



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

EMILY ALVES DOS SANTOS

**ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA E  
ECONÔMICA ENTRE SIGFI E A REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA  
PARA ATENDIMENTO DE REGIÕES REMOTAS EM BARÃO DE  
MELGAÇO – MATO GROSSO**

CUIABÁ – MT  
DEZEMBRO, 2022

EMILY ALVES DOS SANTOS

**ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA E  
ECONÔMICA ENTRE SIGFI E A REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA  
PARA ATENDIMENTO DE REGIÕES REMOTAS EM BARÃO DE  
MELGAÇO – MATO GROSSO**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador:  
Prof. Dra. Camila dos Anjos Fantin

CUIABÁ – MT  
DEZEMBRO, 2022

## Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S237a Santos, Emily Alves dos.

Análise comparativa da viabilidade técnica e econômica entre sigfi e a rede de distribuição aérea para atendimento de regiões remotas em Barão de Melgaço - Mato Grosso [recurso eletrônico] / Emily Alves dos Santos. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 23 f., il. color., pdf). -- 2022.

Orientador: Camila dos Anjos Fantin.

TCC (graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, 2022.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. Energia Fotovoltaica, Qualidade da Energia Elétrica, Pantanal Mato-grossense, Rede Elétrica de Energia, Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI). I. Fantin, Camila dos Anjos, *orientador*. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

# UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

## DESPACHO

Processo nº 23108.103092/2022-08

Interessado: EMILY ALVES DOS SANTOS

### FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA MONOGRAFIA:** ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA ENTRE SIGFI E A REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA PARA ATENDIMENTO DE REGIÕES REMOTAS EM BARÃO DE MELGAÇO – MATO GROSSO

ALUNO: EMILY ALVES DOS SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito para a obtenção de grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em 05 de dezembro de 2022.

Nota: 9,2

### BANCA EXAMINADORA

**Profa. Dra. Camila dos Anjos Fantin**

Orientadora

**Prof. Dr. Jorge Luiz Brito de Faria**

Examinador

**Eng. Murilo Castilho da Silva**



Documento assinado eletronicamente por **CAMILA DOS ANJOS FANTIN, Coordenador(a) de Ensino de Graduação em Engenharia Elétrica - FAET/UFMT**, em 20/12/2022, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JORGE LUIZ BRITO DE FARIA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 20/12/2022, às 16:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Murilo Castilho da Silva, Usuário Externo**, em 20/12/2022, às 23:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufmt.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5364318** e o código CRC **67B096C1**.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico o resultado desta caminhada acadêmica, em primeiro lugar, à minha Mãe, base da minha força. Dedico, também, a todos os meus amigos, professores e colegas de curso pelos bons momentos vividos, essenciais para o meu bem-estar social e intelectual.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pois sem ele nada seria possível.

A minha mãe, Eliane Aparecida Alves dos Santos, guerreira e batalhadora que me criou sozinha e possibilitou que eu concluísse o curso, sempre me apoiando e incentivando.

Aos meus familiares, que sempre me incentivaram por eu ser a primeira a ter uma graduação, sobretudo, em uma faculdade federal.

Ao meu namorado, Aleph Mikael Bispo Dantas Moura, que esteve comigo desde o início do curso, me incentivando a ser melhor a cada dia, sempre me apoiando nas decisões ao decorrer do curso e da vida.

Aos meus amigos, que sem eles meus dias seriam mais tristes, em especial Iago Venâncio Nascimento, Andressa Gonzatto, Gabriella Fernandes, Thaynara de Farias Sousa e João Acassio M. Venceslau, que me incentivaram ao longo do curso, sempre me animando e impulsionando à conclusão do mesmo.

A professora, orientadora e coordenadora do Curso, Camila dos Anjos Fantin, que sempre apoiou e defendeu os alunos, e a mim especialmente na conclusão deste trabalho.

Ao Manoel Alexandre de Oliveira, engenheiro da Energisa MT, pelo auxílio com o Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) cujo conhecimento deste tema foi imprescindível no desenvolvimento deste trabalho.

Aos engenheiros eletricitas Murilo Castilho da Silva e Tiago Cassamassimo Duarte, também engenheiros da Energisa MT, que me inspiraram e auxiliaram no conhecimento da rede elétrica com ênfase na qualidade de energia e nas revisões deste trabalho, assim como me impulsionaram a sempre buscar mais e a crescer profissionalmente.

Aos meus colegas de trabalho da Energisa MT, em especial o Jean Carlos Silva Duarte, por me auxiliarem em todas as minhas dúvidas, me incentivarem na escrita deste trabalho, e na conclusão do mesmo, serei sempre grata.

## RESUMO

SANTOS, E. A. dos. **Análise Comparativa da Viabilidade Técnica e Econômica entre SIGFI e a Rede de Distribuição Aérea para Atendimento de Regiões Remotas em Barão de Melgaço - Mato Grosso**. 2022. 23f. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2022.

A energia elétrica é fundamental na vida das pessoas, entretanto, muitos desses consumidores ainda se encontram em locais de difícil acesso e distantes da rede elétrica existente, realidade de uma grande quantidade de moradores do Pantanal Mato-grossense, bioma que possui como característica secas e alagamentos sazonais, que dificultam a construção e manutenção da rede elétrica. Diante disto, o presente artigo tem como objetivo uma análise de viabilidade técnica e econômica da instalação de um Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) na região de Barão de Melgaço em Mato Grosso, em comparação com a extensão de rede elétrica existente na região. O estudo aponta que a utilização de SIGFI pode ser até 44% mais econômica além de aumentar consideravelmente a qualidade do fornecimento dependendo da região de aplicação.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica. Qualidade da Energia Elétrica. Pantanal Mato-grossense. Rede Elétrica de Energia. Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI).

## **ABSTRACT**

Electric energy is fundamental in people's lives, however, many of these consumers are still in places that are difficult to access and far from the existing power grid, a reality for many residents of the Pantanal Mato Grosso, a biome that has as characteristic seasonal droughts and floods, which makes it difficult to build and maintain the power grid. That said, the present article aims to analyze the technical and economic feasibility of installing an Individual Electric Power Generation System with Intermittent Source (SIGFI) in the region of Barão de Melgaço in Mato Grosso, in comparison to extent of a power grid available nearby. The study points out that the use of SIGFI can be up to 44% more economical in addition to considerably increasing the power quality depending on the region of application.

**Keywords:** Electric Power Quality. Individual Electric Power Generation System with Intermittent Source (SIGFI). Pantanal Mato Grosso. Photovoltaics. Power Electric Network.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1 - Local do estudo, destacando-se a rede elétrica de distribuição.....	17
Figura 2 - Alimentador 11 de Santo Antônio do Leverger.....	17
Figura 3 - Normas para construção de rede elétrica sobre rios.....	18
Figura 4 - Distribuição de consumidores não conectados à rede elétrica na região.....	18
Figura 5 - Configuração de um SIGFI.....	19
Figura 6 - Representação estrutural de um SIGFI.....	19
Figura 7 - SIGFI instalado.....	19
Figura 8 - Local do estudo, destacando-se com um círculo o local para a possível conexão da nova rede.....	20
Figura 9 - DEC conjunto Várzea Grande 34,5 kV no ano de 2022.....	21
Figura 10 - FEC conjunto Várzea Grande 34,5 kV no ano de 2022.....	22
Figura 11 - Impacto do DEC do alimentador 11 de Santo Antônio do Leverger no conjunto....	22
Figura 12 - Interrupção de Energia elétrica no ano de 2022 em horas.....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo da construção da rede elétrica de 2,5 km.....	18
Tabela 2 - Custo da construção da rede elétrica de 38 km.....	18
Tabela 3 - Disponibilidade de energia por SIGFI.....	18
Tabela 4 - Exemplo de uma carga de uma UC alimentada por um SIGFI 80.....	19
Tabela 5 - Custo da instalação de um SIGFI 80.....	20
Tabela 6 - Custo de manutenção da rede elétrica para o alimentador 11 em 2022.....	20
Tabela 7 - Comparação dos Custos.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CC	Corrente Contínua
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DIC	Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora
DICRI	Duração da Interrupção Individual ocorrida em Dia Crítico por Unidade Consumidora
DMIC	Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FIC	Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora
Fig.	Figura
LPT	Luz para Todos
MT	Mato Grosso
Nº.	Número
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
Qtde.	Quantidade
SIGFI	Sistema Individual De Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente
SIN	Sistema Interligado Nacional
UC	Unidade Consumidora
Unid.	Unidade
Unit.	Unitário
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## LISTA DE SÍMBOLOS

km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
km	Quilômetro
kV	Quilovolt
R\$	Real
kWh	Quilowatt-hora
Wh	Watt-hora
W	Watt
ha	Hectares
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO .....	16
II. ABORDAGEM DO PROBLEMA .....	16
III. DESENVOLVIMENTO.....	17
<i>A.</i> Instalação.....	17
<i>B.</i> Manutenção .....	20
<i>C.</i> Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica .....	21
IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	22
V. CONCLUSÃO.....	23

# ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA ENTRE SIGFI E A REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA PARA ATENDIMENTO DE REGIÕES REMOTAS EM BARÃO DE MELGAÇO – MATO GROSSO

Emily Alves dos Santos e Camila dos Anjos Fantin

Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Cuiabá – MT, E-mail:emily.alvesds3@gmail.com, camila.fantin@ufmt.br

**Resumo** – A energia elétrica é fundamental na vida das pessoas, entretanto, muitos desses consumidores ainda se encontram em locais de difícil acesso e distantes da rede elétrica existente, realidade de uma grande quantidade de moradores do Pantanal Mato-grossense, bioma que possui como característica secas e alagamentos sazonais, que dificultam a construção e manutenção da rede elétrica. Diante disto, o presente artigo tem como objetivo uma análise de viabilidade técnica e econômica da instalação de um Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) na região de Barão de Melgaço em Mato Grosso, em comparação com a extensão de rede elétrica existente na região. O estudo aponta que a utilização de SIGFI pode ser até 44% mais econômica além de aumentar consideravelmente a qualidade do fornecimento dependendo da região de aplicação.

**Palavras-Chave** – Energia Fotovoltaica. Qualidade da Energia Elétrica. Pantanal Mato-grossense. Rede Elétrica de Energia. Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI).

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY BETWEEN SIGFI AND AN OVERHEAD DISTRIBUTION SYSTEM TO SERVE REMOTE REGIONS IN BARÃO DE MELGAÇO – MATO GROSSO

**Abstract** - Electric energy is fundamental in people's lives, however, many of these consumers are still in places that are difficult to access and far from the existing power grid, a reality for a large number of residents of the Pantanal Mato Grosso, a biome that has the characteristic seasonal droughts and floods, which make it difficult to build and maintain the power grid. In view of this, the present article aims to analyze the technical and economic feasibility of installing an Individual Electric Power Generation System with Intermittent Source (SIGFI) in the region of Barão de Melgaço in Mato Grosso, in comparison with the extension of the electricity available in the region. The study points out that the use of SIGFI can be up to 44% more economical in addition to considerably increasing the quality of supply depending on the region of application.

**Keywords** - Electric Power Quality. Individual Electric Power Generation System with Intermittent Source

(SIGFI). Pantanal Mato Grosso. Photovoltaics. Power Electric Network.

### I. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é fundamental na vida das pessoas e está presente em grande parte das necessidades do dia a dia, desde iluminar um ambiente, armazenar alimentos [1], até ter acesso às tecnologias atuais como celulares, televisores e internet. Diante disto é indispensável o acesso à energia elétrica para uma qualidade de vida digna e com mais conforto [2].

No ano de 2003 foi instituído o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos (LPT), um programa que visa o acesso à energia elétrica à população da área rural [3], visando a melhoria da qualidade de vida desses cidadãos [4]. Contudo foi verificado que um grande número de consumidores estão localizados em locais muito remotos, de difícil acesso e distante das linhas de distribuição de energia elétrica existente [5], o que levou a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) a publicar novos decretos e no ano de 2015 foram estabelecidas condições para os atendimentos dessas áreas remotas [6], chegando ao ano de 2020 onde foi instituído o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal – Mais Luz para a Amazônia [7], com o Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI), que visa o atendimento dessas áreas remotas por meio de fontes de energias limpas e renováveis, como a solar ou eólica [5].

O Estado de Mato Grosso possui uma extensão territorial de 903.357 km<sup>2</sup> (quilômetros quadrados), sendo o terceiro maior Estado do Brasil, e detém em seu território muitas áreas isoladas e de difícil acesso. Isso se deve também ao seu ecossistema, que combina: Amazônia, Cerrado e Pantanal [8], sendo este último formado por regiões alagadas e de preservação ambiental que dificultam a construção e manutenção da rede elétrica de distribuição.

O estudo em questão visa a comparação entre a utilização do SIGFI ou a construção de rede até esses locais afastados, comparando CAPEX (*Capital Expenditure*) e OPEX (*Operational Expenditure*) no âmbito de instalação, manutenção e qualidade do fornecimento de energia entre as soluções.

### II. ABORDAGEM DO PROBLEMA

A região escolhida para este estudo foi a de Barão de Melgaço, situada no Pantanal Mato-grossense e localizada a aproximadamente 160 km (quilômetros) da capital Cuiabá.

O Pantanal é considerado a maior planície de inundação do planeta segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (EMBRAPA), além de ser um Patrimônio Natural Mundial e Reserva da Biosfera pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) [9]. Possui como característica alagamentos sazonais que ocorrem devido ao alto índice pluviométrico onde inúmeros rios, córregos e lagos transbordam.

Na região definida para o estudo encontram-se alguns hotéis e fazendas, que apesar de estarem próximos de uma rede elétrica (aproximadamente 2,5km) apresenta alguns desafios para a energização com extensão de rede aérea como: a travessia do Rio São Lourenço e uma grande quantidade de áreas alagadas.

Na figura 1 destaca-se em amarelo o Cliente A em Barão do Melgaço, ponto em que será centrado o estudo. Em magenta destaca-se a rede de distribuição aérea mais próxima do cliente.



Fig.1. Local do estudo, destacando-se a rede elétrica de distribuição. (Fonte: Google Maps, 2022)

### III. DESENVOLVIMENTO

Para facilitar o estudo, esta seção do artigo será dividida em três partes onde serão realizadas as análises de cada ponto comparando o fornecimento de energia entre o SIGFI e a rede de distribuição elétrica aérea.

#### A. Instalação

A Resolução n° 488 de 2012 da ANEEL estabelece que as distribuidoras devem atender por meio de extensão de rede convencional unidades consumidoras que estiverem localizadas até 5 quilômetros da rede de distribuição mais próxima desde que seja rentável, salvo os casos onde haja necessidade da utilização de cabos isolados ou subaquáticos, locais com limitações ambientais ou técnicas, ou ainda, que seja necessária a complementação de fases na rede elétrica existente [10]. Para unidades consumidoras acima de 5 quilômetros fica a critério da distribuidora a escolha entre a extensão da rede existente ou a utilização de sistemas fotovoltaicos.

##### 1) Rede Elétrica

A extensão de rede para alimentação de carga envolve várias etapas de planejamento, dentre elas a definição de qual alimentador e subestação será feita a derivação. Na região há uma subestação cujo alimentador passa relativamente

próximo à localização: a subestação de Santo Antônio do Leverger com o alimentador 11. Do Cliente A até o alimentador 11, há uma distância de 2,5 km, sendo possível uma extensão de rede relativamente curta até o local.

O alimentador 11 de Santo Antônio de Leverger, é extenso, partindo da saída da subestação ao ponto onde seria feita a conexão da nova rede são 200 km. Este fato já tornaria sua instalação complexa, do ponto de vista operacional, visto probabilidade de defeitos ao longo de todo o trecho.

O alimentador possui tensão de 34,5 kV (quilovolts) e possui 6 religadores trifásicos e 2 sinalizadores de falta, que auxiliam na localização do ponto de defeito em caso de curtos-circuitos. No ponto onde seria feita a extensão de rede, a linha é monofásica e está praticamente no final de uma das ramificações da linha principal do alimentador, como mostra a figura 2.

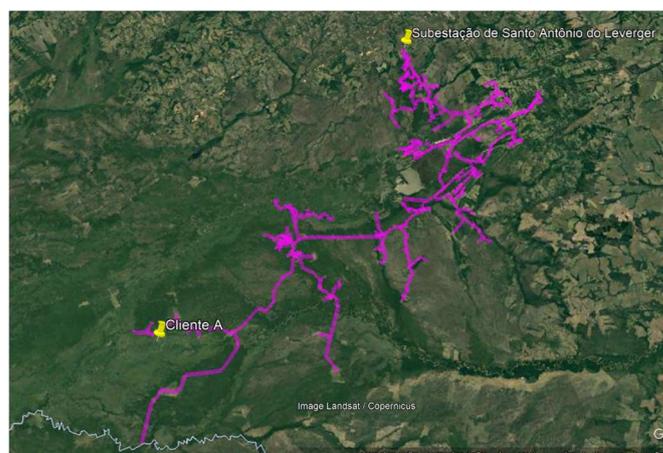


Fig. 2. Alimentador 11 de Santo Antônio do Leverger (Fonte: Google Maps, 2022)

Ademais, outro ponto a se verificar é a presença do rio São Lourenço, que percorre toda a região escolhida e para a construção da rede seria necessário transpassá-lo. O órgão regulamentador responsável é a Marinha, que define que deve ser feito o estudo da navegação local, sendo considerado a maior embarcação a se passar; estudo da geografia do rio, considerando sua profundidade, largura, altura das duas margens, e altura da linha de rede e sua maior curvatura sobre o rio [11], como evidenciado na figura 3.

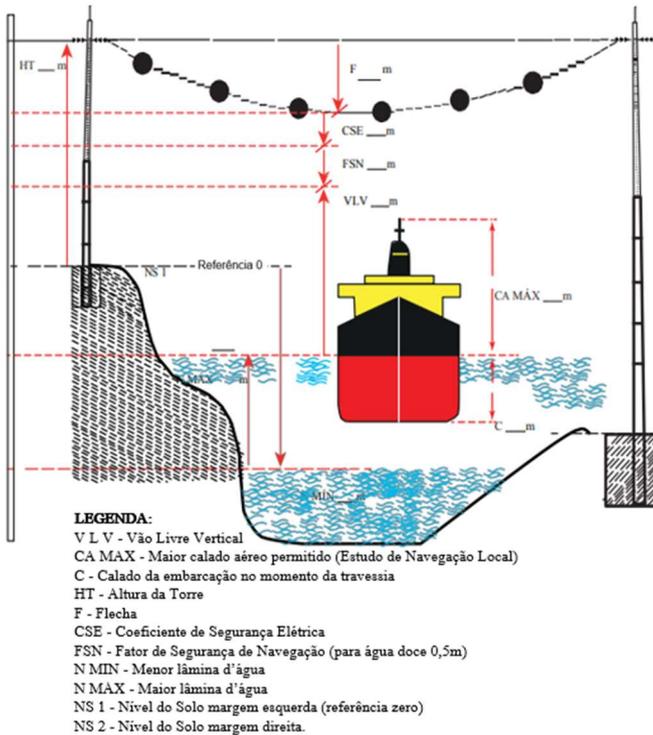


Fig. 3. Normas para construção de rede elétrica sobre rios.  
(Fonte: Marinha - NORMAN 11, 2022)

Além do rio, há também uma grande quantidade de áreas alagadas no trecho entre o ponto de extensão da rede e a localidade de estudo, onde devido a característica do Pantanal, em grande parte do ano essa área estaria alagada e dificultaria a instalação dos postes da rede elétrica.

Diante do exposto, considerando apenas a parte de custos para a extensão de rede utilizando o alimentador 11 da subestação de Santo Antônio do Leverger seriam necessários 2,5 km de extensão da rede. Na tabela I são apresentados os custos. Os custos de investimentos necessários, com deslocamento e hospedagem inclusos no item mão de obra.

**TABELA I**  
**Custo da construção da rede elétrica**

Instalação	Custo Total
Material	R\$ 59.276,80
Mão de Obra	R\$ 36.488,03
Total	R\$ 95.764,83

Deve-se levar em conta que além do Cliente A, existem também várias outras propriedades naquela região que atualmente não são atendidas pela rede elétrica. Conforme apresentado na figura 4, são 61 propriedades em uma extensão de aproximadamente 38 km com investimento total aproximado conforme tabela II.

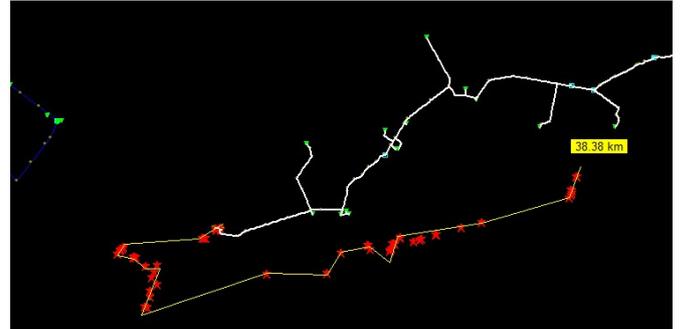


Fig. 4. Distribuição de consumidores não conectados à rede elétrica na região (Fonte: Energisa MT- mapa TS, 2022)

**TABELA II**

**Custo da construção da rede elétrica**

Instalação	Custo Total
Material	R\$ 910.017,43
Mão de Obra	R\$ 525.523,46
Total	R\$ 1.435.540,89

## 2) SIGFI

O Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) foi desenvolvido como uma fonte de energia destinada ao fornecimento de uma única unidade consumidora (UC) [12], com a utilização de energias renováveis. Deve ser realizado um levantamento de carga para cada unidade consumidora a fim de definir as características técnicas do sistema. Por ser isolado, significa que não haverá nenhuma conexão com o Sistema Interligado Nacional (SIN), funcionando de maneira contínua e sem necessidade de conexão com a rede elétrica.

O SIGFI pode ser construído utilizando energia fotovoltaica ou eólica, mas devido às condições climáticas do estado de Mato Grosso, definiu-se a melhor utilização com os painéis fotovoltaicos, onde há a conversão de energia solar em energia elétrica através de todo o arranjo que compõe o SIGFI. A autonomia do sistema fotovoltaico deve ser calculada para a menor irradiação solar histórica dos últimos três anos, no local onde será instalado para garantir a disponibilidade de energia mensal necessária para a unidade consumidora atendida.

Fica sob a responsabilidade da distribuidora, no caso de Mato Grosso a Energisa MT, a instalação e manutenção e conserto em caso de defeitos do SIGFI [13]. Na tabela III são apresentados os modelos de SIGFI existentes.

**TABELA III**  
**Disponibilidade de Energia por SIGFI**

Disponibilidade mensal (kWh/mês/UC)	Consumo de referência (Wh/dia/UC)	Potência mínima (W/UC)
45	1.500	700
60	2.000	1.000
80	2.650	1.250
12	4.000	1.500
180	6.000	1.800

(Fonte: NDU 028 – Energisa, 2022)

Os critérios para a escolha do SIGFI, são feitos a partir do perfil de consumo da unidade consumidora, colocando todos os dispositivos que serão conectados à energia com suas

respectivas potências de carga, quantas horas serão utilizados e por fim o consumo em Watt-hora (Wh), como exemplo na tabela IV para um SIGFI 80. Todavia, deve-se ressaltar que cargas como aquecimento e refrigeração deverão ser restritas dado que estas solicitam grandes demandas de potência [14].

**TABELA IV**  
**Exemplo de uma carga de uma UC alimentada por um SIGFI 80**

Equipamento	Potência (W)	Qtde.	Horas/dia	Consumo (Wh)
LED	10	6	6	360
Refrigerador	90	1	12	1.080
Carregador de celular	15	2	3	90
Ventilador	60	2	4	480
Televisão	80	1	4	320
Demais equipamentos	100	1	3	300
Total				2.630

(Fonte: NDU 028 – Energisa, 2022)

O conjunto que compõe o SIGFI é composto por módulos fotovoltaicos, inversor, controlador de carga e bateria, sendo então dispostos conforme a figura 5.

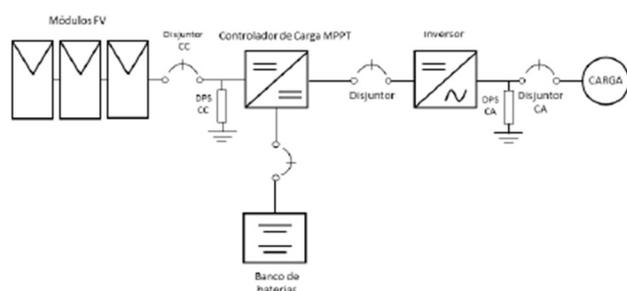


Fig. 5. Configuração de um SIGFI (Fonte: Energisa- NDU 028, 2022)

O arranjo fotovoltaico dependerá de qual o modelo de SIGFI o consumidor irá receber, sendo assim possível calcular o número de módulos e seu respectivo arranjo. O arranjo pode ser feito conectando os painéis em paralelo e/ou série, conforme a tensão ou potência desejada.

No gerenciamento da carga produzida pelo arranjo fotovoltaico, utiliza-se o controlador de carga que é responsável por regular a carga gerada, a fim de facilitar a transferência de energia elétrica dos módulos fotovoltaicos para a bateria e para o inversor. O controlador de carga também tem o objetivo de proteger o sistema contra cargas e descargas desnecessárias ou excessivas, assim aumentando a vida útil das baterias.

Para a conversão da energia gerada em corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA) é utilizado o inversor CC/CA. O inversor possui um disco rígido inteligente que registra as falhas apresentadas em um log (arquivo) de informações. Entretanto, ainda é necessária a locomoção até o dispositivo para o acesso às informações. Por motivos de segurança o inversor também possui um disjuntor para proteção do sistema, atuando no caso da falha do disjuntor do usuário.

Para o armazenamento da energia elétrica gerada no sistema fotovoltaico isolado da rede elétrica, utiliza-se o banco

de baterias que podem ser conectadas em paralelo ou série com um propósito definido em projeto. A principal função das baterias é o armazenamento da energia excedente gerada e na continuidade de fornecimento da energia elétrica, no período em que os módulos não estiverem em funcionamento devido à ausência de irradiação solar.

Após instalado e comissionado, o sistema, o sistema individual de geração de energia elétrica com fonte fotovoltaica fornecerá ao consumidor uma tensão de 127 Volts ou 220 Volts.

A estrutura final de um SIGFI é apresentada na figura 6 e na figura 7.

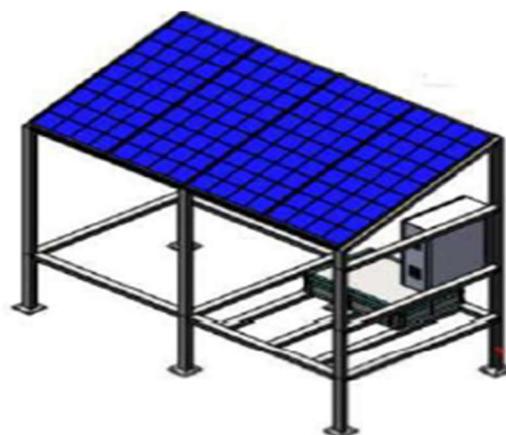


Fig. 6. Representação estrutural de um SIGFI (Fonte: Energisa- NDU 028, 2022)



Fig. 7. SIGFI instalado (Fonte: Energisa MT, 2022)

Após a definição técnica do modelo de SIGFI a ser utilizado conforme cargas da unidade consumidora e tabela III, a instalação é realizada de maneira simples e prática, pois os equipamentos e as peças do conjunto que formam o SIGFI já são fabricados com o intuito de facilitar a montagem do arranjo fotovoltaico. No local a ser instalado, necessita-se apenas da definição do melhor ponto da propriedade onde os módulos fotovoltaicos tenham a melhor incidência de raios solares, ao longo de todo o dia, aumentando assim a eficiência do sistema.

Considerando todos os componentes para o arranjo do SIGFI, o investimento de instalação dependerá apenas dos elementos elencados na tabela V, não havendo a necessidade de especificação de localidade ou geografia, por se tratar de

um sistema sem conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Os custos de deslocamentos e hospedagem estão inclusos no item descrito como serviço de instalação.

**TABELA V**  
**Custo da instalação de um SIGFI 80**

Instalação	Qtde.	Custo unit.	Custo Total
Banco de baterias	1	R\$ 11.158,17	R\$ 11.158,17
Módulo FV	4	R\$ 908,21	R\$ 3.632,84
Inversor off-grid	1	R\$ 3.513,12	R\$ 3.513,12
Controlador de carga	1	R\$ 1.039,00	R\$ 1.039,00
Estrutura de suporte	1	R\$ 4.678,59	R\$ 4.678,59
Abrigo de baterias	1	R\$ 1.451,86	R\$ 1.451,86
Unidade eletrônica	1	R\$ 247,40	R\$ 247,40
Disjuntores e DPS	1	R\$ 842,93	R\$ 842,93
Aterramento	1	R\$ 1375,95	R\$ 1375,95
Cabos, conectores, etc.	1	R\$ 424,93	R\$ 424,93
Padrão de entrada	1	R\$ 2.121,19	R\$ 2.121,19
Logística	1	R\$ 2.123,44	R\$ 2.123,44
Serviço de Instalação	1	R\$ 4.946,93	R\$ 4.946,93
Total			R\$ 37.556,35

## B. Manutenção

A manutenção pode ser dividida em três etapas: manutenção preditiva, preventiva e corretiva (ou emergencial). Na manutenção preditiva é feito o acompanhamento periódico dos equipamentos, por meio de coleta de dados; a preventiva é feita de maneira a prevenir falhas através da análise de dados de problemas ocorridos no passado; a corretiva ocorre quando o equipamento já apresenta defeito ou mau funcionamento.

### 1) Rede Elétrica

Para a manutenção da rede elétrica as mais utilizadas são as manutenções preventivas e corretivas. Para a manutenção preventiva, no caso da distribuidora Energisa MT, o principal instrumento utilizado é o plano anual de manutenção estruturado em todo início de ano, onde através das prioridades, como análise de impacto e criticidade de alimentadores e trechos de rede mediante histórico de ocorrências no ano anterior, ou ainda informações de quantidade de clientes e problemas característicos de cada região, é feito o planejamento das manutenções que serão executadas durante o ano, direcionando equipes e recursos específicos para cada problema (estruturas, equipamentos especiais, limpeza de faixa ou poda). O acompanhamento é realizado ao longo do ano e são feitas correções de rota no que foi planejado conforme eventuais ocorrências e resposta do sistema. São priorizados os trechos onde o impacto das ocorrências seja maior em vista dos indicadores de qualidade da energia (DEC e FEC) ou ainda do impacto das compensações pagas aos deste trecho.

As manutenções corretivas (ou emergenciais) da rede elétrica ocorrem em uma maior quantidade quando em comparação ao SIGFI, devido ao fato de se tratar de um alimentador muito extenso, com rede aérea, que

consequentemente pode apresentar muitos pontos de falhas e interrupção do fornecimento devido a intempéries climáticas (descargas atmosféricas, ventos) ou animais.

Deve-se considerar também, neste caso, o tempo de reenergização da rede, pois para isso seria necessária a localização do problema e sua correção, impactando diretamente no tempo em que o consumidor ficaria sem o fornecimento de energia.

Na eventual falta de energia que impacte todo o alimentador de estudo, a reenergização da maior parte das unidades consumidoras levaria aproximadamente 01 hora, podendo aumentar devido a grande extensão deste alimentador e local específico onde o defeito ocorreu. Ainda temos o tempo de localização do defeito ao longo do circuito e correção do problema, que para este alimentador, no âmbito de duração da interrupção reflete em um DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) de 94 horas (referência outubro de 2022), um tempo bastante elevado que reflete a dificuldade para o reestabelecimento total de energia para este alimentador. Na figura 8, destaca-se com um círculo o local onde seria feita a conexão para extensão de rede até a localidade de estudo.

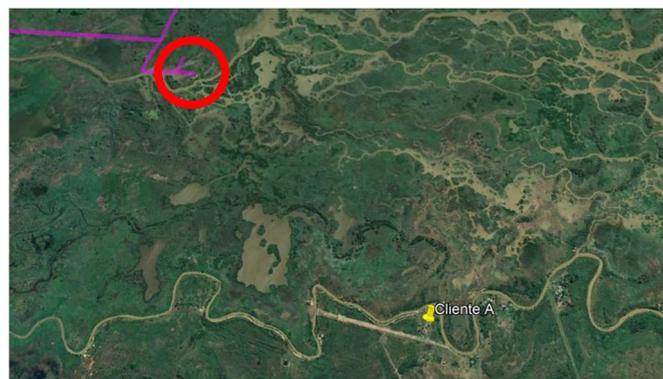


Fig. 8. Local do estudo, destacando-se com um círculo o local para a possível conexão da nova rede. (Fonte: Google Maps)

O alimentador 11 da subestação de Santo Antônio do Leverger, até o mês de novembro do ano de 2022, apresentou um custo de R\$ 2.860.228,00 entre manutenções preventivas e emergenciais, dados estes apresentados na tabela VI.

**TABELA VI**  
**Custo de manutenção da rede elétrica para o alimentador em 2022.**

Serviço	Quantidade	Custo Total
Chave	433 unid.	R\$ 448.050,00
Conexão	1.056 unid.	R\$ 118.289,00
Cruzetas	307 unid.	R\$ 118.093,00
Isolador	482 unid.	R\$ 226.263,00
Limpeza de Faixa	341 ha	R\$ 1.021.028,00
Para raios	164 unid.	R\$ 140.289,00
Poda de Árvore	1.451 unid.	R\$ 117.009,00
Poste	107 unid.	R\$ 291.154,00
Transformadores	46 unid.	R\$ 310.055,00
Total		R\$ 2.860.228,00

Para que sejam feitos os reparos necessários na rede elétrica existem duas formas: em regime de “linha morta” (rede desenergizada) ou “linha viva” (rede energizada). No caso do trabalho em linha morta, o supervisor de manutenção solicita um desligamento programado e os consumidores que serão afetados são avisados previamente. No regime de linha viva, é utilizada uma equipe especializada que realiza as manutenções sem interromper o fornecimento.

## 2) SIGFI

A manutenção do SIGFI pode ser dividida em duas tipologias: manutenção preventiva e corretiva (ou emergencial). Na manutenção preventiva, cada SIGFI deve possuir um plano de manutenção e inspeção, onde deverá ser feito um checklist a ser verificado com a periodicidade máxima de 6 meses entre uma manutenção e a próxima, podendo adotar um período menor de até 4 meses [13]. No plano devem constar formas de detecção e solução dos problemas mais frequentes em cada um dos componentes que integram o sistema. Também deve ser considerado o melhor período de inspeção dos equipamentos, tendo em vista as cheias e secas da região do Pantanal.

Após as manutenções preventivas devem ser realizados os procedimentos de verificação, testes e medições, além da limpeza dos módulos e ajustes do sistema antes da liberação do sistema.

Os procedimentos para as manutenções corretivas ou emergenciais, são os mesmos das manutenções preventiva, onde após o consumidor informar a distribuidora algum defeito no sistema, o atendimento deve ser feito no menor tempo possível, atendendo aos prazos estabelecidos como diretriz interna e limites regulados definidos pela ANEEL. [13]. Após realizada a verificação do defeito, a substituição dos componentes necessários é dada através de peças sobressalentes levadas pela equipe de atendimento, evitando assim um novo deslocamento.

Os custos para a manutenção preventiva e corretiva variam de acordo com o que o conjunto apresentou de necessidade, por exemplo a troca de algum componente, sendo este valor apresentado na tabela de custos para instalação do SIGFI (Tabela V - custo de instalação do SIGFI 80).

Ademais, outro ponto a se avaliar dentro da manutenção de um SIGFI são os possíveis defeitos em baterias, raros se feito o correto dimensionamento, manutenção e troca a cada 3 ou 4 anos das mesmas. Outro possível defeito, é o dimensionamento incorreto do sistema, ou um consumo maior do que o previamente estipulado no projeto.

## C. Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica

A qualidade do fornecimento de energia elétrica é um fator bastante elevado para a relação distribuidora-cliente, pois é através dela que se tem a análise de confiabilidade e conformidade dos atendimentos técnicos que a distribuidora fornece ao consumidor. Além disso, o aumento da qualidade de energia está diretamente ligado aos investimentos e custos operacionais, que refletem no reajuste tarifário conforme previsto em regulação e que impactam no valor da conta de energia paga pelo consumidor. Portanto, para que a relação custo-benefício seja estável, análises e avaliações são necessárias e rigorosamente reguladas para qualquer tipo de

investimento e aplicação de recurso operacional, o que também ocorre, na escolha entre a construção da rede elétrica ou a instalação do Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI).

### 1) Rede Elétrica

Quando se trata da qualidade de energia elétrica, com ênfase na qualidade do serviço, o foco é a confiabilidade do fornecimento de energia ao consumidor final, onde de acordo com a Resolução Normativa 956/2021 da ANEEL que estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST [15], especialmente no módulo 8, apresentam-se os seguintes indicadores individuais: Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (DIC), Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (FIC), Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora (DMIC), Duração da Interrupção Individual ocorrida em Dia Crítico por Unidade Consumidora (DICRI), e os indicadores coletivos: Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC) [16]. Para todos os indicadores citados não devem ser contabilizados os casos em que a falha se apresenta nas instalações do consumidor ou que a duração seja inferior a 3 minutos.

Oficialmente, a ANEEL define que os indicadores de qualidade coletivos devem ser aferidos a partir de um subgrupo de consumidores que são organizados em conjuntos elétricos. Para o conjunto Várzea Grande 34,5 kV, ao qual o alimentador do estudo pertence, a ANEEL estabelece a meta dos indicadores coletivos de DEC sendo de 32 horas e de FEC 18 vezes. Os valores dos indicadores de qualidade, DEC e FEC, para o conjunto Várzea Grande 34,5 kV em 2022 são apresentados nas figuras 9 e 10 respectivamente.

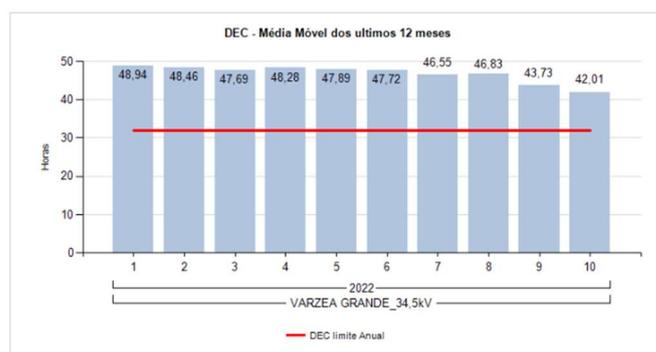


Fig. 9. DEC conjunto Várzea Grande 34,5 kV no ano de 2022. (Fonte: ANEEL, 2022)

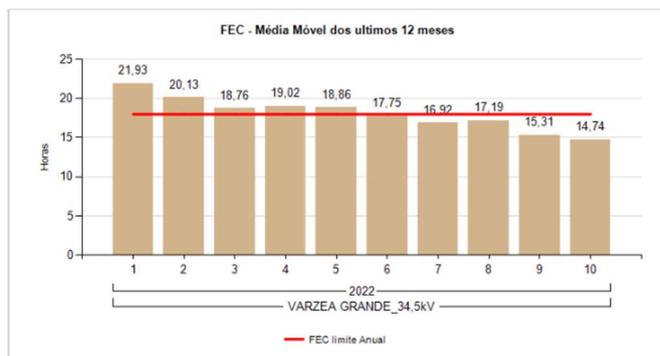


Fig. 10. FEC conjunto Várzea Grande 34,5 kV no ano de 2022. (Fonte: ANEEL, 2022)

Contudo para saber a influência do alimentador 11 da subestação de Santo Antônio do Leverger nos valores de DEC e FEC do conjunto Várzea Grande 34,5 kV, pode ser feita uma análise de Pareto, identificando que representa quase 60% do indicador, conforme figura 11.

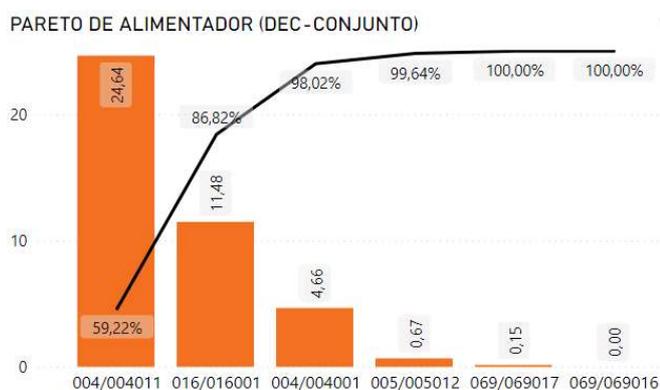


Fig. 11. Impacto do DEC do alimentador 11 de Santo Antônio do Leverger no conjunto.

Em síntese, conforme figuras 9 e 10, percebe-se que o DEC e FEC do conjunto Várzea Grande 34,5 kV para o ano de 2022, até o mês de outubro, encontra-se violado, e como demonstra a figura 11, grande parte, quase 60%, se deve ao alimentador 11 da subestação de Santo Antônio do Leverger (004/004011), cujo DEC é de 94 horas.

Outro ponto a se avaliar, considerando o ano de 2022, as maiores interrupções de energia do alimentador 11 de Santo Antônio foram devido a causas ligadas ao meio ambiente, desde chuvas e ventos que ocasionaram curtos circuitos entre as fases do alimentador, descargas atmosféricas e principalmente queda de árvores sobre a rede elétrica. As interrupções por motivos de meio ambiente somaram 54,53 horas de queda de energia elétrica, conforme figura 12.



Fig. 12. Interrupção de Energia elétrica no ano de 2022 em horas.

## 2) SIGFI

Assim como a rede elétrica, também é preciso garantir os indicadores de qualidade em um Sistema Isolado e com Fonte Intermitente. Neste caso analisa-se o indicador DIC (Duração de interrupção individual por UC), que não deve ultrapassar 216 horas mensal e 648 horas anual para cada unidade consumidora [12]. Caso o DIC venha a ser extrapolado deve-se calcular a compensação ao consumidor de acordo com o previsto no PRODIST [12]. Porém a taxa de falhas é muito baixa e é esperado que as unidades com SIGFI não tenham interrupções ao longo do ano.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar da região de Barão de Melgaço apresentar uma rede elétrica construída relativamente próxima aos consumidores ainda isolados (em especial o Cliente A), devido aos desafios específicos da região que aumentam a probabilidade de defeitos e dificuldade nos atendimentos, o SIGFI se apresenta como uma possível alternativa para aumentar a confiabilidade do fornecimento, abrindo espaço para análise de qual a melhor alternativa para suprir as necessidades dos consumidores ali presentes.

Do ponto de vista da instalação, a rede elétrica possui alguns desafios como a travessia do rio São Lourenço e a construção em uma área com as características do Pantanal, apresentando custo estimado em R\$ 95.764,83 para extensão de rede até o Cliente A. Importante destacar que o ponto de estudo não é o único consumidor ali presente sendo necessário considerar as 61 propriedades sem o acesso a rede, e por isso o custo passa a ser de R\$ 1.435.540,89. Já a instalação do SIGFI ocorre de maneira muito mais prática e fácil, apresentando um custo por SIGFI no valor de R\$ 37.556,35 e para os 61 consumidores no valor de R\$ 2.290.937,35.

Quando se trata da manutenção na rede elétrica, o alimentador do estudo apresenta maiores desafios devido sua grande extensão e a exposição diante de possíveis interrupções, devido a vários fatores, sendo o principal a queda de árvores de grande porte sobre a rede devido vegetação densa na região e necessidade constante de limpeza de faixa e poda. Por estes motivos o custo de manutenção do alimentador é elevado, sem contar a dificuldade operativa quando se trata da identificação do ponto de defeito. Em contrapartida, o SIGFI apresenta em geral, apenas

manutenções preventivas, dependendo pouco (ou quase nada) de fatores externos para manter a continuidade do fornecimento, tendo seu custo de manutenção baseado no custo de deslocamento da equipe até o local e da troca de peças que apresentarem algum problema.

Ao comparar os custos apenas da instalação para os 61 consumidores, o custo do SIGFI é maior do que o da rede elétrica aérea, porém quando adicionado o custo da manutenção, o valor final da rede elétrica é maior, apresentando uma diferença de R\$ 1.886.550,10 em comparação ao SIGFI, que representa uma diferença de 44% no custo total do projeto. Na tabela VII são apresentados os custos totais, para 61 consumidores, da rede elétrica aérea e do SIGFI, respectivamente.

**TABELA VII**  
**Comparação dos custos**

Serviço	SIGFI 80	Rede Elétrica Aérea
Instalação	R\$ 2.290.937,35	R\$ 1.435.540,89
Manutenção	R\$ 118.281,44	R\$ 2.860.228,00
Total	R\$ 2.409.218,79	R\$ 4.295.768,89

Além da viabilidade econômica, analisada até aqui no que tange instalação e manutenção, outro fator importantíssimo na decisão entre o SIGFI ou a rede elétrica, se encontra na operação do sistema e qualidade do fornecimento de energia elétrica, pois de nada adianta a construção da rede sem a análise dos indicadores de continuidade, que no caso do alimentador em questão, apresenta um DEC de 94 horas sendo o alimentador de maior impacto nos indicadores do conjunto Várzea Grande 34,5 kV, contribuindo com a violação dos indicadores do conjunto no ano de 2022. Importante destacar que com a energização pelo SIGFI esses consumidores terão um DEC de -94 horas, já que a probabilidade de defeitos no SIGFI é menor do que com a rede elétrica.

A qualidade do fornecimento também está diretamente ligada a simplicidade operativa e menor probabilidade de defeitos tanto para a rede elétrica como para o SIGFI. Conforme analisado, os defeitos de um SIGFI envolvem basicamente o funcionamento dos itens que compõem o sistema, incluindo baterias, módulos fotovoltaicos, retificadores e inversores, que são mitigáveis a partir da correta manutenção preventiva. No caso da rede elétrica aérea, as possibilidades de defeito são mais elevadas, por diversos fatores externos conforme já apresentados. Fatores estes muitas vezes não gerenciáveis pela distribuidora.

## V. CONCLUSÃO

Evidentemente o acesso à energia elétrica universal para todos ainda está longe de se concretizar, sobretudo para os consumidores em locais de difícil acesso, como é o caso do Pantanal Mato-grossense, pois suas regiões com secas e cheias sazonais, e ainda, a grande extensão do estado de Mato Grosso, dificultam que a rede elétrica chegue a todos. O Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes surgiu como uma maneira de solucionar este desafio, apresentando uma maneira mais simples e econômica

de levar energia a estes consumidores territorialmente isolados.

Em suma, a análise para escolha entre a instalação do SIGFI ou a construção da rede elétrica, deve ponderar critérios econômicos, mas também critérios técnicos que envolvem o ativo elétrico em si e o ambiente em que este ativo estará inserido, como os indicadores de qualidade do fornecimento de energia elétrica, de modo a garantir o melhor custo-benefício para o cliente e distribuidora no longo prazo. Para o caso analisado neste artigo, conforme os dados apresentados, a instalação do SIGFI apresenta maiores vantagens técnicas e econômicas, que devem trazer resultados positivos para os indicadores do conjunto elétrico, além de viabilizar, de modo sustentável, a universalização da energia elétrica a todos os consumidores do estado, principalmente aos que ainda se encontram em regiões territorialmente isoladas e de difícil acesso.

## AGRADECIMENTOS

À professora, coordenadora e orientadora Camila dos Anjos Fantin pelo auxílio e direcionamento do artigo.

Ao Manoel Alexandre de Oliveira, engenheiro da Energisa MT, pelo auxílio com o Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI), cujo conhecimento do tema foi imprescindível no desenvolvimento do trabalho.

Aos engenheiros eletricitistas Murilo Castilho da Silva e Tiago Cassamassimo Duarte, também engenheiros da Energisa MT, que auxiliaram no conhecimento da rede elétrica com ênfase na qualidade de energia e nas revisões do artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Domínguez, J.; Pinedo-Pascua, I. *Gis tool for rural electrification with renewable energies in Latin America. Proceedings of the International Conference on Advanced Geographic Information Systems and Web Services, GEOWS 2009*, pp. 171–176, 2009.
- [2] Saldanha, M. M. (2013). *Energia Elétrica E Meio Ambiente: Um Novo Paradigma. Revista Direito Em Debate*, 21(38), 123–150. Acedido em 20 de Novembro de 2022, em: <https://doi.org/10.21527/2176-6622.2012.38.123-150>
- [3] Brasil. Ministério de Minas e Energia. *Programa de Eletrificação Rural*. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/programa-de-eletrificacao-rural/sobre-o-programa>. Acesso em: 03 out. 2022.
- [4] Machado, Eliseu da Silva. *Programa Luz para Todos: uma política pública inovadora para o meio rural de Cachoeira do Sul*. 2013. 41f. Dissertação (Graduação Tecnológica em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- [5] Brasil. Eletrobras. Ministério de Minas e Energia. *Especificações Técnicas dos Programas para Atendimento às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados*

- no âmbito do Programa Luz para Todos. Ministério de Minas e Energia, 2017. 75 p.
- [6] Brasil. Decreto nº 8.493, de 15 de julho de 2015. *Altera o Decreto nº 7.520, de 8 de julho de 2011, que institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "Luz Para Todos"*. Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, Brasília, ano 2015, v. 1, p. 1-1, 2015.
- [7] Brasil. Decreto nº 10.221, de 5 de fevereiro de 2020. *Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal - Mais Luz para a Amazônia*. Decreto Nº 10.221, De 5 De Fevereiro De 2020, Brasília: Diário Oficial da União, n. 26, p. 1-6, 5 fev. 2020.
- [8] Mato Grosso. Governo Do Estado De Mato Grosso. *Geografia Mato Grosso*. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/geografia#:~:text=Biomass%3A,%3A%20Amaz%C3%B4nia%2C%20Cerrado%20e%20Pantanal.&text=Uma%20vegeta%C3%A7%C3%A3o%20rica%20ADssima%20com%20uma,bioma%20do%20Centro%20Oeste%20brasileiro>. Acesso em: 20 out. 2022.
- [9] Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento (Brasil). Embrapa Pantanal. *O Pantanal*. In: Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento (Brasil). Embrapa Pantanal. *O Pantanal*. Corumbá: Embrapa, 1 jan. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pantanal/apresentacao/o-pantanal>. Acesso em: 18 out. 2022.
- [10] Agência Nacional De Energia Elétrica. RN Nº 488/2015: *Resolução Normativa Nº 488, De 15 De Maio De 2012*. Brasil: Ministério de Minas e Energia, 2012. 14 p.
- [11] Marinha Do Brasil. Normam-11/Dpc: *Normas Da Autoridade Marítima Para Obras, Dragagens, Pesquisa E Lavra De Minerais Sob, Sobre E As Margens Das Águas Jurisdicionais Brasileiras*. 2 ed. Brasil: Marinha, 2022. 101 p.
- [12] Brasil. Resolução Normativa nº 1000, de 07 de dezembro de 2021. *Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010; nº 470, de 13 de dezembro de 2011; nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências. Resolução Normativa Aneel Nº 1.000, de 7 de Dezembro de 2021*. 238. ed. Brasília: Diário Oficial da União, 20 dez. 2021. Seção 1, p. 1-206. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- [13] Energisa. NDU - 028: *Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI*. 2 ed. João Pessoa: Energisa, 2022. 117 p.
- [14] Energisa. NDU 028: *Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente SIGFI*. 1 ed. João Pessoa: Energisa, 2019. 89 p.
- [15] Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. Ministério de Minas e Energia. *Regras e Procedimentos de Distribuição (Prodist): procedimento de distribuição - prodist*. Procedimento de Distribuição - Prodist. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-contudos/procedimentos-regulatorios/prodist>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- [16] Agência Nacional De Energia Elétrica. Anexo VIII Da Resolução Normativa Nº 956: *Módulo 8 – Qualidade do Fornecimento De Energia Elétrica*. Brasil. 2021. 69 p.