



Ideal Estudos e Soluções Solares

**[CONSULTORIA PARA IDENTIFICAÇÃO
MODELOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DE
INTEGRAÇÃO RENOVÁVEL EM SISTEMAS
ISOLADOS]**

**PRODUTO 1
PLANO DE TRABALHO**



Por meio da:



Maio/2021

[ELABORAÇÃO:

Daniel Odilio dos Santos

Eng. Eletricista

Marília Braga

Eng. Eletricista

[REVISÃO:

Lucas Rafael do Nascimento, Dr. Eng.

Ricardo Rüther, Ph.D.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	4
1. ENTIDADES	4
1.1. EQUIPE TÉCNICA.....	4
2. PLANO DE ATIVIDADES	5
2.1. ATIVIDADE 1 - REUNIÃO INICIAL.....	5
2.2. PRODUTO 1 – PLANO DE TRABALHO	5
2.3. PRODUTO 2 – avaliação dos fatores críticos na integração de fontes intermitentes de energia em sistemas isolados	5
2.3.1 AVALIAÇÃO DAS FONTES DE DADOS SOLARIMÉTRICOS.....	5
2.3.2 AVALIAÇÃO DE PENETRAÇÃO MÁXIMA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM USINAS DIESEL SEM AUTOMATIZAÇÃO	6
2.3.3 AVALIAÇÃO DE PENETRAÇÃO MÁXIMA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM USINAS DIESEL COM AUTOMATIZAÇÃO SEM USO DE BATERIAS.....	6
2.3.4 AVALIAÇÃO DE PENETRAÇÃO MÁXIMA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM USINAS DIESEL COM INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO ELETROQUÍMICO.....	7
2.4. produto 3 – otimização da penetração das energias renováveis.....	7
2.5. Produto 4 - avaliação de softwares no dimensionamento e otimização de sistemas híbridos de energia.	8
2.6. PProduto 5: apresentação e treinamento dos resultados obtidos.	8
3. PRAZOS DAS ATIVIDADES	9

APRESENTAÇÃO

Este projeto é coordenado por uma cooperação técnica formada pelas seguintes entidades: Ideal Estudos e Soluções Solares (IESS), a entidade líder; Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América latina (Instituto IDEAL) e Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina (Fotovoltaica UFSC).

1. ENTIDADES

1.1. EQUIPE TÉCNICA

Coordenador	
Eng. Ricardo Rütther Ph.D	
Especialista em simulação de sistemas fotovoltaicos	
Especialista	Apoio Técnico
Eng. Lucas Nascimento Dr.	Eng. Anelise Medeiros Pires
Especialista em simulação em sistemas isolados	
Especialista	Apoio Técnico
Eng. Ernesto Moscardini Junior Dr.	Eng. Pedro Veríssimo

2. PLANO DE ATIVIDADES

A presente seção descreve um planejamento das atividades que serão desenvolvidas pela equipe técnica para a entrega dos produtos de interesse. As atividades são listadas de acordo com os respectivos produtos a serem entregues.

2.1. ATIVIDADE 1 - REUNIÃO INICIAL

Após a assinatura do contrato, será realizada uma reunião de videoconferência que contará com a participação dos consultores e de representantes da GIZ e EPE. O objetivo desta reunião é a abertura dos trabalhos através do alinhamento entre as partes. Previamente à reunião, documentos base serão enviados aos consultores para análise. Após à reunião, será de responsabilidade dos consultores produzirem a minuta dos tópicos discutidos.

Atividades a serem desenvolvidas:

- Avaliar os documentos fornecidos pela GIZ e EPE;
- Preparar quaisquer materiais que se façam necessários para a reunião;
- Desenvolver a minuta da reunião.

2.2. PRODUTO 1 – PLANO DE TRABALHO

Após a assinatura do contrato, os peritos da equipe técnica se reunirão para realizar uma avaliação do cronograma proposto, de modo a adequar as atividades que serão desenvolvidas aos prazos requisitados pela GIZ. Durante esta avaliação, as atividades serão atribuídas às diferentes equipes de trabalho (compostas por um especialista e profissionais de apoio), resultando na criação de um plano de trabalho básico que deverá ser aprovado pela equipe da GIZ e EPE. A apresentação deste plano de trabalho ocorrerá mediante uma reunião entre os representantes das entidades interessadas e deverá resultar em pontos de melhoria para o plano de trabalho. Após esta reunião, as melhorias discutidas serão implementadas, resultando em um plano de trabalho executivo, que regerá as demais atividades da equipe técnica.

2.3. PRODUTO 2 – AVALIAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS NA INTEGRAÇÃO DE FONTES INTERMITENTES DE ENERGIA EM SISTEMAS ISOLADOS

Este produto visa apresentar as dificuldades técnicas e econômicas da integração de sistemas fotovoltaicos quando associados a geradores diesel e/ou sistemas de armazenamento eletroquímico de energia. O produto irá discutir dificuldades técnicas associadas as soluções disponíveis no mercado e apresentar soluções alternativas ou medidas mitigatórias. Dentre as atividades que serão desenvolvidas os seguintes tópicos serão apresentados:

2.3.1 Avaliação das fontes de dados solarimétricos

Para o levantamento do potencial de irradiação solar, serão avaliados diferentes bancos de dados: Atlas Solarimétricos, NREL, NASA, Meeonorm, SolarGis, Solcast, entre outros. As fontes de dados serão comparadas quanto a seu preço, incertezas, resolução temporal das

medidas, representatividade, sazonalidade e outras características que podem influenciar técnica e economicamente na implantação dos sistemas.

2.3.2 AVALIAÇÃO DE PENETRAÇÃO MÁXIMA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM USINAS DIESEL SEM AUTOMATIZAÇÃO

Os principais fatores que influenciam os limites de penetração de sistemas FV em redes ou minirredes atendidas por UTEs a Diesel são a curva de carga atendida (demanda) e a motorização da UTE. Contudo a avaliação de penetração máxima do gerador FV não deve levar somente estas premissas em consideração. Em virtude da dinâmica de operação de uma UTE Diesel, os carregamentos dos geradores Diesel, problemas de regulação de tensão e frequência da rede, assim como o automatismo da planta, devem ser avaliados.

Em uma cidade onde a curva de demanda é bastante previsível e as variações de demanda são pequenas, o despacho dos geradores pode ser feito manualmente. Contudo, caso um gerador FV de grande porte seja instalado em uma rede ou minirrede com estas características, uma flutuação da geração do sistema FV em função de sombreamento, ou uma falha do inversor do sistema, pode causar uma instabilidade na UTE por sobrecarregamento dos geradores.

Neste produto serão apresentadas e discutidas topologias que podem ser utilizadas de modo a evitar instabilidade em sistemas diesel já instalados, sem nenhum automatismo já integrado na usina. Serão apresentados os níveis de penetração máximos que podem ser utilizados e topologias mitigatórias, de modo a diminuir a intermitência do recurso solar e aumentar a penetração da fonte intermitente. As topologias que serão apresentadas incluem:

- Instalação de sistemas fotovoltaicos “pulverizados” em uma determinada região de modo a reduzir efeitos transitórios de passagens de nuvens. Dessa forma, a passagem de nuvens irá sombrear os diferentes subsistemas em momentos diferentes, reduzindo as variações abruptas na geração FV como um todo.
- Uso de seguidores fotovoltaicos de um eixo de modo a ampliar o período de geração e manter a curva de geração mais estável;
- Elevado sobrecarregamento dos inversores fazendo com que os picos de geração sejam limitados pelo próprio inversor. Essa limitação de potência pelo inversor significa um potencial desperdício de parte da energia solar recebida, o que reduz a taxa de desempenho (*Performance Ratio*, PR [%]) do sistema FV. Por outro lado, intermitências abruptas da irradiância solar, podem ser absorvidas pela potência que virtualmente estaria sendo perdida pelos inversores.

2.3.3 AVALIAÇÃO DE PENETRAÇÃO MÁXIMA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM USINAS DIESEL COM AUTOMATIZAÇÃO SEM USO DE BATERIAS

Mesmo com o emprego de topologia mitigatórias (e.g. pulverização de geradores, sistemas de rastreamento e sobrecarregamento), ainda haverá momentos com variações intensas de geração FV e também momentos em que ocorrerá geração FV demasiada. Nessa situação pode ocorrer de um único gerador Diesel em operação tenha seu carregamento

reduzido para valores inferiores a 50% de sua capacidade nominal, resultando em aumento de consumo específico dos geradores e eventual instabilidade do gerador Diesel. Nesses casos, é possível limitar remotamente a geração FV dos inversores. Deve-se, portanto, considerar um sistema automatizado em que o carregamento dos geradores Diesel é monitorado constantemente e os inversores recebem um sinal de um controlador central de modo que sua potência seja reduzida caso esse carregamento fique abaixo do valor especificado.

Por fim, nos casos em que ocorrem reduções abruptas da geração FV, os geradores Diesel em operação devem ter capacidade de manter a rede em operação enquanto os outros geradores rapidamente são conectados e começam a assumir carga. Para isso, a usina Diesel deve ser automatizada e capaz de identificar essa redução na geração FV e imediatamente transferir carga para os demais geradores.

Neste tópico serão apresentadas as topologias disponíveis no mercado dos principais fabricantes do mercado, apresentando suas limitações quanto a potência máxima dos sistemas, impacto no custo total da energia gerada e sobredimensionamento dos geradores fotovoltaicos.

2.3.4 AVALIAÇÃO DE PENETRAÇÃO MÁXIMA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM USINAS DIESEL COM INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO ELETROQUÍMICO

Em UTEs diesel associadas a geradores fotovoltaicos, um sistema de armazenamento eletroquímico pode ser utilizado de modo a absorver quaisquer oscilações de potência, sejam provenientes de variações de demanda, quanto da geração fotovoltaica. Os tempos de resposta dos inversores e retificadores (*PCS – Power converter system*) associados aos sistemas de armazenamento são da ordem de milissegundos, permitindo que variações abruptas de potência não sejam refletidas nos geradores diesel.

Diversos fabricantes possuem soluções de armazenamento que podem ser paraleladas de modo a aumentar a capacidade total do sistema. Nesta seção, serão apresentados os principais fabricantes do mercado, discutindo as limitações e potencialidades de cada fabricante, assim como sua expectativa de custo no cenário atual e futuro.

2.4. PRODUTO 3 – OTIMIZAÇÃO DA PENETRAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

A viabilidade econômica de sistemas híbridos não depende unicamente de um fator, mas de várias premissas, como a motorização das comunidades onde estes sistemas serão inseridos, a potência do sistema fotovoltaico a ser instalado, capacidade do banco de bateria a ser utilizado, expectativa de crescimento de demanda, entre outros. Em UTEs diesel novas, adicionalmente, é necessário observar que os níveis de penetração energética decaem mais rapidamente nos primeiros anos de implantação do sistema, resultado da associação de dois fatores: degradação inicial do banco de baterias de íon-lítio e evolução da demanda (de acordo com as projeções tipicamente previstas nos editais de um leilão). Sendo assim, cada cenário deve ser avaliado individualmente e não se pode concluir que existe uma relação ideal que se aplica para todos os sistemas.

Este produto irá apresentar as principais métricas de maneira a permitir uma avaliação de otimização da capacidade do sistema fotovoltaico e sistema de armazenamento, apresentando os principais indicadores técnicos e econômicos que permitam definir uma metodologia de dimensionamento ótimo do sistema. A metodologia também deverá apontar fatores relevantes

na avaliação técnica dos projetos candidatos a leilões de sistemas isolados, considerando suas particularidades.

2.5. PRODUTO 4 - AVALIAÇÃO DE SOFTWARES NO DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE ENERGIA.

Diversos são os softwares disponíveis comercialmente para a avaliação técnica e/ou econômica de sistemas híbridos, entre eles: Homer, iHoga, Hybrid2, RETScreen, , iGRHYSO, HYBRIDS, RAPSIM, HySim,, IPSYS, HySys, Dymola/Modelica, ARES, EnergyPLAN SOLSIM, HYBRID DESIGNER, entre outros.

Casa software possui potencialidades e limitações quanto aos modelos matemáticos utilizados, resolução temporal, capacidade máxima dos componentes do sistema, integração com avaliação econômica, entre outros. Este produto irá apresentar as principais diferenças entre softwares e custo de suas licenças.

O produto também irá tratar de particulares de simulação de sistemas híbridos no Brasil, apresentando possíveis sugestões de modo a lidar com questões específicas como: efeitos de sobreirradiância, perfil de demanda, modelos de despacho dos geradores diesel, etc.

2.6. PRODUTO 5: APRESENTAÇÃO E TREINAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS.

Os resultados dos produtos serão apresentados em forma de WEBINAR, que será gravado para acessos posteriores. Os vídeos apresentarão de maneira didática como utilizar as ferramentas e metodologias propostas, de modo que os resultados possam ser aplicados.

3. PRAZOS DAS ATIVIDADES

As atividades apresentadas neste plano de trabalho são apresentadas na **TABELA 1**, e possuem prazo final da entrega dos produtos e resultados até fevereiro de 2021.

TABELA 1 - PRAZOS DAS PRODUTOS APRESENTADOS

Produto	Descrição Item	Prazo
Atividade 1 - plano de trabalho/minuta de reunião inicial	Reunião Inicial	Realizado em 22/10/2020
Produto 1	Plano de trabalho	Realizado em 13/11/2020
	Avaliação das fontes de dados Solarimétricos	Prazo 04/12/2020
Produto 2 Avaliação dos fatores críticos na integração de fontes intermitentes de energia em sistemas isolados	Avaliação de penetração máxima de sistemas fotovoltaicos em usinas diesel sem automatização sem uso de baterias	Prazo 08/01/2020
	Avaliação de penetração máxima de sistemas fotovoltaicos em usinas diesel com automatização sem uso de baterias	Prazo 29/01/2021
	Avaliação de penetração máxima de sistemas fotovoltaicos em usinas diesel com integração de sistemas de armazenamento eletroquímico	Prazo 26/02/2021
Produto 3	Otimização da penetração das energias renováveis	Prazo 26/03/2021
Produto 4	Produto 4 - avaliação de softwares no dimensionamento e otimização de sistemas híbridos de energia	Prazo 30/04/2021
Produto 5	Apresentação e treinamento dos resultados obtidos	Prazo Maio/2021