfazendo o custo total para o transporte, o fornecimento e a instalação do sistema solar do PEF de Tiriós, PA.

Tabela 3 - Custo Total do sistema de energia solar instalado em Tiriós.

DOCUMENTO	DESCRIÇÃO	VALOR EM R\$	CUSTO TOTAL (R\$)
despesas preliminares	diretrizes, estudos de viabilidade, viagens de reconhecimento, etc.	100.000,00	4.780.636,67
2019NE800026	fornecimento do equipamento, obra de instalação e mão de obra (*)	2.604.506,40	
2020NC002340 (custo logístico)	transporte do material e do pessoal	1.076.130,27	
2020NC002341 (custo logístico)	transporte do material e do pessoal	1.000.000,00	

Fonte: o autor

Fluxo de caixa da usina solar de Tiriós.

Fluxo de caixa

- “Payback”;
- VPL (Valor Presente Líquido).
- TIR (Taxa Interna de Retorno);

O Payback se refere ao tempo necessário para a recuperação de um investimento. Em economia sem estabilidade, o cálculo do *payback*, ainda que pareça elementar, pode se constituir numa ferramenta adequada.

O *payback* simples é o cálculo aritmético simples do retorno financeiro integral ao longo do tempo sem considerar o valor da depreciação ou aumento do dinheiro no tempo. Em outras palavras, no *payback* simples, não se consideram fatores que influenciam a variação monetária, tais como inflação, taxa de juros, correção monetária, etc. (ASSAF NETO, 2009).

Por outro lado, esses fatores são computados no *payback* descontado, constituindo essa a diferença entre um e outro. (ASSAF NETO, 2009).

O Valor Presente Líquido (VPL), em inglês Net Present Value (NPV) corresponde ao valor resultante dos investimentos e a arrecadação acumulada (economia) num determinado período (ASSAF NETO, 2009).

A Taxa de Retorno Interno (TIR), em inglês *Internal Return Rate* (IRR), corresponde à taxa em que o VPL é igual a zero (ASSAF NETO, 2009).

#### Fluxo de caixa

Levando em conta a Tabela 2. Consumo de OD, o período de 24 horas e a inclusão do custo logístico do OD, com o valor médio do litro de OD estimado em R\$ 10,00 (custo logístico incluído) e a informação do gerente do Programa Amazônia Protegida, segundo o qual o consumo do óleo diesel a partir 17 Jun 20, representa apenas 5% do valor do litro de OD em 2019.

Esse consumo ínfimo de óleo diesel é devido, segundo informou aquele gerente, à necessidade de manter acionar o sistema elétrico solar e manter a frequência de funcionamento desse sistema estável em 60 Hertz.

Considerando-se esse valor estável durante os próximos vinte e cinco anos, calcula-se a economia gerada por litro de OD: 5% de R\$ 10,00 = R\$ 0,50. R\$ 10,00 – R\$ 0,50 = R\$ 9,50 = Economia gerada por litro de OD, obtida com a instalação da usina fotovoltaica no PEF, com um regime de operação de 24h/dia.

---

(\*) Mediante acordo contratual, o que reduziu sensivelmente o custo final da entrega, e dadas as condições da localidade, o pessoal empregado na obra contou com hospedagem e alimentação por conta do EB nas dependências do PEF de Tiriós, PA.

Assim, chega-se à tabela 4, que apresenta a economia de recursos financeiros (custo anual) com o consumo de OD.

Tabela 4 - Economia anual com OD no PEF de Tiriós, PA

Horas/ Dia	Qtd. Média Consumo L/H	Qtd. Litros /Dia	Qtd Litros/mês	Valor Médio Litro (R\$ 9,50)	Economia Mensal com OD (R\$)	Economia Anual com OD (R\$)
A=24	B = 11	C=A*B	D=C*30	E=9,50	F=D*E	G=F*12
24	11	264	7.920	9,50	75.240,00	902.880,00

Fonte: O autor

O sistema solar de Tiriós foi inaugurado em 16 Jun 20, de acordo com notícia veiculada pelo EB. Considera-se 17 Jun 20 a data em que o sistema passou a funcionar integralmente. A partir dos cálculos dos custos com OD e com a usina solar, apresenta-se, na tabela 5 a seguir, o fluxo de caixa para o levantamento do retorno do investimento e *payback* simples. Não se computam, no cálculo, os custos resultantes da manutenção (limpeza, substituição de peças e de elementos líquidos) de nenhum dos dois sistemas. Considera-se, portanto, que eles são iguais.

A tabela 5, abaixo, apresenta o fluxo de caixa para o levantamento do retorno do investimento (ROI) e o *payback* simples.

Tabela 5 - fluxo de caixa, retorno do investimento (ROI) e payback simples.

Ano	(a) Fluxo de caixa (R\$)	(b) ROI (R\$)	(a) - (b) Saldo acumulado
1º Ano	(4.780.636,67)	902.880,00	(3.877.756,67)
2º Ano	(3.877.756,67)	902.880,00	(2.974.876,67)
3º Ano	(2.974.876,67)	902.880,00	(2.071.996,67)
4º Ano	(2.071.996,67)	902.880,00	(1.169.116,67)
5º Ano	(1.169.116,67)	902.880,00	(266.236,67)
6º Ano	(266.236,67)	902.880,00	636.643,33

Cálculo do *Payback*:

Investimento - R\$ 4.780.636,67

Payback:  $R\$ 4,780,636.67 / 902,880.00 = 5.294874 = 5 \text{ anos, } 3 \text{ meses e } 16 \text{ dias.}$

Fórmula:  $5,295 - 5 = 0,294874 \text{ anos (arredondado para } 0,295)$

$0,295 \times 12 = 3,54 \text{ meses} - 3 = 0,54 \text{ meses}$

$0,54 \times 30 = 16 \text{ dias.}$

*Payback* simples = 5 anos, 3 meses e 16 dias.



CÁLCULO DA TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) COMPARADA COM A TMA (TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE)

Período	Fluxo de Caixa (R\$)
Investimento Inicial	(4.780.636,67)
1º Ano	902.880,00
2º Ano	902.880,00
3º Ano	902.880,00
4º Ano	902.880,00
5º Ano	902.880,00
6º Ano	266.236,67
TIR*	4%
VPL**	4.245.068,55

\*Fórmula de cálculo de Excel. Aplicando-se a TIR de 0,04, o Valor Presente Líquido (VPL) será igual a 0 (zero) ao final do Payback.

\*\*  $VPL = VF/(1,02)^6$ , aplicando-se a taxa SELIC de 2%.

#### *Payback* descontado

No cálculo do *payback* descontado, calcula-se, inicialmente, o valor presente líquido em cada um dos anos, utilizando-se a taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC). Para tanto, considera-se o uso da taxa SELIC de 2% (dois por cento), decretada pelo COPOM (Comitê de Política

Monetária) em 05 de agosto de 2020, de acordo com informação veiculada na página eletrônica do Banco Central do Brasil.

Para efeito de cálculo, considera-se que a taxa SELIC é fixa até o ano em que haverá o retorno financeiro completo do investimento.

A tabela abaixo mostra o cálculo dos valores presentes líquidos (VPL) e do *payback* descontado, considerando uma taxa SELIC fixa de 2% (dois por cento) ao ano.

Tabela 6 - Valor Presente Líquido (VPL) e *payback* descontado.

Cálculo do ROI com a taxa SELIC incluída (em R\$)	Valor atual acumulado
Investimento inicial = - 4.780.636,67	(4.780.636,67)
VPL ano 1 (2%) = $902.880,00 / (1 + 0,02)^1 = 885.176,47$	(3.895.560,20)
VPL ano 2 (2%) = $902.880,00 / (1 + 0,02)^2 = 867.820,07$	(3.027.640,13)
VPL ano 3 (2%) = $902.880,00 / (1 + 0,02)^3 = 850.803,99$	(2.176.836,14)
VPL ano 4 (2%) = $902.880,00 / (1 + 0,02)^4 = 834.121,56$	(134.2714,58)
VPL ano 5 (2%) <b>(a)</b> = $902.880,00 / (1 + 0,02)^5 = 817.766,23$	<b>(524.948.35) (b)</b>
VPL ano 6 (2%) = $902.880,00 / (1 + 0,02)^6 = 801.731,15$ <b>(c)</b>	276.783,25

*Payback* descontado: 5 anos, 7 meses e 24 dias

O cálculo do *payback* descontado (x) é dado por:

$x = [ a + (b/c) ]$ , onde:

a = último ano em que o saldo é negativo;

b = último saldo negativo;

c = fluxo do primeiro ano em que o saldo fica positivo.

*Payback* = 5 anos, 7 meses e 24 dias;

Taxa de juros (SELIC) = 2%. Presume-se que a taxa SELIC seja fixa durante o *payback*. TIR = 2%

### 3. ANÁLISE DOS DADOS

Para o cálculo do litro de óleo diesel entregue na região, estimou-se que o custo unitário do litro de OD em R\$ 10,00 (dez reais) não sofrerá alteração, ainda que a tendência seja de majoração do preço nos próximos 25 anos (tempo estimado de vida útil da usina solar em Tiriós). Desse modo, considera-se uma economia anual de R\$ 902,880,00 (novecentos e dois mil, oitocentos e oitenta reais).

O tempo de recuperação do investimento simples (*payback* simples) foi calculado em aproximadamente cinco anos e três meses, enquanto o tempo de recuperação do investimento descontado (*payback* descontado) foi calculado em torno de cinco anos e sete meses.

Dois fatores tiveram um peso expressivo na determinação dos *paybacks*: o custo logístico, que, na região amazônica, repercute na oneração do custo final da entrega dos bens ou serviços; e a taxa SELIC de 2% estabelecida pelo COPOM em 5 Ago 20. Esse percentual baixíssimo da taxa SELIC representa um recorde na história econômica do país, a despeito da tendência de recessão econômica em razão da pandemia causada pelo coronavírus no Brasil e no mundo. A pandemia persistia no final de agosto de 2020, quando este trabalho foi concluído.

Para realizar o levantamento do custo anual com o consumo de óleo diesel no PEF de Tiriós, PA, que serviu de base para o cálculo dos *paybacks* simples e descontado, diversos custos acessórios foram desprezados.

Entre esses, desprezaram-se o custo do desfazimento (descarte) de ambos os sistemas. Quanto ao sistema de óleo diesel, não se consideraram o custo da reposição de peças, o custo da substituição de óleos e líquidos lubrificantes e o custo da mão de obra necessária para executar esses serviços, etc. A computação desses custos provavelmente teria contribuído, no caso do OD, para a redução do tempo de retorno do investimento (*payback*).

Como o autor desconhece um levantamento preciso desses gastos no âmbito do EB, computando-se, inclusive, o custo da mão-de-obra, fornecida por profissionais militares do EB, preferiu-se não se fazer esse levantamento por dois motivos.

O primeiro motivo foi a intenção de não onerar tanto o custo do óleo diesel, já que isso poderia “forçar” um resultado mais favorável visando a diminuir o *payback*.

O segundo motivo residiu no fato de que não foi encontrada alguma fonte, no âmbito do EB, sobre os custos adicionais com a manutenção e operação do sistema fotovoltaico da usina solar de Tiriós, PA, o que serviria de contrapartida para contrabalancear o outro cálculo. Não se sabe, por exemplo, quanto custa a manutenção e a operação mensal da usina solar, a qual certamente requer serviços de reparos e substituição de componentes.

Por falta de informações precisas, a estimativa de R\$ 100.000,00 (cem mil reais) para os custos preliminares à implantação da usina solar de Tiriós resultou de uma avaliação aproximada do próprio autor, considerando sua experiência na carreira militar no Exército e a sua condição de observador participante no exercício de função no Escritório de Projetos do Exército. Futuramente, com cálculos mais precisos das despesas preliminares, o custo final da usina solar estará sujeito a alteração, afetando, em consequência, tanto o *payback* simples quanto o descontado.

### **3.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Conforme foi mencionado no tópico análise dos dados, os custos preliminares foram estimados em R\$ 100.000,00 (cem mil reais) em razão da indisponibilidade de dados sobre o assunto. Logo, a carência de precisão constitui uma das limitações do presente estudo.

Em virtude da pandemia causada pelo COVID-19 (coronavírus) durante mais da metade do ano de 2020, não foi possível viajar até a localidade de Tiriós, PA, com o objetivo de examinar, in loco, as condições de instalação e operação do sistema solar inaugurado no PEF em junho de 2020. Logo, a coleta de dados e o estudo do material restringiram-se a análise documental.

Com respeito a fontes de energia ambientalmente sustentáveis, embora seja praticamente inevitável abordar as vantagens que esses tipos de energia proporcionam ao meio ambiente e relação a fontes de energia derivadas do petróleo, este trabalho não abordou o assunto visando a utilizar parâmetros ambientais no levantamento de dados.

Em que pese a existência de impactos ambientais causados pela emissão de gases reconhecidamente nocivos pela combustão do óleo diesel, além da poluição sonora (ruído), ou pela construção de usinas hidrelétricas - desmatamento, desvio de cursos de d'água, evacuação de residências, perturbação da fauna e da flora, etc) - esses aspectos não foram analisados no presente trabalho, haja vista que o seu escopo limita-se apenas ao estudo da viabilidade econômico-financeira de sistema de energia solar em pelotão especial de fronteira do Exército Brasileiro.

#### **4. CONCLUSÃO**

No presente estudo, analisou-se a utilização de um sistema de energia fotovoltaica no pelotão especial de fronteira (PEF) na região amazônica, em substituição a um sistema alimentado por grupo motor-gerador alimentado por óleo diesel (OD), com o objetivo de garantir segurança energética na unidade e, conseqüentemente, maior segurança territorial à Nação.

Conforme foi documentado neste trabalho, essa experiência já se encontra em execução no PEF de Tiriós, no Estado do Pará, onde um sistema elétrico alimentado por energia fotovoltaica foi inaugurado pelo Exército Brasileiro em junho de 2020, passando a funcionar durante vinte e quatro horas por dia. Anteriormente, com o sistema energético antigo, aquela unidade contava com no máximo doze horas de funcionamento por dia (EXÉRCITO, 2020).

Após a análise dos dados sobre os custos de dois sistemas de energia elétrica no PEF de Tiriós, PA, confirmou-se a viabilidade econômico-financeira do projeto, com expectativa de retorno do investimento em pouco mais de cinco anos.

Corroborada a viabilidade econômico-financeira na utilização desse sistema energético e comprovada a expectativa de redução do custo para a replicação do projeto em outros PEF, e observando os impactos ambientais que porventura ocorram, esse sistema poderá ser utilizado como fonte principal de energia, passando o sistema energético anterior a funcionar como alternativo ao sistema solar.

Por fim, a instalação dessa usina solar no PEF de Tiriós, PA, está alinhada com o Plano Estratégico do Exército (PEE 2020-2023). Além disso, o projeto é abrangido pelas três vertentes do Portfólio Estratégico do Exército: Defesa da Sociedade, Geração de Força e Dimensão Humana.

A Defesa da Sociedade tem sido observada por intermédio do fortalecimento da presença e das capacidades de vigilância, monitoramento e atuação do Estado brasileiro na faixa de fronteira terrestre.

A Geração de Força tem sido alcançada pela ampliação operativa da Força Terrestre, contribuindo decisivamente para o suporte de Tecnologia da Informação e da Logística do EB.

Quanto à Dimensão Humana, tem-se constatado a melhoria da qualidade de vida, consubstanciada no aumento do bem-estar e da saúde dos integrantes do Exército Brasileiro e de seus familiares. Também a comunidade indígena, embora não usufrua diretamente da energia solar, tem sido indiretamente beneficiada pela instalação do sistema, já que, a partir de então, pode contar com serviço médico e odontológico durante vinte e quatro horas por dia, especialmente em caráter emergencial.

#### Recomendações

Recomenda-se, primeiramente, que o Exército Brasileiro realize um estudo sobre o impacto ambiental a ser causado pelo sistema fotovoltaico instalado no PEF de Tiriós, PA. Caso esse estudo tenha sido feito como parte do Estudo de Viabilidade que validou o projeto, a recomendação é de que as variações

ambientais decorrentes da operação, uso e descarte desse sistema sejam medidas periodicamente.

Em segundo lugar, recomenda-se que os militares em serviço no PEF sejam submetidos a inspeção de saúde no corrente ano (2020) e anos posteriores, mesmo que eles já não estejam nessa localidade, a fim de detectar possíveis sinais de causa e efeito na saúde humana em virtude do contato com o material integrante da usina solar.

Recomenda-se, ademais, que a Força Terrestre realize um estudo sobre o descarte (desfazimento) tanto do sistema alimentado por óleo diesel quanto do sistema alimentado por energia solar, dando fim adequado aos dejetos e carcaças do material descartado.

Por fim, mas não menos importante, recomenda-se que o EB forneça o treinamento adequado e os equipamentos de proteção individual (EPI), conforme o caso, ao pessoal envolvido na operação, manutenção, transporte e descarte do material.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABD-UR-REHMAN, Hafiz M. et al. The potential of energy savings and the prospects of cleaner energy production by solar energy integration in the residential buildings of Saudi Arabia. *Journal of Cleaner Production*, v. 183, p. 1122-1130, 2018.

ASSAF NETO, Alexandre. *Matemática Financeira e suas Aplicações*. 9. ed. São Paulo. Atlas. 2006. cap. 4, p. 109-112.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. cap. 7, p. 178-187.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. cap. 10, p. 268-286.

BALDWIN, David A. The concept of security. *British International Studies Association*. 23, 5-26. Londres. 1997.

BLACKBOURN, David. The Culture and Politics of Energy in Germany A Historical Perspective. Federal Ministry of Education and Research, Germany.. 2013/2014.

BAURZHAN, S.; JENKINS, G.P. On-Grid Solar PV versus Diesel Electricity Generation in Sub-Saharan Africa: Economics and GHG Emissions. *Sustainability* 2017, 9, 372.

BURSZTYN, Marcel. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas. *Estud. av.*, São Paulo , v. 34, n. 98, p. 167-186. 2020.

BIBLIEX. A energia elétrica no Brasil. Da primeira lâmpada à Eletrobrás. Rio de Janeiro, 1978.

BRASIL. Resolução Normativa Nº 482, de 17 de Abril de 2012 - Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel [Http://www2.Aneel.Gov.Br/Cedoc/Ren2012482.Pdf](http://www2.aneel.gov.br/Cedoc/Ren2012482.Pdf) . Acesso em em 4 jul. 20.

BRASIL. Resolução Normativa Nº 687, de 24 de Novembro de 2015. Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel [Http://www2.Aneel.Gov.Br/Cedoc/Ren2015687.Pdf](http://www2.aneel.gov.br/Cedoc/Ren2015687.Pdf). 2015. Acesso em em 4 jul. 20.

BRASIL. Decreto nº 4.212, de 26 de abril de 2002.



CHAPMAN, W. L. WALSH, J. E. Walsh: A Synthesis of Antarctic Temperatures. *J. Climate*, 20, 4096–4117, <https://doi.org/10.1175/JCLI4236.1>. 2007.

Acesso em em 5 jul. 20.

DOLF Gielena; BOSHELLA, Francisco; SAYGINB, Deger, BAZILIANC, Morgan D.; Wagnera, Nicholas, Gorinia, Ricardo. The role of renewable energy in the global energy transformation. International Renewable Energy Agency (IRENA), Innovation and Technology Centre (ITC). Bonn, Germany. 2018.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Plano Estratégico do Exército (PEE - 2020-2023) (EB 10-P-01-007). 2019.

BUILDING BIOLOGY INSTITUTE. Disponível em: <https://buildingbiologyinstitute.org/free-fact-sheets/photovoltaic-solar-panels/>

Acesso em 14 ago. 20.

International Electrotechnical Commission (IEC) - IEC 62485 - Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 2: Stationary batteries. Disponível em <https://webstore.iec.ch/searchform&q=IEC%2062485>. Acesso em 14 ago. 20.

ITAIPU BINACIONAL (brochure - English version), The largest generator of clean and renewable energy on the planet. Published by the Itaipu Binacional Social Communication Office. Foz do Iguaçu, Brazil. No year mentioned.

JÄGER-WALDAU, A., PV Status Report 2019, EU 29938 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-76-12608-9. 2019.

JONES, Geoffrey; BOUAMANE, Loubna. "'Power from Sunshine': A Business History of Solar Energy." Harvard Business School Working Paper, No. 12–105, May 2012.

MEKHILEF, Saidur; SAIDUR, Rahman; SAFARI, Azadeh. A review on solar energy use in industries. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 15, n. 4, p. 1777-1790, 2011

MUHAMMAD Azfar Anwar, ZHOU Rongting, WANG Dong & FAHAD Asmi | Mapping the knowledge of national security in the 21st century. a bibliometric study, *Cogent Social Sciences*, 4:1, 1542944. 2018.

MOREIRA JUNIOR, Orlando; SOUZA, Celso Correia. Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha. *Interações*. Campo Grande, v. 21, n. 2, p. 379-387. 2020 .

NWAIGWE, K.N., P. MUTABILWA, E.Dintwa An overview of solar power (PV systems) integration into electricity grids. Elsevier B.V. on behalf of KeAi Communications Co., Ltd. 2019.

ONUR Ozcan, Filiz Ersoz. Project and cost-based evaluation of solar energy performance in three different geographical regions of Turkey: Investment analysis application, Karabuk University, Department of Industrial Engineering, Karabuk, Turkey. Elsevier, 2019.

ROBYNS, B; DAVIGNY; A.; FRANÇOIS B.; HENNETON, A.; SPROOTEN, J. *Electricity Production from Renewable Energies*. London (UK): ISTE Ltd., 2012.

RÜTHER, Ricardo. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil – Florianópolis. LABSOLAR, 2004.

RAN, FU; FELDMAN, David e MARGOLIS, Robert. U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2018. National Renewable Energy Laboratory. Golden, CO, EUA. 2018.

SCHNEIDER, Kathlen (1); RÜTHER, Ricardo (2). Avaliação do desempenho energético de um sistema fotovoltaico aplicado a uma edificação urbana localizada em florianópolis-SC. Balneário Camboriú, SC, Brazil, 2017.

SZABO, Lorand. (2017). The History of Using Solar Energy. Department of Electrical Machines and Drives Technical University of Cluj-Napoca. 7<sup>th</sup> International Conference on Modern Power Systems (MPS 2017). Cluj-Napoca, Romania. 2017.

TING, Wei; Qing Yan & Minghu Ding. Distribution and temporal trends of temperature extremes over Antarctica. *Environmental Research Letters*. IOP. vol. 14, no. 8. 2019.

#### Websites

BRASIL, 2019. Disponível em: [http://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset\\_publisher/MjaG93KcunQI/content/id/8731943](http://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/MjaG93KcunQI/content/id/8731943). Acesso em 12 ago. 2020.

\_\_\_\_\_, 2019. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/fronteiras/noticia/32625/Operacoes-do-Ministerio-da-Defesa-inibem-crimes-na-faixa-de-fronteira/>. Acesso em 12 ago. 2020.

\_\_\_\_\_, 2020. A Voz do Brasil, programa de 18 ago. 20. Disponível em: <https://redenacionalderadio.com.br/programas/a-voz-do-brasil-download>. Acesso em 19 Ago 20.

MOITA, FLÁVIO. Como calcular o PAYBACK SIMPLES no EXCEL. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sTYultJSmKg>. Acesso em: 4 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. Como calcular o PAYBACK DESCONTADO no EXCEL. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dWVh1t62Ff4>. Acesso em: 4 jul. 2020.

JOURNALISM FOR THE ENERGY TRANSITION, 2020. Disponível em: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-energy-consumption-and-power-mix-charts>. Acesso em 02 Ago 2020. Acesso em 4 jul. 20.

Solar Construction Safety Manual by OSEIA (Oregon Solar Energy Industries Association). Disponível em: <https://www.oseia.org/>. Acesso em 8 ago. 20.

US LABOR DEPARTMENT. Disponível em: <https://www.osha.gov/dep/greenjobs/solar.html> (Occupational Safety and Health Administration). Acesso em 8 ago. 20.

IEA (2019), Electricity Information 2019, IEA, Paris. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/electricity-information-2019>. Acesso em 4 jul. 20.

## ANEXOS

Anexo 1 - Nota de Empenho 2019NE800026, de 19 mai. 19

Anexo 2 - Nota de Crédito 2020NC002340, de 28 mai. 19.

Anexo 3 - Nota de Crédito 2020NC002341, de 28 mai. 20.

## APÊNDICE

Entrevista com o General-de-Brigada R1 GIL HERMINIO ROCHA, gerente do Programa Estratégico do Exército Amazônia Protegida, no Estado-Maior do Exército.

## Anexo 1 - Nota de Empenho 2019NE800026, de 19 mai. 19

30/09/20 08:48 USUARIO : DENES  
 DATA EMISSAO : 17Mai19 RESTOS A PAGAR NUMERO :  
 2019NE800026 UG EMITENTE : 160215 - COMISSÃO REGIONAL DE  
 OBRAS DA 8ª RM  
 GESTAO EMITENTE : 00001 - TESOURO NACIONAL  
 FAVORECIDO : 22415029/0001-77 - ISOFEN ENERGY ENGENHARIA DE  
 SUSTENTABILID

## TAXA:

## OBSERVACAO

PDR Nº 029/2019 -2019NC000755 ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO (160507), DE  
 15 MAI 19 TP 02/2018 (160215) REF. OBRA DE CONSTRUÇÃO DE PLANTA  
 SOLAR NO PEF. DE TIRIÓS RQS Nº 014-SECTEC-CRO/8, DE 15 MAIO 19 PROC  
 ORIGEM: 2018TP00002

EVENTO	ESF	PTRES	FONTE	ND	UGR	PI	
401091	1	085619	0100000000		449051	110407	F1DTDEFOUTR

VALOR 2.604.506,40

TIPO: GLOBAL SISTEMA DE ORIGEM: SIASG

PASSIVO ANTERIOR: NAO

CONTA PASSIVO :

MODALIDADE : TOMADA DE PRECO

AMPARO

: LEI8666

INCISO : 01

PROCESSO : 00469000262201812 PRECATORIO:

UF BENEFICIADA

: PA

MUNICIPIO

BENEF. :

ORIGEM MATERIAL

:

REFERENCIA : ART23/01 LEI8666/93

NR.ORIG.TRANSF:

LANCADO POR : (CPF omitido) - MIRLENA

UG : 160215

17Mai19

10:14 PF1=AJUDA

PF3=SAI PF12=RETORNA

Fonte: SIAFI (adaptado).

Anexo 2 - Nota de Crédito 2020NC002340, de 28 mai. 19.

SIAFI2020-DOCUMENTO-CONSULTA-CONNC (NOTA MOVIMENTACAO DE CREDITO)

30/09/20 08:24

USUARIO: DENES

DATA EMISSAO : 28Mai20 VALORIZACAO : 28Mai20 NUMERO :  
2020NC002340

UG EMITENTE : 160087 -ESTADO-MAIOR DO EXERCITO SETORIAL  
ORCAMENTARIA

GESTAO EMITENTE : 00001 - TESOURO NACIONAL

UG/GESTAO FAVORECIDA : 120002 / 00001 - DIREF

OBSERVACAO

DIEX Nº6857-PJT-3ª SCH.PARA CMDO AERONÁUTICA .MISSÃO AÉREA DE APOIO  
EXTERNO (MAAE)-APOIO AO EXÉRCITO BRASILEIRO.CONF OF Nº 23/5SC2/45346 -  
EMAER, DE 13 DE MAIO DE 2020.NC 798-MD

NUM. TRANSFERENCIA :

EV.	ESF	PTRES	FONTE	ND	SB	UGR	PI	V			
A	L	O	R	300309	1	168609	0100000000	449052	110407	F1DTDEFOUTR	
											1.076.130,27

LANCADO POR : (CPF omitido) -CAP EDSON UG:160087 28Mai20 11:18 PF1=AJUDA  
PF3=SAI PF4=ESPELHO PF12=RETORNA

Fonte: SIAFI (adaptado).

## Anexo 3 - Nota de Crédito 2020NC002341, de 28 mai. 20.

30/09/20 08:28

USUARIO: DENES

DATA EMISSAO : 28Mai20 VALORIZACAO : 28Mai20 NUMERO : 2020NC002341  
UG EMITENTE : 160087 - ESTADO-MAIOR DO EXERCITO SETORIAL ORCAMENTARI  
GESTAO EMITENTE : 00001 - TESOURO NACIONAL  
UG/GESTAO FAVORECIDA : 120002 / 00001 - DIREF  
OBSERVACAO

DIEX Nº6857-PJT-3ª SCH.PARA CMDO AERONÁUTICA .MISSÃO AÉREA DE APOIO  
EXTERNO (MAAE)-APOIO AO EXÉRCITO BRASILEIRO.CONF OF Nº 23/5SC2/45346 -  
EMAER, DE 13 DE MAIO DE 2020.NC 799-MD

NUM. TRANSFERENCIA :

EV.	ESF	PTRES	FONTE	ND	SB	UGR	PI
300309	1	168609	0100000000	449052	110407	F1DTDEFOUTR	VALOR 1.000.000,00

LANCADO POR : (CPF omitido) - CAP EDSON UG : 160087  
28Mai20 11:24 PF1=AJUDA  
PF3=SAI PF4=ESPELHO PF12=RETORNA

Fonte: SIAFI (adaptado).



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de  
Políticas Públicas

Departamento de Administração

MBA em Gestão de Projetos

ENTREVISTA COMO PARTE INTEGRANTE DO TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO SOBRE

VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE SISTEMA DE ENERGIA  
SOLAR EM

PELOTÃO ESPECIAL DE FRONTEIRA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Do aluno Genildo da Silva

Sob orientação do Professor Doutor Herbert Kimura

B: ENTREVISTADOR: Cap R1 Genildo da Silva - aluno do curso de MBA  
Gestão de Projetos (EB / UnB)

A: ENTREVISTADO: Gen Bda R1 **GIL** HERMINIO ROCHA, gerente do  
Programa Estratégico do Exército Amazônia Protegida, no Estado-Maior do  
Exército.



Abertura:

B: Prezado General Gil, bom dia.

A: Bom dia, Cap Genildo. É um prazer contribuir para este seu trabalho de grande relevância.

B: O senhor atualmente é o gerente do Programa Estratégico do Exército Amazônia Protegida? Qual é a sua função nesse programa?

A: Sou o gerente do Programa Estratégico do Exército Amazônia Protegida

B: Em que ano e mês o senhor assumiu essa função?

A: Assumi, em 2015, o chamado Projeto Amazônia Protegida que, por suas características, abrangência e número de projetos, em janeiro de 2018, passou a ser considerado Programa Estratégico do Exército.

B: Enquanto estive no serviço ativo do Exército, o senhor serviu em algum Pelotão Especial de Fronteira (PEF) ou em alguma Organização Militar (OM) na Selva? Caso positivo, em que período e por quanto tempo? Poderia especificar a unidade e a cidade de OM de selva?

A: Após a conclusão do Curso de Operações na Selva Cat-B, em 1985, fui voluntário para servir na Amazônia. Assim, de janeiro de 1986 a janeiro de 1988 tive a oportunidade de servir no Comando de Fronteira do Amapá, com sede na cidade de Macapá. Este Comando de Fronteira era constituído por um Batalhão Especial de Fronteira, em Macapá, e uma companhia Especial de Fronteira, em Oiapoque. Anos mais tarde, e uma vez promovido a General de Brigada, fui nomeado, em abril de 2013, Chefe do Estado-Maior do Comando Militar do Norte,

com sede em Belém, onde permaneci até a minha saída para a reserva, setembro de 2013.

B: O que motivou o senhor, estando na reserva (aposentado), a voltar a trabalhar no Exército e, em especial, no Programa Estratégico do Exército Amazônia Protegida?

A: Considerei que a minha saída para a reserva foi prematura e que estava no auge da minha capacidade profissional, podendo contribuir, por mais tempo, com o Exército, que me habilitou e forneceu todos os instrumentos que ainda emprego no meu trabalho diário para seu proveito.

O Programa Amazônia Protegida, além de me manter em contato com uma região do País que sempre foi alvo dos meus estudos e preocupações, tem permitido que eu empregue os conhecimentos obtidos durante o MBA de Excelência Gerencial com ênfase na Gestão Pública, realizado graças ao Exército, em 2004, junto a Fundação Armando Álvares Penteado, em São Paulo.

B: Durante seu trabalho nesse programa, o senhor deve ter conhecido alguns PEF, não é? Como foi essa experiência?

A: Tenho a satisfação e a honra de conhecer todos os Destacamentos, Pelotões e Companhias Especiais de Fronteira Norte e, nas oportunidades em que lá estive, sempre retornei com a percepção do gigantesco desafio que está diante dos homens e mulheres militares que integram aquelas Organizações Militares, bem como o sacrifício que realizam com suas famílias. Tenho absoluta convicção da importância do Programa e de que o Exército me confia, pois é um poderoso instrumento que pode contribuir, não só para o incremento das capacidades operacionais da Força Terrestre, no ambiente amazônico, mas também, para a melhoria das condições de vida da família militar, das comunidades indígenas, ribeirinhas e da população amazônica. São todos brasileiros, e o Exército, em muitos casos, materializa a única presença do Estado na região.

B: Como é a vida do militar no PEF, comparando-a com a vida de um militar alocado num centro urbano da mesma região? Por favor, comente sobre as condições de vida, de acesso, meios de transporte do PEF para o Batalhão (sede);

A: O dia-a-dia da vida dos militares e de suas famílias em um PEF é regido pela tríade: combate, vida e trabalho. Por intermédio desse verdadeiro lema, vou descrever, ainda que sumariamente, a vida daqueles heróis e heroínas e ficará muito claro que vivem uma situação absolutamente diferente dos seus irmãos de arma que servem nos centros urbanos da região.

Combate: formados nos Batalhões de Infantaria de Selva, muitos com o Curso de Operações na Selva, os militares são designados para os PEF, onde aplicam na prática todos os conhecimentos necessários à defesa e segurança das fronteiras, realizando longas e cansativas patrulhas, participando de operações contra os ilícitos transnacionais, operando conjuntamente com outros atores para a proteção das matas, biossistema, riquezas minerais e da população indígena.

Trabalho: caracteriza-se na manutenção das instalações militares sujeitas as condições extremamente adversas da selva e do clima equatorial úmido, além de manter a rotina burocrática necessária para manter o comando que enquadra os PEF perfeitamente informado sobre a conjuntura que estão vivendo.

Vida: diante das inúmeras dificuldades que enfrentam na sua rotina de trabalho, eles ainda têm que se preocupar com a capacidade de permanecerem isolados, muitas vezes, sem o apropriado apoio logístico que sofre interferência das condições climáticas, do regime dos rios e da situação e estado de conservação das pistas de pouso. Assim, os elementos destacados empregam parte do seu tempo na produção de alimentos em hortas, tanques para peixes e criação de animais para o consumo humano; no tratamento de água e na manutenção dos geradores para obtenção de meras 6 a 8 horas de energia por dia.

Fica fácil perceber as diferenças, analisando essas rotinas, entre a vida nos PEF e a vida nas sedes, localizadas em núcleos urbanos possuidores de

comércio, sistemas de ensino, telecomunicação, energia 24 horas/dia, água encanada e esgoto.

Destacando os pontos solicitados, a vida nos PEF é muito diferente da vida nos núcleos urbanos e exige a seleção de pessoal capacitado e motivado para aquele tipo de trabalho. São militares que estão destacados na linha de frente contra um inimigo de difícil combate: o crime organizado que infiltra drogas e armas que colocam em risco a sociedade em todos os cantos do País, evitam invasões do território brasileiro por grupos armados, paramilitares e/ou guerrilheiros de outros países que, por vezes, tentam se abastecer ou homiziar em nosso território. Enquanto o emprego das Forças Armadas contra ilícitos ou contra o crime organizado é uma situação episódica, nas fronteiras essas operações fazem parte da rotina. Por isso mesmo é que a lei estabelece que, na faixa de fronteira, as Forças Armadas tenham Poder de Polícia. Quanto ao transporte, o ambiente operacional impõe o emprego dos rios e igarapés para a mobilidade logística e operacional, complementado pelo transporte aéreo, com o apoio da Força Aérea e dos Batalhões de Aviação do Exército e de seus helicópteros. Ainda é possível empregar o transporte terrestre nas poucas regiões aonde existe alguma malha rodoviária, em grande parte em mau estado de conservação e sem qualquer revestimento asfáltico ou de outra natureza.

B: Os militares integrantes dos PEF, normalmente, são voluntários ou são designados pelo comandante do batalhão a que estão subordinados?

A: Para os militares que estão servindo na Amazônia é uma grande honra servir em um PEF. Muitos dos Tenentes e Sargentos egressos da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) e da EsSA (Escola de Sargentos das Armas) já concluem os seus cursos de formação com este objetivo em tela e, quando realizam o Curso de Operações na Selva, torna-se uma obrigação moral para todos eles servir na Amazônia, especialmente, em um PEF, onde colocarão a prova sua capacidade profissional e de liderança militar. São jovens visionários, motivados e cheios de entusiasmo e de desejo de servir da melhor maneira o País e de enfrentar os desafios típicos daquelas Organizações Militares. Os oficiais e

sargentos temporários também trazem esta chama e a formação deles obtidas nos Núcleos de Preparação de Oficiais da Reserva ou nos Cursos de Formação de Sargentos Temporários tem por obrigação catalisar esta chama e fornecer-lhes os mesmos instrumentos e capacidades adquiridos nos cursos dos oficiais e sargentos de carreira. Quanto aos soldados, estamos falando de um cidadão brasileiro, na maioria, de origem indígena e que sonha servir ao Exército. Em resumo, a designação dos integrantes dos PEF é muito facilitada pelo grande número de voluntários que se apresentam. Existem funções específicas em que o voluntariado é menor. Os médicos e dentistas, pela característica de seus trabalhos precisam ser motivados. Há também a necessidade de se compreender a situação desses profissionais: jovens, recém-formados e sem especialização. Um ano no PEF interrompe o processo de formação de um médico sem residência ou dentista sem especialização. Por isso, quando possível, esses militares passam por um revezamento mais intenso que os permita manter seus estudos sem, entretanto, privar os PEF do essencial trabalho que realizam. Acrescento, ainda, que “o” militar com mais tempo de PEF, cerca de quatro anos, que eu tive a oportunidade de conhecer, foi uma tenente de saúde.

B: Recentemente, em junho de 2020, se não me equivoco, o Exército inaugurou um sistema de energia solar no PEF de Tiriós, no Estado do Pará.

Anteriormente, esse PEF funcionava com energia produzida por grupos motores geradores movidos a óleo diesel (OD), não é?

Quais são os benefícios gerados com o sistema de energia solar em relação ao anterior?

A: O projeto planta solar do PEF de Tiriós foi inaugurado em 16 de junho de 2020 e foi concebido não apenas como uma fonte de energia, mas como um instrumento de segurança energética. Não basta termos apenas uma matriz para obtenção de energia. As condições de vida nos PEF exigem uma plataforma que garanta 24 horas de energia, e isso só pode ser atingido com o emprego de

redundância por intermédio de fontes alternativas. Entre os inúmeros benefícios gerados, é possível destacar:

- abastecimento de energia elétrica por 24 horas, com pequena ou nenhuma interrupção..

- capacidade de cozinhar, iluminar, comunicar com meios eletrônicos, acessar a internet, educação a distância, saúde remota.

- Permite o lazer, a confraternização, a segurança tática e operacional, bem como a do indivíduo.

- Possibilita o armazenamento de alimentos perecíveis.

B. Quanto custou o sistema de energia solar, considerando todo o material e a instalação e a garantia, além do custo para o transporte desse material?

A: O Entrevistador pode retirar os dados dos documentos previamente enviados

Nota: O custo do sistema de energia solar em Tiriós, PA, encontra-se discriminado no corpo do texto do TCC, do qual a presente entrevista constitui um apêndice.

B: Esse novo sistema já está funcionando (julho de 2020)? Encontra-se com capacidade plena ou parcial?

A: PLENA

B: Como é feita a manutenção deste novo sistema? Há militares capacitados para operar e realizar a manutenção no PEF?

A: A manutenção das placas corresponde a uma limpeza periódica com água e sabão neutro para retirada de partículas de poeira. A visita de um técnico electricista mensal é suficiente para evitar sua paralisação. Temos pessoal capacitado para resolver todos os problemas.

B: Qual o regime de funcionamento e o custo diário da produção de energia elétrica produzida por um sistema de alimentação de grupos motores geradores movidos a óleo diesel?

A: Resposta já fornecida em outra oportunidade.

Nota: A: Nota: O regime de funcionamento e o custo diário da produção de energia elétrica (óleo diesel) encontram-se discriminados no corpo do texto do TCC, do qual a presente entrevista constitui um apêndice.

B: Supondo-se que são gastos R\$ 2,50 por litro de OD e que há um custo logístico no armazenamento, transporte e entrega desse combustível, quanto custa para o EB entregar cada litro de OD no PEF de Tiriós?

Em relação ao PEF de Tiriós (PA), o senhor poderia preencher a tabela abaixo? Nela, são pedidos:

- a) A demanda diária de energia elétrica do PEF Tiriós em KWh;
- b) O valor, em reais, do litro do OD absoluto (1) e do litro de OD (2) entregue no PEF, considerando, nesse caso, o custo logístico;
- c) O consumo horário de OD.
- d) O consumo diário, supondo que ele funcione 24h/dia.
- e) O custo diário de OD, em reais.

Nota: Os custos acima encontram-se discriminados no corpo do texto do TCC, do qual a presente entrevista constitui um apêndice.

B: O EB está planejando expandir o SISFRON (SAD 3A). A Fase SAD 3A é um Projeto Estratégico do Exército Brasileiro, constituindo uma expansão do Programa SISFRON na Região Amazônica, situada no Noroeste do Brasil. O PEF de Tiriós está localizado no Pará.

O que pesou na decisão do EB de instalar o sistema de energia solar em Tiriós, PA?

A: A expansão do SISFRON, como já mencionada, foi fator de decisão a favor desta linha de ação. A necessidade da família militar foi o fator

preponderante, uma vez que não se pode mais, no século XXI sujeitar nosso pessoal e suas famílias a algumas privações desnecessárias.

B: Supõe-se que em um período, ou seja, alguns anos e meses, haverá o retorno do investimento (“*payback*”) realizado nesse sistema de energia solar em função da provável economia advinda da utilização desse sistema. Em sua opinião, qual é, aproximadamente, o “*payback*”, considerando apenas o investimento e a compensação financeira esperada pela economia esperada com a supressão do consumo de OD?

Em dois anos. Em apenas dois anos, fazendo uma avaliação muito modesta, toda a estrutura estará paga e a energia passará a ser gratuita.

B: Agora, eu gostaria de abordar os potenciais aspectos intangíveis desse projeto. Aspectos intangíveis são benefícios que normalmente não são mensurados, mas, digamos assim, “sentidos”. Alguns desses aspectos intangíveis são a sensação de segurança, o aumento da soberania nacional, a sensação de bem-estar na comunidade beneficiária de um bem, serviço ou atividade. O senhor poderia citar alguns aspectos intangíveis resultantes deste novo sistema de energia solar junto à comunidade que dele se beneficia?

A: - o bem estar da família militar;

- a segurança de comunicações;

- o apoio em energia para as comunidades vizinhas;

- a valorização da Força junto a essas comunidades;

- melhor apoio de saúde (vídeo conferências e consulta à distância);

- melhor condição de alimentação (frigorificados);



- acesso à internet, permitindo lazer, estudos e intercâmbio entre as famílias; entre outros.

B: O senhor gostaria de acrescentar alguma ideia ou comentário à presente entrevista?

A: Gostaria de agradecer a oportunidade de esclarecer e divulgar o programa. Peço desculpas pela demora em responder, mas outras iniciativas e o ano tumultuado pelo COVID 19 tem exigido, de todos os gestores, muita atenção aos programas. Sei que conto com sua compreensão, prezado Cap Genildo e sei que seu trabalho será imensamente útil para a melhoria do processos de gestão dos Programa Estratégicos do Exército e de qualquer outra instituição civil ou militar. Sucesso na missão, Cap Genildo.

B: Muito obrigado, Gen Gil.

Por fim, eu gostaria de lhe agradecer imensamente por ter reservado um tempo precioso de seus afazeres para dedicá-lo a esta entrevista. E também por ter compartilhado comigo as informações necessárias para a realização do presente TCC. Desejo-lhe sucesso e plena realização em sua nobre missão.

Brasília, DF, 6 de julho de 2020.