



Universidade de Brasília

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

Departamento de Administração

FABIANO GOMES DA SILVA

**ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS DE ENERGIA
FOTOVOLTAICA *OFF-GRID*
CASE: PELOTÕES ESPECIAIS DE FRONTEIRA**

Brasília – DF

2020

FABIANO GOMES DA SILVA

**ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS DE ENERGIA FOTOVOLTAICA *OFF-
GRID***
CASE: PELOTÕES ESPECIAIS DE FRONTEIRA

Monografia apresentada ao Departamento de Administração como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão de Projetos.

Professor Orientador: Prof. Dr. Herbert Kimura

Brasília – DF

2020

FABIANO GOMES DA SILVA

**Análise de riscos em projetos de energia fotovoltaica *off-grid*,
case: pelotões especiais de fronteira**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão
do Curso de Especialização em Gestão de Projetos do aluno

Fabiano Gomes da Silva

Prof. Dr. Herbert Kimura
Professor Orientador

Prof. MSc, Alexander Machado da Silva
Professor-Examinador

Prof. Dr, Marco Aurélio Chaves Ferro
Professor-Examinador

Brasília, 02 de setembro de 2020.

Consagro ao meu Senhor Jesus Cristo, dedicando a minha esposa Rachel, que sempre esteve me fortalecendo com seu apoio irrestrito e aos meus filhos Mateus, João Marcos e Hellen pela admiração e carinho deles.

AGRADECIMENTOS

Ao Exército Brasileiro, pelas oportunidades de nos aperfeiçoar através de uma forte e exemplar capacitação, em especial, neste MBA em Gestão de Projetos.

À Universidade de Brasília, pela tradicional excelência acadêmica, pelo seu forte corpo docente que nos direcionou até este momento.

Meu muito obrigado ao professor e orientador Herbert Kimura por compartilhar seu conhecimento acadêmico e ainda direcionar-me durante todo período da elaboração deste estudo, sempre com muita competência.

Sou grato ao professor Marco Aurélio Ferro, que além de ser membro da banca, foi aquele que me indicou para participar deste honroso curso de especialização.

Agradeço ao Sr. Francisco Maiello, Boris Brandão, Jorge Thiago, Gilson Debastiani, Leonam Magno, Heron Santos, Leonardo Goulart e Joydson Carvalho pela atenção e paciência no preenchimento das matrizes AHP, profissionais por excelência que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos companheiros e professores da turma da 2º MBA EPEX/UNB em Gestão de Projetos, que compartilharam suas experiências e conhecimentos, além da amizade e camaradagem.

À minha amada família, por compreender meus momentos ausentes e por oferecer apoio em tudo.

Ao meu Deus e meu Redentor, por me fazer enxergar um futuro e uma esperança diante de tantos desafios.

RESUMO

A crescente demanda por soluções energéticas associada à defesa do território nacional torna relevante uma análise de riscos de projetos de sistemas fotovoltaicos *off-grid* em organizações militares na fronteira do Brasil. Em especial, a grande extensão territorial do país e as dificuldades de transporte e comunicação em localizações remotas na região Amazônica trazem desafios a projetos de geração de energia no Comando Militar da Amazônia do Exército Brasileiro. Esta pesquisa, baseada em um estudo de caso real de um projeto fotovoltaico para atender a um pelotão de fronteira em Tiriós-PA, busca identificar e classificar os riscos pertinentes a este tipo de projeto. Posteriormente, é conduzida uma comparação de resultados de análises utilizando métodos distintos para avaliação de riscos. Neste contexto, foi utilizado o método AHP de análise multicritério, por meio de discussão em um grupo de especialistas pertencentes às Forças Armadas. O outro método baseou-se em um levantamento, por meio de questionários, para identificar as percepções de profissionais do setor de energia solar fotovoltaica sobre probabilidade e impacto dos riscos levantados. Os resultados obtidos entre as duas abordagens foram comparados e extraídos algumas percepções sobre a priorização de fatores de riscos que pode ser utilizada para avaliação e gerenciamento de riscos em futuros projetos do Exército Brasileiro que explorem a energia fotovoltaica.

Palavras-chave: região amazônica; sistema fotovoltaico; *off-grid*; análise de riscos; identificação de riscos.

ABSTRACT

The increasing demand for energy solutions associated with the national territory defenses makes relevant a risk analysis of off-grid photovoltaic systems to the military organizations on the Brazilian's border. In particular, the country's great territorial extension and the difficulties of transportation and communication in remote locations in the Amazon region bring challenges to energy generation projects in the Military Command of the Amazon of the Brazilian Army. This research, based on a real case study of a photovoltaic project to serve a border platoon in Tiriós-PA, seeks to identify and classify the risks relevant to this type of project. Subsequently, a comparison of analysis results is carried out using different methods for risk assessment. In this context, the AHP method of multicriteria analysis was applied and was conducted through discussion in a group of specialists belonging to the Armed Forces. The other method was based on a survey, using questionnaires to identify the perceptions of professionals in the photovoltaic solar energy sector about the probability and impact of the risks raised. The results obtained by these two approaches were compared and noted some perceptions about the prioritization of risk factors that can be used for risk assessment and management in future projects of the Brazilian Army that exploit photovoltaic energy.

Keywords: Amazon region; photovoltaic system; *off-grid*; risk analysis; risk identification.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - comparação entre dois tipos de geração fotovoltaica (on-grid e <i>off-grid</i>)	19
Figura 2 - Fotografia do primeiro sistema de geração distribuída do Exército, Brasília-DF.	19
Figura 3 - Fotografia da primeira usina de sistema isolado fotovoltaico na região da Amazônia, em Pelotão Especial de Fronteira, em Tunuí-AM.	20
Figura 4 - Fotografia da usina fotovoltaica <i>off-grid</i> , em Tiriós-PA em operação desde maio de 2020	22
Figura 5 - Gráfico da criticidade média de cada risco, segundo método AHP.	32
Figura 6 - Gráficos dos resultados demográficos da coleta de dados.	33
Figura 7 - Comparação gráfica para índices (PMBok e MTMGR-EB)	35
Figura 8 - Comparação de histograma para o risco 2	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de probabilidade e correspondências do Manual Técnico de Gestão de Riscos do Exército e do exemplo proposto no PMBoK.	26
Tabela 2 - Valores de impacto no projeto e e correspondências do Manual Técnico de Gestão de Riscos do Exército e do exemplo proposto no PMBoK.	27
Tabela 3 - Riscos identificados e classificados por meio dos especialistas.	29
Tabela 4 - Valores associados às classes de comparação entre riscos e grupos de riscos	30
Tabela 5 – Valores calculados para ponderação AHP de comparação entre riscos e grupos de riscos	31
Tabela 6 - Médias dos valores atribuídos para cada classificação de probabilidade e impacto (PMBoK)	33
Tabela 7 - Médias dos valores atribuídos para cada classificação de probabilidade e impacto (Manual de gestão de riscos do EB).	34
Tabela 8 - Comparação entre resultados das duas formas de coletas de dados.	36

LISTA DE ABREVIATURAS

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DEC – Departamento de Engenharia e Construção

DOM – Diretoria de Obras Militares

EPE – Empresa de Pesquisa Energética.

MTMGR-EB - Manual Técnico da Metodologia de Gestão de Riscos do Exército Brasileiro

OFF-GRID – Sistema de geração de energia sem conexão à rede de distribuição local.

ON-GRID – Sistema de geração de energia conectado à rede de distribuição local.

PMI - *Project Management Institute*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.3 OBJETIVO GERAL	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5 JUSTIFICATIVA	15
2 REVISÃO TEÓRICA	16
2.1 GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS SUSTENTÁVEIS	16
2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS	18
2.3 ENERGIA FOTOVOLTAICA	19
3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	21
3.1 TIPOLOGIA E DESCRIÇÃO GERAL DOS MÉTODOS DE PESQUISA	22
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO, SETOR OU ÁREA OBJETO DO ESTUDO	22
3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA OU PARTICIPANTES DA PESQUISA	24
3.4 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA	24
3.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA E DE ANÁLISE DE DADOS	25
3.5.1. <i>Identificação e classificação de riscos</i>	25
3.5.2. <i>Análise multicritério entre riscos (AHP)</i>	26
3.5.3. <i>Pesquisa de probabilidade e impacto dos riscos</i>	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS	29
4.2 ANÁLISE MULTICRITÉRIO AHP COMPARATIVA ENTRE OS RISCOS	30
4.3 PESQUISA SOBRE PROBABILIDADE E IMPACTO DOS RISCOS	33
4.4 COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS DO MÉTODO AHP E O LEVANTAMENTO POR QUESTIONÁRIO	37
4.5 ANÁLISES DOS HISTOGRAMAS	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS:	39
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	41
APÊNDICE I – FLUXOGRAMA DE PESQUISA	45
APÊNDICE II – ENTREVISTA ENTRE ESPECIALISTAS DO SETOR	47
APÊNDICE III – MATRIZES DE COMPARAÇÃO DE RISCOS (AHP)	68
APÊNDICE IV – HISTOGRAMAS DA COLETA DE DADOS	70

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma matriz elétrica limpa comparada à média mundial e ainda tem avançado aos poucos em iniciativas que aumentam o volume de investimentos em novas fontes renováveis (ENERGÉTICA, 2019). Além disso, o país tem implementado programas de eficiência energética, buscando tornar o segmento mais competitivo e dinâmico, trazendo benefícios à sociedade.

A velocidade da implementação de políticas públicas brasileiras na área de eficiência energética ainda não é tão forte como a de países da União Europeia e dos Estados Unidos, como destaca Altoé *et al* (2017). Porém, o potencial técnico é elevado e pode ser aproveitado através de políticas mais agressivas nessa área, de acordo com Pereira (2019).

O mercado de fontes renováveis evoluiu bastante com as tecnologias de geração fotovoltaica e de pequenas centrais hidrelétricas. Pode-se considerar que a maturidade alcançada no setor de energias renováveis deve impulsionar ainda mais soluções para localizações remotas com difícil acesso a rede pública, segundo destaca Bondarik (2018).

O Exército Brasileiro vem apresentado uso crescente de energias renováveis, que desde a década de 1990, quando seis micro centrais hidrelétricas foram implantadas em alguns Pelotões Especiais de Fronteira e nos últimos três anos, a entrada da fonte solar fotovoltaica tem se tornado predominante.

Os projetos voltados para o uso de fontes renováveis atendem a dois tipos de consumidores no Exército: unidades militares conectadas à rede da concessionária (geração distribuída) e unidades militares isoladas dos Sistema Interligado Nacional (sistemas isolados). O primeiro tipo possui uma ênfase maior na economicidade que a solução proporciona, visto que a implantação de um sistema de geração distribuída reduz despesas com energia elétrica com a concessionária. No entanto, o segundo tipo requer um posicionamento mais

estratégico pelo fato de atender às necessidades das organizações militares situadas na fronteira.

1.1 Contextualização

Diversos projetos de energia no âmbito do Exército já estão em andamento, e cada projeto apresenta peculiaridades e restrições que foram consideradas para fazer com que a tomada de decisão para aplicação de recurso financeiro pudesse ser mais rápida e efetiva. Tais projetos estão enquadrados em dois tipos de atuação: eficiência energética em edificações e uso de energia renovável (pequenas centrais hidrelétricas e solar fotovoltaica).

Para fins de delimitar este trabalho, o estudo de caso escolhido está voltado a utilização de energia fotovoltaica para atender unidades militares de fronteira onde não há conexão com a rede elétrica da concessionária de energia, em especial na região amazônica.

1.2 Formulação do problema

A engenharia do Exército tem avançado com o ramo energético, dando ênfase a sustentabilidade, porém apresentado resultados econômicos com maior ponderação em relação aos braços social e ambiental. No entanto, independente da direção dos resultados, algumas questões importantes necessitam ser respondidas, como: quais problemas que atingem os projetos de energia fotovoltaica no Exército? qual metodologia poderia ser usada para analisar riscos envolvidos a esse tipo de solução? Com uma análise de gestão de riscos, quais são os principais fatores que devem ser avaliados?

Respondendo a essas questões, o levantamento e identificação de riscos em projetos de energia fotovoltaica, juntamente com a respectiva análise de riscos deverão aprimorar o processo de tomada de decisão de maneira que a execução desses projetos seja mais robusta e efetiva.

1.3 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é contribuir para o planejamento e a execução de projetos de energia fotovoltaica em sistemas isolados através da análise de riscos desta solução de geração de energia em locais remotos.

Assim, pretende-se fazer com que a gestão de riscos seja um componente prioritário dentro de cada projeto de maneira a atender a capacidade operativa e vegetativa das organizações do Exército em regiões remotas, como é o caso da floresta Amazônica.

1.4 Objetivos Específicos

De maneira a atingir o objetivo proposto, alguns passos serão destacados:

- Apresentar as principais características dos projetos de energia renovável no Exército;
- Elencar diversos problemas inerentes aos projetos de energia fotovoltaica do Exército;
- Propor, a partir de um estudo de caso, um mecanismo de análise de riscos para tomada de decisão em projetos de energia fotovoltaica do Exército.

1.5 Justificativa

As ações de sustentabilidade em obras militares atendem às diversas demandas em soluções energéticas e hídricas mais eficientes para as Organizações Militares (OM) dentro da Força Terrestre. Tais soluções visam garantir a segurança e bem-estar dos usuários, assim como, reduzir despesas com dois insumos essenciais para a vida vegetativa desses aquartelamentos: energia elétrica e água.

O processo de tomada de decisão para classificar e priorizar projetos no ramo de energia e o gerenciamento desses projetos levam em consideração, prioritariamente, a disponibilidade orçamentária, a viabilidade e os riscos

envolvidos em cada projeto. Portanto, cada aplicação de recurso financeiro requer uma segurança maior no processo de tomada de decisão e a análise de viabilidade e gerenciamento de riscos tornam-se fatores críticos para que os projetos sejam bem-sucedidos.

Realizar um levantamento de problemas envolvidos nos projetos de energia renovável fotovoltaica e propor uma metodologia de análise de riscos necessita de bases teórico-científicas e práticas que podem contribuir para avanço no processo de tomada de decisão e gerenciamento de cada projeto.

Para a discussão teórica, foi realizado um levantamento de trabalhos científicos para direcionar os estudos e, ainda, realizar conversas com especialistas do setor de energia fotovoltaica no Brasil de modo a identificar o máximo de eventos que envolvem todas as fases dos projetos.

2 REVISÃO TEÓRICA

A revisão teórica envolve elementos de contextualização e consistência à metodologia de investigação da riscos associados a projetos de energia fotovoltaica no Exército, através da revisão de trabalhos ou aplicações semelhantes em outros contextos e, ainda, realizando a comparação crítica da literatura sobre o tema. Dentro do contexto do presente trabalho assuntos como: gestão de projetos, gerenciamento de riscos, energias renováveis e mais especificamente fonte fotovoltaicas serão objeto de pesquisa bibliográfica.

2.1 Gestão de riscos em projetos sustentáveis

A gestão de projetos voltada à energia renovável possui desafios e riscos inerentes que necessitam de uma análise criteriosa e conforme Goh et al (2014), a relação causal de alguns critérios importantes do planejamento e desenvolvimento de um projeto de energia renovável foi estudada e chegou-se à conclusão que a viabilidade está relacionada ao bom planejamento.

Projetos na construção civil não fogem dessa conclusão e como destacado em Al-Bahar e Crandall (1990), algumas estratégias para gestão de riscos necessitam ser incluídas, como: prevenção de riscos, transferência de riscos, retenção de riscos, redução de perdas e prevenção e seguro de riscos.

Na indústria naval, vinte e seis riscos foram levantados por especialistas do setor, conforme Lee et al (2009), como se destacam os seguintes riscos gerais: mudança de projeto, mão-de-obra de projeto e fornecimento de matéria-prima como riscos internos e taxa de câmbio como risco externo em larga e média escala.

Com base nos sistemas de classificação de construções sustentáveis analisados em Wu e Low (2010), foi recomendado que as empresas de engenharia levem em consideração o gerenciamento de projetos, tanto em termos de processo quanto de prática, de maneira a atender aos requisitos que identificam o projeto como sustentável.

O conhecimento e a experiência desempenham um importante papel na gestão de riscos e a forma com que é conduzida tal gestão representa um indicador de maturidade de uma organização, conforme destaca Kerzner (2016). Embora o uso da tecnologia fotovoltaica seja recente para administração pública, as empresas dentro do contexto nacional já possuem bastante maturidade técnica, em condições de realizar a gestão de riscos dentro do setor.

Considerando que o sucesso de um projeto possui impacto positivo na adoção de práticas de gerenciamento de riscos juntamente a existência de um membro gestor por esta disciplina (Rabechine Junior e Carvalho, 2013), pode-se enfatizar que projetos voltados para soluções energéticas devem levar em consideração estudos mais aprofundados sobre análise e gestão de riscos.

O gerenciamento de riscos é um processo sistemático e ocorrerá durante todo o ciclo de vida do projeto. É preciso focar na sua probabilidade de ocorrência e no impacto de eventos que podem vir a causar no empreendimento, a fim de

evitar surpresas desagradáveis (impacto negativo) ou potencializar o sucesso do projeto (impacto positivo).

A partir da abordagem de Gefen (2008), uma proposta de divisão de três tipos de riscos para projetos de tecnologia da informação no governo federal americano foi apresentada: risco de complexidade (concepção), risco de contratação e risco de execução. Tal divisão pode ser uma base para iniciar processo de identificação de eventos

Em Mishra (2016), há uma descrição de características de cada tipo de risco, a qual define que *risco de complexidade* aumenta nível de incerteza tecnológica e o escopo associado ao projeto. Por outro lado, o *risco de contratação* está associado à seleção apropriada da empresa executante e à coordenação de tarefas e processos no relacionamento de contratação. Por fim, o *risco de execução* se refere a disrupções no progresso do projeto, com base em diversos fatores como: mudanças nas premissas, recursos inadequados, falta de envolvimento do governo e a diferença entre diversos interessados.

2.2 Energias renováveis

Buscando alcançar mais localidades remotas do território nacional, o sistema híbrido com base na fotovoltaica representa uma proposta mais adequada, como relata Mendonça (2019), que ainda destaca algumas barreiras que dificultam o rápido desenvolvimento da solução.

O uso de energia renovável em edificações de maneira a alcançar o status de *net-zero* energia tem conduzido a comunidade e aos atores do processo de implantação de soluções energéticas a serem aceitas tais opções em projetos residenciais em fase de anteprojeto, como destaca Karunathilake (2019). Isso revela a importância no investimento no período de planejamento do empreendimento.

Em outro caso, Yazdani-Chamzini *et al* (2013) propõem uma metodologia de seleção de projetos de energias renováveis que seriam mais apropriadas

dentre as alternativas existentes, o que contribui para a evolução de processos de escolhas de soluções que auxiliam na tomada de decisão e na mitigação de riscos.

O gerenciamento do risco para aceitação de um projeto de energias renováveis foi tratado por Hitzeroth e Megerle (2013) e revela que resultados sempre necessitam ser interpretados além do histórico do local ou do contexto da região, o que torna necessário uma abordagem mais ampla para aplicação de soluções sustentáveis.

Em estudos mais recentes para sistemas fotovoltaicos de grande porte, Wang *et al* (2019) levantou o impacto de riscos de caráter técnico nas redes de distribuição de energia elétrica, propondo um método de avaliação desses riscos. Enquanto, Serrano-Gomez (2019) propôs uma análise mais abrangente dos riscos para um sistema na Espanha, dividindo em seis grandes categorias (político, técnico, econômico, atrasos, legais e sociais). Nesse trabalho, partir da identificação e classificação dos riscos foi realizada uma análise com base em dois índices: comparação de riscos pelo método *fuzzy AHP* e pesquisa sobre criticidade de cada risco associado. Tal abordagem serviu de base para o desenvolvimento deste trabalho, adaptando ao sistema fotovoltaico sem conexão à rede (*off-grid*).

2.3 Energia Fotovoltaica

No Brasil, a fonte de energia fotovoltaica entre outras iniciaram a regulamentação a partir de 2012 (ANEEL, 2012), viabilizando projetos conectados à rede da concessionária de energia, chamado de geração distribuída.

O foco principal do estudo refere-se somente aos projetos de implantação de energia solar fotovoltaica em edificações **sem conexão** à rede da concessionária de energia. Atualmente, existem duas abrangências para sistemas fotovoltaicos: geração distribuída fotovoltaica (*on-grid*) e sistemas isolados com base fotovoltaica (*off-grid*), conforme ilustrado na Figura 1.

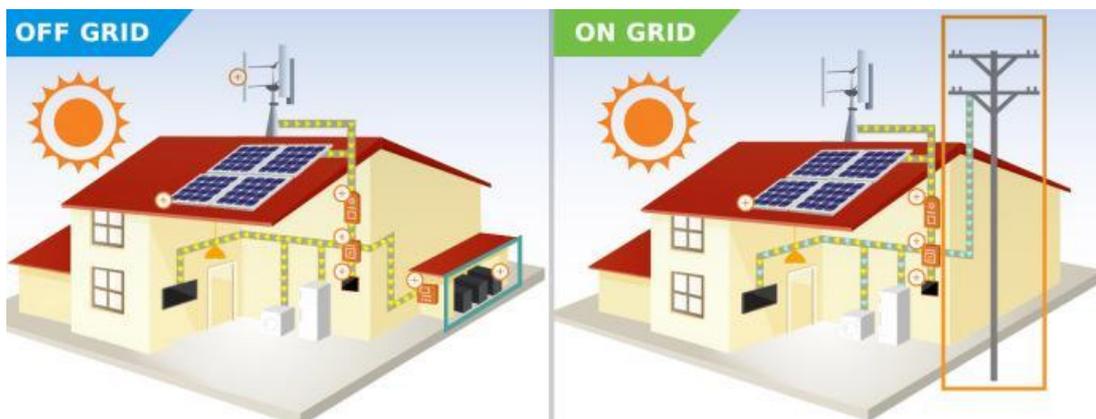


Figura 1 - comparação entre dois tipos de geração fotovoltaica (*on-grid* e *off-grid*)

Em 2015, no Quartel General do Exército em Brasília-DF, um projeto em parceria com Itaipu Binacional foi responsável por implantar uma usina fotovoltaica de 93kW (Figura 2) com inversor híbrido para conectar baterias de Sódio, de maneira que fossem testadas para posterior instalação em projetos de sistema isolado, na região amazônica.



Figura 2 - Fotografia do primeiro sistema de geração distribuída do Exército, Brasília-DF.

A energia fotovoltaica no Exército já está presente desde 2000 em regiões remotas, com sistemas de pequeno porte aplicados a sistemas de comunicações,

os quais necessitam fontes energéticas constantes e confiáveis através do acréscimo de bancos de baterias.



Figura 3 - Fotografia da primeira usina de sistema isolado fotovoltaico na região da Amazônia, em Pelotão Especial de Fronteira, em Tunuí-AM.

A primeira usina fotovoltaica de sistema isolado foi executada em 2018 para atender a demanda do 7º Pelotão Especial de Fronteira (PEF) do 5º Batalhão de Infantaria de Selva, na região de São Gabriel da Cachoeira, em Tunuí-AM, conforme fotografia da Figura 3. Tal sistema recebeu as baterias de Sódio que estavam no Quartel General do Exército, em Brasília-DF.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Para fundamentar o presente trabalho, a metodologia utilizada obedeceu a um procedimento descrito no fluxograma do Apêndice I, onde destaca-se a participação de especialistas dentro da administração pública e profissionais do setor de energia solar fotovoltaica.

3.1 Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa

Será uma abordagem descritiva, considerando aspectos qualitativos e quantitativos de base de informações primárias (questionários) e secundárias (artigos e informações sobre os projetos executados ou em execução) de processos de observação de realidades.

Quanto à natureza, o trabalho será aplicado, uma vez que será delimitado estudo usina fotovoltaica em áreas remotas sem conexão à rede da concessionária de energia. Quanto aos procedimentos serão técnicos, utilizando metodologia e conhecimento específico de modo a tornar projetos mais robustos.

Por fim, quanto ao aspecto da temporalidade será linear, porque o trabalho terá como referência as informações das obras de usinas executadas nos últimos três anos.

3.2 Caracterização da organização, setor ou área objeto do estudo

O avanço da tecnologia associado à redução dos custos de projetos *off-grid* auxiliou no aumento da demanda para essa solução dentro da Força Terrestre. No entanto, nenhuma identificação e análise de riscos mais aprofundada foi estudada até o momento, talvez seja pelo fato dos projetos terem seu início de execução apenas em 2017.

A Diretoria de Obras Militares (DOM) sob a coordenação do Departamento de Engenharia e Construção (DEC) está gerenciando tecnicamente diversos tipos de projetos fotovoltaicos no âmbito do Exército. O caso de estudo é uma usina fotovoltaica *off-grid* construída em Tiriós-PA para atender Pelotão de Fronteira (Figura 4), executada por empresa privada e fiscalizada pela Comissão Regional de Obra da 8ª Região Militar, em Belém-PA.



Figura 4 - Fotografia da usina fotovoltaica *off-grid*, em Tiriós-PA em operação desde maio de 2020

A usina fotovoltaica *off-grid* que será caso de estudo deste trabalho possui as seguintes características:

- potência nominal de 205kWp com armazenamento de energia por meio de baterias de lítio;
- atende à organização localizada remotamente na Amazônia (necessidade de transporte fluvial/aéreo);
- possui a capacidade de ser acoplada a outra fonte energética complementar (diesel, biomassa, centrais hidrelétricas);
- não existe rede da concessionária de energia próxima ao local;
- projeto desenvolvido pela Diretoria de Obras Militares;
- todos os procedimentos de contratação e fiscalização foram conduzidos pela Comissão Regional de Obras da 8ª Região Militar (CRO/8) e executado por empresa especializada.

3.3 População e amostra ou Participantes da pesquisa

No estudo de caso, o potencial de aplicação da metodologia está na quantidade profissionais que trabalham no setor de energia renovável, dentro e fora da Força Terrestre. A estrutura da engenharia de construção do Exército possui uma distribuição regional dentro do Brasil com pessoal técnico especializado em obras militares e de infraestrutura de estradas que atendem à demanda interna e externa. Fora do Exército, existem os profissionais da área de energia solar fotovoltaica que atendem ao mercado brasileiro como um todo, seja em usina conectadas a rede da concessionária (on-grid), seja em usina em sistemas isolados (*off-grid*).

Ainda, a pesquisa foi iniciada através de reunião com sete especialistas na área de energia dentro e fora do Exército para definição e levantamento de incertezas e classificação de riscos que afetam cada fase do projeto, a semelhança da fase de descrição de riscos em Serrano-Gomez (2019).

Posteriormente, uma pesquisa com questionário voltado para percepção de probabilidade e impacto de cada risco foi realizada por meio de plataforma digital e alcançou tanto o Exército quanto a iniciativa privada. Tal coleta de dados contou com a participação de 77 (setenta e sete) profissionais que puderam contribuir no preenchimento do questionário, o que representa espaço amostral nível de confiança de 90% e margem de erro de 10%, com base na 600 (seiscentas) empresas que participam da Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR) e das 18 (dezoito) organizações militares que trabalham com obras de construção.

3.4 Caracterização e descrição dos instrumentos de pesquisa

Com base em publicações como de Zaidi (2018) e de Serrano-Gomez (2019), foi possível definir uma proposta de planejamento desse estudo para tratar da questão de forma científica dentro das especificidades das organizações militares e do tipo de sistema fotovoltaico (*off-grid*).

A primeira parte do processo de pesquisa está no levantamento de problemas e soluções práticas para esse tipo projeto através de entrevistas com especialistas dentro e fora do Exército. Através da aplicação de perguntas dentro de cada fase do ciclo de vida, foram classificadas as informações de cada especialista para inclusão dos riscos envolvidos dentro da Estrutura Analítica de Riscos de Serrano-Gomez (2019).

Para consecução da pesquisa, alguns instrumentos de aquisição de dados serão seguidos:

- a) foi elaborado um questionário que serviu de referência para conversas com especialistas no setor de energia renovável e levantar maiores óbices em projetos desse tipo, segundo cada fase do projeto *off-grid*;
- b) os problemas levantados foram classificados e incluídos na Estrutura Analítica de Risco de estudo existente (Suzano-Gomez, 2019) e separados os riscos pertinentes aos sistemas fotovoltaicos isolados;
- c) foi realizada análise comparativa AHP (*Analytic Hierarchy Process*) entre os riscos pertinentes ao projeto, através de reuniões com os especialistas dentro das Forças Armadas;
- d) foi realizado um formulário de pesquisa para levantamento da percepção de probabilidade e impacto dos riscos para diversos profissionais do setor, dentro e fora da Administração Pública, através de questionário digital.

3.5 Procedimentos de coleta e de análise de dados

Foram utilizadas ferramentas específicas para identificar, classificar e analisar os riscos, através de entrevistas, reuniões com especialistas e pesquisa com 77 (setenta e sete) profissionais da área de fotovoltaica.

3.5.1. Identificação e classificação de riscos

A primeira parte da pesquisa consiste na definição dos principais problemas em projetos de energia fotovoltaica que estarão subdivididos em fases, conforme

Gefen (2008) propõe para projetos de TI para o governo Norte-americano. Outras duas fases foram incluídas com base na Teoria de Engenharia de Sistemas, onde existem quatro fases principais: pré-aquisição, aquisição, utilização e desativação.

Assim, conforme o Apêndice II, foram respondidas perguntas sobre eventos que impactam projetos fotovoltaicos, consideradas cinco fases para análise dos riscos associados a todo ciclo de vida de sistemas fotovoltaicos: **fase conceitual e design, fase de contratação (aquisição), fase de execução, fase de operação e manutenção (utilização) e fase de desmontagem (desativação)**.

A técnica de identificação de riscos utilizada foi através de entrevistas com especialistas em projetos de energia fotovoltaica, por uma adaptação da metodologia destacada por Chapman (1998). Dessa forma, foram escolhidos especialista dentro das Forças Armadas e na iniciativa privada para abranger o máximo de pontos de vista práticos nesses sistemas.

As informações resultantes das entrevistas foram classificadas e incluídas na Estrutura Analítica de Risco de estudo existente (Suzano-Gomez, 2019) e posteriormente, separados os riscos pertinentes aos sistemas fotovoltaicos isolados (*off-grid*).

3.5.2. Análise multicritério entre riscos (AHP)

A partir do momento em que os riscos foram classificados e separados para servirem de base para o questionário, algumas matrizes de comparação foram propostas de maneira que os especialistas opinavam pela influência de um risco ou um grupo de riscos em relação a outros sob o aspecto da probabilidade e dos impactos, utilizando a tripla restrição (escopo, custo e tempo), onde a qualidade entrou complementar ao escopo.

3.5.3. Pesquisa de probabilidade e impacto dos riscos

Foi utilizada técnica Delphi descrita no Art 148, item III, de EXÉRCITO BRASILEIRO (2013), a qual envolve “a coleta de informações solicitadas a

peças relacionadas de alguma forma com o projeto, principalmente especialistas em determinados assuntos. Após o recebimento, é realizada uma seleção e aproveitamento das respostas às consultas;”

A coleta de dados pelos questionários aconteceu através da internet utilizando ferramentas do tipo formulário elaborado pelo autor com as informações obtidas da reunião prévia com os especialistas do setor, começando com as informações profissionais de cada participante da pesquisa.

A segunda parte da pesquisa se refere a **PROBABILIDADE** de determinados riscos acontecerem no decorrer do projeto de sistema fotovoltaico *off-grid* em localização remota, considerando:

- MUITO ALTO (100% e 80% de chances de ocorrer)
- ALTO (80% e 60% de chances de ocorrer)
- MODERADO (60% e 40% de chances de ocorrer)
- BAIXO (40% e 20% de chances de ocorrer)
- MUITO BAIXO (20% e 0% de chances de ocorrer)

Tabela 1 - Valores de probabilidade e correspondências do Manual Técnico de Gestão de Riscos do Exército e do exemplo proposto no PMBoK.

<i>Classe</i>	<i>Descrição</i>	<i>EB</i>	<i>PMBoK</i>
MA	Evento se reproduz muitas vezes, se repete seguidamente, de maneira assídua, numerosa e, não raro, de modo acelerado. Interfere de modo claro no ritmo das atividades, sendo evidente para os que conhecem o processo.	5	0,9
A	Evento usual, corriqueiro. Devido à sua ocorrência habitual ou conhecida em uma dezena ou mais de casos, aproximadamente, seu histórico é amplamente conhecido por parte de gestores e operadores do processo.	4	0,7
M	Evento esperado, que se reproduz com frequência reduzida, porém constante. Seu histórico de ocorrência é de conhecimento da maioria dos gestores e operadores do processo.	3	0,5
B	Evento casual, inesperado. Muito embora raro, há histórico conhecido de sua ocorrência por parte dos principais gestores e operadores do processo.	2	0,3
MB	Evento extraordinário para os padrões conhecidos da gestão e operação do processo. Embora possa assumir dimensão estratégica para a manutenção do processo, não há histórico disponível de sua ocorrência.	1	0,1

Fonte: Exército Brasileiro (2019b) e PMI (2017)

A terceira parte da pesquisa se refere a três tipos de impactos ocasionados pelos riscos do projeto de sistema fotovoltaico *off-grid* em localização remota (floresta amazônica). Conforme destacado no artigo, as três dimensões para os impactos de um evento ocorrer são: impacto na qualidade e escopo, impacto nos custos e impacto no prazo do projeto, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de impacto no projeto e correspondências do Manual Técnico de Gestão de Riscos do Exército e do exemplo proposto no PMBoK.

<i>Classe</i>	<i>Impacto na qualidade e escopo</i>	<i>Impacto nos custos</i>	<i>Impacto no prazo</i>	<i>Descrição</i>	<i>EB</i>	<i>PMBoK</i>
MA	Compromete fornecimento de energia de maneira prolongada	Custos extras que ultrapassam mais que o dobro do contrato	Ultrapassa o prazo de contrato em mais que o dobre previsto	Interrupção abrupta de operações, atividades, projetos, causando impactos de muito difícil reversão nos objetivos.	5	0,8
A	Compromete fornecimento de energia de forma frequente	Ultrapassa o custo estimado entre 25% e 100% do valor contratado	Ultrapassa o custo estimado entre 25% e 100% do prazo contratado	Interrupção de operações, atividades, projetos, causando impactos de difícil reversão nos objetivos.	4	0,4
M	Fornecimento insuficiente de energia	Ultrapassa o custo estimado em até 25%	Ultrapassa em até 25% do prazo estimado	Interrupção de operações da organização, de projetos, causando impactos significativos, porém recuperáveis.	3	0,2
B	Interrupções ocasionais	Ultrapassa o custo estimado entre 5% e 25% do valor contratado	Ultrapassa o custo estimado entre 5% e 25% do prazo contratado	Degradação de operações, atividades, projetos, programas ou processos da organização, causando impactos pequenos nos objetivos.	2	0,1
MB	Pequenas interrupções no fornecimento de energia	Pouco ou nenhum impacto no custo original	Pouco ou nenhum impacto no prazo original	Degradação de operações, atividades, projetos, porém causando impactos mínimos nos objetivos à capacidade de entrega de produtos/serviços às partes interessadas	1	0,05

Fonte: Exército Brasileiro (2019b) e PMI (2017)

Cabe considerar que existem outras metodologias de gestão de riscos como, por exemplo, a Prince 2 que propõe outras abordagens de classificação e categorização que não foram estudadas neste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos em cada uma das abordagens estão descritos nesta seção, onde foram consideradas dois grupos distintos de participantes (especialistas das Forças Armadas e profissionais do setor de fotovoltaica), para, posteriormente, avaliar a coerência entre as respostas e identificar os riscos que necessitam uma gestão prioritária.

4.1 Identificação e classificação de riscos

O levantamento de práticas e experiências em sistemas fotovoltaicos está baseado nos questionários preenchidos pelos experts, cada um com uma perspectiva técnico-administrativa distinta:

E1: profissional da área de engenharia elétrica há mais de 20 anos, com experiência em implantação de sistemas isolados na Amazônia;

E2: profissional com mestrado em engenharia elétrica, com experiência na em projeto, construção e operação de usina fotovoltaica na Amazônia;

E3: militar, profissional da área de engenharia de fortificação e construção, com formação em eletrotécnica e experiência de mais de 10 anos em diversas obras militares no Exército;

E4: militar, profissional da área de engenharia elétrica, com mais de 20 anos de experiência em sistemas elétricos e 5 anos em geradores fotovoltaicos dentro e fora do Exército;

E5: militar da área de engenharia elétrica com experiência na execução e gerenciamento de serviços elétricos, geração fotovoltaica e redes de distribuição de energia em média e baixa tensão, na região Amazônica.

A partir do levantamento realizado dos eventos críticos junto aos especialistas, foi possível destacar e agrupar os problemas principais e incluí-los na Estrutura Analítica de Riscos proposta em Suzano-Gomez, 2019. Assim, os

riscos identificados que se aplicam à sistemas *off-grid* são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Riscos identificados e classificados por meio dos especialistas.

Nível	Idt	Riscos identificados	Categoria	Classificação
1.1.1.	1	Mudanças prioridades por parte das autoridades	Político	Contexto externo
2.1.1.	2	Dificuldades no levantamento de dados locais	Técnico	Especificidade Local
2.1.2.	3	Incidência de fenômenos naturais	Técnico	Especificidade Local
2.1.3	4	Problemas de comunicação com o sistema para acompanhamento remoto	Técnico	Custos operação
2.2.1	5	Carência de mão-de-obra especializada para execução, operação e manutenção	Técnico	Tecnologia
2.2.2.	6	Mal dimensionamento de equipamentos/materiais	Técnico	Tecnologia
3.1.1.	7	Dificuldade no levantamento de custos para transporte de materiais, equipamentos e pessoal	Econômico	Custos gerais
3.5.1	8	Dificuldade em realizar cotação de mercado para cada equipamento	Econômico	Custos para Estudos
3.5.3.	9	Variação Cambial	Econômico	Financeiro
4.1.1	10	Problemas no transporte de equipamentos e materiais	Atrasos	Transporte
4.1.2	11	Problemas no transporte de pessoal técnico de operação e manutenção	Atrasos	Transporte
4.2.1	12	Atrasos na obtenção de aprovação de licenças de impacto ambiental	Atrasos	Atrasos licenças
5.1.1	13	Poucos procedimentos de manutenção/operação	Legais	Alteração na Regulação
6.2.3	14	Conflitos com a população local	Social	Social
7.1.1	15	Carência de metodologia de gestão de projetos	Gestão	Gestão
7.1.2	16	Desconhecimento técnico-administrativo por parte do usuário	Gestão	Gestão
7.1.3	17	Formalidades para garantia dos equipamentos	Gestão	Gestão

4.2 Análise multicritério AHP comparativa entre os riscos

A partir dos riscos identificados e classificados em grupo, foram realizadas reuniões com 07 (sete) profissionais com experiência em sistema fotovoltaicos

somente com integrantes das Forças Armadas, onde foi possível chegar num consenso médio entre a interação dos diversos riscos e grupos (categorias) de riscos.

A análise AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é um método de tomada de decisão multicritério que avalia projeto através de comparações entre cenários distintos. No caso, os cenários estão associados aos diferentes riscos identificados e separados em grupos (categorias). No caso deste estudo, os cenários distintos representam os próprios riscos. Para a realização do AHP foram comparados os riscos de cada grupo entre si e os diferentes grupos de riscos.

O Apêndice III exemplifica as matrizes obtidas, apresentando os resultados médios dos índices de probabilidade comparativa que foram respondidos pelo grupo de especialistas considerando a ponderação de valores da Tabela 4, conforme classificação do artigo de referência. Foram conduzidos quatro tipos de comparações e cada tipo com cinco matrizes: probabilidade de ocorrência de um risco em relação a outro (Apêndice III); impacto na qualidade caso um determinado risco aconteça em relação ao impacto do outro; impacto nos custos caso um determinado risco aconteça em relação ao impacto do outro; e impacto no prazo caso um determinado risco aconteça em relação ao impacto do outro.

Tabela 4 - Valores associados às classes de comparação entre riscos e grupos de riscos

<i>Classe de comparação</i>	<i>Índice</i>
MUITÍSSIMO MAIOR	8,000
MUITO MAIOR	6,000
MAIOR	4,000
POUCO MAIOR	2,000
IGUAL	1,000
POUCO MENOR	0,500
MENOR	0,250
MUITO MENOR	0,167
MUITÍSSIMO MENOR	0,125

De acordo com a percepção de cada especialista, uma classe de comparação deveria escolhida para cada posição das matrizes e a média de cada

posição foi considerada como resultado. Utilizando o método AHP com os valores médios em cada posição das matrizes, foi possível chegar uma lista ponderada entre os riscos de maneira a identificar uma priorização (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores calculados para ponderação AHP de comparação entre riscos e grupos de riscos

Riscos	Probabilidade (AHP P_k)	Impacto na Qualidade (AHP IQ_k)	Impacto no Custo (AHP IC_k)	Impacto no Prazo (AHP IP_k)	Criticidade Total (AHP C_k)	Ordenação (AHP)
R1	0,045	0,057	0,070	0,091	0,0032	7
R2	0,137	0,063	0,131	0,113	0,0134	1
R3	0,060	0,048	0,049	0,037	0,0027	8
R4	0,039	0,032	0,028	0,028	0,0012	14
R5	0,039	0,055	0,049	0,049	0,0020	11
R6	0,020	0,032	0,043	0,033	0,0007	16
R7	0,096	0,107	0,078	0,079	0,0084	4
R8	0,030	0,054	0,039	0,031	0,0012	13
R9	0,076	0,027	0,039	0,012	0,0018	12
R10	0,118	0,109	0,109	0,117	0,0132	2
R11	0,047	0,043	0,055	0,059	0,0024	9
R12	0,037	0,017	0,027	0,029	0,0009	15
R13	0,042	0,085	0,064	0,088	0,0033	6
R14	0,085	0,108	0,105	0,118	0,0094	3
R15	0,061	0,089	0,053	0,062	0,0040	5
R16	0,048	0,056	0,042	0,039	0,0022	10
R17	0,019	0,018	0,017	0,012	0,0003	17

A criticidade total calculada é dada pela equação Eq. 1, conforme adaptação da abordagem de Serrano-Gomez (2019), onde o índice 'k' representa um risco associado dentre os dezessete identificados.

$$AHP(C_k) = AHP(P_k) \times [AHP(IQ_k) \times AHP(IC_k) \times AHP(IP_k)]^{1/3} \text{ Eq. 1}$$

Analisando-se o resultado descrito na Tabela 5, pode-se perceber que alguns riscos que apresentaram maiores valores de criticidade total são únicos dentro da categoria de riscos (riscos legais – R13 e riscos sociais – R14). Graficamente, é possível visualizar numa escala logarítmica.

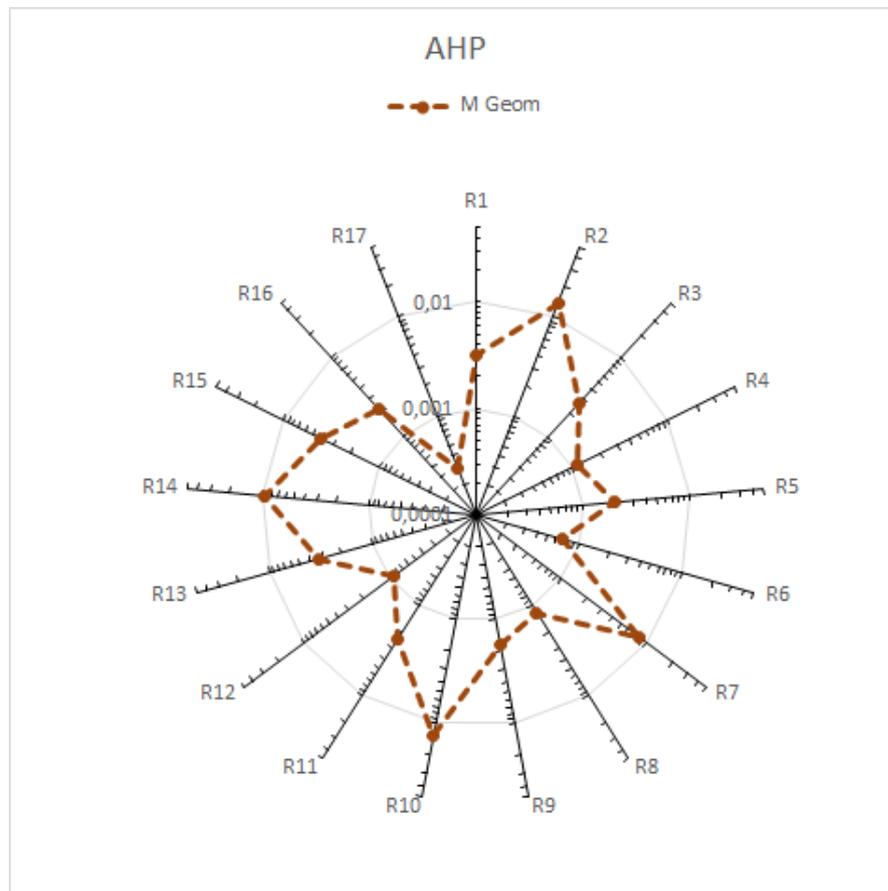


Figura 5 - Gráfico da criticidade média de cada risco, segundo método AHP.

4.3 Pesquisa sobre Probabilidade e Impacto dos Riscos

Concomitantemente à fase comparativa dos riscos utilizando análise multicritério AHP, uma pesquisa com base em questionário sobre probabilidade e impacto de cada risco foi realizada entre os dias 5 e 31 de julho de 2020, com o apoio da difusão da Revista Fotovolt (Eletricidade Moderna) e da ABSOLAR.

A primeira parte consiste no levantamento do perfil profissional de cada participante, destacando área de atuação, formação, tempo de experiência com gestão de projetos e com sistemas fotovoltaicos e outras informações específicas.

A Figura 6 representa um resumo dos principais resultados sobre o levantamento demográfico dos participantes da pesquisa.

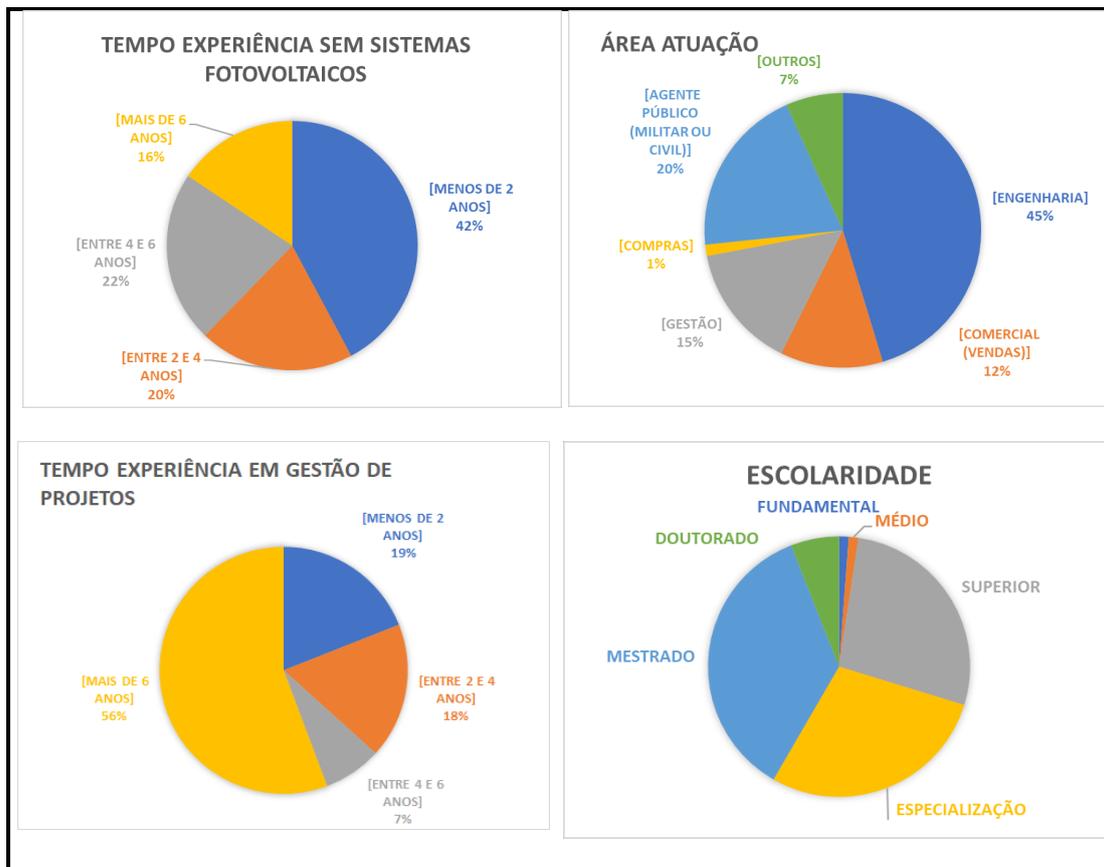


Figura 6 - Gráficos dos resultados demográficos da coleta de dados.

A criticidade total calculada é dada pela equação Eq. 2, onde o índice 'k' representa um risco associado dentre os dezessete identificados.

$$C_k = P_k \times [IQ_k \times IC_k \times IP_k]^{1/3} \quad \text{Eq. 2}$$

Os resultados com base nos valores exemplificados no PMBoK (PMI, 2017) associados à percepção da probabilidade e dos impactos (qualidade, custo e tempo), estão resumidos na tabela a seguir, indicando a criticidade e ordenação:

Tabela 6 - Médias dos valores atribuídos para cada classificação de probabilidade e impacto (PMBoK)

Riscos	Probabilidade (P_k)	Impacto na Qualidade (IQ_k)	Impacto no Custo (IC_k)	Impacto no Prazo (IP_k)	Criticidade Total (C_k)	Ordenação
R1	0,54	0,35	0,40	0,43	0,212	8
R2	0,51	0,48	0,47	0,44	0,236	4
R3	0,55	0,32	0,33	0,30	0,174	11

R4	0,61	0,33	0,27	0,21	0,162	14
R5	0,61	0,42	0,40	0,39	0,246	2
R6	0,45	0,59	0,53	0,38	0,245	3
R7	0,57	0,26	0,45	0,45	0,219	7
R8	0,64	0,28	0,54	0,31	0,227	6
R9	0,45	0,30	0,39	0,36	0,173	12
R10	0,64	0,28	0,48	0,47	0,251	1
R11	0,56	0,32	0,35	0,42	0,208	9
R12	0,58	0,31	0,34	0,58	0,232	5
R13	0,48	0,39	0,33	0,24	0,163	13
R14	0,44	0,30	0,36	0,31	0,158	16
R15	0,39	0,38	0,32	0,34	0,157	17
R16	0,56	0,38	0,36	0,25	0,187	10
R17	0,37	0,36	0,28	0,48	0,159	15

Segundo o Manual de Gestão de Riscos do Exército (Exército Brasileiro, 2019b) a atribuição de valores para cada classificação é diferenciada em relação ao exemplo do PMBoK, conforme Tabela 1 e Tabela 2, obtendo o seguinte resultado de criticidade e ordenação dos riscos:

Tabela 7 - Médias dos valores atribuídos para cada classificação de probabilidade e impacto (Manual de gestão de riscos do EB).

<i>Riscos</i>	<i>Probabilidade (P_k)</i>	<i>Impacto na Qualidade (IQ_k)</i>	<i>Impacto no Custo (IC_k)</i>	<i>Impacto no Prazo (IP_k)</i>	<i>Criticidade Total (C_k)</i>	<i>Ordenação</i>
R1	3,20	3,30	3,70	3,80	11,499	9
R2	3,00	3,90	4,00	3,70	11,594	7
R3	3,20	3,30	3,40	3,20	10,557	11
R4	3,50	3,30	3,00	2,70	10,465	12
R5	3,50	3,70	3,60	3,60	12,716	2
R6	2,70	4,30	4,10	3,40	11,521	8
R7	3,30	2,90	3,90	3,90	11,891	5
R8	3,70	3,00	4,20	3,20	12,455	3
R9	2,80	3,10	3,70	3,50	10,328	13
R10	3,70	3,00	4,00	4,00	13,200	1
R11	3,30	3,30	3,50	3,80	11,871	6
R12	3,40	3,00	3,30	4,30	11,987	4
R13	2,90	3,50	3,30	2,70	9,719	14
R14	2,70	3,00	3,40	3,10	9,309	17
R15	2,40	3,60	3,40	3,50	9,523	15
R16	3,30	3,50	3,40	2,90	10,957	10
R17	2,40	3,50	3,00	4,00	9,460	16

Comparando-se graficamente as duas formas de representar numericamente as pesquisas realizadas, percebe-se que o exemplo do PMBoK

acentua mais as a média geométrica das criticidades de cada risco com impactos de classificação 'muito alta', fato esse observado na Figura 7.

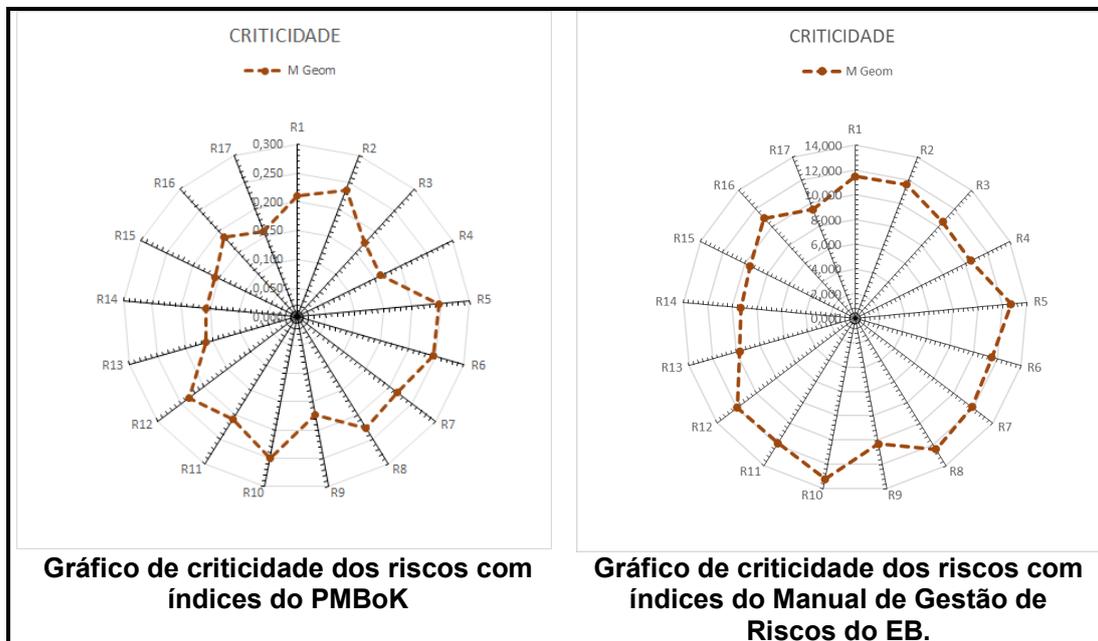


Figura 7 - Comparação gráfica para índices (PMBoK e MTMGR-EB)

Na perspectiva do gestor público, em especial dentro do Exército, alguns riscos predominantes descritos na Tabela 8, como é o caso dos riscos 8 e 12, não possuem uma representatividade relevante dentro das experiências com projetos desse tipo. O caso do risco 8 está associado à dificuldade de cotação para compor o projeto básico da licitação, no entanto tal dificuldade formal não impede de que cotações sejam realizadas em websites de empresas do ramo e que fornecem uma base estimada dentro da prática de mercado, minimizando impactos nos custos do projeto. O impacto no prazo, nesse caso, pode ser relevante devido ao formalismo característico da administração pública.

Para o caso do Exército, o risco 12 que está associado à licença ambiental, existem dispositivos legais especiais onde passivos dentro de área militar com objetivo de oferecer maior operacionalidade da tropa possuem um tratamento diferenciado para licenciamento e evita grandes atrasos para implantação do sistema, principalmente, porque as áreas necessárias para este tipo de empreendimento é pequena (aproximadamente 1500m²).

4.4 Comparação entre resultados do método AHP e o levantamento por questionário

Ao se comparar o resultado da ordem de riscos com maior ponderação segundo o critério do método AHP com o resultado de ordem dos riscos para índices distintos com base no PMBoK e MTMGR-EB, percebe-se que dentre os dez primeiros riscos ordenados para cada abordagem houve uma diferença considerável entre o método AHP em relação aos demais, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Comparação entre resultados das duas formas de coletas de dados.

MTMGR-EB	PMBoK	AHP
10	10	2
5	5	10
8	6	14
12	2	7
7	12	13
11	8	3
2	7	15
6	1	11
1	11	5
16	16	1

Nota-se na Tabela 8, que dos dez primeiros riscos ordenados para cada abordagem, somente seis se repetem nas três análises e suas posições são diferenciadas uma das outras. Tal divergência deve-se ao fato de que durante a identificação e classificação dos riscos, separando-os em categorias segundo a Estrutura Analítica de Riscos do artigo referência, existiram riscos que não foram comparados entre outros da mesma categoria porque eram únicos em seus grupos. Por isso, a ponderação AHP desses riscos únicos em suas categorias não foi corrigida por outra ponderação de outra matriz, deixando os Riscos 13 (legal) e 14 (social) numa priorização maior.

Uma possibilidade de aproximar os resultados da AHP de maneira que as posições entre os riscos sejam semelhantes à coleta de dados seria a realização

de outra reunião com os mesmos especialistas, de forma que os pesos dados dentro de cada matriz do método AHP sejam reavaliados para alguns riscos isolados em suas categorias.

O artigo de referência propõe um fator (Função Geral do Fator de Risco) que seria a razão da probabilidade média em relação a sua probabilidade comparativa AHP e a razão dos impactos em relação aos seus respectivos impactos comparativos, conforme destaca Eq. 3:

$$FGR_k = \frac{P_k}{AHP(P_k)} \times \left[\frac{IQ_k}{AHP(IQ_k)} \times \frac{IC_k}{AHP(IC_k)} \times \frac{IP_k}{AHP(IP_k)} \right]^{1/3} \quad \text{Eq. 3}$$

Porém esse fator aplicado aos resultados desse trabalho mostrou uma ordenação bastante diferente dos valores da Tabela 8 e tal heterogeneidade deve-se ao fato que a estratégia utilizada no artigo foi através de lógica *fuzzy* e com outra indexação das classes.

Ao focar nas diferentes abordagens e seus respectivos impactos para tomada de decisão, percebe-se que a ordenação com base nos índices exemplificados no PMBoK apresentou uma lógica mais apropriada em relação às questões práticas de gestão no Exército e com isso, pode ser considerada uma referência metodológica mais precisa diante das outras duas.

4.5 Análises dos histogramas

Segundo os resultados da coleta de dados e apresentados em formato de histogramas, conforme APÊNDICE IV, e 86% comportou-se com distribuição normal, com médias e desvios-padrão mais apropriados.

Poucos resultados apresentaram uma distribuição mais linear sobre as opiniões, como foi o caso da probabilidade do Risco R2 (dificuldades no levantamento de dados locais). No entanto, realizando um filtro em relação aos agentes públicos que enxergam o problema de forma mais interna e filtrando aqueles que possuem experiência em sistemas *off-grid* pode-se perceber que houve uma discrepância natural nos pontos de vista:

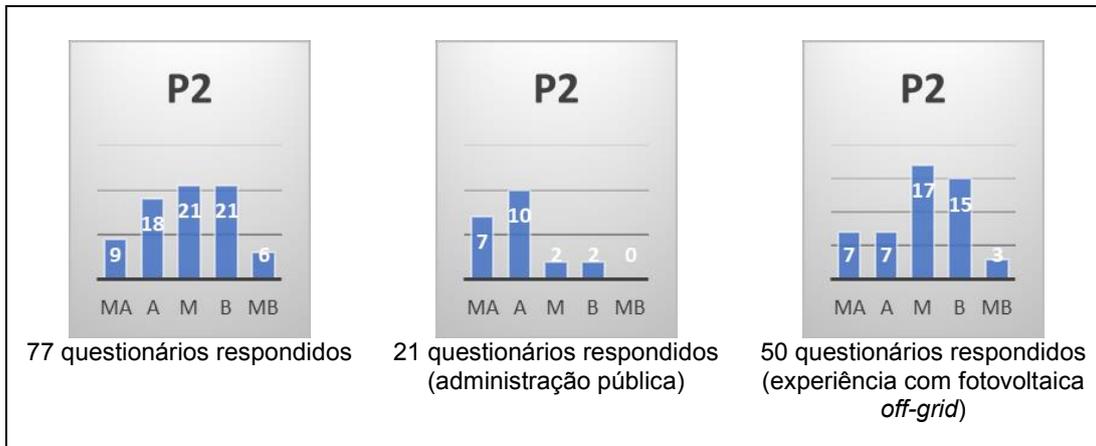


Figura 8 - Comparação de histograma para o risco 2

Para os demais casos com distribuição mais linear, mesmo realizando uma avaliação diferenciada do público participante, como foi no caso do Risco 2, a percepção continuou sem uma definição normalizada e com desvio-padrão que não representava satisfatoriamente tais percepções. Em todos esses casos, os impactos e que sofreram essa resposta linear, como foram os casos: IQ (1, 4, 12, 14); IC (4, 14,17); e IP (9, 13).

Como a média dessas variáveis de impacto que possuem distribuição linear refere-se a um valor central de classificação, a criticidade dos riscos associados a essas variáveis não foi predominante em relação aos demais, conforme a Tabela 8 descreve. Portanto, pode-se inferir que a linearidade de opiniões sobre os impactos pode não colaborar para ponderações maiores e deixar a posição relativa desses riscos não representativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A necessidade energética em localizações remotas da região amazônica encontrou no sistema fotovoltaico *off-grid* uma solução exequível e confiável para atender aos Pelotões Especiais de Fronteira do Exército. Porém, antes de empreender em projetos *off-grid*, diversos fatores riscos associados a essa solução carecem de um aprofundamento maior. Nesse sentido que, a partir da pesquisa da literatura científica e das informações de gestão dentro do sistema de obras militares, foi possível conduzir um estudo que agregasse as opiniões de

especialistas dentro das Forças Armadas junto as perspectivas de outros profissionais do setor fotovoltaico nacional.

Cabe destacar que os fatores de riscos podem ser estudados por fase de projeto e serem tratados segundo uma priorização distinta à encontrada neste trabalho decorrente da predominância em cada período do desenvolvimento do sistema off-grid.

A partir dos especialistas, fatores de riscos foram levantados e classificados, para então aprofundar em duas análises simultâneas com diferentes métodos de pesquisa: análise multicritério AHP com especialistas emitindo pareceres dentro dos limites da legislação da administração pública, e outro método de coleta de dados por meio de questionário sobre probabilidade e impacto. A identificação dos fatores de riscos já é uma evolução no atual contexto de projetos *off-grid* dentro e fora do Exército e ainda proporciona uma visão completa da solução para que seja utilizada como base para futuros estudos e aprimoramentos.

Dentre as abordagens apresentadas, a que mais se aproximou das características dos projetos dentro do Exército foi a que utilizou a indexação exemplificada no PMBoK, levantando a questão sobre a importância de não normatizar tais índices e propor uma adequação em nossos manuais.

Os resultados apresentados ressaltam a necessidade de uma adequação do método multicritério AHP, realizando novas reuniões para aproximações sucessivas com os especialistas de maneira que as discrepâncias com a pesquisa possam ser minimizadas. Não havendo evolução a partir dessa adequação, substituir tal metodologia por outra que possa oferecer maior contribuição pode ser uma opção, de forma que a coleta de dados junto aos profissionais do mercado de fotovoltaica sirva de referência para nova metodologia.

As informações levantadas nesse trabalho servem de base para a formulação de um plano de gerenciamento de riscos em projetos fotovoltaicos *off-grid* dentro e fora das Forças Armadas. Com o tempo, decorrente da dinamicidade tecnológica, alguns fatores de risco podem surgir e outros podem ser suprimidos,

no entanto, é fundamental que a prevenção e tratamento de eventos associados a riscos sejam aprofundados e discutidos dentro de cada organização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANEEL. Resolução Normativa Nº 482. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasil. 17 de abril de 2012, e alterações. 2012

AL-BAHAR, J.F. e CRANDALL, K.C. **Systematic risk management approach for construction projects**. *Journal of Construction Engineering and Management*, 116(3), pp.533-546. 1990.

ALTOÉ, L., COSTA, J. M., OLIVEIRA FILHO, D., MARTINEZ, F. J. R., FERRAREZ, A. H., & VIANA, L. D. A. **Políticas públicas de incentivo à eficiência energética**. *Estudos Avançados*, 31(89), 285-297. 2017.

BONDARIK, R., PILATTI, L. A., & HORST, D. J. **Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil**. *Interciência*, 43(10), 680-688. 2018.

CHAPMAN, R. J. **The effectiveness of working group risk identification and assessment techniques**. *International Journal of Project Management*, 16(6), 333-343. 1998

ENERGÉTICA, EPE EMPRESA DE PESQUISA. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL: Relatório síntese, ano base 2018**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2019.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Portaria Nº 176 – Estado-Maior do Exército, de 29 de agosto de 2013**. Aprova as Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento de Projetos no Exército Brasileiro (EB20-N-08.001), 2ª Edição, 2013 e dá outras providências.

_____. **Portaria do Comandante do Exército nº4, de 3 de janeiro de 2019.** Aprova a Política de Gestão de Riscos do Exército Brasileiro (EB10-P-01.004), 2ª Edição, 2019a.

_____. **Portaria do Chefe do Estado-Maior do Exército nº4, de 2 de outubro de 2019.** Aprova o Manual Técnico da Metodologia de Gestão de Riscos do Exército Brasileiro (EB20-MT-02.001), 1ª Edição, 2019b.

GEFEN, D., S. WYSS, Y. LICHTENSTEIN. ***Business familiarity as risk mitigation in software development outsourcing contracts.*** MIS Q. 32(3): 531–551. 2008.

GOH, H. H., LEE, S. W., CHUA, Q. S., GOH, K. C., KOK, B. C., & TEO, K. T. K. ***Renewable energy project: Project management, challenges and risk.*** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 917-932. 2014.

HEO, Y., AUGENBROE, G., & CHOUDHARY, R. ***Risk analysis of energy-efficiency projects based on Bayesian calibration of building energy models.*** *In Building simulation* (pp. 2579-2586). 2010.

HITZEROTH, M., & MEGERLE, A. ***Renewable energy projects: acceptance risks and their management.*** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 576-584. 2013.

KARUNATHILAKE, H., HEWAGE, K., BRINKERHOFF, J., e SADIQ, R. ***Optimal renewable energy supply choices for net-zero ready buildings: A life cycle thinking approach under uncertainty.*** *Energy and Buildings*, 201, 70-89. 2019.

KERZNER, H. ***Gestão de Projetos: As Melhores Práticas.*** Bookman Editora. 2016.

LEE, E., PARK, Y., & SHIN, J. G. ***Large engineering project risk management using a Bayesian belief network.*** *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5880-5887. 2009.

MISHRA, A., SIDHARTHA R., MURRAY, J. J. **Risk, Process Maturity, and Project Performance: An Empirical Analysis of US Federal Government Technology Projects.** *Production and Operation Management*, Vol. 25, No. 2, pp. 210–232. 2016.

MENDONÇA, A. K. S., e BORNIA, A. C. **Oportunidades para a difusão da energia eólica e solar em sistemas isolados no Brasil: barreiras e facilidades evidenciados na literatura.** *Mix Sustentável* 5.3: 81-92, 2019.

OLSON, D. L., & WU, D. D. **Enterprise risk management models.** Springer, Berlin, Heidelberg. 2010.

PEREIRA, R. C. **Políticas públicas para expansão da energia solar fotovoltaica: um estudo dos principais programas de incentivo da tecnologia no Brasil.** 2019.

PMI, A. **Guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide).** *In Project Management Institute.* 6ª Edição. 2017.

RABECHINE JUNIOR, R., & CARVALHO, M. M. D. **Relacionamento entre gerenciamento de risco e sucesso de projetos.** *Production* 23, no. 3, pag.570-581, 2013.

SERRANO-GOMEZ, L., & MUNOZ-HERNANDEZ, J. I. **Monte Carlo approach to fuzzy AHP risk analysis in renewable energy construction projects.** *PloS one*, 14(6). 2019.

TETIANA, H., KARPENKO, L. M., OLESIA, F. V., Yu, S. I., e SVETLANA, D. **Innovative Methods of Performance Evaluation of Energy Efficiency Projects.** *Academy of Strategic Management Journal.* 2018.

VAN GORP, J. C. **Enterprising energy management.** *IEEE power and energy magazine*, 2(1), 59-63. 2004.

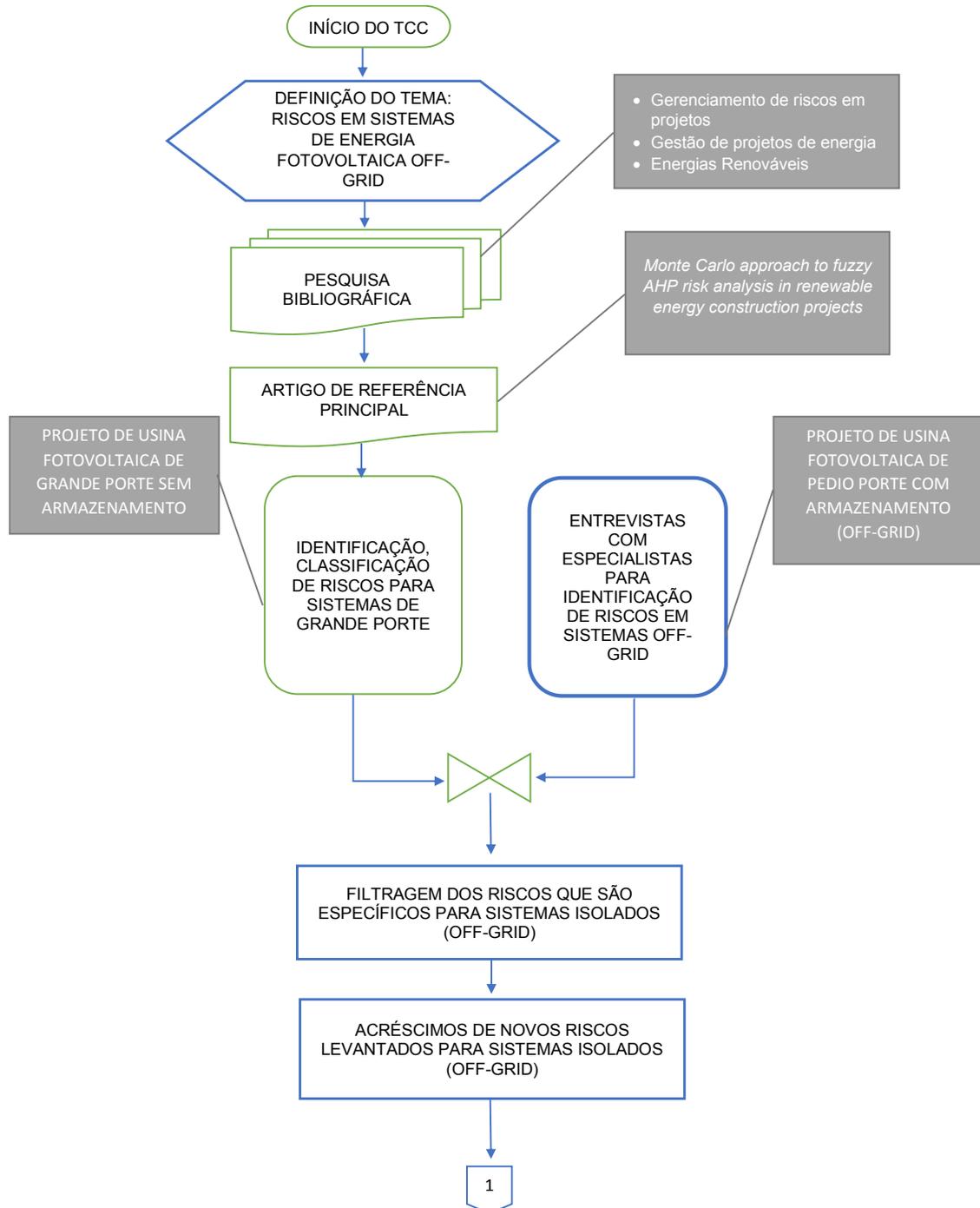
YAZDANI-CHAMZINI, A., FOULADGAR, M. M., ZAVADSKAS, E. K., e MOINI, S. H. H. **Selecting the optimal renewable energy using multi criteria decision making**. *Journal of Business Economics and Management*, 14(5), 957-978. 2013.

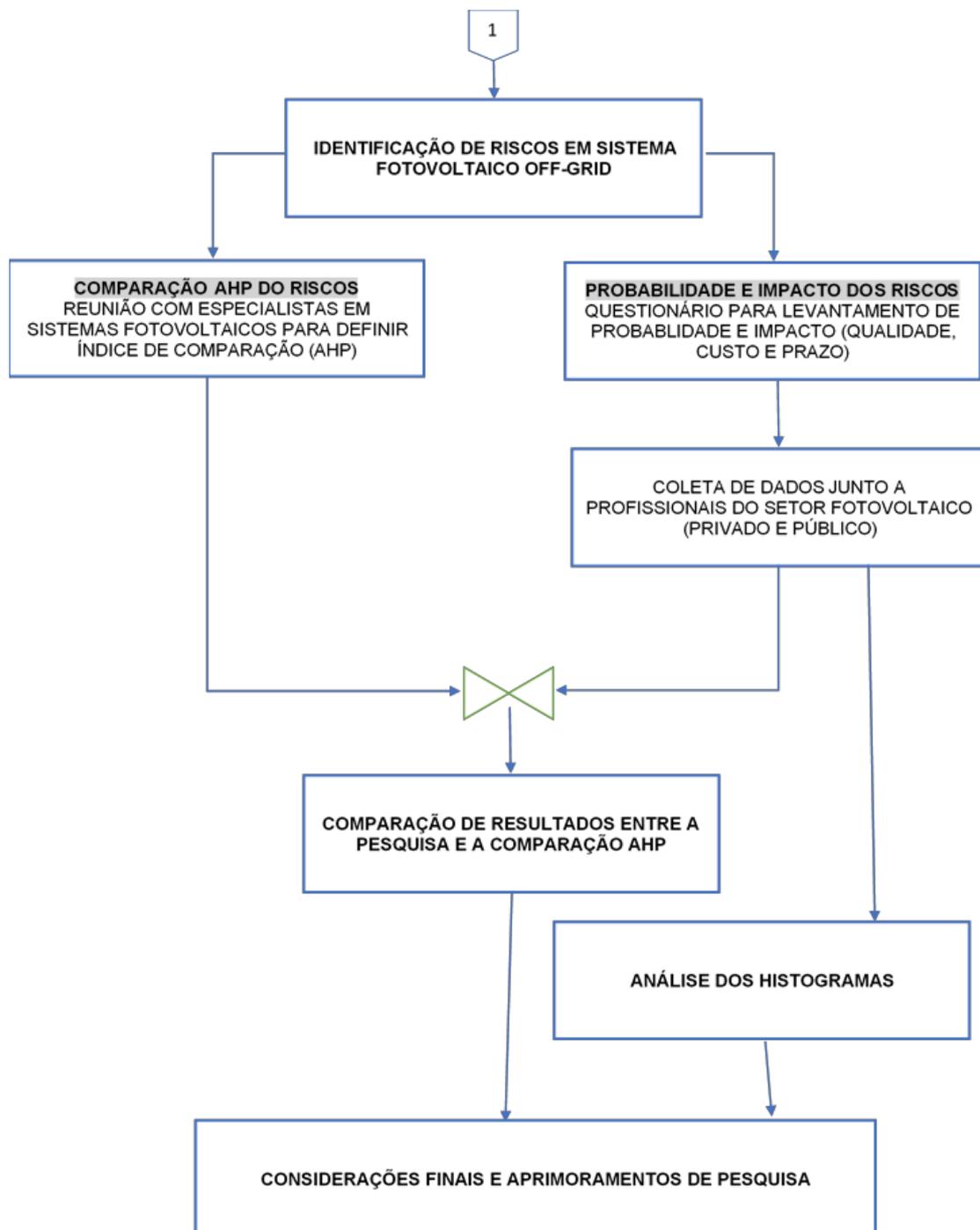
WANG, L., YUAN, M., ZHANG, F., WANG, X., DAI, L., & ZHAO, F. **Risk assessment of distribution networks integrating large-scale distributed photovoltaics**. *IEEE Access*, 7, 59653-59664. 2019.

WU, P., & LOW, S. P. **Project management and green buildings: lessons from the rating systems**. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 136(2), 64-70. 2010.

ZAIDI, M. F. A., OTHMAN, S. N., & Ismail, R. M. **Exploring Risk Management Activities for Solar PV: A Preliminary Investigation in Malaysia**. *International Journal of Science and Business*. Volume: 2, Issue: 1 Page: 35-60, 2018

APÊNDICE I – FLUXOGRAMA DE PESQUISA





APÊNDICE II – ENTREVISTA ENTRE ESPECIALISTAS DO SETOR

O presente questionário tem por finalidade **elencar o máximo possível de problemas/riscos** associados a cinco etapas ao ciclo de vida de um sistema fotovoltaico (*on-grid* e *off-grid*). Tais riscos podem ser de caráter técnico, financeiro, pessoal, administrativo e, se possível, serem associados às respectivas propostas de solução.

A partir da visão de cada experts na área, faremos uma compilação dos pontos de vista levantadas para elaborar outro questionário e, então, ser aplicado aos diversos participantes do mercado futuramente.

Caso haja algum problema/risco que seja considerado de caráter RESERVADO, favor incluir tal informação para que futuramente não seja divulgado ostensivamente, ficando somente no banco de dados de nosso departamento.

Os resultados servirão de base para implementar normas e planos de gestão de riscos na Administração pública e na iniciativa privada e, ainda, poderão ser incluídos em artigo científico que o solicitante está desenvolvendo na área de gestão de projetos pelo Exército.

Obrigado pela participação.

SOLICITANTE: FABIANO GOMES DA SILVA – TENENTE-CORONEL

EMAIL: fabiano.gomes@eb.mil.br

TEL: (61) 99658-5528

GRADUAÇÃO: ENGENHARIA ELÉTRICA (MSc)

ORGANIZAÇÃO MILITAR: DIRETORIA DE OBRAS MILITARES (EXÉRCITO BRASILEIRO)

NOME DO EXPERT: **Francisco Maiello Neto**

Email: chicomaiello@terra.com.br

Telefone: **16 98111 2345**

FORMAÇÃO ACADÊMICA: Engenheiro Eletricista

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL NA ÁREA:

Atuo na área de energias renováveis a mais de 20 anos

Fundador conselheiro da ABSOLAR

Participação em projetos relacionados ao tema:

1. Uma das primeiras usinas de 1MW do Brasil junto ao P&D Chamada 13 com CPFL
2. Projetos de mini redes da amazonia com Guascor e Kyocera
3. Projetos do programa luz para todos em algumas regiões do brasil

INSTITUIÇÃO QUE REPRESENTA:

Qualilux empresa de projetos e engenharia

PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de geração distribuída?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

PROBLEMA A1: falta de definição do modelo regulatório

SOLUÇÃO : votação da regulamentação RN 482

PROBLEMA A2: insegurança jurídica dos modelos contratuais devido a falta de regulação

SOLUCAO : transformar a RN em Lei, atuando junto a ANEEL e MME

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de comparas corporativas, direitos e deveres formais)

PROBLEMA B1: baixa formação de profissionais do setor

SOLUCAO : criação de cursos e treinamentos criando selos de qualidade para empresas EPCistas

PROBLEMA B2: propostas pouco abrangentes no que diz respeito a seguros, garantias, manutenção

SOLUCAO : preparar melhor o mercado e as empresas incentivando a cadeia produtiva e de serviços a se aperfeiçoar com boas praticas de mercados mais maduros

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

PROBLEMA C1 : escopo de editais e pouco abrangentes em relação a necessidades reais para um projeto com excelência

SOLUCAO : contratação de empresas com experiencia em projetos civis, elétricos, mecânicos e solares.

Os projetos devem contemplar não apenas a questão solar, mas questões ambientais de licenciamento, descartes de resíduos das obras, drenagem, sistemas de aterramento e SPDA eficientes, segurança, e outros que demandam engenharia abrangente de projetos.

PROBLEMA C2 : pouco conhecimento das empresas em comissionamento de projetos e normas vinculadas

SOLUCAO : buscar empresas com experiencia, que tenham boas práticas de implantação e comissionamento

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

PROBLEMA D1 : segurança de dados de informações

SOLUCARO : contratação de empresas com governança e compliance

PROBLEMA D2 : acordos operativos de manutenção para projetos distantes de grandes centros

SOLUCAO : treinamento de pessoas locais para serviços emergenciais

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

PROBLEMA E1 : reciclagem dentro das normas exigidas para destinação dos produtos

SOLUCAO : criação de regras e divulgação das mesmas, para descarte e/ou reaproveitamento de módulos, baterias e outros

PROJETO DE USINA FOTOVOLTICA EM SISTEMAS ISOLADOS

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de sistemas isolados?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

PROBLEMA A1 : regras de projeto e dimensionamento não atuais

SOLUÇÃO : adequar junto ao MME e a ANEEL os editais de programas off grid

PROBLEMA A2 : conhecimento das localidades e suas especificidades

SOLUCAO : definir melhor os programas com as capacidades reais que cada comunidade ou interessado realmente possa necessitar, traçando o perfil das comunidades e hábitos locais

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de compras corporativas, direitos e deveres formais)

PROBLEMA B1 : baixa formação de profissionais do setor e necessidade de tê-los em regiões remotas

SOLUCAO : criação de cursos e treinamentos para responsáveis das comunidades

PROBLEMA B2 : definição de escopo dos projetos e matriz de responsabilidades entre os envolvidos

SOLUCAO : preparar melhor as empresas para identificar as oportunidades e traçar os melhores planos de implantação

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

PROBLEMA C1 : regiões remotas e de difícil acesso

SOLUCAO : contratação de empresas locais que possam dar suporte logístico adequado e apoiar no dimensionamento correto das atividades

PROBLEMA C2 : pouco conhecimento das empresas em comissionamento de projetos e normas vinculadas

SOLUCAO : buscar empresas com experiencia, que tenham boas práticas de implantação e comissionamento

PROBLEMA C3 : atuar com eficiência em regiões remotas com dificuldades de acesso e descarte de materiais

SOLUCAO : buscar empresas com experiencia, que tenham boas práticas de implantação em áreas remotas.

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

PROBLEMA D1 : entender as possíveis falhas futuras e dimensionar corretamente os equipamentos de dados

SOLUCARO : parcerias com empresas experientes que possam mitigar problemas através de boas praticas de projetos, compra de materiais adequados e treinamento de equipes.

PROBLEMA D2 : acordos operativos de manutenção para projetos distantes de grandes centros

SOLUCAO : treinamento de pessoas locais para serviços emergenciais

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

PROBLEMA E1 : reutilização local de equipamentos evitando gastos

SOLUCAO : reutilização de materiais como baterias em atividades menos nobres em segunda e terceira vida, para aumentar o tempo de descarte, utilizando as em etapas posteriores, como carregadores de Telecom, ou outras atividades que não da geração de energia.

NOME DO EXPERT: Boris Silva Brandão

Email: borisbsb@fab.mil.br

Telefone: +55 (92) 3652-5564

FORMAÇÃO ACADÊMICA:

Mestrando em Engenharia Industrial pela Universidade do Minho, pós-graduado em Gestão de Projetos (MBA) pela Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPI) e graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande.

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL NA ÁREA:

Atualmente exerce o cargo de Engenheiro Eletricista - (técnico de defesa aérea e controle de tráfego aéreo) no Departamento de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (DECEA) na função de Chefe da Subdivisão de Engenharia Especializada do CINDACTA IV. Possui ampla experiência nas áreas de defesa aérea e controle do espaço aéreo, experiência anterior na indústria petroquímica, construção naval, com ênfase nas disciplinas de Controle, Automação e Eletrotécnica desenvolvidas na empresa CHEMTECH/SIEMENS. Dentre as principais atividades, elabora projetos e estudos desenvolvidos para políticas e estruturas de desenvolvimento sustentável, bem como pesquisa e melhoria de sistemas energéticos com o aproveitamento alternativo das fontes.

INSTITUIÇÃO QUE REPRESENTA:

Força Aérea Brasileira

Departamento de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (DECEA)

Quarto Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA IV)

PROJETO DE USINA FOTOVOLTAICA EM SISTEMAS ISOLADOS

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de sistemas isolados?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

PROBLEMA A-01: Dificuldade de levantamento aproximado de carga alimentada e seu comportamento. Ao contrário do sistema on-grid em que o dimensionamento da planta

fotovoltaica não tem correlação com a capacidade instalada, ou seja, não há um dimensionamento mínimo para funcionamento, o sistema off-grid há a necessidade de se observar o pico de demanda da carga. Esses dados levantados de maneira errônea mascaram o real dimensionamento de capacidade de inversores e bancos de baterias a serem instalados.

SOLUÇÃO PROPOSTA A-01: Utilização de Analisadores de Energia por longos períodos.

Nesta fase há a necessidade de se realizar levantamentos de comportamento de carga com Analisadores de Energia durante um período superior a uma semana com todas as simulações de funcionamento possíveis, com todos os equipamentos da localidade. Portanto, o diagnóstico de funcionamento da carga definirá a estratégia do projeto com relação a interferência na carga (restrições de funcionamento ou troca de equipamentos), para dimensionar uma planta fotovoltaica com um projeto com restrições orçamentárias ou dimensionar um sistema fotovoltaico com requisitos mínimos para funcionamento, caso não seja possível alterar as características da carga alimentada.

PROBLEMA A-02: Expansão de Futuras de Carga.

Caso haja a possibilidade de expansão de carga na localidade (alteração de regime de funcionamento ou instalação de novos equipamentos), após a conclusão do projeto, o empreendimento poderá ser inviabilizado, pois excederá o limite máximo de potência em que a planta poderá atuar. Além da aquisição de mais inversores e equipamentos, o projeto poderá sofrer acréscimos mais vultuosos através da construção civil (etapa não modularizada) e substituição completa de quadro principal de distribuição de energia fotovoltaica. Esses custos adicionais não são proporcionais ao aumento de planta instalada. Nova mobilização deverá ser realizada, com isso, aumentando os custos de forma desproporcional.

SOLUÇÃO PROPOSTA A-02: Modularização máxima do Sistema.

É recomendado que na fase inicial do projeto sejam levantadas futuras expansões de cargas instaladas. Não é necessário realizar a compra de inversores e bancos de baterias sobressalentes, porém toda a infraestrutura civil deverá ser considerada e, se possível, já disponibilizada na concepção. O projeto deverá ser o mais modularizado possível, para permitir menor impacto em futuras expansões de cargas. Com relação ao Quadro Principal de Distribuição sugere-se que tenha sempre, no projeto inicial, uma sobra de potência de 30% a mais do pico estimado do projeto fotovoltaico (soma das

potências dos inversores). Recomenda-se que toda tubulação, caixas de passagens e envelopes de cabos tenham o dobro das dimensões projetadas.

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de compras corporativas, direitos e deveres formais)

PROBLEMA B-01: Levantamento de Custo Logístico.

Localidades com a necessidade de instalação de sistemas isolados são geralmente sítios de difícil acesso ou com modais e transportes restritos. Quando se trata de modais mais caros, como o Aéreo, a parcela de custo do projeto pode ser maior que 40% do custo total, podendo ultrapassar os 50% dos custos totais durante a execução da fase logística pelo mal dimensionamento das cargas a serem transportadas para as localidades. Tal problema poderá inviabilizar economicamente a implantação do sistema, afetando consideravelmente o payback do projeto.

SOLUÇÃO PROPOSTA B-01: Controle Logístico Dedicado.

Com a finalidade de melhor controle logístico, estoque e segurança, sugere-se a inclusão, no Projeto Básico, a responsabilidade de uma equipe definida e exclusiva para o gerenciamento das etapas, bem como a necessidade, se for o caso, da exigência à empresa contratada de acondicionar todos os equipamentos e material que serão utilizados na obra conforme normas vigentes para transporte aéreo, modal de maior restrição de transporte. Previamente deverá ser registrado em documentos, na fase de elaboração de detalhamento do projeto, a entrega de informações de Dimensões (Volume) e Peso, com a finalidade de auxiliar o planejamento logístico da obra. A logística é a etapa de maior potencial de danos a execução do projeto.

PROBLEMA B-02: Falta de Habilitação técnica de empresas e profissionais contratados.

Em processos licitatórios há o risco de embates judiciais referente a habilitação técnica de profissionais e empresas participantes de certames. A mal definição dos profissionais exigidos ocasionam erros sistemáticos na execução dos projeto.

PROPOSTAS B-02: Detalhamento de Exigência de Habilitação Técnica das empresas e profissionais envolvidos.

Deverá ser elaborado editais com textos claros e detalhados referente a exigência dos profissionais responsáveis contratados, bem como seus substitutos. Profissionais de

diferentes disciplinas, como projetistas de estruturas metálicas também deverão ter especificados os escopos e as respectivas habilitações técnicas exigidas. Para melhor comprovação do serviço prestado, com a finalidade e se evitar fraudes processuais, recomenda-se a exigência da nota fiscal referente a época do serviço relatado descrito na habilitação técnica apresentada pela contratada.

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

PROBLEMA C-01: Conflito com População Nativa.

Em caso de construção de obras em áreas em comunidades isoladas ou com população indígena há a possibilidade de conflitos referente a contrapartidas e exigências em troca da Implantação do Sistema de Energia Fotovoltaica. Tais conflitos levam aos descumprimentos de prazos estipulados, bem como aumento de custos relacionado a aditivos contratuais e mobilizações não planejadas.

PROPOSTAS C-01: Criar setor emergencial de crise.

Deverá ser criado setor de crise vinculado ao escritório de projetos responsável pela obra. Todas as funções deverão ser mapeadas através de documento e os membros já deverão ser definidos conforme suas respectivas capacidades. O respectivo recurso humano (gerenciador da crise) somente deverá ser acionado na conflagração do conflito. Deverá ser levantado estudos para a possibilidade de contratação de mão de obra local para aproveitamento em algumas tarefas específicas, respeitando as devidas exigências de habilitações técnicas. Os constantes treinamentos deverão ser ferramentas para mitigação de riscos.

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

PROBLEMA D-01: Monitoração e Comando Remoto

A dificuldade de se obter profissionais proficientes em mercado é o maior problema para o cumprimento de diretrizes de manutenção das plantas fotovoltaicas. Treinamentos são dispendiosos e exigem, ao longo do tempo de vida útil da planta, esforços excessivos para o planejamento em manter a equipe com a capacidade mínima para as manutenções ordinárias.

SOLUÇÃO PROPOSTA D-01: Criação de Centro de Monitoramento em sede de unidade de manutenção

Na fase inicial do projeto deverá ser previsto a elaboração de arquitetura de automação e link confiáveis de comunicação, bem como sensores e atuadores, para a devida monitoração de cada elemento (Inversores, Banco de Bateria, Quadros Elétricos, Grupos Geradores de Energia) do projeto. Essa medida visa transformar, ao máximo, a filosofia de manutenção de preventiva para a preditiva, ou seja, possibilidade de intervenção antes que uma possível pane aconteça.

PROBLEMA D-02: Não padronização de procedimentos de manutenção

Caso haja a impossibilidade de transformação de filosofia de manutenção preventiva em preditiva para os equipamentos, há o risco da equipe de manutenção degradar os equipamentos pelo manuseio incorreto ou pela errônea monitoração dos parâmetros da planta fotovoltaica. Tal condição acelera o fim da vida útil dos equipamentos, bem como põe em risco o bom funcionamento das cargas alimentadas.

SOLUÇÃO PROPOSTA D-02: Criação de Diretrizes e Instruções de Manutenção com periodicidade de intervenção

Há a necessidade de elaboração de Boletins Técnicos de Manutenção definidos pela Engenharia de Manutenção com base em recomendações dos fabricantes e nas observações do comportamento da planta fotovoltaicas nas diferentes condições de regime de funcionamento, principalmente climáticas e condições de carga (potência, tensão e corrente). Deverá ser descrito os detalhes dos passos de atividades, as ferramentas utilizadas e os materiais de consumo utilizado (produtos de limpeza, selantes, cabos elétricos etc). Nesta fase é importante o registro temporal de todos os parâmetros medidos e observados, com a finalidade de estudos posteriores.

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

PROBLEMA E-01: Dificuldade de descarte de material após vida útil de equipamentos.

Processos de descarte na maioria das vezes se tornam mais demorados e seus processos administrativos são mais dispendiosos.

SOLUÇÃO PROPOSTA E-01: Instituir previamente comissão permanente de descarte de material e equipamentos, observando os procedimentos mencionados no art 33 da Lei 12.305 de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Deverá ser montado planejamento prévio através de comissão permanente de descarte da Unidade para que sejam iniciados os procedimentos de descarte no momento imediato a inoperância total identificada e da impossibilidade de recuperação do equipamento (inversores e painéis fotovoltaicos). Para as Baterias, deverá ser aplicada a logística reversa observando todos os óbices e custos referente ao processo, também de responsabilidade da comissão permanente de descarte. O inversor em melhor estado de funcionamento, se possível, deverá ser reaproveitado para instalação em sistemas on-grid de pequenas cargas.

NOME DO EXPERT: JORGE THIAGO DUARTE DA SILVA VIANNA

Email: Jorge.vianna@eb.mil.br

Telefone: 67-99639-6116

FORMAÇÃO ACADÊMICA:

Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Eng Fortificação e Construção

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL NA ÁREA:

Montagem de painéis para ensaios no CEFET-RJ

Planejamento da instalação

Estudo de viabilidade

INSTITUIÇÃO QUE REPRESENTA: Exército Brasileiro

PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de geração distribuída?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

Falta de definição da carga a ser utilizada e sua expansão futura

Vontade de implantar por ser novo, “bonito”, e não olhar estudo de viabilidade

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de comparas corporativas, direitos e deveres formais)

Mercado trata com sigilo, caixa preta e não quer compartilhar

Contratos com altos valores, necessitando pagamentos de materiais não entregues

Dificuldade em conseguir orçamentos para montar o projeto básico

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

Fixação da estrutura no solo

Transporte do material

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

Segurança e limpeza da placa são negligenciadas

Não há inspeção das baterias

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

Não atuei

PROJETO DE USINA FOTOVOLTICA EM SISTEMAS ISOLADOS

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de sistemas isolados?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

Os dois itens resumem-se a planejamento futuro dentro de uma sustentabilidade. Horizonte 20 anos

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de compras corporativas, direitos e deveres formais)

Expedição de nota fiscal em nome da CRO/9 e não da empresa

Propaganda das atividades, mostrando que se não fornecerem preço, não venderão

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

Gastos com terraplenagem e fundação mesmo sendo elevado

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

Capacitação e colocação de colchão de brita fazendo um caminho em torno das placas para orientar o usuário

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

NOME DO EXPERT: FABIANO GOMES DA SILVA – TENENTE-CORONEL

EMAIL: fabiano.gomes@eb.mil.br

TEL: (61) 99658-5528

FORMAÇÃO ACADÊMICA: ENGENHARIA ELÉTRICA (MSc)

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL NA ÁREA: 23 anos de experiência em sistemas elétricos e mais de 5 anos com sistemas fotovoltaicos dentro e fora do Exército.

INSTITUIÇÃO QUE REPRESENTA: DIRETORIA DE OBRAS MILITARES (EXÉRCITO BRASILEIRO)

PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de geração distribuída?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

PROBLEMA A-01: em novos construções, dificuldade de estimar a potência nominal do sistema fotovoltaico

SOLUÇÃO PROPOSTA A-01: montar um banco de dados para estimar potência nominal para atender determinadas edificações, com base no número de usuários, área construída e funcionalidade.

PROBLEMA A-02: para a administração pública, prever uma reserva orçamentária para implantar ou ampliar sistemas fotovoltaicos

PROBLEMA A-03: preços de equipamentos não previstos no banco de dados do SINAPI e com indexação em moeda estrangeira;

PROBLEMA A-04: problemas patrimoniais

PROBLEMA A-05: questões ambientais

PROBLEMA A-06: definição de localidade para instalação

PROBLEMA A-07: escolha da melhor configuração do array fotovoltaico

PROBLEMA A-08: escopo subjetivo e abrangente

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de compras corporativas, direitos e deveres formais)

PROBLEMA B-01: por parte do cliente público, contratar empresas com baixa qualidade técnica

PROBLEMA B-02: processo de compra burocrático

PROBLEMA B-03: especificação subjetiva e abrangente

SOLUÇÃO PROPOSTA B-01: propor editais com restrições de habilitação técnica, com capacidade operacional bem definida.

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

PROBLEMA C-01: por parte do cliente, receber produtos que não estejam dentro das especificações técnicas;

SOLUÇÃO PROPOSTA

C-01a: haver dispositivos contratuais que exija a troca e penalidade no caso de não correção ou substituição de produto;

C-01b: o cliente possuir em seu quadro técnico pessoal capacitado para avaliar produtos com maior complexidade

PROBLEMA C-02: por parte da executante, realizar pedido de alteração de projeto com acréscimo de custos

PROBLEMA C-03: por parte do contratante, atrasar pagamentos

PROBLEMA C-04: licenças ou autorizações que não estavam previstas no escopo

PROBLEMA C-05: aprovação de projeto na concessionária exigir maiores investimentos

PROBLEMA C-06: pessoal técnico na execução direta não qualificado;

PROBLEMA C-07: problemas com transporte de carga

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

PROBLEMA D-01: por parte da empresa, dificuldade de encontrar dispositivos/equipamentos no mercado para realizar manutenção

PROBLEMA D-02: desconhecimento do cliente em realizar manutenção básica

PROBLEMA D-03: continuidade do monitoramento

PROBLEMA D-04: descargas atmosféricas e ventos fortes

PROBLEMA D-05: vandalismo

PROBLEMA D-06: especialistas no mercado para realizar manutenção/operação

SOLUÇÃO PROPOSTA D-01: especificar produtos que possuam maior participação no mercado

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

PROBLEMA E-01: módulos obsoletos e que não produzem energia satisfatoriamente

PROBLEMA E-02: profissionais ou empresas para realizar reciclagem

SOLUÇÃO PROPOSTA E-01: agendar desativação e procurar interessado pelo equipamento de forma a reaproveitar/reciclar

PROJETO DE USINA FOTOVOLTICA EM SISTEMAS ISOLADOS

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de sistemas isolados?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

PROBLEMA A-01: falta de conhecimento do cliente sobre o assunto (exposição de situações)

PROPOSTAS A-01: desenvolver e difundir vídeos explicativos; realizar campanhas de marketing

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de comparas corporativas, direitos e deveres formais)

PROBLEMA B-01: por parte do cliente público, contratar empresas com baixa qualidade técnica

PROPOSTAS B-01: propor editais com restrições de habilitação técnica, com capacidade operacional bem definida.

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

PROBLEMA C-01: danos aos equipamentos durante o transporte realizado pelo cliente;

PROPOSTAS C-01a: propor contratação de empresa especializada em transporte em lugares remotos com garantias bem expressas

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

PROBLEMA D-01: por parte da empresa, dificuldade de encontrar dispositivos/equipamentos no mercado para realizar manutenção

PROPOSTAS D-01: especificar produtos que possuam maior participação no mercado local

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

PROBLEMA E-01: baterias que não armazenam energia satisfatoriamente

SOLUÇÃO PROPOSTA E-01: agendar desativação e procurar interessado pelo equipamento de forma a reciclar dentro dos padrões normativos

NOME DO EXPERT: Joydson Costa de Carvalho – 1º Tenente

Email: carvalho.cro8@gmail.com

Telefone: (91) 98033-0840

FORMAÇÃO ACADÊMICA: Engenharia Elétrica com MBA em Projeto, Execução e Controle de Engenharia Elétrica

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL NA ÁREA:

Experiência com execução e gerenciamento de serviços elétricos, manutenção elétrica, projetos de SPDA, Aterramento, subestações, qualidade de energia, geração fotovoltaica e redes de distribuição de energia em média e baixa tensão. Projetos elétricos em baixa, média e alta tensão. Aplicação de ferramentas do PMBOK para realização de boas práticas de projetos.

Em sistemas fotovoltaicos dentre os projetos elaborados e executados, destaca-se o projeto de um Sistema de geração híbrido fotovoltaico *off-grid* – diesel de 205 kWp no Pelotão de Fronteira do Exército Brasileiro em Tiriós

INSTITUIÇÃO QUE REPRESENTA:

Comissão Regional de Obras da 8ª Região Militar

PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou podem acontecer em cada fase do projeto de geração distribuída?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

PROBLEMA: A maior dificuldade na fase de concepção seria a falta de softwares específicos para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Somado a isto, há uma falta de conhecimento sobre o assunto por parte dos comandantes das organizações militares, pois os mesmos olham o custo da instalação dos sistemas sem a noção de retorno de economia na fatura de energia de sua OM acabam desistindo de solicitar recursos para elaboração de processo licitatório afim de obter uma instalação.

SOLUÇÃO: Aquisição de a Softwares para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, bem como treinamento para os integrantes de equipes de projeto para correta utilização das ferramentas. Seria necessário também, difundir as informações sobre economia e benefícios da energia solar fotovoltaica aos comandantes de OM, tentando influencia-los a difundir esta filosofia de geração dentro da Força Terrestre.

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de comparas corporativas, direitos e deveres formais)

PROBLEMA: Como existem muitas empresas no setor e sendo a maioria não qualificada para instalações de grande porte ou quando se exige uma melhor qualidade nos serviços, munido dos processos licitatórios que na sua grande maioria contempla o menor preço, pode ocasionar uma baixa qualidade nas instalações fotovoltaica.

SOLUÇÃO: Acredito que seja fundamental nos editais, além de cobrar menor preço, cobrar melhor técnica de execução e capacidade operacional da empresa. Também, como na Força há profissionais qualificados, seria interessante que os engenheiros das comissões de obras e grupamentos de engenharia elaborassem os projetos executivos dos sistemas fotovoltaicos para trazer melhorias a qualidade das instalações executadas.

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

PROBLEMA: Podem ocorrer a utilização de equipamentos não homologados pelo IMETRO, o que dificultaria a questão da aprovação do sistema fotovoltaico pela concessionária local. Estes incidentes podem ocorrer devido especificações técnicas não elaboradas.

SOLUÇÃO: É de fundamental importância elaborar uma especificação técnica padrão para projetos fotovoltaicos conectados à rede, bem como especificar a documentação necessária para homologação do sistema junto a concessionária de energia. Também cabe incluir nos editais dispositivos que exija a troca do equipamento, sem custo para União, e multa por descumprimento contratual.

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

PROBLEMA: Acredito que o grande problema dentro da força, quando se trata de instalações fotovoltaicas, é a falta de pessoal qualificado para manutenção dos sistemas, gerando assim problemas elétricos que causem a perda de vida útil do equipamento, tornando o sistema inviável economicamente.

SOLUÇÃO: Capacitar os técnicos existentes na Força e contratação de técnicos temporários já com experiência em sistemas fotovoltaicos.

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

PROBLEMA: A tecnologia fotovoltaica está em constante mudança, sendo assim, vez ou outra, aparecem problemas de compatibilizar equipamentos durante alguma troca no sistema.

SOLUÇÃO: para tentar minimizar o problema exposto é interessante a criação de um plano de manutenção para substituição dos módulos e inversores, levando-se em consideração parâmetros de geração insatisfatórios quando comparados com suas respectivas folhas de dados.

PROJETO DE USINA FOTOVOLTAICA EM SISTEMAS ISOLADOS

De acordo com sua experiência, quais os principais problemas que aconteceram ou

podem acontecer em cada fase do projeto de sistemas isolados?

Se possível, elencar quais as soluções propostas?

A - FASE DE CONCEPÇÃO DE SOLUÇÃO (abordagem comercial, levantamento técnico, definição de requisitos, dimensionamento, estimativa custos e definição de escopo, prazos e qualidade)

PROBLEMA: A maior dificuldade na fase de concepção seria a falta de equipamentos de medição como analisadores de energia para levantamento da curva de carga, bem como softwares específicos para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Somado a isto, há uma falta de conhecimento sobre o assunto por parte dos comandantes, dificultando também a aquisição e meios para elaborar mais solução mais ágil e adequada em cada situação.

SOLUÇÃO: Aquisição de analisadores de energia e Softwares para levantamento de carga e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, bem como treinamento para os integrantes de equipes de projeto para correta utilização das ferramentas. Seria necessário também, difundir as informações sobre economia e benefícios da energia solar fotovoltaica aos comandantes de OM, tentando influencia-los a difundir esta filosofia de geração dentro da Força Terrestre.

B - FASE DE CONTRATAÇÃO DE SOLUÇÃO: (definição de responsabilidades, formalização de contratos, processos de compras corporativas, direitos e deveres formais)

PROBLEMA: Como existem muitas empresas no setor e sendo a maioria não qualificada para instalações de grande porte ou quando se exige uma melhor qualidade nos serviços, munido dos processos licitatórios que na sua grande maioria contempla o menor preço, pode ocasionar uma baixa qualidade nas instalações fotovoltaica.

SOLUÇÃO: Acredito que seja fundamental nos editais, além de cobrar menor preço, cobrar melhor técnica de execução e capacidade operacional da empresa. Também, como na Força há profissionais qualificados, seria interessante que os engenheiros das comissões de obras e grupamentos de engenharia elaborassem os projetos executivos dos sistemas fotovoltaicos para trazer melhorias a qualidade das instalações executadas. Acredito, também, que deveriam ser adotados como padrão o uso de baterias de lítio, pois, apesar de sua instalação inicial ser mais cara, o custo por ciclo comparado com outras tecnologias é menor devido a maior vida útil deste equipamento, o que contribuiria

também na redução dos custos de manutenção e substituição desses ativos.

C - FASE DE EXECUÇÃO (aquisição de equipamentos e materiais, questões voltadas a fornecedores, obras civis, concessionárias de energia)

PROBLEMA: Tratando-se de sistemas isolados do Exército Brasileiro, sabe-se que normalmente há dificuldade de acesso aos pelotões de fronteira, a grande problemática se torna a logística de transporte dos insumos do sistema fotovoltaico. Também, devido a este fator, pode ocorrer algum dano dos equipamentos no transporte até seu local de destino, inviabilizando seu uso na instalação, bem como dificultando a troca do ativo.

SOLUÇÃO: Com base no exposto, torna-se interessante a Força Terrestre, dentro dos seus limites, fazer o transporte de tais equipamentos, já que o custo em contratar uma empresa de transporte acarretaria um impacto considerável no orçamento da obra. Cita-se como exemplo a implantação de um sistema *off-grid* no pelotão de fronteira de Tiriós-PA, em que o custo para transporte, mesmo sendo feito pela Força com auxílio da FAB, foi quase o valor do objeto da licitação.

D - FASE DE OPERAÇÃO (monitoramento, manutenção preventiva e corretiva, operação, segurança patrimonial)

PROBLEMA: Como há a dificuldade de acesso aos sistemas *off-grid*, dificultando a manutenção, fundamental prever um sistema de monitoramento remoto, principalmente para os bancos de baterias, pois acredito que estes são os elementos mais sensíveis do sistema. Somado a tais fatores, sabe-se da deficiência de mão de obra especializada em manutenção elétrica dentro do EB.

SOLUÇÃO: Para amenizar as dificuldades apresentadas, é fundamental a criação de um plano de manutenção bem definido, descrevendo procedimentos para manutenção corretiva e preventiva, assim como treinar o efetivo responsável por estes procedimentos. Seria ideal a criação de uma seção dentro das Regiões Militares ou Comissões de Obras responsável pela manutenção e monitoramento das usinas instaladas e também responsável para estudos de viabilidade de novas instalações.

E - FASE DE DESMONTAGEM (custos para desmontagem, processo de reciclagem, reaproveitamento)

PROBLEMA: Nos sistemas isolados do EB, como mencionado, existe a dificuldade de transporte dos insumos, dificultando a troca dos mesmos e também o descarte, pois geralmente há uma área de reserva indígena ou ambiental.

SOLUÇÃO: Elaboração de um plano de descarte e reciclagem dentro do plano de manutenção e operação das usinas, principalmente das baterias.

APÊNDICE III – MATRIZES DE COMPARAÇÃO DE RISCOS (AHP)

O preenchimento da matriz AHP de comparação entre probabilidades de ocorrência de riscos segue a sentença: “a probabilidade dos riscos (LINHA) acontecerem é (escolha opção entre ‘muitíssimo maior’ e ‘muitíssimo menor’) do que os riscos (COLUNA)”.

	RISCOS	R1	R2-R6	R7-R9	R10-R12	R13	R14	R15-R17
R1	1. POLITICOS	1	MENOR	MENOR	MENOR	MAIOR	MENOR	POUCO MENOR
R2-R6	2. TECNICOS		1	MAIOR	MAIOR	MAIOR	MAIOR	MAIOR
R7-R9	3. ECONÔMICOS			1	POUCO MAIOR	MUITO MAIOR	MUITO MAIOR	MAIOR
R10-R12	4. ATRASOS				1	MUITO MAIOR	MUITO MAIOR	MAIOR
R13	5. LEGAIS					1	POUCO MENOR	MENOR
R14	6. SOCIAIS						1	MUITO MENOR
R15-R17	7. GESTÃO							1

	TECNICO	R2	R3	R4	R5	R6
R2	2.1.1. DIFICULDADE DE OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES LOCAIS	1	MAIOR	MAIOR	POUCO MAIOR	MAIOR
R3	2.1.2. OCORRÊNCIA DE TEMPESTADES OU ENCHENTES		1	POUCO MAIOR	POUCO MAIOR	POUCO MENOR
R4	2.1.3. PROBLEMAS COM MONITORAMENTO REMOTO			1	POUCO MAIOR	MAIOR
R5	2.2.1. CARÊNCIA DE MÃO DE OBRA				1	MAIOR

R6	2.2.2. MAL DIMENSIONAMENTO		1
----	-------------------------------	--	---

	ECONOMICO	R7	R8	R9
R7	3.1.1. CUSTOS DE LOGISTICA	1	MAIOR	POUCO MAIOR
R8	3.5.1. OBTENÇÃO DE COTAÇÕES NO MERCADO	#VALOR!	1	POUCO MENOR
R9	3.5.3. VARIAÇÃO CAMBIAL	#VALOR!	#VALOR!	1

	ATRASOS	R10	R11	R12
R10	4.1.1. TRANSPORTE DE MATERIAL E EQUIPAMENTOS	1	MAIOR	POUCO MAIOR
R11	4.1.2. TRANSPORTE DE PESSOAL	#VALOR!	1	POUCO MAIOR
R12	4.2.1. PROBLEMAS COM LICENÇAS AMBIENTAIS	#VALOR!	#VALOR!	1

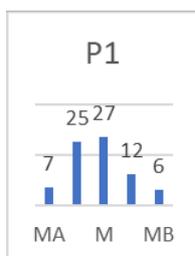
	GESTÃO	R15	R16	R17
R15	7.1.1. CARÊNCIA DE METODOLOGIA DE GESTÃO	1	POUCO MAIOR	POUCO MAIOR
R16	7.1.2. DESCONHECIMENTO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO	#VALOR!	1	MAIOR
R17	7.2.1. GARANTIAS DOS EQUIPAMENTOS	#VALOR!	3	1

O preenchimento das demais matrizes AHP de comparação entre impactos de dos riscos segue a sentença: “o impacto na (qualidade, custo, prazo) do projeto no caso da ocorrência do risco (LINHA) é (escolha opção entre ‘muitíssimo maior’ e ‘muitíssimo menor’) do que o risco (COLUNA)”.

APÊNDICE IV - HISTOGRAMAS DA COLETA DE DADOS

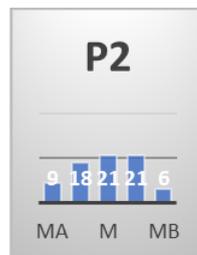
Qual a probabilidade de haver mudança de prioridades por parte das autoridades patrocinadoras/gestoras durante o projeto?

R1



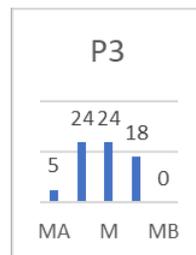
Qual a probabilidade de haver dificuldade para se levantar dados técnicos no local da usina, como: levantamento topográfico, demanda elétrica, radiação solar, regimes fluviais e pluviiais?

R2



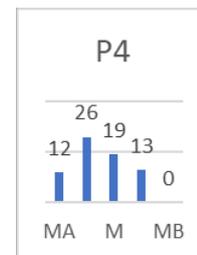
Qual a probabilidade de incidência de fenômenos naturais como raios, vendavais ou enchentes no local da usina que ofereçam riscos a usina?

R3



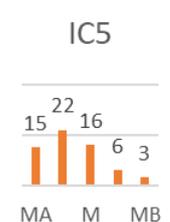
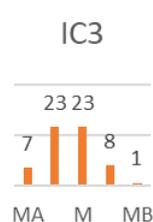
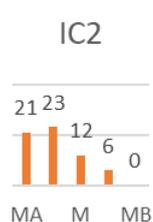
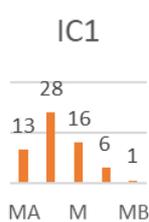
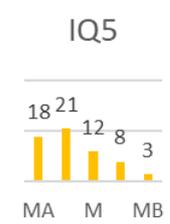
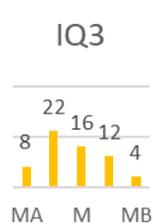
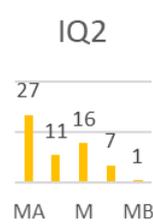
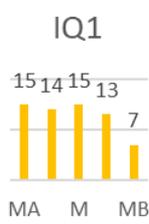
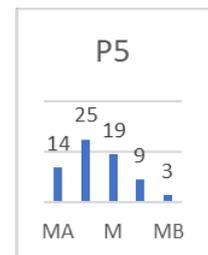
Qual a probabilidade de ocorrência de problemas de comunicação com o sistema para acompanhamento remoto, de forma que prejudique a intervenção externa em caso de interrupção de produção de energia?

R4



Qual a probabilidade haver carência de mão-de-obra especializada para instalar/operar/manter a usina off-grid?

R5



IP1

IP2

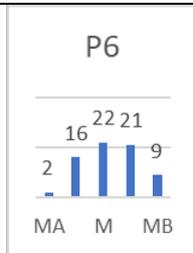
IP3

IP4

IP5

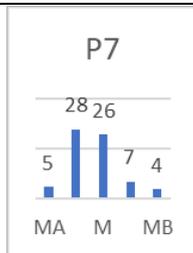
Qual a probabilidade de haver mal dimensionamento do sistema fotovoltaico *off-grid* (equip. insuficientes para atender cargas elétricas atuais e futuras, problemas com proteção, estrutura de sustentação, sem proteção contra incêndio, tipologia errada)?

R6



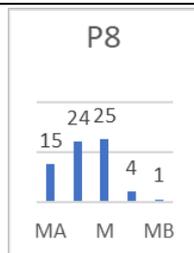
Qual a probabilidade de haver dificuldade no levantamento de custos para o transporte logístico de materiais, equipamentos e pessoal para instalação da usina *off-grid*?

R7



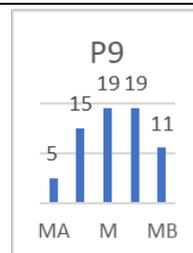
Qual a probabilidade de ocorrência da variação cambial de modo a afetar o projeto?

R8



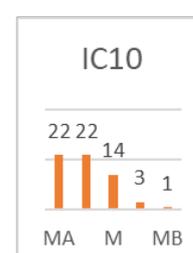
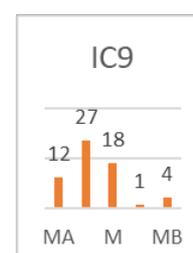
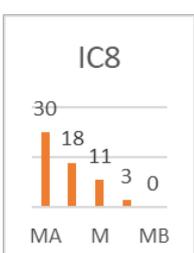
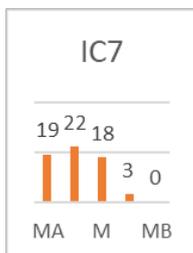
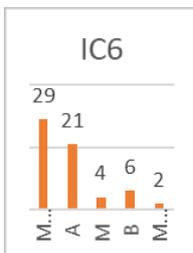
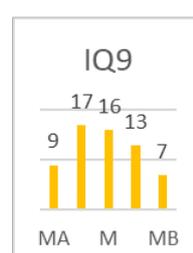
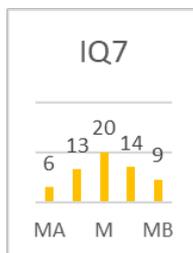
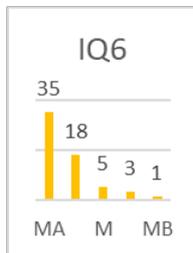
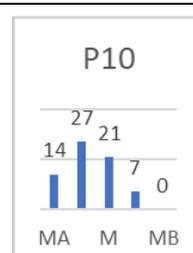
Qual a probabilidade de haver dificuldade em realizar cotação de mercado para cada equipamento de modo a servir de base para orçamentação estimativa do projeto básico a ser licitado da usina *off-grid*?

R9



Qual a probabilidade de ter dificuldade de transportar material/equipamentos para executar instalação da usina e realizar manutenção/operação?

R10



IP6

IP7

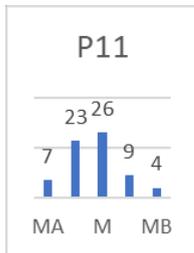
IP8

IP9

IP10

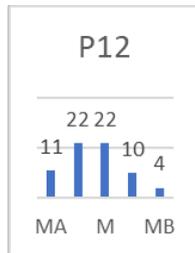
Qual a probabilidade de ter dificuldade de transportar pessoal para executar instalação da usina e realizar manutenção/ operação?

R11



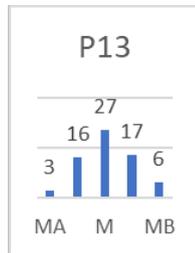
Qual a probabilidade de ocorrência de problemas com licenças ambientais para construção e funcionamento da usina?

R12



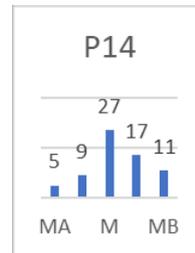
Qual a probabilidade de haver poucos procedimentos operativos/manutenção da usina para o bom funcionamento?

R13



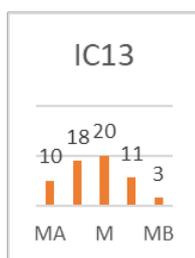
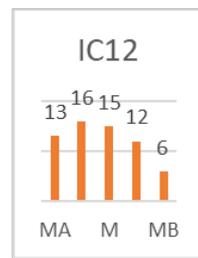
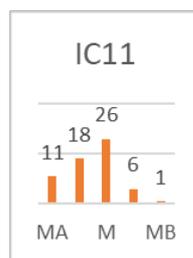
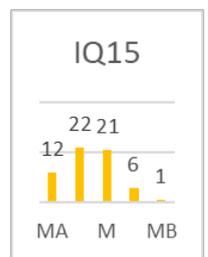
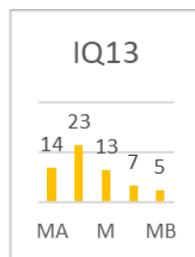
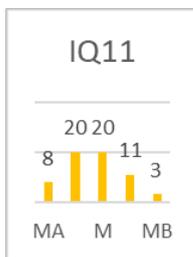
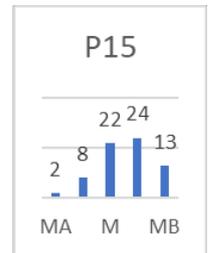
Qual a probabilidade de problemas com a população local (vandalismo, baixa aceitação, interesses étnicos, roubo) que afetam o projeto?

R14



Qual a probabilidade de haver carência de metodologia para gerenciar o projeto de usina *off-grid*?

R15



IP11

IP12

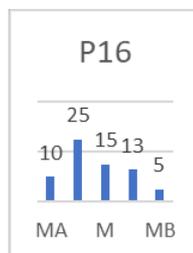
IP13

IP14

IP15

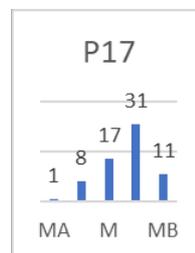
Qual a probabilidade de haver desconhecimento técnico e administrativo por parte do usuário da usina?

R16

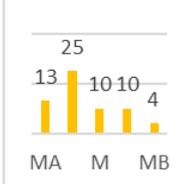


Qual a probabilidade de não haver formalização da garantia de equipamentos?

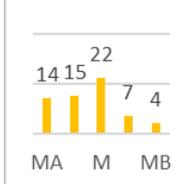
R17



IQ16



IQ17



IC16



IC17



