

SUMÁRIO									
1. OBJETIVO2									
2. CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CEMIG-D2									
2.1 Características Gerais2									
2.2 Curva de carga da Microrrede4									
2.3 Transformadores e energização da rede5									
3. MODOS DE OPERAÇÃO6									
3.1 Modo de operação conectado à rede6									
3.2 Modo de operação ilhado6									
4. TRANSIÇÕES ENTRE MODOS DE OPERAÇÃO7									
4.1 Transição Conectado – Ilha 017									
4.2 Transição Ilha 01 – Ilha 027									
4.3 Transição Ilha 01 – Conectado e Ilha 02 – Conectado7									
DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE CÓPIAS									
PÚBLICO									
c									
b									
a									
FEITO VISTO DATA APROV									
PROJ: HPC 59058 CONF: PSO 55214 APROV: WAS 55547 FOLHA									
DES. VISTO DATA 09/05/2024 ARQ									

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

### SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUÍDO

#### ANEXO B – CRITÉRIOS DE OPERAÇÃO

#### 1. OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar as características da operação do Sistema de Alimentação de Energia Distribuído (SAED) que será instalado em Serra da Saudade/MG. Serão apresentados os requisitos mínimos aos quais o sistema deverá atender para garantir a confiabilidade da rede Cemig e a segurança do pessoal envolvido na operação e manutenção do sistema de distribuição da Cemig-D.

Ainda, este documento objetiva ilustrar, em linhas gerais, como o SAED será operado pela Cemig, quais as funcionalidades esperadas do equipamento e qual será a sua interação com os elementos da rede de distribuição.

#### 2. CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CEMIG-D

##### 2.1 Características Gerais

As redes de distribuição trifásicas e monofásicas de média tensão da Cemig-D possuem neutro comum, contínuo, multi e solidamente aterrado. O sistema de distribuição de média tensão é derivado do secundário dos transformadores das subestações, conectados em delta-estrela aterrada. A configuração do sistema de média tensão é basicamente radial, efetuando-se a transferência de carga sempre que possível ou requerido em função dos requisitos de continuidade de serviço. A tensão de operação da rede de MT que atende a Serra da Saudade é 13,8 kV.

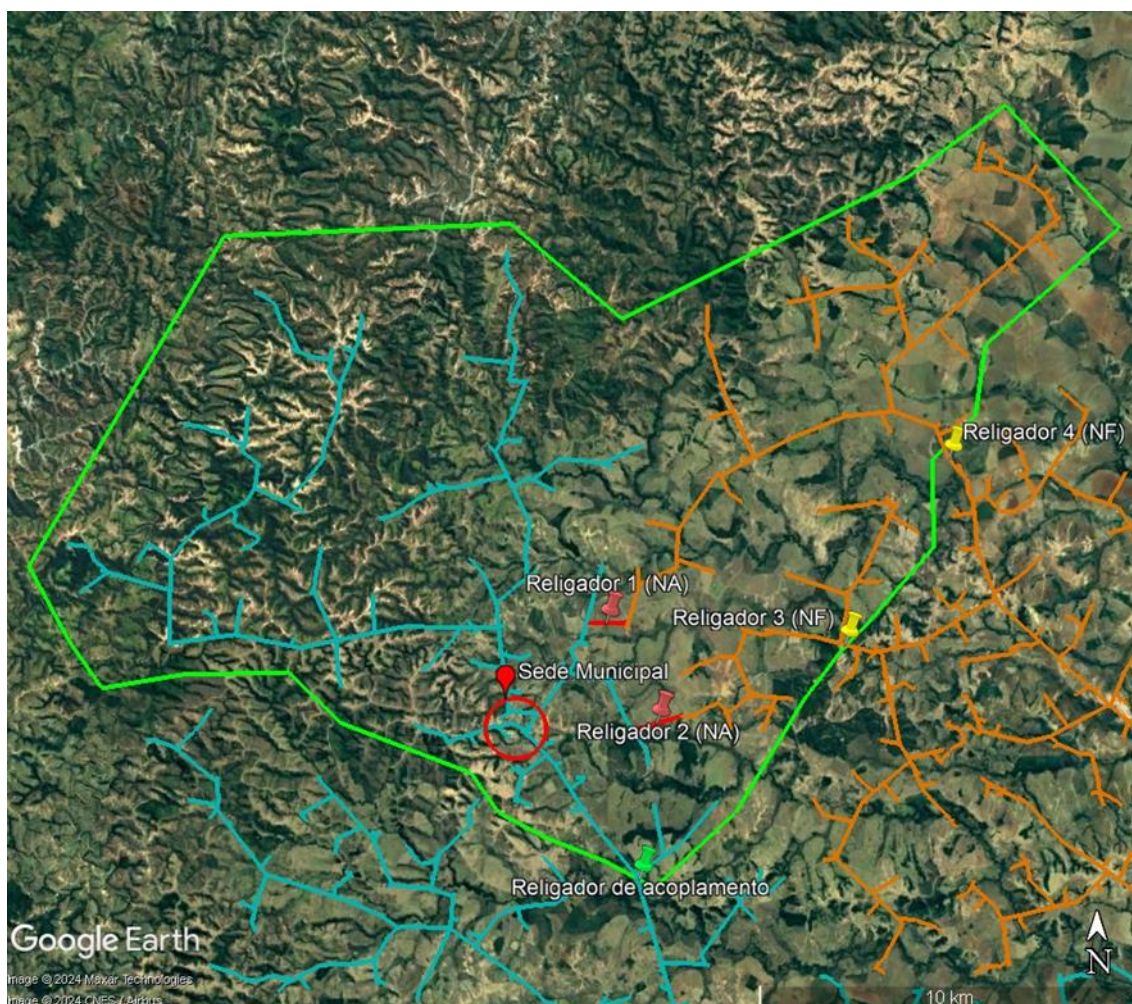
Conforme mostrado na Figura 1, o município de Serra da Saudade é atualmente atendido por dois alimentadores, aqui denominados “**Alimentador A**” e “**Alimentador B**”. O Alimentador A, mostrado em azul, atende à sede municipal e a parte das cargas rurais, enquanto o Alimentador B, mostrado em laranja, atende às demais cargas rurais.

A localização da sede municipal é destacada com o círculo vermelho e a linha amarela representa os limites municipais. O polígono em verde representa a área de abrangência da Microrrede. Ressalta-se que o trecho do Alimentador B que será integrado à Microrrede é inteiramente monofásico. No caso do Alimentador A, o seu tronco, composto pelo trecho entre o limite do município e a área urbana, é trifásico. Já os trechos que são derivados após a sede municipal e atendem às cargas rurais são monofásicos.

Para a implementação da Microrrede, é prevista a realização de obras de adequação na rede existente, incluindo o recondutoramento e a extensão de trechos da rede para permitir a interligação

entre os alimentadores, conforme representado pelas linhas em vermelho na Figura 1. Serão, ainda, instalados quatro religadores. Dois equipamentos serão instalados como “Normalmente Aberto” (NA) nos pontos de interligação, conforme pinos em vermelho na Figura 1. Os demais serão instalados no Alimentador B, nos locais indicados pelos pinos amarelos, como “Normalmente Fechados” (NF), e serão utilizados para seccionar o trecho desse alimentador que atende ao município de Serra da Saudade para formação da Microrrede. O religador de acoplamento da Microrrede, que será instalado no Alimentador A está representado pelo pino verde.

Ressalta-se que os elementos mostrados na figura são ilustrativos. O posicionamento desses equipamentos e as obras a serem executadas poderão sofrer alterações até a implantação do sistema, de acordo com o planejamento da Cemig-D e condições operativas da rede. Entretanto, todas as obras de adequação necessárias serão realizadas pela Cemig e não fazem parte do escopo da licitação do Sistema de Alimentação de Energia Distribuído.



**Figura 1: Rede de distribuição no município de Serra da Saudade**

## 2.2 Curva de carga da Microrrede

A estimativa da carga a ser atendida pela Microrrede é mostrada na Figura 2. As curvas referentes ao Alimentador A foram estimadas com base em medições de religador localizado no tronco do alimentador. No caso do Alimentador B não há medição disponível para o trecho de interesse. Por isso, foi realizada uma estimativa da carga demandada a partir de curva típica para clientes rurais da Cemig e do número de clientes a serem atendidos por esse trecho.

Ressalta-se que, como é característico de redes de distribuição, a carga tem comportamento estocástico, não podendo ser precisamente definida ou controlada pela distribuidora. Assim, a demanda a ser suprida pelo Sistema de Alimentação de Energia pode diferir da curva apresentada.

Durante a operação ilhada, o SAED deverá, ainda, ser capaz de atender, dentro dos limites operativos estabelecidos pela Especificação Técnica do sistema, a variações abruptas de carga, como partida de motores, conexão ou desligamento de blocos de carga e outras dinâmicas, conforme demandado pelos clientes.

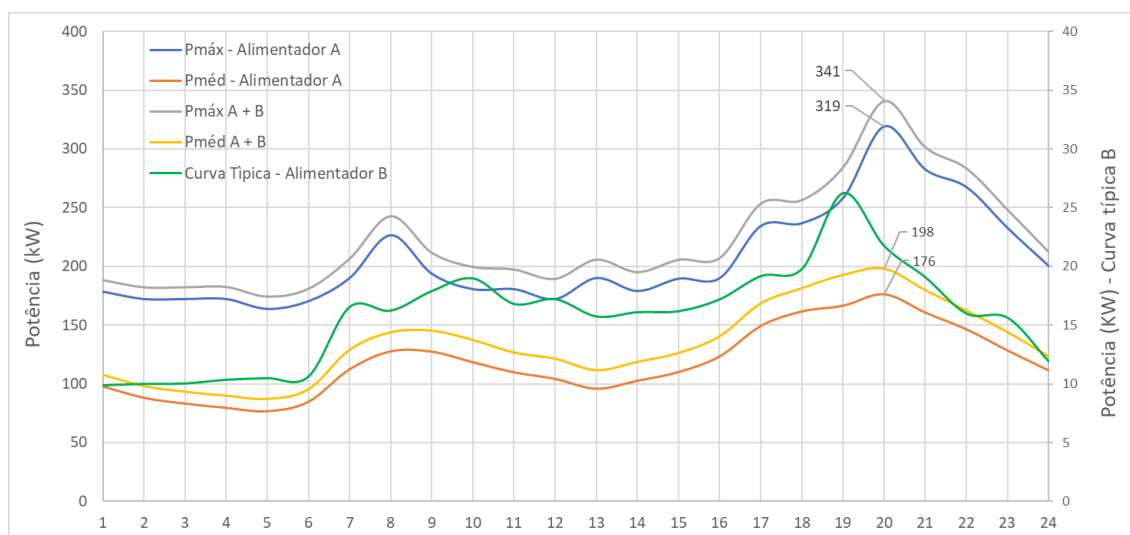


Figura 2: Curva de carga estimada da Microrrede

### 2.3 Transformadores e energização da rede

No município de Serra da Saudade não há clientes atendidos em média tensão. Portanto, todos os transformadores que irão compor a Microrrede são transformadores de distribuição, de propriedade da Cemig. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Tabela 1 detalha a potência instalada desses equipamentos em cada um dos alimentadores. Ressalta-se que, além dos transformadores listados na tabela, também deverá ser considerado o transformador de acoplamento para definir a potência de transformação total a ser energizada pelo SAED.

**Tabela 1: Potência instalada de transformadores na Microrrede de Serra da Saudade**

<b>Tipo de transformador</b>	<b>Quantidade de equipamentos</b>	<b>Potência total (kW)</b>
<b>Alimentador A</b>		
Monofásico	110	1.238
Trifásico	12	547
<b>Alimentador B</b>		
Monofásico	74	1.063
Trifásico	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>196</b>	<b>2.848</b>

Dado o elevado número de transformadores, a grande área de abrangência geográfica da Microrrede e o fato de que a conexão dos transformadores à rede é feita através de chaves-fusíveis não automatizadas, não é possível retirar os transformadores do circuito antes da energização da rede.

Portanto, no caso da operação ilhada, o sistema fornecido deverá ser capaz de realizar o *Black Start* da rede em sua totalidade, incluindo os transformadores de distribuição e eventuais cargas dos clientes. Dessa forma, deverá ser capaz de sustentar a totalidade da corrente de magnetização da rede ou possuir alternativa de partida que não acarrete correntes elevadas como, por exemplo, partida com rampa de tensão. Ainda, ressalta-se que os transformadores não estão uniformemente distribuídos entre as fases, devido a derivações monofásicas e aos longos trechos de rede rural. Portanto, o sistema fornecido deverá ser capaz de operar com desequilíbrio entre as suas fases.

### **3. MODOS DE OPERAÇÃO**

#### **3.1 Modo de operação conectado à rede**

No modo conectado, o SAED deverá realizar funções de suporte à rede, tais como controle do fluxo de potência ativa (peak-shaving); controle de tensão (função Volt/VAr); filtragem de harmônicos e compensação do desequilíbrio de correntes da rede. Durante a operação conectada, o gerador fotovoltaico não poderá injetar energia na rede de distribuição, devendo ser utilizado apenas para carregamento do sistema de armazenamento.

#### **3.2 Modo de operação ilhado**

No modo ilhado, parte da rede é desconectada do sistema Cemig e o SAED deverá operar como formador de rede, impondo tensão e frequência ao circuito e assumindo o atendimento às cargas.

A Microrrede poderá ter duas configurações no modo ilhado:

- **Ilha 01 – Alimentador A:** Essa configuração será aplicável em caso de contingência que cause interrupção do fornecimento de energia no Alimentador A, mas não no Alimentador B. Nesse caso, a Microrrede é restrita ao trecho do Alimentador A que se encontra dentro dos limites do município, à jusante do religador de acoplamento. Nesse caso, as cargas do Alimentador B permanecem atendidas pela rede Cemig.
- **Ilha 02 – Alimentadores A e B:** Essa configuração será aplicável em caso de contingência que cause interrupção simultânea do fornecimento de energia nos alimentadores A e B, como uma falta na linha de alta tensão que atende à subestação local. Nesse caso, a Microrrede deverá abranger os trechos dos Alimentadores A e B que se encontram dentro do município de Serra da Saudade.

## 4. TRANSIÇÕES ENTRE MODOS DE OPERAÇÃO

### 4.1 Transição Conectado – Ilha 01

Nessas condições, a transição deverá ser realizada automaticamente pelo Sistema de Alimentação e ter a possibilidade de ser completada em menos de 3 minutos após identificação da ausência de tensão no religador do ponto de acoplamento. Deverá, ainda, existir possibilidade de inibição da transferência automática pelo operador do sistema, se necessário.

Os procedimentos e etapas que deverão ser seguidas para viabilizar esta transição serão definidos posteriormente pela Cemig em fase de Design da solução.

### 4.2 Transição Ilha 01 – Ilha 02

A interligação entre os alimentadores A e B durante o modo ilhado deverá ser realizada somente com a rede desenergizada, de forma a evitar a circulação de correntes de *inrush* e a atuação dos sistemas de proteção do SAED. Assim, caso o SAED esteja em operação na configuração de “Ilha 01”, o sistema deverá ser desenergizado antes da interligação para expansão da ilha. Após a conexão, o SAED deverá ser capaz de energizar novamente a “Ilha 02”, considerando a potência de transformação total mostrada na Tabela 1, bem como as cargas dos clientes.

Os procedimentos e etapas que deverão ser seguidas para viabilizar esta transição serão definidos posteriormente pela Cemig em fase de Design da solução.

O SAED deverá ter a capacidade de realizar as etapas de transição de forma automática, porém com validação prévia pelo Centro de Operações da Cemig-D. Deverá, ainda, existir possibilidade de inibição dessa transferência automática pelo operador do sistema, se necessário.

### 4.3 Transição Ilha 01 – Conectado e Ilha 02 – Conectado

A transição entre o modo ilhado e o modo conectado deve ser realizada sem interrupções do fornecimento de energia para os clientes. Para isso, o SAED deverá ser capaz de sincronizar automaticamente a tensão da Microrrede com a da rede Cemig, à montante do religador de acoplamento. Após realizado o sincronismo, SAED deverá aguardar a validação do Centro de Operações para fechar o religador de acoplamento. Após a autorização, o religador deverá ser fechado e o SAED deverá cessar o fornecimento de energia para as cargas, retornando ao modo de operação “Conectado”.

Os procedimentos e etapas que deverão ser seguidas para viabilizar esta transição serão definidos posteriormente pela Cemig em fase de Design da solução.