



Empresa de Pesquisa Energética

*Modularização das Unidades Transformadoras  
345/138 kV e 138/13,8 kV da SE Várzea da Palma 1*

***Nota Técnica***

**Abril de 2021**

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



GOVERNO FEDERAL  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

**Ministério de Minas e Energia**

**Ministro**

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Júnior

**Secretária-Executiva do MME**

Marisete Fátima Dadald Pereira

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético**

Paulo César Magalhães Domingues

**Secretário de Energia Elétrica**

Rodrigo Limp Nascimento

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis**

José Mauro Ferreira Coelho

**Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Alexandre Vidigal de Oliveira

# ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

*Modularização das Unidades  
Transformadoras 345/138 kV e  
138/13,8 kV da SE Várzea da Palma 1*



Empresa de Pesquisa Energética

*Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.*

**Presidente**

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais**

Giovani Vitória Machado

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**

Erik Eduardo Rego

**Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis**

Heloisa Borges Bastos Esteves

**Diretor de Gestão Corporativa**

Angela Regina Livino de Carvalho

**Coordenação Geral**

Erik Eduardo Rego

**Coordenação Executiva**

José Marcos Bressane

**Coordenação Técnica**

Maxwell Cury Júnior

**Equipe Técnica**

Armando Leite Fernandes

URL: <http://www.epe.gov.br>

**Sede**

Esplanada dos Ministérios, Bloco U, Sl. 744  
70065-900 – Brasília – DF

**Escritório Central**

Praça Pio X, 54 – Centro  
20091-040 - Rio de Janeiro – RJ

**Nº EPE-DEE-NT-025/2021-rev0**

Data: 05/04/2021

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|  <p><b>epe</b><br/>Empresa de Pesquisa Energética</p>                                                                                                | <div> <div>Contrato</div> <div>Data de assinatura</div> </div> |                                                          |
| <div> <div>Projeto</div> <div>ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</div> </div>                                                                                                                                        |                                                                |                                                          |
| <div> <div>Área de estudo</div> <div>Estudos do Sistema de Transmissão</div> </div>                                                                                                                                                   |                                                                |                                                          |
| <div> <div>Sub-área de estudo</div> <div>Análise Técnico-econômica</div> </div>                                                                                                                                                       |                                                                |                                                          |
| <div> <div> <div>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</div> <div> <div>EPE-DEE-NT-025/2021-<br/>rev0</div> <div>Modularização das Unidades Transformadoras 345/138 kV e 138/13,8 kV da SE Várzea da Palma 1</div> </div> </div> </div> |                                                                |                                                          |
| <div>Revisões</div> <div>rev0</div>                                                                                                                                                                                                   | <div>Data</div> <div>05/04/2021</div>                          | <div>Descrição sucinta</div> <div>Emissão original</div> |

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

## APRESENTAÇÃO

Esta Nota Técnica tem por objetivo definir a modularização das novas unidades transformadoras a serem instaladas na SE 345/138 kV Várzea da Palma 1, em substituição às atuais, por fim de vida útil técnica e regulatória, conforme solicitação da concessionária Cemig Geração e Transmissão S.A. [1], bem como definir a necessidade de suporte reativo no lado de 138 kV. Adicionalmente, será analisada a proposta de ampliação e adequação da transformação 138/13,8 kV desta SE.

## SUMÁRIO

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO.....</b>                           | <b>1</b>  |
| <b>SUMÁRIO.....</b>                                | <b>2</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                           | <b>5</b>  |
| 1.1 Considerações Iniciais.....                    | 5         |
| 1.2 Objetivos Gerais.....                          | 5         |
| <b>2 CONCLUSÕES.....</b>                           | <b>6</b>  |
| <b>3 RECOMENDAÇÕES.....</b>                        | <b>7</b>  |
| <b>4 TOPOLOGIA DO SISTEMA.....</b>                 | <b>10</b> |
| <b>5 POTENCIAL SOLAR CONSIDERADO.....</b>          | <b>14</b> |
| <b>6 PROJEÇÕES DE MERCADO.....</b>                 | <b>16</b> |
| <b>7 CENÁRIOS.....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>8 ANÁLISE REGIME PERMANENTE.....</b>            | <b>18</b> |
| <b>9 ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO 138/13,8 KV.....</b> | <b>20</b> |
| <b>10 REFERÊNCIAS.....</b>                         | <b>24</b> |
| <b>11 COLABORADORES.....</b>                       | <b>25</b> |
| <b>12 FICHAS PET.....</b>                          | <b>26</b> |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3-1 – SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 – Situação ao final de 2021 .....                    | 8  |
| Figura 3-2 – Obras para colocação do TRR(renomeado para T1) em operação.....                       | 8  |
| Figura 3-3 – Obras para instalação do trafo reserva regional.....                                  | 9  |
| Figura 4-1 – Obras de transmissão região norte de MG – ano 2026.....                               | 11 |
| Figura 4-2 – Obras de transmissão região norte de MG – ano 2031.....                               | 12 |
| Figura 4-3 – Localização Banco de capacitores 138 kV.....                                          | 12 |
| Figura 4-4 – SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 – Situação ao final de 2021 .....                    | 13 |
| Figura 5-1 – Sistema 138 kV local e localização elétrica dos empreendimentos (Fonte: Cemig D)..... | 15 |
| Figura 9-1 – Arranjo provisório para antecipação da ampliação .....                                | 21 |
| Figura 9-2 – SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 – Situação final – Nova proposta.....                | 22 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 4-1 – AutoTrafos 345/138 kV SE Várzea da Palma 1: Ano de fabricação e de entrada em operação ..... | 10 |
| Tabela 4-2 – Obras de linhas de distribuição região norte de MG - ano 2026 .....                          | 11 |
| Tabela 5-1 – Empreendimentos solares com Parecer de Acesso emitido ou em andamento .....                  | 14 |
| Tabela 5-2 – Empreendimentos solares com Informação de Acesso válidas - protocolados na ANEEL .....       | 14 |
| Tabela 5-3 – Geração Distribuída considerada (Fonte: Cemig D) .....                                       | 15 |
| Tabela 6-1 – Carga Pesada local (MW) .....                                                                | 16 |
| Tabela 6-2 – Demanda Consumidores Livres Contradas e previstas (MW) – Fonte: Cemig D .....                | 16 |
| Tabela 8-1 – Carga Pesada: percentual de carregamento em condição normal e emergência, respectivamente    | 18 |
| Tabela 8-2 – Carga Leve: percentual de carregamento em condição normal e emergência, respectivamente ...  | 18 |
| Tabela 9-1 – Solicitações de aumento de demanda (Fonte: Cemig D).....                                     | 20 |
| Tabela 9-2 – Previsão de carregamento.....                                                                | 20 |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

A concessionária Cemig Geração e Transmissão S.A. informou à EPE que, das três unidades autotransformadoras trifásicas 345/138 kV da SE Várzea da Palma 1, de 150 MVA cada, uma está fora de serviço devido a um defeito permanente ocorrido em novembro de 2020 (T5), e as outras duas unidades em operação estão em final de vida útil regulatória, conforme estabelecido no Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE), e vêm apresentando falhas recentemente, conforme descrito em [1]. Assim, para a elaboração de uma programação de substituição dessas unidades transformadoras por essa transmissora, há necessidade da definição da modularização dessas unidades com uma visão de planejamento de médio/longo prazo. Adicionalmente, foi solicitada uma avaliação da instalação de banco de capacitores de 138 kV em substituição ao banco conectado na saída da LD 138 kV para a unidade da ROTAVI (ex-Italmagnésio), cujo final da vida útil regulatória foi atingido em 2004. Será avaliada, também, a proposta de adequação e ampliação da transformação 138/13,8 kV num horizonte de mais curto prazo, para o adequado atendimento à demanda reprimida de consumidores da média e baixa tensão e à crescente quantidade de conexões de acessantes de geração distribuída.

## 1.2 Objetivos Gerais

O objetivo desta Nota Técnica é, portanto, analisar se há necessidade de alteração da capacidade das novas unidades transformadoras 345/138 kV da SE Várzea da Palma 1, em relação às unidades existentes, considerando-se um planejamento de médio/longo prazo, bem como a necessidade de suporte de potência reativa no lado de 138 kV. Será analisada também a proposta de ampliação da transformação 138/13,8 kV, conforme citado no item 1.1 .

## 2 CONCLUSÕES

Concluiu-se, através das análises realizadas, que a necessidade sistêmica para o atendimento ao critério N-1 em todo o horizonte é satisfeita com apenas dois bancos de autotransformadores 345/138 kV de 150 MVA cada, não havendo necessidade de suporte de reativos no barramento de 138 kV por banco de capacitores, quer para controle de tensão, quer para adequação do fator de potência nessa transformação de fronteira. Adicionalmente, recomenda-se a alteração de uso da unidade transformadora reserva 138/13,8 kV de 15 MVA, autorizada pela [3], que passará a operar de forma definitiva e contínua em paralelo com a unidade TR2.

Em complemento, para dotar a transformação 138/13,8 kV da SE Várzea da Palma 1 com uma unidade reserva, conforme configuração original antes desta Nota Técnica, recomenda-se início do processo autorizativo para instalação de uma 3ª unidade transformadora 138/13,8 kV nessa SE para esta função, repondo a reserva fria da subestação. Ressaltamos, porém, que esta 3ª unidade já está prevista no POTEE 2020. Desta forma, a colocação em condições normais de operação da unidade reserva autorizada pela [3], citada anteriormente, apenas antecipa a configuração final prevista para esta SE 138/13,8 kV, ou seja, 2 transformadores de 15 MVA cada e uma unidade reserva fria. A unidade reserva em questão servirá como reserva fria regional, podendo ser utilizada em caso de necessidade não apenas na SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 como também na a SE 138/13,8 kV Três Marias. Esta situação está melhor explicada no Capítulo 9.

### 3 RECOMENDAÇÕES

Com o objetivo de restabelecer a confiabilidade do atendimento ao sistema distribuidor de 138 kV atendido pela SE 345/138 kV Várzea da Palma 1, recomenda-se o início imediato do processo de outorga e substituição das três unidades transformadoras existentes (T3, T4 e T5), uma delas (T5) já retirada de operação em definitivo, por dois bancos de autotransformadores de 150 MVA cada, com uma única unidade monofásica reserva de 50 MVA, perfazendo um total de sete unidades monofásicas de 50 MVA (6+1R). Essas novas unidades transformadoras deverão ter capacidade de sobrecarga por 4 horas de 20% acima da capacidade nominal e ser dotadas de LTCs e terciário em 13,8 kV conforme especificado no Capítulo 8.

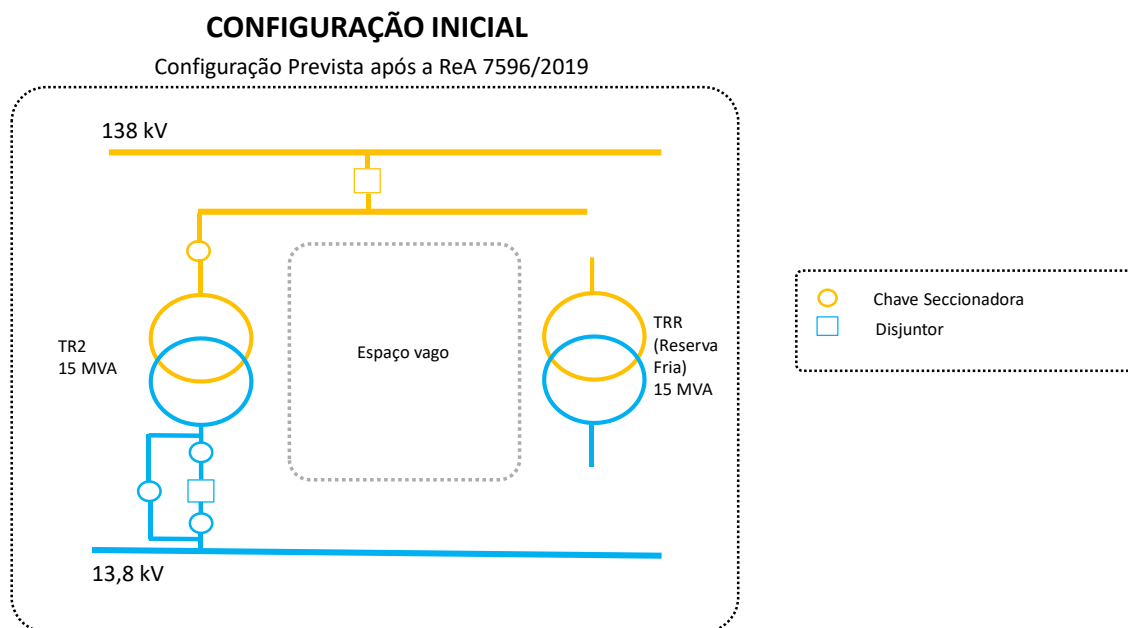
Recomenda-se também a alteração de uso da unidade transformadora reserva 138/13,8 kV de 15 MVA, autorizada pela [3], que passará a operar de forma definitiva e contínua em paralelo com a unidade TR2. Tal medida visa atender de forma mais célere as demandas de consumidores da média e baixa tensão e a conexão de acessantes de geração distribuída.

Adicionalmente, recomenda-se o início de um processo autorizativo para a instalação de uma terceira unidade transformadora 138/13,8 kV de 15 MVA nesta SE, que operará como reserva fria. Ressaltamos, porém, que esta terceira unidade já está prevista no [12] conforme já exposto no item Capítulo 2.

As obras recomendadas nesta Nota Técnica exigirão investimentos da ordem de R\$ 45,2 Milhões. Este valor contempla o custo das 2 unidades transformadoras 345/138 kV de 150 MVA, mais uma fase reserva, bem como a instalação da 3ª unidade transformadora 138/13,8 kV de 15 MVA a operar como reserva, ressaltando-se novamente que essa obra já se encontra prevista no [12], mas ainda não autorizada. Estão inclusos também os custos do módulo de conexão de 13,8 kV para colocação em operação a unidade reserva prevista. Não foram considerados nesta Nota Técnica os custos relativos a instalação das chaves seccionadoras de 138 kV e de 13,8 kV para colocação da unidade reserva em operação e da adequação da proteção necessária. Todas estas considerações estão melhor explicadas no Capítulo 8.

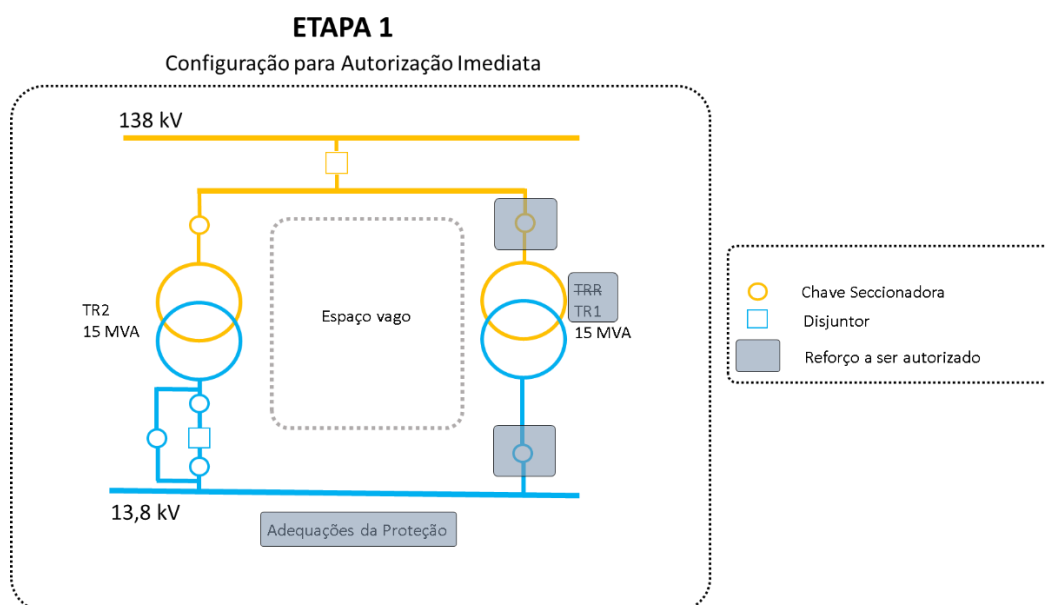
Para melhor entendimento, relacionamos abaixo as recomendações relacionadas à transformação 138/13,8 kV, considerando, como configuração de partida, os reforços definidos em [3].

- 1) Cemig Geração e Transmissão S.A. deverá executar as obras autorizadas pela [3], quais sejam resumidamente : Substituição do transformador 2 por outro de 15 MVA e respectiva conexão de 13,8 kV; Instalação de uma unidade reserva de 15 MVA sem conexões e escape do transformador 1. Desta forma, a configuração final da SE após a execução dessas obras será conforme mostrado na Figura 3-1;



**Figura 3-1 – SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 – Situação ao final de 2021**

- 2) Emissão imediata de Autorização para a Cemig Geração e Transmissão S.A. com alteração do uso do transformador inicialmente previsto como reserva, que passará a operar de forma definitiva e contínua em paralelo com a unidade TR2. Para tal será necessária a instalação de chaves seccionadoras no lado de 138 kV e 13,8 kV, porém sem disjuntor no lado de 13,8 kV. Haverá, ainda, necessidade de adequação do sistema de proteção para permitir a operação deste modo. O esquemático da figura Figura 3-2 mostra as obras a serem autorizadas nesta Etapa, denominada Etapa 1;

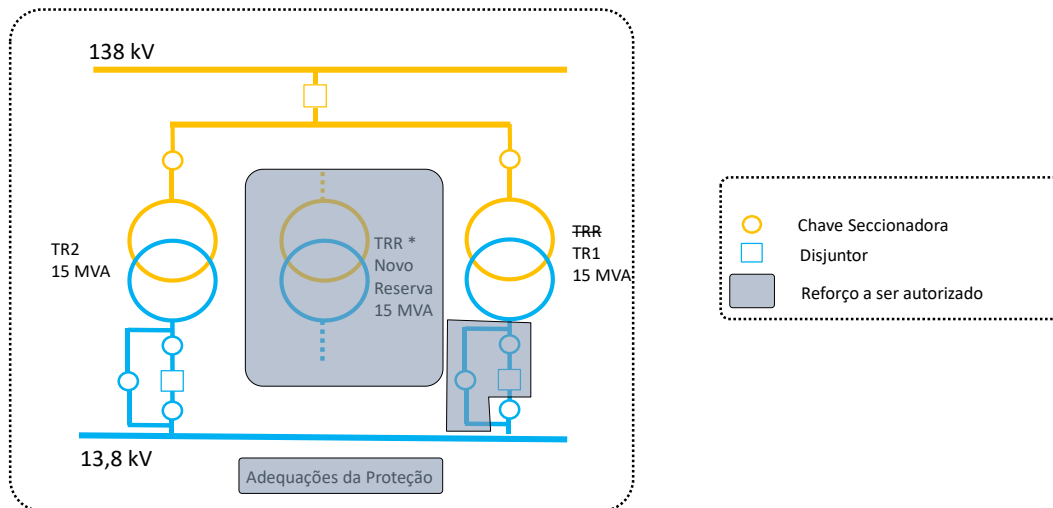


**Figura 3-2 – Obras para colocação do TRR(renomeado para T1) em operação**

- 3) Autorização para a Cemig Geração e Transmissão S.A. para a aquisição de um 3º transformador 138/13,8 kV, que terá a função de reserva regional, sem conexões. Nesta etapa, deverá ser

instaladas, ainda, o módulo de conexão completo de 13,8 kV do transformador citado no item anterior. O esquemático da figura Figura 3-3 mostra as obras a serem autorizadas nesta Etapa, denominada Etapa 2;

### ETAPA 2



\* Unidade Transformadora já recomendada no POTEE 2020

**Figura 3-3 – Obras para instalação do trafo reserva regional**

## 4 TOPOLOGIA DO SISTEMA

A SE Várzea da Palma 1 data do ano 1966, sendo que o pátio de 345 kV foi implantado em 1986. O arranjo do pátio 345 kV é em anel e do pátio 138 kV em barra principal e transferência. Essa subestação teve seu carregamento bastante reduzido quando da implantação da Rede Básica de Fronteira na SE 345/138 kV Pirapora 2. Atualmente, diversos empreendimentos solares na região Norte do estado de Minas Gerais vêm se consolidando, formados por projetos de geração centralizada e distribuída, tanto do mercado regulado como do livre, devido a condições propícias de exploração, com destaque para os elevados índices de radiação solar local.

A SE 345/138 kV Várzea da Palma 1 é dotada de três autotransformadores trifásicos 345/138/13,8 kV – 150/150-50 MVA, com LTC, sendo o terciário utilizado para suprimento dos serviços auxiliares dessa subestação da rede básica. A mostra os anos de fabricação e de entrada em operação de cada unidade.

**Tabela 4-1 – AutoTrafos 345/138 kV SE Várzea da Palma 1: Ano de fabricação e de entrada em operação**

| Transformador | Ano Fabricação | Ano Entrada em operação |
|---------------|----------------|-------------------------|
| T3            | 1981           | 1986                    |
| T4            | 1986           | 1990                    |
| T5            | 1986           | 1987                    |

O AutoTransformador 5 apresentou defeito permanente em novembro de 2020 não apresentando condições de retorno à operação. As demais unidades vêm apresentando defeitos regularmente, colocando em risco, desta forma, o atendimento à região.

Apesar da perda definitiva do AutoTransformador 5, essa situação não tem sido óbice para a implantação de novos empreendimentos solares na região. A operação atual com somente duas unidades reduz os níveis de curto-circuito locais, o que tem permitido a implantação de empreendimentos solares, uma vez que há necessidade de aumento da capacidade de interrupção de alguns disjuntores de 138 kV desta SE para permitir estas conexões devido à superação por nível de curto-circuito. Este problema será sanado através da substituição destes disjuntores por outros de 40 kA de capacidade, conforme [6], além da substituição de 13 seccionadores de 138 kV, autorizados conforme documento [7].

A Figura 4-1 mostra um esquemático do sistema elétrico local com as obras previstas de Rede Básica para o ano 2026 recomendadas no estudo [4] para ampliação da capacidade de transmissão de energia da região Norte de Minas Gerais, destacando-se a região de Várzea da Palma.



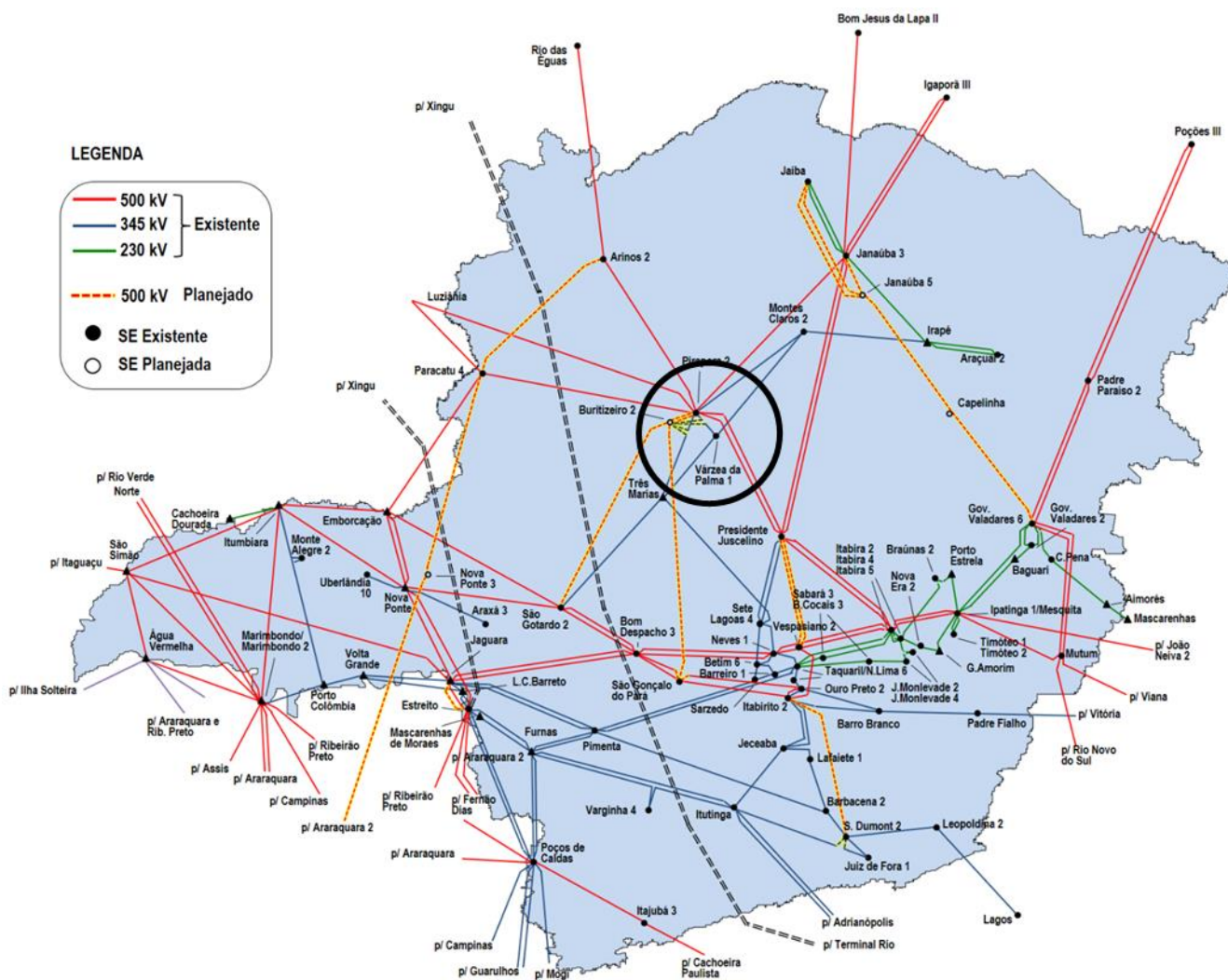


Figura 4-1 – Obras de transmissão região norte de MG – ano 2026

A Tabela 4-2 relaciona as obras referentes a linhas de distribuição previstas para o ano 2026 pelo mesmo estudo [4] para essa região.

Tabela 4-2 – Obras de linhas de distribuição região norte de MG - ano 2026

| Obra                                                                            | Ano  | Descrição                                               | Observações          |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------|----------------------|
| LT 138 kV FRANCISCO SÁ 5 - MONTES CLAROS 2, C1 (Nova)                           | 2026 | Circuito Simples 138 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 55 km  | Obra de distribuição |
| LT 138 kV JANAÚBA 3 - JANAÚBA 1, C1 (Ampliação/Adequação)                       | 2026 | Recapitação da LD, 16 km                                | Obra de distribuição |
| LT 138 kV MONTES CLAROS 1 - MONTES CLAROS 5, C1 (Nova)                          | 2026 | LD subterrânea, 138 kV - 1,3 km                         | Obra de distribuição |
| LT 138 kV MONTES CLAROS 5 - MONTES CLAROS 2, C1 E C2 (CD) (Ampliação/Adequação) | 2026 | Circuito Simples 138 kV, 1 x 336,4 MCM (LINNET), 0,3 km | Obra de distribuição |
| SECC LT 138 kV FRANCISCO SÁ 2 - FRANCISCO SÁ 4, C1, NA SE FRANCISCO SÁ 5 (Nova) | 2026 | Circuito Duplo 138 kV, 1 x 336,4 MCM (LINNET), 0,5 km   | Obra de distribuição |

A Figura 4-2 mostra um esquemático com o sistema local com as obras previstas de Rede Básica para 2031 no estudo [4]. Não estão previstas obras no sistema distribuidor para o ano 2031.

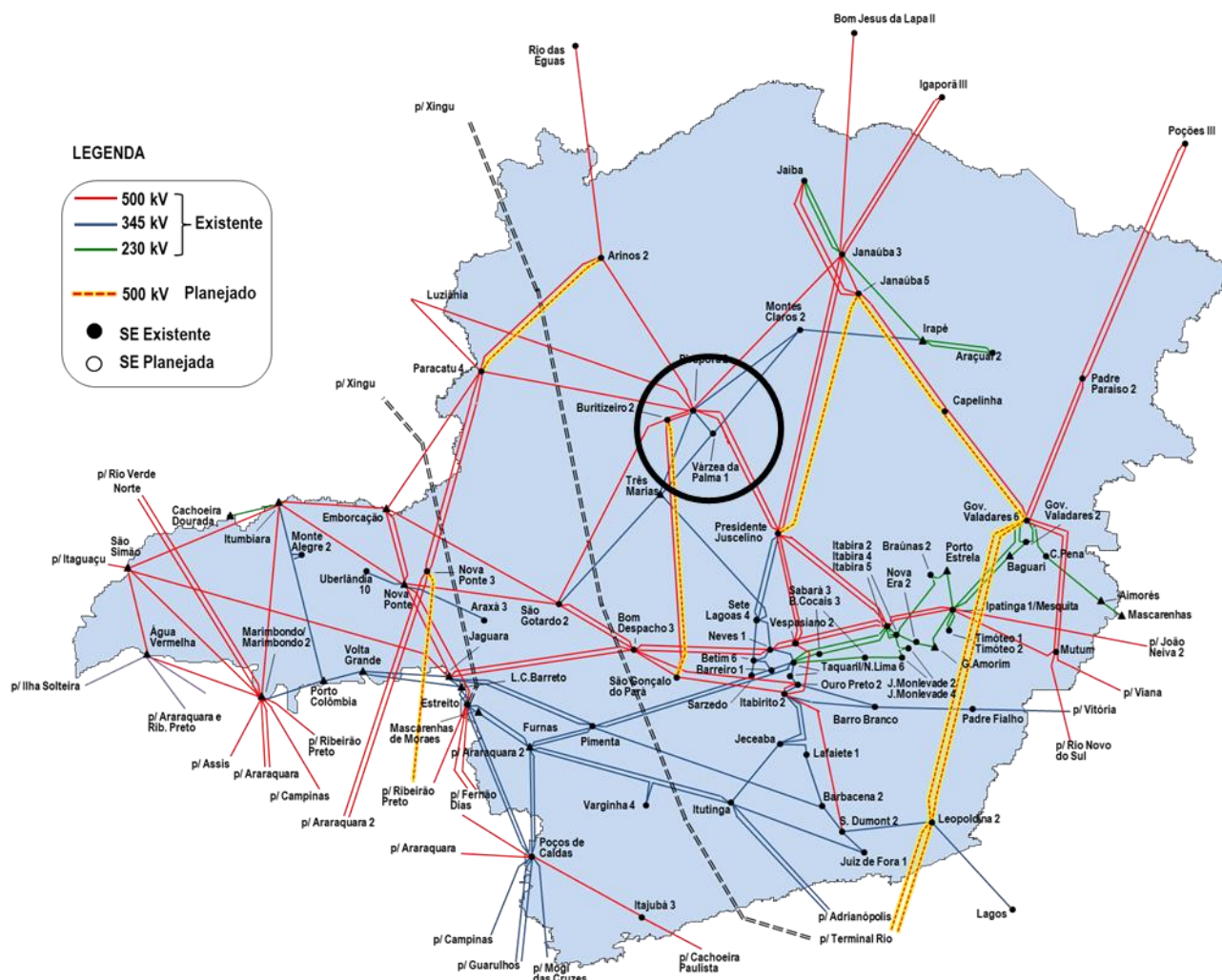


Figura 4-2 – Obras de transmissão região norte de MG – ano 2031

A SE é dotada de um banco de capacitores de 16,6 MVAR, conectado na saída da LD para a unidade da RORAVI (ex-Italmagnésio), conforme mostrado no esquemático da Figura 4-3. O mesmo entrou em operação em 01/12/1984, e o final da vida útil regulatória foi em 2004.

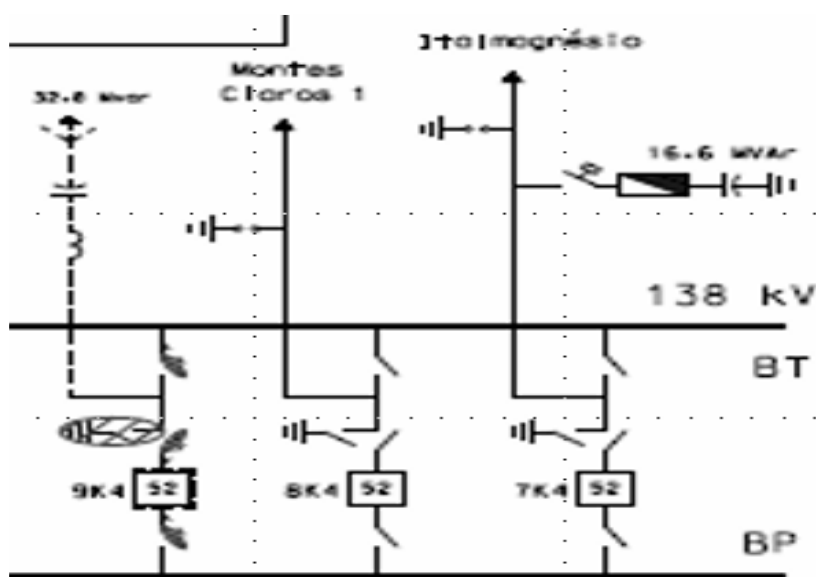
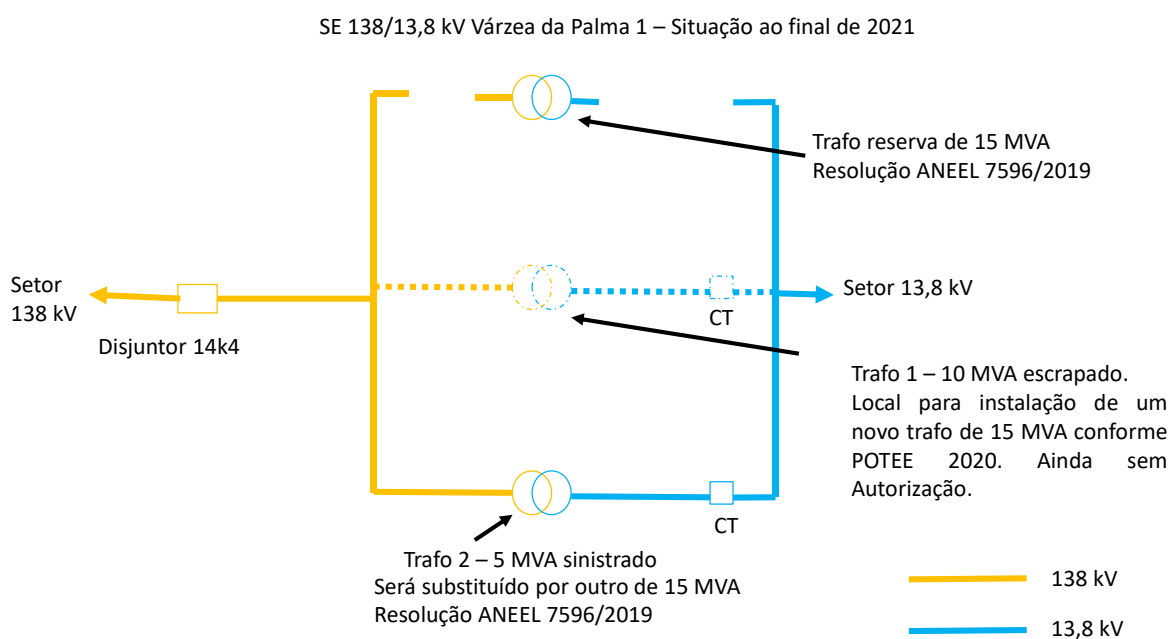


Figura 4-3 – Localização Banco de capacitores 138 kV

Com relação às transformações 138/13,8 kV, a SE Várzea da Palma 1 é dotada atualmente de 2 transformadores trifásicos de 15 MVA (T1) e de 5 MVA (T2). O transformador 1 tem a sua capacidade limitada a 10 MVA e está com sua vida útil esgotada. O transformador 2 teve um defeito permanente e não retorna mais a operação. A Resolução Autorizativa [3] autoriza a substituição do transformador 2 por outro de 15 MVA, o escape do transformador 1 e a instalação de uma unidade transformadora idêntica como reserva. Esta unidade reserva será regional, atendendo não só à SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 como a SE 138/13,8 kV Três Marias. O local físico do transformador 1 será reservado para a futura ampliação da SE conforme mostrado no esquemático simplificado da Figura 4-4.



**Figura 4-4 – SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 – Situação ao final de 2021**

Para a execução das obras previstas pela Resolução Autorizativa [3], será seguido o seguinte cronograma :

- Desmontagem do T2 – 5 MVA;
- Demolição da base do T2 e construção de nova base;
- Instalação do novo trafo de 15 MVA, adequação da conexão na alta e construção do módulo de conexão da baixa e do IB;
- Desmontagem do T1 – 12,5 MVA;
- Arrastamento da fundação do T1 e construção de nova base para novo trafo reserva de 15 MVA (sem conexões).

## 5 POTENCIAL SOLAR CONSIDERADO

Para efeito de análise foram considerados os empreendimentos solares na região que podem impactar no carregamento das unidades transformadoras da SE 345/138 kV Várzea da Palma 1, informados pela Cemig Distribuição. Esses empreendimentos estão listados na Tabela 5-1 e Tabela 5-2.

**Tabela 5-1 – Empreendimentos solares com Parecer de Acesso emitido ou em andamento**

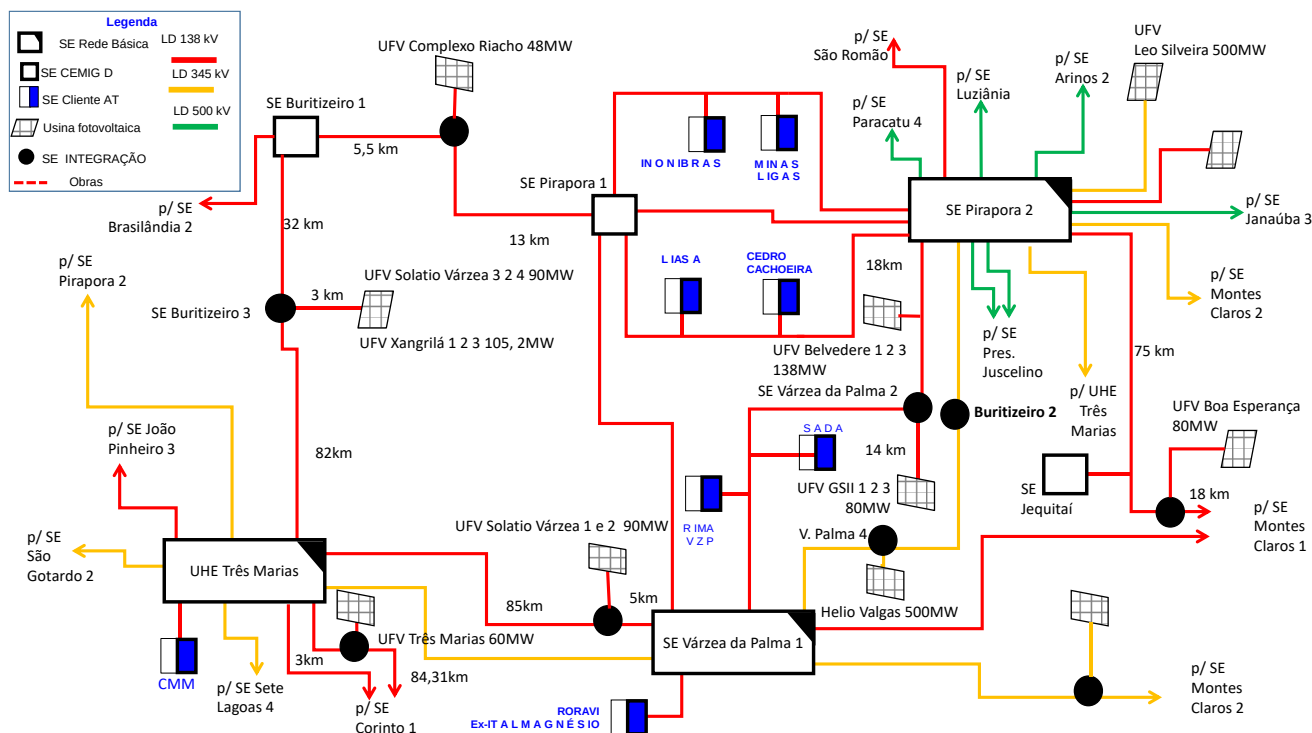
| Acessante            | Data pretendida p/ injeção de potência | MUSDg solicitado | Coordenadas geográficas do empreendimento |
|----------------------|----------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|
| UFV Sol de Várzea 1  | setembro/2021                          | 45 MW            | Lat.: -17.632941<br>Lon.: -44.757618      |
| UFV Sol de Várzea 2  | setembro/2021                          | 45 MW            | Lat.: -17.634188<br>Lon.: -44.747415      |
| Acessante            | Data pretendida p/ injeção de potência | MUSDg solicitado | Coordenadas geográficas do empreendimento |
| UFV Solatio Várzea 3 | Janeiro/2024                           | 45 MW            | Lat.: -17.598743<br>Lon.: -44.920251      |
| UFV Solatio Várzea 4 | Janeiro/2024                           | 45 MW            | Lat.: -17.581234<br>Lon.: -44.925241      |

**Tabela 5-2 – Empreendimentos solares com Informação de Acesso válidas - protocolados na ANEEL**

| UFV               | Data pretendida para injeção           | Injeção de Potência/Potência Instalada | Coordenadas geográficas do empreendimento               |
|-------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Boa Esperança     | 2024                                   | 85                                     | 16° 43' 37.52"S<br>44°03' 22.85"W                       |
| Acessante         | Data pretendida p/ injeção de potência | MUSDg solicitado                       | Coordenadas geográficas do empreendimento               |
| UFV Xangrilá 1    | Janeiro/2022                           | 24,60 MW                               | Lat.: -17.610697<br>Lon.: -44.780389                    |
| UFV Xangrilá 2    | Janeiro/2022                           | 25,85 MW                               | Lat.: -17.611619<br>Lon.: -44.787722                    |
| UFV Xangrilá 3    | Janeiro/2022                           | 54,70 MW                               | Lat.: -17.621639<br>Lon.: -44.785147                    |
| Acessante         | Data pretendida p/ injeção de potência | MUSDg solicitado                       | Coordenadas geográficas do empreendimento               |
| UFV GSII Solar 1  | Janeiro/2021                           | 25 MW                                  | Lat.: -17.675450<br>Lon.: -44.747811                    |
| UFV GSII Solar 2  | Janeiro/2021                           | 25 MW                                  | Lat.: -17.680644<br>Lon.: -44.751911                    |
| UFV GSII Solar 3  | Janeiro/2021                           | 30 MW                                  | Lat.: -17.687253<br>Lon.: -44.755472                    |
| Acessante         | Data pretendida p/ injeção de potência | MUSDg solicitado                       | Coordenadas geográficas do empreendimento               |
| UFV Três Marias I | 28/11/2023                             | 60 MW                                  | Latitude: -18.213814<br>Longitude: -45.247204           |
| Acessante         | Data pretendida p/ injeção de potência | MUSDg solicitado                       | Coordenadas geográficas do empreendimento               |
| UFV Belvedere 1   | 30/12/2020                             | 45 MW                                  | Latitude: 17°27'39.5280"S<br>Longitude: 44°48'58.6908"O |
| UFV Belvedere 2   | 30/12/2020                             | 45 MW                                  | Latitude: 17°27'42.361"S<br>Longitude: 44°50'7.282"O    |
| UFV Belvedere 3   | 30/12/2020                             | 48 MW                                  | Latitude: 17°27'42.7392"S<br>Longitude: 44°49'46.9956"O |
| Acessante         | Data pretendida p/ injeção de potência | MUSDg solicitado                       | Coordenadas geográficas do empreendimento               |
| Complexo Riacho   | 01/01/2023                             | 48 MW                                  | Latitude: -17.427300<br>Longitude: -44.967740           |

Como o ano inicial das análises é 2024, todos esses empreendimentos foram considerados implantados já no primeiro ano, totalizando cerca de 700 MW de geração centralizada.

A Figura 5-1 mostra um esquemático do sistema distribuidor 138 kV local e o posicionamento elétrico dos empreendimentos considerados.



**Figura 5-1 – Sistema 138 kV local e localização elétrica dos empreendimentos (Fonte: Cemig D)**

Para representar o impacto da geração distribuída solar na região, consideraram-se nas análises os montantes apresentados na Tabela 5-3, totalizando cerca de 280 MW de geração distribuída local.

**Tabela 5-3 – Geração Distribuída considerada (Fonte: Cemig D)**

| Geração Distribuída Solar |      |                 |
|---------------------------|------|-----------------|
| Barra                     | MW   | Local           |
| 1831                      | 30,0 | Várzea da Palma |
| 1827                      | 30,0 | Três Marias     |
| 1803                      | 18,8 | Corinto         |
| 1802                      | 3,1  | Buritizeiro     |
| 1801                      | 26,2 | Brasil          |
| 1822                      | 40,0 | Pirapora        |
| 1824                      | 3,4  | Pirapora        |
| 27608                     | 8,0  | Montes Claros   |
| 1834                      | 17,0 | Montes Claros   |
| 1800                      | 26,1 | Bocaiuva        |
| 1817                      | 78,4 | Montes Claros   |

Desta forma, o total considerado de geração distribuída e centralizada que pode impactar o carregamento das transformações 345/138 kV da SE Várzea da Palma 1 foi de cerca de 980 MW.



## 6 PROJEÇÕES DE MERCADO

A Tabela 6-1 a seguir mostra a carga pesada atendida pelas subestações próximas e que podem vir a interferir no carregamento da SE 345/138 kV Várzea da Palma 1, conforme consta nos casos do PD 2030 [5].

**Tabela 6-1 – Carga Pesada local (MW)**

| Localidade      | Número da barra | Carga ativa [MW] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-----------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                 | 2024             | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  |
| Várzea da Palma | 1831            | 86               | 86,3  | 86,5  | 86,7  | 87    | 87,2  | 87,5  | 87,8  | 88,03 | 88,3  |
|                 | 27742           | 4,5              | 4,7   | 5,2   | 4,5   | 4,7   | 4,8   | 4,5   | 4,5   | 4,727 | 5,2   |
| Três Marias     | 1827            | 105              | 105,3 | 105,6 | 105,9 | 106,2 | 106,5 | 106,9 | 107,2 | 107,6 | 108   |
| Pirapora        | 1822            | 22,1             | 22,7  | 23,3  | 23,9  | 24,6  | 25,2  | 25,9  | 26,6  | 27,31 | 28    |
|                 | 1825            | 114,1            | 114,1 | 114,1 | 114,1 | 114,1 | 114,1 | 114,1 | 114,1 | 114,1 | 114,1 |
|                 | 1833            | 83,5             | 83,5  | 83,5  | 83,5  | 83,5  | 83,5  | 83,5  | 83,5  | 83,5  | 83,5  |
| Montes Claros   | 27608           | 9,4              | 9,7   | 9,9   | 10,2  | 10,5  | 10,7  | 11    | 11,3  | 11,62 | 11,9  |

Portanto espera-se para o final do horizonte uma carga de aproximadamente 100 MW na localidade de Várzea da Palma.

A Tabela 6-2 apresenta os consumidores livres conectados no sistema de distribuição em 138 kV próximos a SE, os valores de demandas atualmente contratados, além do valor máximo de demanda registrado naquela instalação industrial, bem como os valores de expectativa de aumento de demanda no horizonte de curto e médio prazo, conforme consulta realizada pela área comercial da Cemig Distribuição junto aos consumidores [8]. Observa-se pela Tabela 6-2 uma expectativa de aumento de demanda das unidades industriais.

**Tabela 6-2 – Demanda Consumidores Livres Contradas e previstas (MW) – Fonte: Cemig D**

| Cliente                    | Demanda Contratada |      | Expectativa de Aumento de Demanda |      |
|----------------------------|--------------------|------|-----------------------------------|------|
|                            | HP                 | HFP  | HP                                | HFP  |
| Sada Siderurgia (Minasfer) | 3,3                | 13,2 | 25,0                              | 25,0 |
| RIMA - Várzea da Palma     | 28,5               | 45,0 | 10,0                              | 10,0 |
| ROTAVI - (EX Italmagnésio) | 3,0                | 46,0 | 24,0                              | 24,0 |

Cabe ressaltar que, atualmente, está ocorrendo a retomada do mercado de ferroligas na região Norte de Minas Gerais, citando como exemplos a unidade da LIASA em Pirapora cujo aumento de demanda contratada evolui de 73,8/74,1 MW - HP/HFP, em ago/21 para 120,7/121 em nov/21 chegando a 161,7/162 em set/23. A RIMA Capitão Eneas passa de 60/120 HP/HFP para 90/150 MW em jan/24, contemplando aumentos significativos de demanda.

Com relação as transformações 138/13,8 kV, atualmente, o carregamento máximo da SE Várzea da Palma 1 é da ordem de 13,1 MVA, com previsão de atingir 14,6 MVA ao final de 2021, considerando as cargas liberadas e negociadas com a Cemig Distribuição S.A. O Capítulo 9 explicita outras considerações importantes em relação ao carregamento nestas transformações.

## 7 CENÁRIOS

Foram analisados dois cenários de modo a se maximizar o fluxo na transformação 345/138 kV da SE Várzea da Palma 1, tanto no sentido da Rede Básica atendendo o sistema distribuidor, como no sentido do sistema distribuidor exportando energia para a Rede Básica.

1. No primeiro caso foi considerada a carga pesada, uma vez que na carga média há contribuição de geração solar que reduz o carregamento das unidades transformadoras em análise no sentido da Rede Básica para o sistema distribuidor. Assim, considerou-se o atendimento à carga pesada da região, sem nenhuma contribuição de geração solar, seja ela centralizada ou distribuída;
2. No segundo caso utilizou-se a carga leve com a geração solar despachada no máximo. Os empreendimentos solares considerados estão listados nas Tabelas 5-1 e 5-2, e os respectivos pontos de conexão estão mostrados na Figura 5-1. Também foi considerada neste cenário a geração distribuída prevista local conforme mostrado na Tabela 5-3. Este cenário representa a carga de final de semana ao meio-dia, portanto a carga de valor reduzido, com a radiação solar máxima. Pretendeu-se, assim, reproduzir o máximo fluxo exportador do sistema distribuidor para a Rede Básica.

## 8 ANÁLISE REGIME PERMANENTE

Apesar do valor elevado de geração solar considerada, conforme mostrado no Capítulo 5, e mesmo considerando-se o adicional do potencial de carga descrito no Capítulo 6, pelas análises de regime permanente conclui-se que a SE 345/138 kV Várzea da Palma 1 pode ser dotada de apenas duas unidades transformadoras de 150 MVA cada. Para maior confiabilidade, essas unidades transformadoras serão formadas por dois bancos de autotransformadores de 150 MVA cada, formado por unidades monofásicas de 50 MVA, sendo uma unidade reserva, e dotadas de LTC para controle da tensão. A capacidade de sobrecarga deve ser a atualmente adotada de 20% por 4 horas, conforme [9] e [10] e dotadas de terciário em 13,8 kV. As análises consideraram uma reatância de 12% na base da potência nominal do banco.

Na Tabela 8-1 e Tabela 8-2 são mostrados os valores de carregamento em condições normais de operação e na situação de perda de uma das unidades transformadoras, nos dois cenários considerados. Nas condições normais de operação, o percentual de carregamento mostrado é a relação entre o carregamento de cada unidade transformadora e a capacidade nominal das mesmas (150 MVA). Nas condições de contingência, o percentual mostrado é a relação entre o carregamento na unidade e a capacidade de sobrecarga desta unidade (180 MVA).

**Tabela 8-1 – Carga Pesada: percentual de carregamento em condição normal e emergência, respectivamente**

| Ano  | % Carregamento | Ano  | % Carregamento |
|------|----------------|------|----------------|
| 2024 | 39,9           | 2024 | 59,4           |
| 2025 | 40,2           | 2025 | 59,7           |
| 2026 | 40,7           | 2026 | 60,1           |
| 2027 | 40,9           | 2027 | 63,8           |
| 2028 | 41,1           | 2028 | 64,0           |
| 2029 | 41,3           | 2029 | 64,3           |
| 2030 | 41,4           | 2030 | 64,2           |
| 2031 | 42,0           | 2031 | 64,8           |
| 2032 | 42,3           | 2032 | 65,2           |
| 2033 | 42,4           | 2033 | 65,3           |

**Tabela 8-2 – Carga Leve: percentual de carregamento em condição normal e emergência, respectivamente**

| Ano  | % Carregamento | Ano  | % Carregamento |
|------|----------------|------|----------------|
| 2024 | 43,1           | 2024 | 49,7           |
| 2025 | 43,4           | 2025 | 50,1           |
| 2026 | 43,3           | 2026 | 50,4           |
| 2027 | 54,4           | 2027 | 64,9           |
| 2028 | 51,2           | 2028 | 59,5           |
| 2029 | 47,3           | 2029 | 54,5           |
| 2030 | 52,6           | 2030 | 63,5           |
| 2031 | 51,3           | 2031 | 62,7           |
| 2032 | 51,3           | 2032 | 60,2           |
| 2033 | 53,8           | 2033 | 64,2           |



Conclui-se, portanto, que dois bancos de autotransformadores de 150 MVA cada atendem ao critério N-1 para esta subestação de fronteira durante todo o horizonte analisado, bem como permite o escoamento de geração solar centralizado e distribuído previsto para a região próxima à SE e ainda atende o potencial previsto de aumento dos consumidores livres locais.

Salienta-se que, quando da necessidade de ampliação com a instalação de um terceiro banco, foi confirmado pela Cemig Geração e Transmissão S.A. a existência de espaço físico para tal.

O nível de curto-circuito local será reduzido uma vez que haverá diminuição de unidades transformadoras em paralelo, bem como aumento da reatância dessas unidades. Assim, não haverá impactos em termos de capacidade de interrupção dos disjuntores, devendo a Transmissora e a Distribuidora reanalisarem seus ajustes de proteção, se necessário.

Tendo em vista que [11] determina que os empreendimentos solares operem com fator de potência variando de 0,95 capacitivo a 0,95 indutivo, nos cenários em que essas usinas estejam operando, a geração reativa necessária ao sistema distribuidor fica garantida sem a necessidade de reforço através de um banco de capacitores no lado de 138 kV da SE Várzea da Palma 1. Com relação ao cenário de carga pesada, no qual essas usinas não estão em operação devido ao horário, verificaram-se valores adequados, mesmo considerando-se a não existência desta compensação reativa no barramento de 138 kV. Em termos de valores de fator de potência na transformação de fronteira em questão espera-se valores acima de 0,96 em todo o horizonte analisado. Em relação aos valores de tensão verificou-se valores acima de 1,013 pu nas SEs Várzea da Palma 1 e Várzea da Palma 2. Destaca-se ainda que os LTCs das SE 345/138 kV Pirapora 2 e Várzea da Palma 1 operam ainda com folga em relação aos limites permitidos. Ressalta-se, também, que a perda de uma unidade transformadora na SE 345/138 kV Várzea da Palma 1, bem como contingências no sistema de 345 kV e 500 kV local não alteram significativamente os valores informados.

Por fim, registra-se que não é viável economicamente a instalação de bancos de transformadores de maior potência, uma vez que a necessidade de ampliação da SE 345/138 kV Várzea da Palma 1, com a instalação de um terceiro banco de 150 MVA, por não atendimento do critério N-1, está muito além do horizonte de análise, não impactando o valor presente dos investimentos.

A análise com relação a transformação 138/13,8 kV será feita em Capítulo específico, a seguir.

## 9 ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO 138/13,8 KV

O sistema de distribuição na região da SE Várzea da Palma 1 tem apresentado crescimento de cargas associados à expansão das atividades agrícolas, em especial a agricultura de irrigação e plantio de frutas, o que tem levado ao esgotamento da transformação 138/13,8 kV.

Adicionalmente, tem-se verificado elevado número de consultas de acesso de projetos de usinas fotovoltaicas com consultas de acesso ao sistemas de média e baixa de tensão da Cemig D que também tem impactado significativamente também essa transformação.

Atualmente, têm ocorrido negativas de atendimento a pedidos de aumento de carga, bem como de instalação de novos projetos de GD em função de restrições nessa transformação, conforme Tabela 9-1.

**Tabela 9-1 – Solicitações de aumento de demanda (Fonte: Cemig D)**

| SE   | Alim.  | Inst/NS    | Cliente                      | Tipo | Total kW | kW Liberado | Status           | Coordenada        | Análise    |
|------|--------|------------|------------------------------|------|----------|-------------|------------------|-------------------|------------|
| VZPU | VZPU12 | 1098654143 | CLAUDIO ALVES DOS SANTOS     | MT   | 169,50   | 169,50      | Projeto          | 23-541712:8032254 | 20/09/2016 |
| VZPU | VZPU08 | 1112426120 | BCGREEN PARTICIPACOES LTDA   | MT   | 600,00   | 600,00      | Construção       | 23-525973:8057362 | 10/01/2018 |
| VZPU | VZPU12 | 1108412801 | ELIANE APARECIDA AZEVEDO     | MT   | 276,00   | 100,00      | Cond. Reforço AT | 23-543611:8030867 | 19/08/2019 |
| VZPU | VZPU11 | 1128941040 | CARLOS ANDRE COVRE           | MT   | 2.500,00 | 500,00      | Cond. Reforço AT | 23-509793:8053449 | 16/09/2019 |
| VZPU | VZPU09 | 1136952816 | PAULO TARSO DE MENEZES NEVES | BT   | 140,00   | 140,00      | Construção       | 23-546391:8029779 | 06/03/2020 |
| VZPU | VZPU09 | 1135283764 | MANOEL CARLOS HERNANDES      | MT   | 950,00   | -           | Cond. Reforço AT | 23-568876:8012007 | 03/09/2020 |
| VZPU | VZPU09 | 1147345285 | ECOAGRICOLA CAFE LTDA        | MT   | 1.420,00 | -           | Cond. Reforço AT | 23-565356:8046351 | 04/02/2021 |
|      |        |            | Total                        |      | 6.055,50 | 1.509,50    |                  |                   |            |

Atualmente, o carregamento máximo da SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 é da ordem de 13,1 MVA, com previsão de atingir 14,6 MVA ao final de 2021, considerando as cargas liberadas e negociadas com a Cemig Distribuição S.A.

Na Tabela 9-2 verificamos a previsão de carregamento para a transformação 138/13,8 kV da SE Várzea da Palma 1, considerando os consumidores com contratos de demanda assinados.

Também tem ocorrido a negativa de conexão de geração distruída de usinas fotovoltaicas em função dessa restrição de capacidade.

**Tabela 9-2 – Previsão de carregamento**

| Nome da Subestação | Trafo | Potência Nominal (MVA) | Carregamento 2021 (MVA) | Carregamento 2022 (MVA) | Carregamento 2023 (MVA) | Carregamento 2024 (MVA) | Carregamento 2025 (MVA) | Carregamento 2026 (MVA) | Carregamento 2027 (MVA) | Carregamento 2028 (MVA) | Carregamento 2029 (MVA) | Carregamento 2030 (MVA) |
|--------------------|-------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Várzea da Palma 1  | T1    | 15,0                   | 19,60                   | 20,13                   | 20,68                   | 21,24                   | 21,79                   | 22,34                   | 22,91                   | 23,50                   | 24,05                   | 24,62                   |

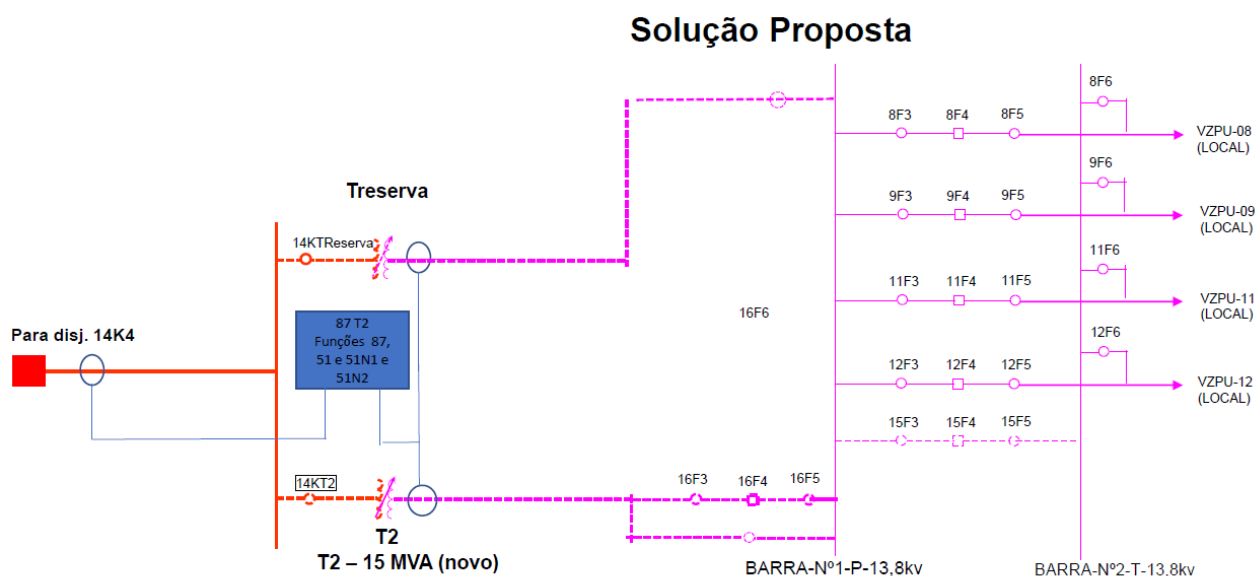
Atualmente, estão conectadas na subestação 16,04 MVA de geração, com mais 12 MW aguardando a ampliação da transformação para efetivação da conexão.

Encontra-se em implantação na SE Várzea da Palma 1 a instalação de um transformador 138/13,8kV em substituição ao T2, sinistrado, bem como de uma unidade reserva que tem por objetivo atender as SEs 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 e Três Marias [3] . Com o descarte do T1 a SE seria dotada,

portanto, de uma unidade em condições normais de operação (T2) e uma unidade reserva, conforme mostrado nos esquemáticos da Figura 3-3 e Figura 4-4.

Porém já consta do [12] a obra de ampliação da transformação 138/13,8 kV, contemplando a instalação de um 2º trafo, que necessita de autorização da ANEEL para sua implantação. Desta forma, na configuração final, a SE seria dotada de 2 unidades transformadoras em condições normais de operação e mais uma unidade reserva.

Para a viabilização do atendimento emergencial dessas solicitações de aumento de carga e conexão de geração, no entanto, foi proposto pela Cemig GT [2] a energização da unidade reserva prevista em [3] utilizando um novo esquema de proteção e operação em paralelo ao trafo T2. Quando da autorização do futuro trafo será adequada a conexão na tensão de 13,8 kV e esse 3º trafo ficaria como reserva para essas duas unidades da SE Várzea da Palma 1 bem como para as duas unidades da SE Três Marias, em função da crescente evolução do mercado na região. A Figura 9-1 apresenta a solução proposta que visa atender o crescimento do mercado, bem como os novos acessos.



**Figura 9-1 – Arranjo provisório para antecipação da ampliação**

A sequência de obras para colocar o transformador reserva em condições normais de operação é a seguinte:

- Montar um seccionador de 138 kV e outro 13,8 kV
- Adequação das proteções de 138 kV e de 13,8 kV

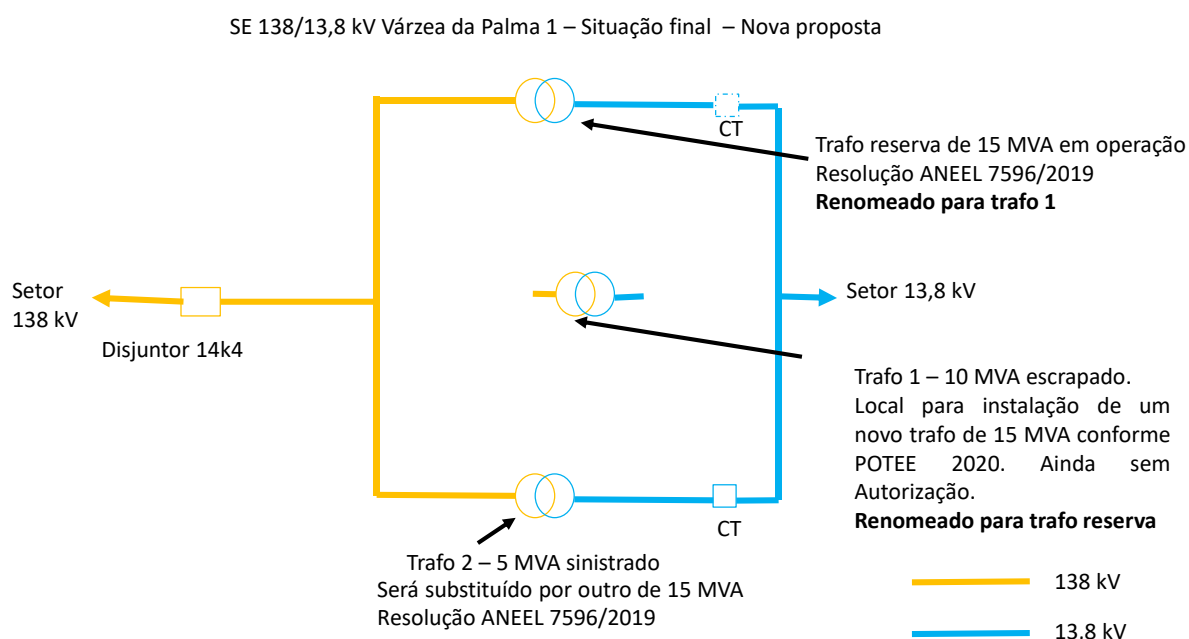
O esquemático da Figura 3-2 destaca as obras necessárias para esta fase.

Ressaltamos que com o arranjo de proteção proposto não haverá necessidade de instalação de conexão de 13,8 kV do transformador reserva de modo a não haver alterações nos valores de Receita Anual Permitida indicados na [3].

Desta forma, a colocação em condições normais de operação da unidade reserva será, na prática, apenas uma antecipação da ampliação futura prevista para esta SE, não se alterando a configuração final prevista para a mesma no médio/longo prazo.

Destaca-se que o desempenho da obra de antecipação da implantação da segunda unidade 138/13,8kV consolidada no [12] seria equivalente à solução proposta de interligação da unidade reserva, pois ambas apresentam um único disjuntor no lado de alta tensão. De qualquer forma, trata-se de uma configuração provisória até a configuração final prevista.

O esquemático simplificado da Figura 9-2 mostra a configuração final prevista para a transformação 138/13,8 kV.



**Figura 9-2 – SE 138/13,8 kV Várzea da Palma 1 – Situação final – Nova proposta**

A sequencia de obras para instalação do transformador reserva regional, é a seguinte:

- Instalação do novo trafa 138-13,8 kV – 15 MVA reserva que será posicionado próximo ao T1 e T2 para que em caso de emergência possa ser arrastado para a base de qualquer um dos dois ou relocado para a SE Três Marias que também terá dois trafos de 15 MVA em caso de defeitos de um deles;
- Montar módulo de conexão de 13,8 kV;
- Adequar as proteções de 13,8 kV.

O esquemático da Figura 3-3 mostra as obras referentes a esta etapa de instalação do trafo reserva.

Destacamos que a conexão de 13,8 kV do transformador 1 será instalada quando da Autorização para instalação do transformador 3, conforme o Capítulo 3.

## 10 REFERÊNCIAS

- [1]. Carta EO/PL-02283/2020:EGT, Cemig Geração e Transmissão S.A - 11 de janeiro de 2021.
- [2]. Notas de reunião Cemig GT, Cemig D, ONS e EPE sobre a discussão da antecipação da ampliação 138-13,8 kV da SE Várzea da Palma 1, 17/03/2021.
- [3]. Resolução autorizativa nº 7.596/2019, jan/2019
- [4]. Relatório EPE-DEE-RE-064/2020-rev0 – Ampliação da Capacidade de Transmissão da Região Norte do Estado de Minas Gerais, EPE – 16 de outubro de 2020.
- [5]. Plano Decenal de Energia 2030, EPE.
- [6]. Resolução Autorizativa ANEEL nº 9.114/2020 – 11 de agosto de 2020.
- [7]. Despacho nº 386/2021-SCT, de 10/02/2021
- [8]. Cemig Distribuição - Consulta aos condutores livres da região de V. Palma 1
- [9]. ABNT, Transformadores de potência - Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante, 2017. [Online]. Available: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=374373>.
- [10]. Submódulo 2.6 - Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos, ONS - 2020.
- [11]. Submódulo 2.10 - Requisitos técnicos mínimos para conexão as instalações de transmissão, ONS - 2020.
- [12]. Plano de Outorgas de Transmissão de Energia Elétrica - Ampliações e Reforços - Rede Básica e Demais Instalações de Transmissão, Ciclo 2020 - 1ª Emissão, fev/2021

## 11 COLABORADORES

Alisson Chagas – Cemig Distribuição S.A

Michele dos Reis Pereira - Cemig Distribuição S.A

Renan de Souza Birindiba - Cemig Geração e Transmissão S.A

Rodrigo Valadão - Cemig Distribuição S.A

José Roberto Valadares - Cemig Geração e Transmissão S.A

Rodnei dos Anjos - Cemig Geração e Transmissão S.A

Valter Alves Moreira - Cemig Geração e Transmissão S.A

Victor Ferreira Zwetkoff - Cemig Geração e Transmissão S.A

## 12 FICHAS PET

### Sistema Interligado da Região SUDESTE

#### Empreendimento:

SE 345/138 kV VÁRZEA DA PALMA 1  
(Ampliação/Adequação)

UF: **MG**

DATA DE NECESSIDADE: **Atual**

PRAZO DE EXECUÇÃO: **24 meses**

#### Justificativa:

Substituição das unidades trifásicas por final de vida útil

### Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

1° e 2° ATF 345/138/13,8 kV, (6+1R) x 50 MVA 1Φ

39.547,55

**Total de Investimentos Previstos:**

**39.547,55**

**Situação atual:**

#### Observações:

Substituição das unidades trifásicas por final de vida útil

#### Documentos de referência:

[1] Custos Modulares da ANEEL – Junho de 2020.



## Sistema Interligado da Região SUDESTE

EMPREENDIMENTO:

**SE 138/13,8 kV VÁRZEA DA PALMA 1**  
(Ampliação/Adequação)

UF: **MG**

DATA DE NECESSIDADE: **ATUAL**

PRAZO DE EXECUÇÃO: **24 MESES**

JUSTIFICATIVA:

UNIDADE TRANSFORMADORA RESERVA

### Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

|                                                       |          |
|-------------------------------------------------------|----------|
| 3° TF 138/13,8 kV, 1 x 15 MVA 3Φ                      | 3.560,09 |
| 1 CT (Conexão de Transformador) 13,8 kV, Arranjo BPT* | 1.890,30 |
| MIM - 13,8 kV                                         | 241,31   |

**TOTAL DE INVESTIMENTOS PREVISTOS: 5.691,70**

**SITUAÇÃO ATUAL:**

**OBSERVAÇÕES:**

\*A CONEXÃO DE TRAFÓ ESPECIFICADA REFERE-SE A CONEXÃO DO TRANSFORMADOR 1. ESSE 3° TRANSFORMADOR NÃO TERÁ CONEXÕES POIS SERÁ RESERVA REGIONAL.

**DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:**

[1] CUSTOS MODULARES DA ANEEL – JUNHO DE 2020.