



ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

NOTA TÉCNICA

Atendimento a Ipatinga – Minas Gerais

Março de 2020



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Júnior

Secretário-Executivo do MME

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento

Energético

Reive Barros dos Santos

Secretário de Energia Elétrica

Rodrigo Limp Nascimento

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis

Renováveis

Renata Beckert Isfer

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação

Mineral

Maria José Gazzi Salum



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

José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Gestão Corporativa (interino)

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

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

Sede

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

Escritório Central

Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

NOTA TÉCNICA

Atendimento a Ipatinga – Minas Gerais

Coordenação Geral

Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

José Marcos Bressane

Equipe Técnica

Maxwell Cury Júnior (Coordenação)
Armando Leite Fernandes
Bruno Cesar Mota Maçada
Rafael Theodoro Alves e Mello
Rodrigo Rodrigues Cabral

Nº EPE-DEE-NT-024/2020-rev0

Data: 24 de março de 2020

 Empresa de Pesquisa Energética	<i>Contrato</i> <i>Data de assinatura</i>	
<i>Projeto</i>	ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO	
<i>Área de estudo</i>	Estudos do Sistema de Transmissão	
<i>Sub-área de estudo</i>	Nota Técnica	
<i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i> EPE-DEE-NT-024/2020 Atendimento a Ipatinga – Minas Gerais		
<i>Revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição sucinta</i>
rev0	24.03.2020	Emissão Original

APRESENTAÇÃO

Esta Nota Técnica visa analisar a situação do não atendimento ao critério n-1 para a SE 230/13,8 kV Ipatinga 1, conforme descrito na carta ONS 0223/200/2016 [1] e cujo teor é sintetizado a seguir no item 1.1.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	9
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	9
1.2	OBJETIVOS GERAIS.....	9
1.3	ABORDAGEM ADOTADA.....	9
2	CONCLUSÕES.....	10
3	RECOMENDAÇÕES	11
4	DADOS, CRITÉRIOS E PREMISSAS	12
4.1	PREMISSAS.....	12
4.2	CASOS DE TRABALHO	12
4.3	PROJEÇÕES DE MERCADO	12
4.4	NÍVEIS DE INTERCÂMBIO	12
4.5	LIMITES OPERATIVOS	13
4.5.1	Tensão.....	13
4.5.2	Fator de Potência.....	13
4.5.3	Carregamento.....	14
4.6	CLASSIFICAÇÃO DO HORIZONTE DAS OBRAS	14
5	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA	15
5.1	SISTEMA ELÉTRICO DE INTERESSE	15
5.2	DESEMPENHO ELÉTRICO DA REDE	16
6	SOLUÇÃO PROPOSTA.....	17
7	REFERÊNCIAS	19
8	FICHAS PET	20
9	ANEXO	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1 – Rede Básica em 230 kV de atendimento a Ipatinga.....	15
---	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Carga SE 230/13,8 kV Ipatinga 1 (MW)	12
Tabela 4.2 – Níveis de tensão admissíveis para cada classe de tensão	13
Tabela 4.3 – Fator de potência por nível de tensão.....	13

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1.1 Considerações Iniciais

A carta ONS 0223/200/2016 [1] abordou a questão do corte de carga em contingência simples nos transformadores de fronteira da SE 230/13,8 kV Ipatinga 1. Essa situação decorre de dois fatores:

1. O barramento de 13,8 kV das duas unidades transformadoras opera não interligado devido aos níveis de curto-circuito; e
2. Os dois transformadores 230/13,8 kV não tem proteção individualizada no lado de 230 kV.

1.2 Objetivos Gerais

O objetivo deste estudo é analisar a situação descrita na carta [1], identificar soluções factíveis para a solução dos problemas indicados e recomendá-las ao MME.

1.3 Abordagem Adotada

As análises foram realizadas de acordo com as etapas a seguir:

- a) Consulta à Cemig GT e Cemig D, concessionárias da SE 230/13,8 kV Ipatinga 1, sobre a possibilidade de implantação de soluções propostas pela EPE; e
- b) Análise pela EPE, sob o ponto de vista de viabilidade técnica e econômica, em função das informações da consulta realizada em a).

2 CONCLUSÕES

A EPE, através do Ofício 1118/EPE/2017 [2], solicitou à Cemig GT informações referentes à execução dos seguintes serviços, que permitiriam o atendimento ao critério N-1 das unidades transformadoras 230/13,8 kV da SE Ipatinga 1:

- i) Individualização da proteção no lado de 230 kV dos dois transformadores 230/13,8 kV; e
- ii) Instalação de disjuntor de interligação do secundário dos transformadores 230/13,8 kV, de fechamento automático quando da perda de uma das transformações 230/13,8 kV.

Em resposta, conforme os termos da Nota Técnica Cemig 02.111-PO/PL-916 [3] anexa para pronta referência, foi informado que, embora haja possibilidade de instalação do disjuntor de 13,8 kV para fechamento automático, item (ii) acima, não há espaço físico suficiente para a individualização da proteção no lado de 230 kV, item (i) acima, tornando, portanto, ineficaz a instalação do citado disjuntor de 13,8 kV para atendimento ao critério N-1.

Desta forma, conforme sugerido em [3], a solução seria a adoção das seguintes medidas:

- *Jumpear* as LTs 230 kV Ipatinga 1 – Mesquita e Ipatinga 1 – Usiminas na entrada da SE Ipatinga 1, numa torre de circuito duplo onde estão instaladas as linhas de atendimento a Usiminas, conforme detalhado no Capítulo 6;
- Utilização do vão 9M, no qual atualmente está conectada a entrada de linha em 230 kV oriunda da SE Mesquita, para a individualização da manobra do transformador T5, conforme detalhado em [3]; e
- Instalação de módulo de interligação de barras de 13,8 kV para o seccionamento da barra principal cuja finalidade seria a interligação das seções de barras de 13,8 kV em contingências em uma das unidades transformadoras 230/13,8 kV, conforme detalhado em [3].

O custo total estimado da solução proposta é de R\$ 694.130,00.

3 RECOMENDAÇÕES

Verificou-se neste estudo que a única forma possível para atendimento ao critério N-1 das transformações 230/13,8 kV da SE Ipatinga 1 é através da adoção das providências relacionadas no item anterior – 2: Conclusões.

Recomenda-se, portanto, a realização das obras detalhadas no item 6 – Solução Proposta.

4 DADOS, CRITÉRIOS E PREMISSAS

4.1 Premissas

Os critérios e procedimentos utilizados no estudo estão de acordo com o documento “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão - CCPE/CTET - Janeiro/2001” [5].

4.2 Casos de Trabalho

Considerou-se como referência para as simulações de fluxo de potência a base de dados correspondente ao Plano Decenal da Transmissão EPE 2026 [4].

4.3 Projeções de Mercado

As projeções de demanda foram aquelas contempladas nos casos de trabalho do Plano Decenal da Transmissão EPE 2026 [4]. A Tabela 4.1 mostra os valores da carga ativa, patamar de carga média, nas transformações 230/13,8 kV da SE Ipatinga 1, previstos para o horizonte de análise indicando um crescimento médio considerado de 3,1% a.a. neste período.

Tabela 4.1 – Carga SE 230/13,8 kV Ipatinga 1 (MW)

Ano	2022	2023	2024	2025	2026
Carga (MW)	33,3	34,3	35,4	36,5	37,6

Desta forma, problemas de atendimento ao critério N-1 devido à sobrecarga somente ocorrerão a partir de 2026, não havendo necessidade no curto prazo de alteração da modulação das unidades transformadoras 230/13,8 kV existentes.

4.4 Níveis de Intercâmbio

O intercâmbio entre regiões não tem influência significativa na região em análise. Foi considerado o cenário Nordeste exportador por apresentar o maior carregamento nas LTs 230 kV Mesquita – Ipatinga 1. O carregamento das unidades transformadoras 230/13,8 kV da SE Ipatinga 1 não é afetado devido à carga ser radial.

4.5 Limites Operativos

4.5.1 Tensão

De acordo com os Procedimentos de Rede do ONS [6], foram considerados os limites de tensão conforme Tabela 4.2 a seguir. Para barras de conexão à Rede Básica de agentes de distribuição e de consumidores livres ou potencialmente livres, devem ser adotados, em contingência, os mesmos limites de operação normal.

Tabela 4.2 – Níveis de tensão admissíveis para cada classe de tensão

Tensão Nominal de Operação	Condição Normal de Operação		Condição Operativa de Emergência	
	(kV)	(pu)	(kV)	(pu)
<230	-	0,95 a 1,05	-	0,95 a 1,05
230	218 a 242	0,95 a 1,05	207 a 242	0,95 a 1,05
345	328 a 362	0,95 a 1,05	311 a 362	0,95 a 1,05
440	418 a 460	0,95 a 1,046	396 a 460	0,95 a 1,046
500	500 a 550	1,00 a 1,10	475 a 550	1,00 a 1,10
525	500 a 550	0,95 a 1,05	475 a 550	0,95 a 1,05
765	690 a 800	0,9 a 1,046	690 a 800	0,9 a 1,046

4.5.2 Fator de Potência

Nos pontos de conexão à Rede Básica e nos barramentos de fronteira, os acessantes devem manter o fator de potência nas faixas especificadas na Tabela 4.3, de acordo com os Procedimentos de Rede do ONS [6].

Tabela 4.3 – Fator de potência por nível de tensão

Tensão Nominal do Ponto de Conexão	Faixa de Fator de Potência
$V_n \geq 345 \text{ kV}$	0,98 indutivo a 1,0
$69 \text{ kV} \leq V_n < 345 \text{ kV}$	0,95 indutivo a 1,0
$V_n < 69 \text{ kV}$	0,92 indutivo a 1,0 0,92 capacitivo a 1,0

Para fins de compensação reativa, considerou-se que a Distribuidora local cumprirá com o programa de instalação de bancos de capacitores necessário para cumprimento dos requisitos mínimos apresentados na Tabela 4.3.

4.5.3 Carregamento

Foram utilizados os limites de curta e longa duração informados pelas empresas proprietárias dos equipamentos, constantes do CPST – Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão. No caso de transformadores novos, foi considerada a capacidade operativa de curta duração (4 horas), correspondente a 120% da capacidade nominal do equipamento.

4.6 Classificação do Horizonte das Obras

Foram consideradas como determinativas as obras definidas dentro do horizonte do Programa de Expansão da Transmissão - PET [7]. As demais obras foram definidas como indicativas, e serão incorporadas ao Programa de Expansão de Longo Prazo – PELP [8].

Cumprir notar que tanto as obras determinativas quanto as indicativas fazem parte das recomendações do estudo, contudo, as obras indicativas poderão ser reavaliadas nos ciclos de planejamento subsequentes. Por outro lado, caso não sejam vislumbrados novos problemas que justifiquem análises adicionais para a região envolvida, essas obras se tornarão determinativas à medida que o horizonte do PET for incrementado.

5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

5.1 Sistema Elétrico de Interesse

O esquemático da Figura 5.1 mostra o sistema de 230 kV de atendimento a região em análise. Foi considerado já executado o seccionamento da LT 230 kV Porto Estrela-Ipatinga 1 na SE Mesquita, conforme Resolução Autorizativa ANEEL nº 7008/2018 [9]. Após esse seccionamento as SEs Mesquita e Ipatinga 1 ficarão interligadas por 3 LTs 230 kV. Destaca-se o atendimento por 2 ramais exclusivos para o Consumidor Livre Usiminas, um derivado da SE Mesquita e outro derivado da SE Ipatinga 1.

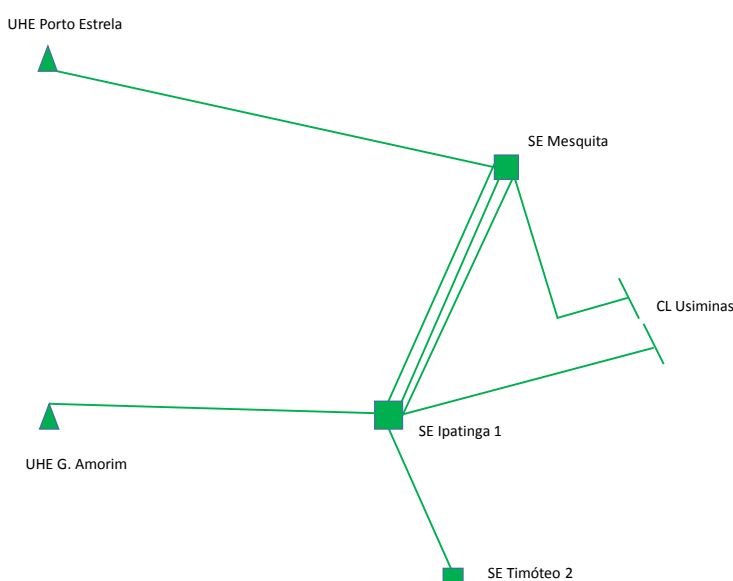


Figura 5.1 – Rede Básica em 230 kV de atendimento a Ipatinga

A construção da SE Ipatinga 1 remonta ao ano de 1971 e está instalada em área com forte adensamento populacional sem possibilidade de expansão da área construída. Essa SE é dotada de 2 unidades transformadoras 230-13,8kV de 33/41 MVA cada, que compartilham o mesmo disjuntor no lado de alta tensão. Faltas em um dos transformadores (N-1) implicam em interrupção de carga que afeta cerca de 52.588 consumidores. Após a identificação da unidade transformadora faltosa procede-se o pleno restabelecimento das cargas pela unidade remanescente, em função do limite de sobrecarga em contingências dessas transformações.

A SE Ipatinga 1 conta com outras não conformidades aos Procedimentos de Rede [6], a saber:

- Arranjo de barras de 230 kV em Barra Principal de Transferência;
- Atendimento por transformação única ao nível de tensão de 161 kV; e

- Atendimento por transformação única ao nível de tensão de 138 kV.

Essas restrições foram objetos de outros estudos conduzidos pela EPE com participação da Cemig D e GT, tendo como resultado a viabilização da eliminação da tensão de 161 kV na SE Ipatinga 1, através da construção da SE Braúnas, em fase de construção, permitindo o atendimento ao nível de tensão de 138 kV através de duas unidades transformadoras 230-138 kV – 2x225 MVA, sendo uma unidade trifásica e a outra composta de quatro unidades monofásicas de 75 MVA. O arranjo de barras de 230 kV será modificado para Dupla Barra Principal, conforme autorizado pela Resolução Autorizativa ANEEL nº 5.596/2015, e encontra-se em processo de implantação pela Cemig GT.

5.2 Desempenho Elétrico da Rede

A carta ONS 0223/200/2016 [1] abordou a questão do corte de carga em contingência simples nos transformadores de fronteira da SE 230/13,8 kV Ipatinga 1. Essa situação decorre de dois fatores:

1. Os barramentos de 13,8 kV das duas unidades transformadoras operam não interligados devido aos níveis de curto-circuito; e
2. Os dois transformadores 230/13,8 kV não tem proteção individualizada no lado de 230 kV.

6 SOLUÇÃO PROPOSTA

A EPE, através do Ofício 1118/EPE/2017 [2], solicitou à Cemig GT informações referentes à execução dos seguintes serviços, que permitiriam o atendimento ao critério N-1 das unidades transformadoras 230/13,8 kV da SE Ipatinga 1:

- iii) Individualização da proteção no lado de 230 kV dos dois transformadores 230/13,8 kV; e
- iv) Instalação de disjuntor de interligação do secundário dos transformadores 230/13,8 kV, de fechamento automático quando da perda de uma das transformações 230/13,8 kV.

Em resposta, conforme os termos da Nota Técnica Cemig 02.111-PO/PL-916 [3] anexa para pronta referência, há possibilidade de instalação do disjuntor de 13,8 kV para fechamento automático ii), porém não há espaço físico suficiente para a individualização da proteção no lado de 230 kV i), tornando ineficaz a instalação do citado disjuntor de 13,8 kV para atendimento ao critério N-1.

Desta forma, conforme sugerido em [3], a solução seria a adoção das seguintes medidas:

- *Jump*ear as LTs 230 kV Ipatinga 1 – Mesquita e Ipatinga 1 – Usiminas na entrada da SE Ipatinga 1, numa torre de circuito duplo onde estão instaladas as linhas de atendimento a Usiminas;
- Utilização do vão 9M, no qual atualmente está conectada a entrada de linha em 230 kV oriunda da SE Mesquita, para a individualização da manobra do transformador T5, conforme detalhado em [3]; e
- Instalação de módulo de interligação de barras de 13,8 kV para o seccionamento da barra principal cuja finalidade seria a interligação das seções de barras de 13,8 kV em contingências em uma das unidades transformadoras 230/13,8 kV, conforme detalhado em [3].

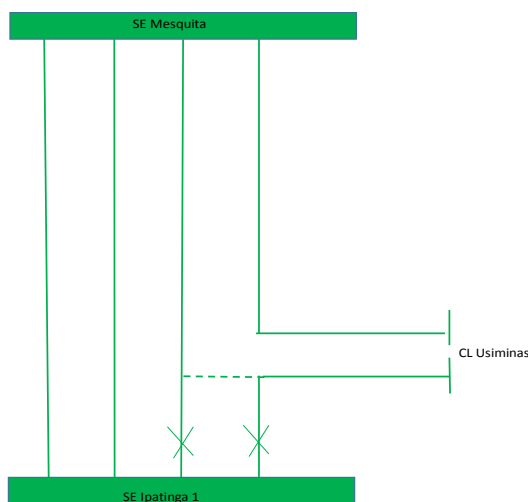


Figura 5.2 – Jumper proposto nas LTs 230 kV Mesquita-Ipatinga 1 e Ipatinga 1-Usiminas

Haverá uma redução, portanto, de três para duas LTs de 230 kV interligando as SEs Mesquita a Ipatinga 1. No entanto, verificou-se que, para todos os cenários haverá redução no carregamento dessas LTs em virtude do atendimento por um novo ramal exclusivo a Usiminas.

Desprezando-se o custo do *jumper* das LTs 230 kV e considerando-se o aproveitamento da EL de 230 kV para conexão do transformador T5, o custo total referente a instalação do disjuntor de 13,8 kV é de R\$ 694.130,00.

7 REFERÊNCIAS

- [1]. Carta ONS 0223/200/2016 de 07/04/2016.
- [2]. Ofício 1118/EPE/2017 de 21/11/2017.
- [3]. Nota Técnica Cemig 02.111-PO/PL-916 de março de 2018.
- [4]. “Plano Decenal de Energia 2026 – Transmissão” EPE.
- [5]. “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão - CCPE/CTET - Janeiro/2001”.
- [6]. “Procedimentos de Rede do ONS – Submódulos 3.6 e 23.3”.
- [7]. Programa de Expansão da Transmissão (PET).
- [8]. Plano de Expansão de Longo Prazo (PELP).
- [9]. Resolução Autorizativa ANEEL 7008 de 3/5/2018.

8 FICHAS PET

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

EMPREENDIMENTO: SE 230 kV IPATINGA 1 (Ampliação/Adequação)	UF: MG
	DATA DE NECESSIDADE: JAN/2022
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 24 MESES

JUSTIFICATIVA: EVITAR CORTE DE CARGA SUSTENTADO NA SE 230/13,8 kV IPATINGA 1 QUANDO DA PERDA DE UMA UNIDADE TRANSFORMADORA

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

1 IB (Interligação de Barras) 13,8 kV, Arranjo BPT	694,13
--	--------

TOTAL DE INVESTIMENTOS PREVISTOS:	694,13
--	---------------

SITUAÇÃO ATUAL:

OBSERVAÇÕES:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

[1] CUSTOS MODULARES DA ANEEL – JUNHO DE 2017.

9 ANEXO

Nota Técnica Cemig 02.111-PO/PL-916

Diretoria de Geração e Transmissão
Superintendência de Planejamento e Operação de Geração e Transmissão

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ATENDIMENTO À REGIÃO DE IPATINGA



AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ATENDIMENTO À REGIÃO DE IPATINGA

1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	OBJETIVO	3
3.0	SISTEMA ELÉTRICO EXISTENTE E PLANEJADO	4
4.0	AVALIAÇÃO DAS OBRAS PROPOSTAS	8
4.1	Individualização da proteção no lado de 230 kV dos 2 transformadores 230-13,8 kV; 8	
4.2	Instalação de disjuntor de interligação do secundário dos transformadores 230-13,8 kV, de fechamento automático quando da perda de uma das transformações 230-13,8 kV.	8
5.0	PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA EPE	8
6.0	CONCLUSÕES	11
7.0	REFERÊNCIAS	11
8.0	ANEXO – DIAGRAMA UNIFILAR BÁSICO – SE IPATINGA 1	13

Índice de Figuras

Figura 1	SE Ipatinga 1 – Pátio de 138, 161 e 230 kV	5
Figura 2	SE Ipatinga 1 – Pátio de 13,8 kV	5
Figura 3	SE Ipatinga 1 - Localização.....	6
Figura 4	Croqui LTs região Ipatinga 1 / Mesquita.....	9
Figura 5	SE Ipatinga 1 - Vãos conexão trafos e LTs	10

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ATENDIMENTO À REGIÃO DE IPATINGA

1.0 INTRODUÇÃO

O Ofício nº 01118/EPE/2017 emitido pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE traz uma consulta à Cemig GT e a Cemig D sobre a possibilidade de expansão do sistema de atendimento à região de Ipatinga, na região Leste de Minas Gerais. Esse ofício apresenta restrições de atendimento ao sistema local, em função do não atendimento ao critério N-1, bem como aos requisitos estabelecidos nos Procedimentos de Rede para instalações de transmissão da Rede Básica. Os parágrafos 2 e 3 do referido ofício cita:

Parágrafo 2. Com a configuração atual a SE de Rede Básica de Fronteira 230-13,8 kV Ipatinga 1 não atende ao critério n-1, pois apresenta as seguintes não conformidades:

- Os 2 transformadores 230-13,8 kV não tem proteção individualizada no lado de 230 kV; e
- Os barramentos de 13,8 kV do secundário dos 2 transformadores 230-13,8 kV operam de modo segregado devido aos valores de curto-circuito.

Parágrafo 3. Desta forma, solicitamos um levantamento de campo visando verificar a possibilidade de implantação das seguintes obras que, uma vez executadas, permitirão o atendimento ao critério n-1:

- Individualização da proteção no lado de 230 kV dos 2 transformadores 230-13,8 kV; e
- Instalação de disjuntor de interligação do secundário dos transformadores 230-13,8 kV, de fechamento automático quando da perda de uma das transformações 230-13,8 kV.

2.0 OBJETIVO

Esse trabalho apresenta uma avaliação do sistema de transmissão existente e previsto para a região de Ipatinga com vistas a viabilização de obras futuras para garantir o

atendimento aos critérios de planejamento e os requisitos estabelecidos nos Procedimentos de Rede.

Avaliou-se o sistema de atendimento às cargas de 13,8 kV supridas pela SE Ipatinga 1 bem como os recursos de Rede Básica que resultem na melhoria do suprimento local e da segurança sistêmica.

Inicialmente, é apresentada uma contextualização do sistema existente e planejado para a região, e posteriormente, discutida as questões suscitadas pelo ofício em epigrafe e as alternativas viáveis.

3.0 SISTEMA ELÉTRICO EXISTENTE E PLANEJADO

A SE Ipatinga 1, localizada no município de Ipatinga, com área britada de aproximadamente de 33 mil m² conta com:

- 6 entradas de linhas de 230 kV;
- 1 interligação de barras em 230 kV;
- 3 conexões de transformadores em 230 kV;
- 2 entradas de linhas de 138 kV;
- 1 conexão de transformador em 138 kV;
- 1 entradas de linhas de 161 kV;
- 1 conexão de transformador em 138 kV;
- 2 módulos de 138 e 161 kV, incompletos;
- 11 entradas de linhas de 13,8 kV;
- 2 conexões de transformadores T3 e T5 em 13,8 kV;
- 1 interligação de barras em 13,8 kV;
- Além de 2 conexões de banco de capacitores.

Cabe informar que o arranjo de barramento de todos os níveis de tensão dessa instalação é na configuração Barra Principal e Transferência - BPT.

A Figura 1 apresenta o diagrama da instalação em 138, 161 e 230 kV, enquanto que a Figura 2 mostra o arranjo de 13,8 kV.

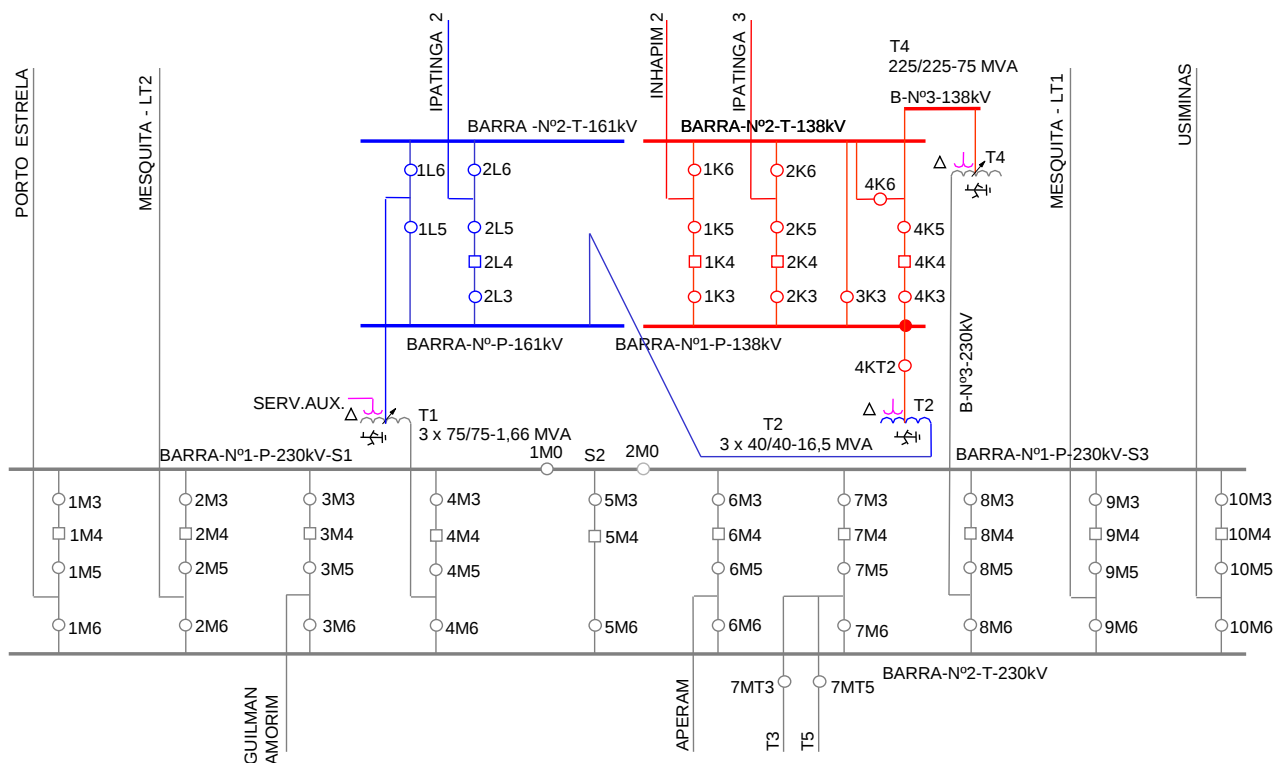


Figura 1 SE Ipatinga 1 – Pátio de 138, 161 e 230 kV

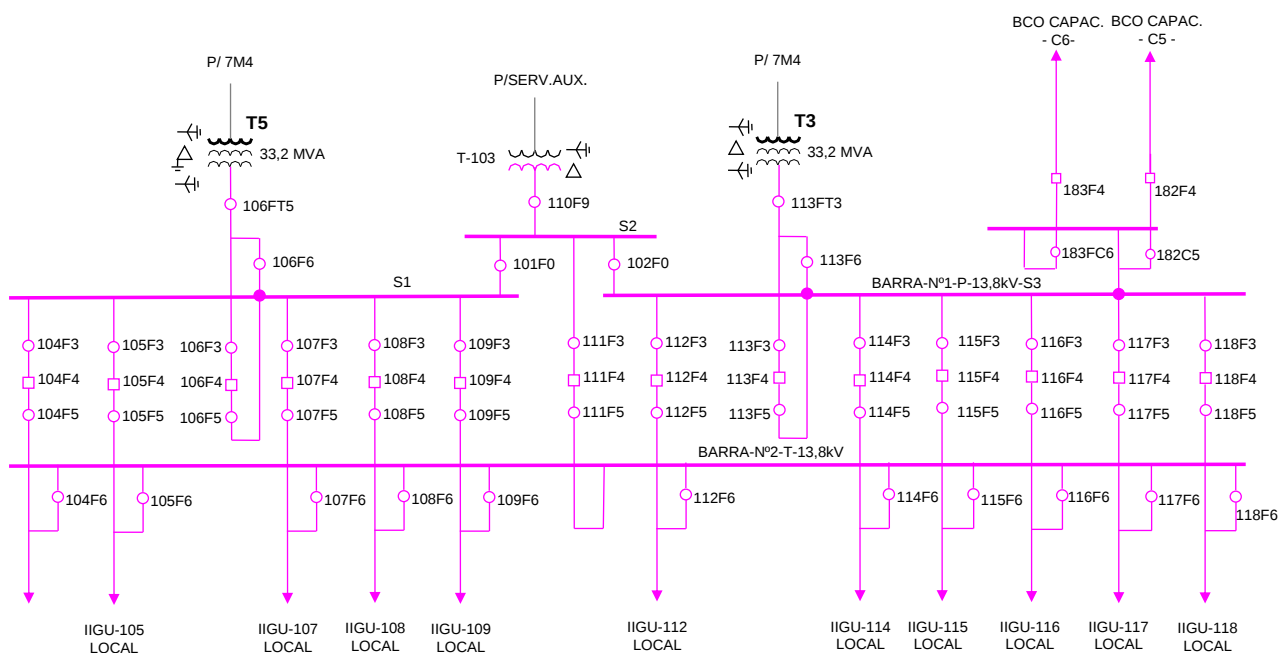


Figura 2 SE Ipatinga 1 – Pátio de 13,8 kV

Essa instalação, inaugurada no ano de 1971, portanto anterior ao ONS, bem como aos Procedimentos de Redes, está instalada em área com forte adensamento populacional sem possibilidade de expansão de área construída como mostrado na Figura 3.



Figura 3 SE Ipatinga 1 - Localização

As subestações instaladas no município de Ipatinga suprem uma população de aproximadamente 380 mil habitantes e 154 mil unidades consumidoras. O município conta com três instalações para atendimento ao mercado cativo da Cemig D e estão listadas a seguir:

- SE Ipatinga 1
 - Transformador 230-13,8 kV, 2 x 33,2 MVA
 - 11 alimentadores;
 - 52.588 consumidores
- SE Ipatinga 2
 - Transformador 161-13,8 kV, 2 x 25 MVA
 - 9 alimentadores;
 - 60.978 consumidores
- SE Ipatinga 3
 - Transformador 138-13,8 kV, 2 x 25 MVA
 - 8 alimentadores;
 - 46.531 consumidores

Cada instalação acima conta com atendimento independente o que resulta em perdas de cargas pontuais em emergências no sistema de transmissão e de distribuição.

A SE Ipatinga 1 é a única em tensão de Rede Básica e não atender o critério N-1 no tange ao suprimento do nível de 13,8 kV, viabilizado por duas transformações 230-13,8 kV, 2 x 33,2 MVA que compartilham o mesmo disjuntor na tensão de 230 kV como mostrado na Figura 1. Faltas em um dos transformadores implica em interrupção dos consumidores supridos pela SE Ipatinga 1, afetando 52.588 consumidores. Após a identificação da unidade transformadora faltosa procede-se o pleno restabelecimento das cargas pela unidade remanescente, em função do limite de sobrecarga em contingências dessas transformações.

A SE Ipatinga 1 conta com outras não conformidades aos Procedimentos de Rede a saber:

- Arranjo de barras de 230 kV em Barra Principal de Transferência;
- Atendimento por transformação única ao nível de tensão de 161 kV;
- Atendimento por transformação única ao nível de tensão de 138 kV;

Essas restrições foram objetos de outros estudos conduzidos pela EPE com participação da Cemig D e GT, tendo como resultado a viabilização da eliminação da tensão de 161 kV na SE Ipatinga 1, através da construção da SE Braúnas, em processo de implantação, permitindo o atendimento ao nível de tensão de 138 kV através de duas unidades transformadoras 230-138 kV – 2x225 MVA, sendo uma unidade trifásica e a outra composta de quatro unidades monofásicas de 75 MVA. O arranjo de barras de 230 kV será modificado para Dupla Barra Principal, conforme autorizado pela ReA 5.596/2015, e encontra-se em processo de implantação pela Cemig GT.

Cabe informar que em função dos riscos associados com o corte de carga na região de Ipatinga, Caratinga, Inhapim e Carangola devido a perda do T4 230/138 – 225 MVA (trifásico) kV foi feita pela Cemig GT, em dez/2016, a substituição emergencial do auto T1 sendo implantada quatro unidades 230/161*138 de 75 MVA

4.0 AVALIAÇÃO DAS OBRAS PROPOSTAS

4.1 Individualização da proteção no lado de 230 kV dos 2 transformadores 230-13,8 kV;

Como mostrado na Figura 3 é possível observar a impossibilidade de inserção de novas seções de 230 kV, uma vez que área da instalação está toda construída e por não haver condições de aumento da área, devido a ocupação populacional que circunda toda a SE.

4.2 Instalação de disjuntor de interligação do secundário dos transformadores 230-13,8 kV, de fechamento automático quando da perda de uma das transformações 230-13,8 kV.

É factível a realização da obra proposta, embora não seja obtida melhoria no atendimento, em condição normal de operação, sendo prevista para situações de contingências nas transformações. Para a efetivação desse benefício faz-se necessário a viabilização da individualização da manobra em 230 kV dos transformadores 230-13,8 kV.

5.0 PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA EPE

Para a melhoria da confiabilidade do atendimento as cargas atendidas pela transformação 230-13,8 kV – 2x 33 MVA da SE Ipatinga 1 uma proposta a ser avaliada pelo planejamento da expansão, contempla:

- Jumper as LT's 230 kV Ipatinga 1 – Mesquita e Ipatinga 1 – Usiminas na entrada da SE Ipatinga 1, numa torre de circuito duplo onde estão instaladas as linhas de atendimento a Usiminas;
- Utilização do vão 9M onde está conectada a entrada de linha oriunda da SE Mesquita para a individualização da manobra do transformador T5;
- Instalação de módulo de interligação de barras de 13,8 kV para o seccionamento da barra principal cuja finalidade seria a interligação das seções de barras de 13,8 kV quando de ocorrências na transformação;

O ANEXO – DIAGRAMA UNIFILAR BÁSICO – SE IPATINGA 1 apresenta-se o diagrama da obra proposta para a SE Ipatinga 1.

Cabe informar que para viabilização desta proposta faz-se necessário a transferência dos equipamentos de medição de faturamento do atendimento ao consumidor Usiminas da SE Ipatinga 1 para a SE Mesquita. Tal situação de transferência de medição já ocorrera anteriormente quando a Aneel reclassificou os ativos de transmissão de atendimento a Usiminas e White Martins de rede básica para uso exclusivo através de DIT em 230 kV contemplando as duas LT que chegam na SE do consumidor livre. Naquela ocasião as medições que estavam na entrada da SE Usiminas foram transferidas para a SE Mesquita e Ipatinga 1.

Cabe informar, nessa condição, o atendimento à Usiminas seria feito através de duas LTs supridas pela SE Mesquita.

A figura 4 apresenta o croqui do arranjo de LTs na região de Ipatinga 1 e Mesquita demonstrando a facilidade para reconexão das linhas.

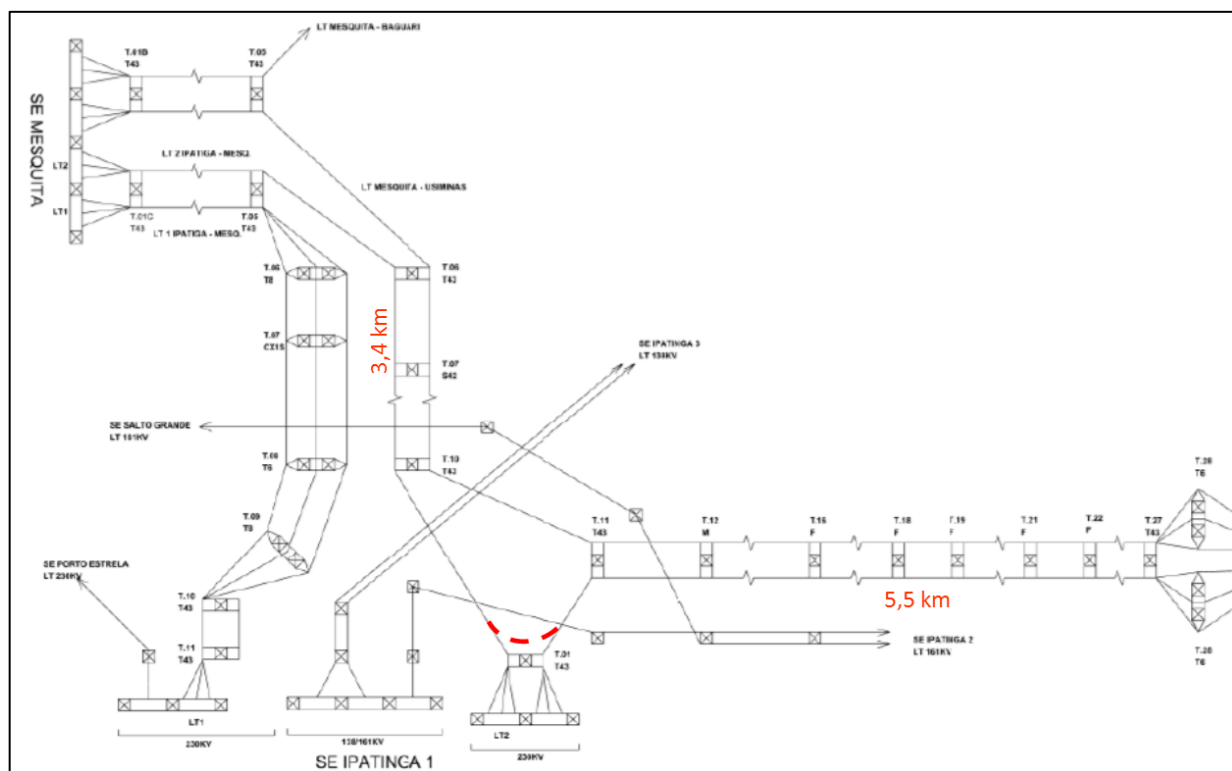


Figura 4 Croqui LTs região Ipatinga 1 / Mesquita

Ressalta-se que a SE Mesquita terá o seu suprimento em 500 kV reforçado com a construção das SE Itabira 5 (mar/2021) e SE Mutum (Fev/2022), cujos empreendimento

encontram-se em fase de implantação. Também será reforçado pela implantação da SE Gov. Valadares 6 e da transformação 500-230 kV nessa nova instalação de rede básica.

A figura 5 apresenta os vãos de conexão dos transformadores 230-13,8 kV e das saídas de linhas para Mesquita e Usiminas.

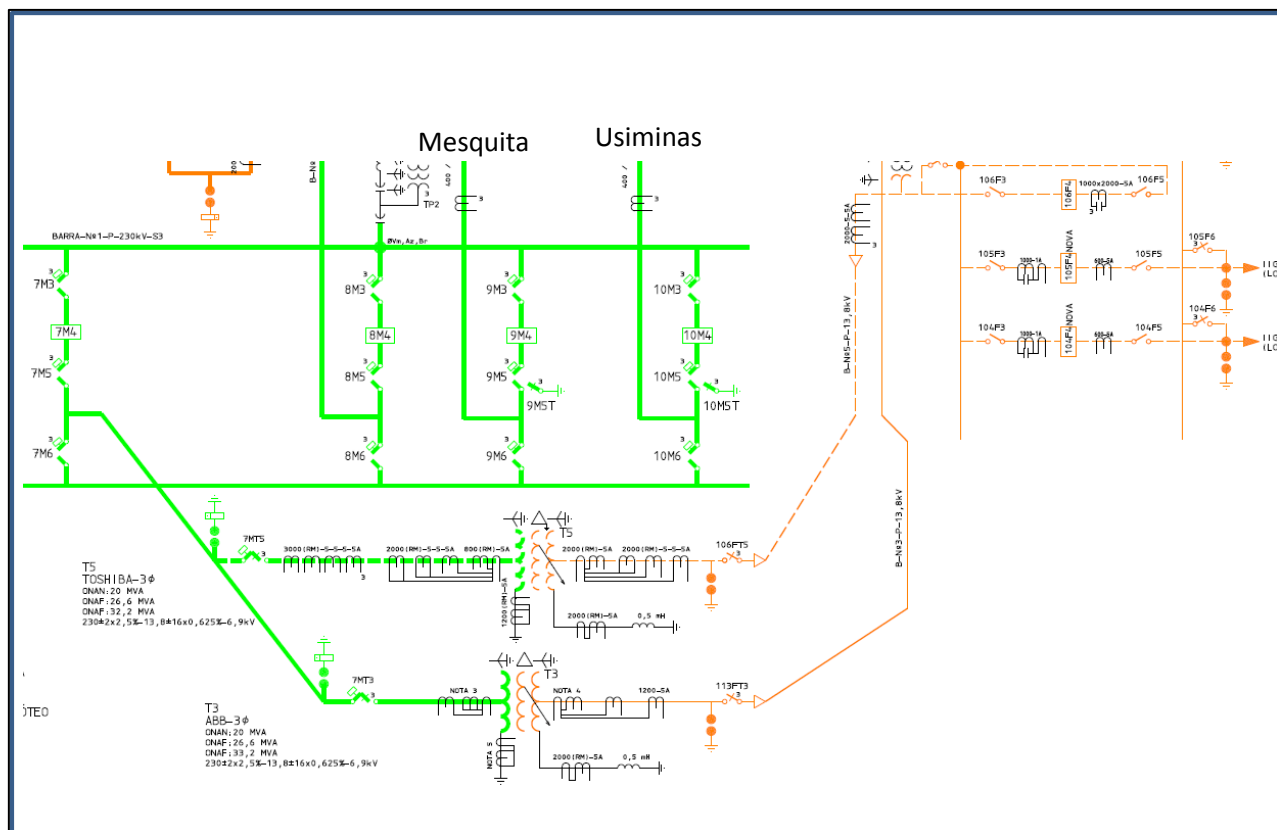


Figura 5 SE Ipatinga 1 - Vãos conexão trafos e LTs

Foi indicado no estudo de Aumento da Capacidade de Transmissão de Interligação Nordeste-Sudeste - EPE-DEE-RE-148/2014-rev1 o seccionamento da LT 230 kV Ipatinga 1 – Porto Estrela na SE Mesquita, resultando em três linhas de 230 kV entre as SE Ipatinga 1 e Mesquita para atendimento ao critério N-1.

Para a manutenção dessa condição poderá ser viabilizada a construção de uma linha subterrânea entre as subestações de Ipatinga 1 e Mesquita, com extensão de aproximadamente 3,4 km, devendo ser utilizado o vão 10M, que seria disponibilizado após o jampamento das LTs para disponibilização do vão de individualização das transformações 230-13,8 kV.

6.0 CONCLUSÕES

O município de Ipatinga conta três instalações para suprimento do mercado da Cemig D, a saber:

SE	kV	MVA	Alimentadores
			Existentes
Ipatinga 1	230-13,8 kV	2 x 33,2 MVA	11
Ipatinga 2	161-13,8 kV	2 x 25 MVA	9
Ipatinga 3	138-13,8 kV	2 x 25 MVA	8

O subsistema de distribuição da região de Ipatinga, com os recursos existentes, atende ao mercado dentro dos padrões estabelecidos pela Aneel.

As obras propostas contribuem para a melhoria no atendimento às cargas supridas pelas duas transformações 230-13,8 kV da SE Ipatinga 1.

No futuro, para a manutenção das condições de atendimento em 230 kV da SE Ipatinga 1, poderá ser viabilizada a construção de uma linha de transmissão subterrânea entre as SEs Ipatinga 1 e Mesquita, cujo comprimento seria da ordem de 3,4 km, sendo utilizado o vão 10M na SE Ipatinga 1.

7.0 REFERÊNCIAS

- [1].EPE-DEE-RE-061/2013-r1 - Estudo de Atendimento Elétrico ao Sistema de Transmissão da Região Leste I de Minas Gerais, Jun/2013;
- [2].Consolidação de obras de transmissão 2015 – Volume I - Rede Básica e Demais Instalações de Transmissão, jun/2015, SPE/MME
- [3].EPE-DEE-RE-081/2016-rev0 - Estudo de Atendimento à região de Governador Valadares, set/2016
- [4].EPE-DEE-RE-148/2014-rev1 – Aumento da Capacidade de Transmissão de Interligação Nordeste-Sudeste, dez/2014

Elaboração: Hernane Salvador Braga – Cemig D

Valter Alves Moreira – Cemig GT

Coordenação: José Roberto Valadares – Cemig GT

Alisson Guedes Chagas – Cemig D

Aprovação: Cleber Esteves Sacramento – Cemig D

Rodnei Dias dos Anjos – Cemig GT

PE/PS e PO/PL – Março/2018

8.0 ANEXO – DIAGRAMA UNIFILAR BÁSICO – SE IPATINGA 1

