



Empresa de Pesquisa Energética

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

**Modularização das Unidades
Transformadoras 138/13,8 kV da SE Angra**

Setembro de 2022



Ministério de
Minas e Energia



(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

Adolfo Sachsida

Secretária-Executiva do MME

Hailton Madureira de Almeida

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

José Guilherme de Lara Resede

Secretário de Energia Elétrica

Ricardo Marques Alves Pereira

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Rafael Bastos da Silva

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Pedro Paulo Dias Mesquita

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

Modularização das Unidades Transformadoras 138/13,8 kV da SE Angra



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

Diretora de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa

Ângela Regina Livino de Carvalho

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

Sede

Esplanada dos Ministérios, Bloco "U", sala 744

70065-900 - Brasília – DF

Escritório Central

Praça Pio X, nº 54

20091-040 - Rio de Janeiro – RJ

Coordenação Geral

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

Thiago Dourado Martins

Equipe Técnica

Lucas Simões de Oliveira (coordenação)

Thiago Veiga Madureira

Nº EPE-DEE-NT-075/2022-rev0

Data: 22/09/2022

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

 <p>Empresa de Pesquisa Energética</p>	<p><i>Contrato</i></p> <p><i>Data de assinatura</i></p>	
<p><i>Projeto</i></p> <p>ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</p>		
<p><i>Área de estudo</i></p> <p>Estudos do Sistema de Transmissão</p>		
<p><i>Subárea de estudo</i></p> <p>GET Sudeste</p>		
<p><i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i></p> <p>EPE-DEE-NT-075/2022-rev0 Modularização das Unidades Transformadoras 138/13,8 kV da SE Angra</p>		
<p><i>Revisões</i></p> <p>rev0</p>	<p><i>Data</i></p> <p>22/09/2022</p>	<p><i>Descrição sucinta</i></p> <p>Emissão Original</p>

(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 define a modularização das novas unidades transformadoras da SE 138/13,8 kV Angra, sob concessão da Eletrobras Furnas, em substituição às unidades transformadoras existentes que se encontram em final de vida útil física ou indisponíveis para operação de forma permanente.

Sumário

Apresentação	7
Sumário	8
Índice de Figuras	9
Índice de Tabelas	9
1 Introdução	10
2 Conclusões	11
3 Recomendações	12
4 Premissas	14
4.1 Horizonte e Critérios	14
4.2 Parâmetros Econômicos	14
4.3 Limites de Carregamento	14
4.4 Topologia e Mercado	14
5 Diagnóstico	16
6 Análise das projeções de carga e nova modulação Proposta	19
7 Referências	22
8 Fichas PET/PELP	23
9 Colaboradores	25
10 Anexos	26
10.1 Projeção de cargas para Angra e Itaorna 13,8 kV em A	26
10.2 Projeção de cargas para Angra e Itaorna 13,8 kV em MVA.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 - Representação simplificada das transformações 138/13,8 kV da SE Angra.....	10
Figura 3-1 - Configuração final da SE Angra.....	12
Figura 5-1 - Sistema elétrico da região de Angra.....	16
Figura 5-2 - Configuração original das transformações 138/13,8 kV da SE Angra.....	16
Figura 5-3 - Configuração atual das transformações 138/13,8 kV da SE Angra.....	17
Figura 6-1 - Configuração final para as transformações 138/13,8kV de Angra.....	21

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 - Recomendações referentes à SE Angra 138/13,8kV.....	13
Tabela 4-1 - Cargas da região de Angra por alimentador.....	15
Tabela 6-1 - Cargas dos barramentos de Angra e Itaorna.....	19
Tabela 6-2 - Projeção de cargas para Angra 138/13,8 kV em 2059.....	20

1 INTRODUÇÃO

A transformação 138/13,8 kV da SE Angra era originalmente composta por quatro transformadores trifásicos, sendo três em operação e um reserva: TR1A, TR1B, TR1C e TR1D (reserva).

Após a incidência de falhas, respectivamente nos anos de 2019 e 2021, os transformadores TR1C e TR1B foram retirados de operação na subestação. Assim, atualmente a subestação encontra-se com a configuração ilustrada na Figura 1-1, contendo também um equipamento cedido pela distribuidora local, Enel-RJ. Cumpre destacar que os equipamentos também estão com sua vida regulatória esgotada e com sinais de final de vida útil física.

Como a Distribuidora local, ENEL-RJ, planeja transferir cargas da SE Angra dos Reis para a SE da Rede de Distribuição Itaorna, torna-se necessária a definição de uma solução de planejamento para a região, compatível com a evolução da rede local e as necessidades sistêmicas de longo prazo.

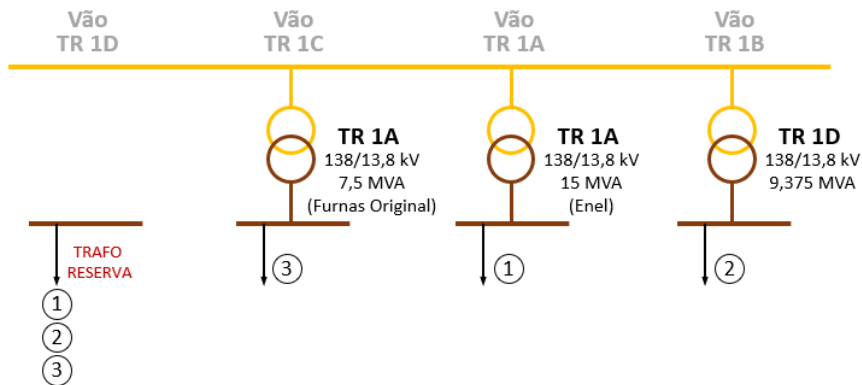


Figura 1-1 - Representação simplificada das transformações 138/13,8 kV da SE Angra

2 CONCLUSÕES

Ao se avaliar as projeções das cargas atendidas pela SE Angra 138/13,8 kV, sob concessão da Eletrobras Furnas, foi possível concluir que a modularização com duas unidades transformadoras trifásicas 138/13,8 kV de 15 MVA é suficiente para o atendimento às cargas locais durante o período de análise, em condições normais e em contingência, ao se considerar a capacidade de sobrecarga de 20% por 4 horas.

Tendo em vista o longo histórico operativo das unidades transformadoras da subestação, detalhado no capítulo 5, constatou-se que o processo de substituição das unidades pode ser realizado de forma escalonada. Para tal, deve ser iniciado o processo autorizativo para a substituição da unidade cedida pela Distribuidora ENEL-RJ (TR-1A) por um novo transformador 138/13,8kV de 15 MVA, de forma que o processo esteja concluído em momento compatível com o término da cessão do equipamento, atualmente prevista para junho de 2025.

Tão logo o transformador que originalmente operava como reserva fria (TR-1D, de 9,375 MVA), e hoje encontra-se em funcionamento na posição do TR-1B original, apresente indícios de final de vida útil física, ou que as projeções de cargas superem a capacidade do equipamento, o mesmo deverá ser substituído por uma nova unidade 138/13,8kV de 15 MVA.

Por fim, torna-se possível a desmobilização do TR-1-A original (Furnas), que atualmente encontra-se na posição do TR-1C, após a confirmação da Enel-RJ do término do remanejamento de seus alimentadores para o(s) vão(s) de conexão das novas unidades ou para a SE Itaorna.

A implantação das novas unidades exigirá investimentos da ordem de R\$ 25 milhões, conforme detalhado no Capítulo 8.

3 RECOMENDAÇÕES

- 1) O cancelamento da solicitação de substituição da unidade 1-C, cadastrada no SGPMR para o ciclo 2021 (00948/2021), e das solicitações de substituição das unidades 1-A (Furnas) e 1-B, ambas cadastradas no SGPMR para o ciclo 2022. Cabe destacar que as unidades 1-B e 1-C já não se encontram em operação na subestação.
- 2) Que a configuração final para a transformação 138/13,8 kV de Angra considere 2 transformadores trifásicos de 15 MVA, sem reserva fria, conforme indicado na Figura 3-1. Qualquer alteração na quantidade de unidades transformadoras ou na modularização poderá representar problemas de sobrecarga ou dimensionamento exagerado da transformação, com capacidade ociosa.

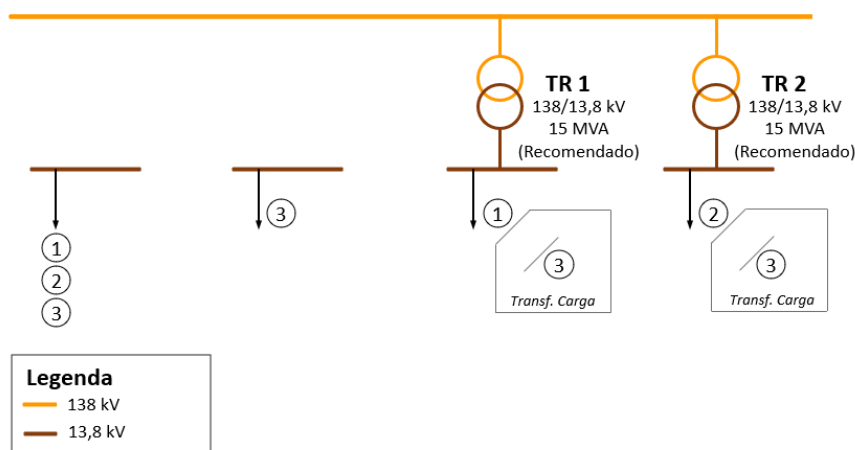


Figura 3-1 - Configuração final da SE Angra

- 3) O início do processo autorizativo para a substituição da unidade cedida pela Distribuidora ENEL-RJ (TR-1A) por um transformador 138/13,8kV com potência de 15 MVA e capacidade de sobrecarga de 20% por 4 horas. Como a devolução do equipamento da ENEL-RJ está atualmente prevista para junho de 2025, o processo deve ser concluído de forma que, antes dessa data, a nova unidade esteja disponível para entrada em operação comercial.
- 4) Que a transmissora Eletrobras Furnas realize inspeções frequentes no TR-1D, com o intuito de avaliar as condições de operação desse equipamento. Embora o transformador tenha sido fabricado em 1986 e esteja com sua vida útil regulatória esgotada, o mesmo desempenhou por vários anos a função de reserva fria na subestação, de tal forma que não se identifica a necessidade, por enquanto, de indicar a sua substituição.
- 5) Que tão logo a transmissora identifique os primeiros sinais de esgotamento da vida útil técnica do transformador TR-1D, realize o cadastro do mesmo no SGPMR para que seja iniciado o

processo de substituição do equipamento por uma unidade com potência de 15 MVA e capacidade de sobrecarga de 20% por 4 horas.

- 6) Que a evolução das cargas da região seja acompanhada pela ENEL-RJ e Furnas e que, em caso de crescimento de cargas acima das expectativas, seja iniciado o processo de substituição do transformador 1-D quando a previsão de demanda para os alimentadores supridos por Angra alcançar 11 MW.
- 7) Que o processo de substituição do transformador TR-1D seja iniciado tão logo um dos eventos descritos nos itens 5 e 6 se concretize.
- 8) Que o valor da reatância das novas unidades transformadoras seja compatível com a capacidade de curto-circuito dos equipamentos do sistema de 13,8 kV local. Como referência, a reatância do transformador cedido pela ENEL-RJ é de 80,5%, quando considerada a base de potência de 100 MVA.
- 9) A desmobilização do banco de transformadores 1-A original, de propriedade de Furnas, que atualmente encontra-se na posição do TR-1C, após o remanejamento seus alimentadores para o(s) vão(s) de conexão das novas unidades, bem como do banco de capacitor BC01 (3 Mvar) associado ao vão do TR-1C.
- 10) Que a Distribuidora avalie a implantação de medidas operativas que possibilitem a manutenção do atendimento às suas cargas em situações de contingência de um dos transformadores de 15 MVA, tendo em vista a previsão de operação de forma individualizada para os transformadores trifásicos de 15 MVA devido ao nível de curto-circuito no sistema de 13,8 kV da região.

Tabela 3-1 - Recomendações referentes à SE Angra 138/13,8kV

Equipamento Antigo	Recomendação Nova
TR-1A 138/13,8 kV 7,5 MVA (Original Furnas)	Sem Necessidade Sistêmica Desmobilizar ao término da vida útil física
TR-1A 138/13,8 kV 15 MVA (Cedido Enel)	Devolução à distribuidora ao término da cessão e outorga à Transmissora para o novo T1 138/13,8 kV 15 MVA
TR-1B 138/13,8 kV 7,5 MVA (Equipamento já indisponível para operação)	Sem Necessidade Sistêmica
TR-1C 138/13,8 kV 9,375 MVA (Equipamento já indisponível para operação)	Sem Necessidade Sistêmica
TR-1D 138/13,8 kV 9,375 MVA (Antiga reserva da subestação)	T2 138/13,8 kV 15 MVA (obra condicionada ao término da vida útil física do TR atual ou quando a previsão de demanda para os alimentadores supridos por Angra alcançar 11 MW)
BC 01 13,8 kV 3 Mvar	Sem Necessidade Sistêmica

4 PREMISSAS

4.1 Horizonte e Critérios

De forma a definir o comportamento de longo prazo do sistema foi estabelecido como período de estudo os anos de 2024 a 2059. Para elaboração da documentação necessária para se recomendar à ANEEL um novo equipamento de transmissão integrante da Rede Básica foram consideradas as diretrizes constantes no documento [1], da EPE. Os critérios e procedimentos adotados neste estudo também estão de acordo com [2].

4.2 Parâmetros Econômicos

Os custos dos equipamentos da nova modulação proposta para a transformação 138/13,8 kV da Subestação foram atualizados com base nos Custos Modulares da ANEEL [3], atualizados à data base de março de 2021 pela EPE, conforme [4].

4.3 Limites de Carregamento

Para os limites de carregamento das linhas e transformadores existentes, para as condições de operação normal e de emergência de curta duração, são os valores informados nos Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST) e/ou Manual de Procedimentos da Operação (MPO).

Novos transformadores foram considerados com capacidade de emergência de limite de longa duração de 120% por 4 horas, conforme o estabelecido na NBR 5356-7 [5] e no Submódulo 2.6 dos Procedimentos de Rede [6].

4.4 Topologia e Mercado

Tendo em vista o montante e o nível de tensão das cargas avaliadas, os estudos foram realizados tomando como base as projeções de carga da distribuidora local, Enel Distribuição Rio, considerando o período 2022-2031.

Os montantes de carga considerados na análise foram informados pela Distribuidora local ENEL-RJ e são demonstrados na tabela a seguir:

Tabela 4-1 - Cargas da região de Angra por alimentador

Ano	Demanda	Alimentador					
		Eletronuclear 1	Eletronuclear 2	Praia Brava	Frade 1	Frade 2	Vila Residencial
2022	(A)	105,0	241,0	70,0	312,0	343,0	105,0
	(MVA)	2,5	5,8	1,7	7,5	8,2	2,5
2023	(A)	105,0	241,0	73,0	321,0	354,0	108,0
	(MVA)	2,5	5,8	1,7	7,7	8,5	2,6
2024	(A)	105,0	241,0	75,0	331,0	364,0	112,0
	(MVA)	2,5	5,8	1,8	7,9	8,7	2,7
2025	(A)	105,0	241,0	77,0	341,0	375,0	115,0
	(MVA)	2,5	5,8	1,8	8,2	9,0	2,7
2026	(A)	105,0	241,0	79,0	351,0	387,0	118,0
	(MVA)	2,5	5,8	1,9	8,4	9,2	2,8
2027	(A)	105,0	241,0	82,0	361,0	398,0	122,0
	(MVA)	2,5	5,8	2,0	8,6	9,5	2,9
2028	(A)	105,0	241,0	84,0	372,0	410,0	126,0
	(MVA)	2,5	5,8	2,0	8,9	9,8	3,0
2029	(A)	105,0	241,0	87,0	383,0	422,0	129,0
	(MVA)	2,5	5,8	2,1	9,2	10,1	3,1
2030	(A)	105,0	241,0	89,0	395,0	435,0	133,0
	(MVA)	2,5	5,8	2,1	9,4	10,4	3,2
2031	(A)	105,0	241,0	92,0	407,0	448,0	137,0
	(MVA)	2,5	5,8	2,2	9,7	10,7	3,3

As cargas da região de Angra dos Reis são alimentadas através da transformação Angra dos Reis 138/13,8 kV e da SE Itaorna 138/13,8 kV, de propriedade da Distribuidora ENEL-RJ.

Segundo informações da concessionária local, permanecerão supridos via Angra os seguintes alimentadores:

- Eletronuclear 1
- Eletronuclear 2
- Praia Brava

Por outro lado, a SE Itaorna será responsável pela alimentação das cargas abaixo:

- Frade 1
- Frade 2
- Vila Residencial

5 DIAGNÓSTICO

A Subestação Angra dos Reis, sob concessão da Eletrobras Furnas, possui três pátios com níveis de tensão em 500, 138 e 13,8 kV. O barramento 500 kV se conecta ao Sistema Interligado Nacional através de Linhas de Transmissão para Cachoeira Paulista, Nova Iguaçu e Zona Oeste e é responsável pelo escoamento da geração das usinas nucleares de Angra 1 e Angra 2. Por sua vez, o pátio em 138 kV se interliga com o sistema elétrico proveniente da SE Santa Cruz e supre as cargas de distribuição da ENEL-RJ das localidades de Angra dos Reis, Jacuacanga, Muriqui e Mambucaba. A partir da barra em 13,8 kV partem alimentadores para as cargas locais da Eletronuclear e da ENEL-RJ.

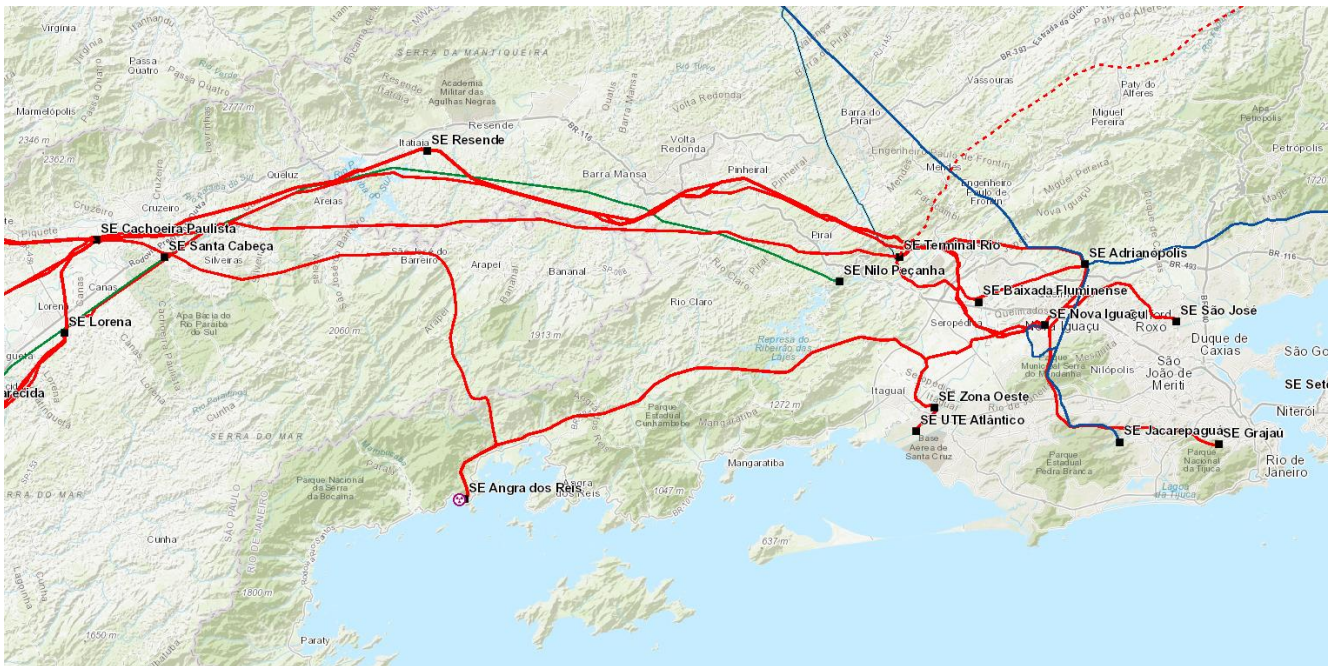


Figura 5-1 - Sistema elétrico da região de Angra

A transformação 138/13,8 kV de Angra é composta por 4 transformadores trifásicos. Dessas unidades, uma era mantida como reserva (TR-1D de 9,375 MVA) e as demais eram mantidas em operação (TR-1A e TR-1B de 7,5 MVA cada e TR-1C de 9,375 MVA), conforme Figura 5-2.

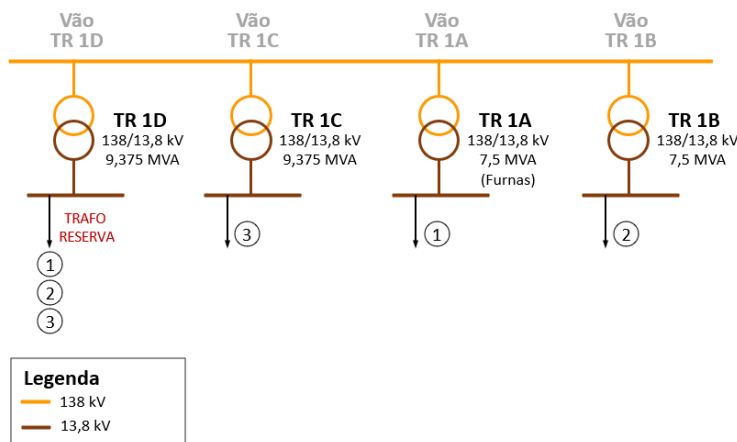


Figura 5-2 - Configuração original das transformações 138/13,8 kV da SE Angra

No final de 2015, a ENEL RJ consultou FURNAS sobre a possibilidade de substituir o transformador 1-A por um transformador de sua propriedade com potência de 15 MVA. A referida substituição decorria da sua necessidade em reforçar o suprimento de energia na região de Angra até o término das obras previstas para a entrada de uma nova subestação (SE Itaorna) de sua propriedade.

A partir desse momento, a unidade 1-A original ficou disponível como reserva. No entanto, em 2019, esse equipamento voltou a operar de forma definitiva após falha e indisponibilidade definitiva do transformador 1-C.

Por fim, em 2021, o transformador 1-B também foi retirado de operação e declarado indisponível, sendo substituído pela unidade reserva original 1-D. Dessa forma, a configuração atual da transformação 138/13,8 kV de Angra é composta por unidades de 15 MVA, 9,375 MVA e 7,5 MVA, totalizando 31,875 MVA de capacidade de transformação, conforme Figura 5-3.

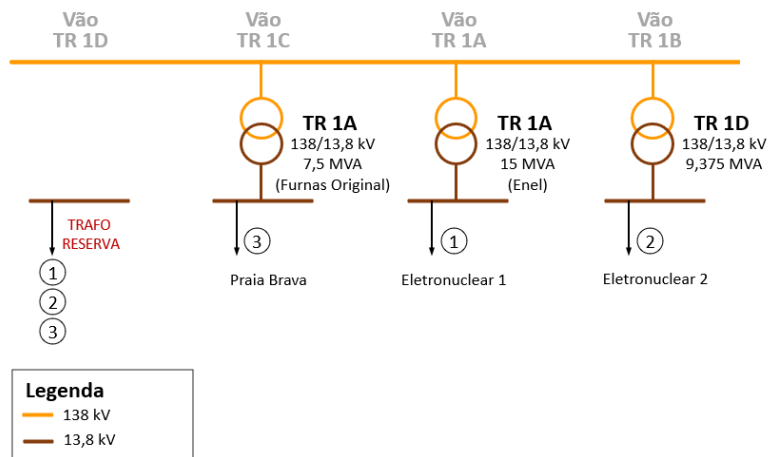


Figura 5-3 - Configuração atual das transformações 138/13,8 kV da SE Angra

Também deve-se atentar ao fato de que, após sinistros nas unidades 1-B e 1-C, a SE não dispõe de transformadores reservas. Segundo informações de Furnas e ENEL-RJ, a unidade de 15 MVA, cedida pela ENEL-RJ, possui previsão de devolução em meados de 2025. Segundo informações da distribuidora, existe a possibilidade de prorrogação deste prazo, mediante acordo entre as partes. Como premissa para o estudo, foi considerado que a devolução do transformador será realizada no ano de 2025, fato esse que motiva a substituição por uma nova unidade de 15 MVA.

O transformador 1-B, indisponível para operação, e a unidade 1-A original, que voltou a operar após falha no TR-1C, já tiveram seus tempos de vida útil regulatória e técnica excedidos e são considerados obsoletos, tendo suas solicitações de substituição já cadastradas no SGPMR (0034/2022 e 0033/2022). Por sua vez, a indicação de troca da unidade 1-C foi cadastrada no SGPMR (00948/2021) por falha no equipamento.

A transmissora também informou que o transformador 1-D, de 9,375 MVA, fabricado em 1986 e mantido como unidade de reserva fria, operou por curtos períodos e apresenta boas condições de operação, não sendo necessário, por enquanto, indicar a sua substituição no curto prazo.

Como a SE Itaorna, de propriedade da Distribuidora ENEL-RJ, receberá parte das cargas que atualmente são atendidas por Angra, há a necessidade de se definir a nova modularização dos transformadores a serem instalados na SE Angra após a devolução da unidade 1-A, da ENEL-RJ e desmobilização da unidade 1-A original, que está obsoleta. Dessa forma, dos transformadores atualmente instalados em Angra 138/13,8 kV, apenas a unidade 1-D permanecerá em operação no médio e longo prazo.

6 ANÁLISE DAS PROJEÇÕES DE CARGA E NOVA MODULAÇÃO PROPOSTA

Conforme detalhado no item 4.4 - Topologia e Mercado, parte das cargas atendidas pela SE Angra será transferida para a SE Itaorna. Considerando-se a divisão informada pela Distribuidora, a previsão de cargas entre as 2 subestações será a seguinte:

Tabela 6-1 - Cargas dos barramentos de Angra e Itaorna

Ano	Demanda	Angra	Itaorna
2022	(A)	416,0	760,0
	(MVA)	9,9	18,2
2023	(A)	419,0	783,0
	(MVA)	10,0	18,7
2024	(A)	421,0	807,0
	(MVA)	10,1	19,3
2025	(A)	423,0	831,0
	(MVA)	10,1	19,9
2026	(A)	425,0	856,0
	(MVA)	10,2	20,5
2027	(A)	428,0	881,0
	(MVA)	10,2	21,1
2028	(A)	430,0	908,0
	(MVA)	10,3	21,7
2029	(A)	433,0	934,0
	(MVA)	10,3	22,3
2030	(A)	435,0	963,0
	(MVA)	10,4	23,0
2031	(A)	438,0	992,0
	(MVA)	10,5	23,7

Com o objetivo de recomendar uma modulação capaz de atender à demanda das cargas alimentadas por Angra no horizonte de longo prazo, foi feita uma projeção de carga até o ano de 2059, ano de fim de vida útil regulatória da unidade a substituir o transformador cedido pela Distribuidora ENEL-RJ. A taxa de crescimento das cargas foi feita em função do crescimento das cargas declaradas no período 2022-2031 para cada um dos alimentadores.

As cargas dos alimentadores Eletronuclear 1 e Eletronuclear 2 são constantes e, por isso, serão consideradas as mesmas durante o período analisado. Em relação às demais cargas, foi observado que a taxa de crescimento anual considerada pela Distribuidora na previsão de demanda é da ordem de 3%. Considerando a entrada em operação das novas unidades em 2024 e tempo de vida útil regulatória de 35 anos, estima-se que os transformadores estarão operacionais pelo menos até 2059.

A demanda atendida pela transformação de Angra 138/13,8 kV foi estimada considerando o horizonte final de 2059 e a taxa de crescimento de 3% para as cargas de Praia Brava e a manutenção da carga

da Eletronuclear nos patamares atuais. A previsão feita baseada nessas premissas indica demanda total de 13,4 MW para a transformação em 2059, conforme tabela a seguir:

Tabela 6-2 - Projeção de cargas para Angra 138/13,8 kV em 2059

Alimentador	Demanda (MVA)
Eletronuclear 1	2,5
Eletronuclear 2	5,8
Praia Brava	5,1

Considerando que o transformador cedido pela ENEL-RJ será mantido até 2025, que a unidade 1-D será mantida em operação até o seu fim de vida útil técnica e que a distribuição de cargas da região será feita conforme exposto no item 4.4, propõe-se realizar a substituição desses equipamentos de forma escalonada.

Em junho de 2025, o transformador da Distribuidora (TR1A - ENEL) deverá ser substituído por uma unidade trifásica de mesma potência nominal, 15 MVA. De acordo com os dados de carga enviados, a previsão de cargas para esse ano é de 10,11 MVA, sendo possível desmobilizar o transformador 1-A original, de 7,5 MVA, após transferência de carga entre alimentadores da Subestação. Dessa forma, com o TR-1D e o novo transformador, a Subestação teria 24,375 MVA de capacidade instalada em condições normais de operação.

As análises de operação em regime de contingência devem considerar a perda da unidade de 15 MVA, considerada a pior emergência por ser a unidade de maior potência. Nessa situação, o carregamento da unidade remanescente deve ser mantido abaixo da sua capacidade de emergência de longa duração, 11,0625 MVA. A carga demandada pela SE só atinge esse patamar no ano de 2039, segundo as projeções de carga realizadas.

Dessa forma, considerando-se que a unidade 1-D permanecerá a disposição para operação em regime normal, a substituição do transformador da ENEL-RJ por uma nova unidade de 15 MVA seria suficiente para atendimento das cargas locais em regime normal de operação. No entanto, em condições de emergência do banco de maior potência, somente seria possível atender a demanda prevista até 2038, considerando-se que o transformador, apesar de obsoleto, mantenha a capacidade de sobrecarga de 18% por 4 horas. Portanto, a partir de 2039, torna-se necessária a substituição dessa unidade por outra de 15 MVA.

É necessário ressaltar que, caso o TR-1D apresente sinais de fim de vida útil técnica antes de 2039, este deverá ser indicado para substituição de forma imediata. E que, em caso de crescimento de cargas acima das projeções realizadas nesta nota técnica, o mesmo seja substituído por uma nova unidade trifásica de 15 MVA.

A figura a seguir representa a modulação pretendida para a transformação de Angra 138/13,8 kV com a entrada dos dois bancos de transformadores trifásicos de 15 MVA quando considerado horizonte de médio/longo prazo.

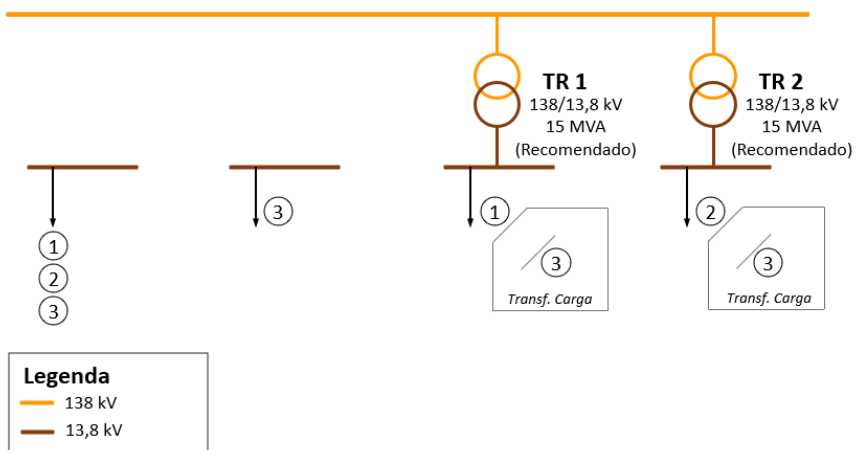


Figura 6-1 - Configuração final para as transformações 138/13,8kV de Angra.

7 REFERÊNCIAS

- [1] EPE, "Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Técnicos Referentes às Novas Instalações da Rede Básica," Rio de Janeiro, 2016.
- [2] CCPE/CTET, "Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão," Brasília, 2002.
- [3] ANEEL, "Banco de Preços Regulatório - Simulação de Orçamento," [Online]. Available: <https://bprsimulador.aneel.gov.br/>.
- [4] EPE, "EPE-DEE-IT-038/2021 - Banco de Preços de Referência da ANEEL: Atualização dos Valores para a Data-Base Março de 2021," 30 04 2021. [Online]. Available: <https://bit.ly/3cd6uYa>.
- [5] 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>.
- [6] ONS, "Submódulo 2.6 Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos," 01 01 2021. [Online]. Available: <https://bit.ly/3uKjDym>.

8 FICHAS PET/PELP

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

EMPREENDIMENTO:

SE 138/13,8 kV ANGRA (Ampliação/Adequação)

Substituição por fim de vida útil técnica

UF: RJ

DATA DE NECESSIDADE: **JUL/2025**

PRAZO DE EXECUÇÃO: **24 MESES**

JUSTIFICATIVA:

SUBSTITUIÇÃO DO TR1A POR FIM DE VIDA ÚTIL TÉCNICA OU TÉRMINO DA CESSÃO

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

1° TF 138/13,8 kV, 1 x 15 MVA 3Φ	4.631,79
1 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT	5.558,18
1 CT (Conexão de Transformador) 13,8 kV, Arranjo BPT	2.277,29

TOTAL DE INVESTIMENTOS PREVISTOS:

12.467,26

SITUAÇÃO ATUAL:

OBSERVAÇÕES:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

[1] CUSTOS MODULARES DA ANEEL – MARÇO DE 2021.

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

EMPREENHIMENTO:

SE 138/13,8 kV ANGRA (Ampliação/Adequação)

UF: RJ

DATA DE NECESSIDADE: **JAN/2039**PRAZO DE EXECUÇÃO: **24 MESES**

JUSTIFICATIVA:

SUBSTITUIÇÃO DO TR1D (FURNAS) POR FIM DE VIDA ÚTIL TÉCNICA

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

2° TF 138/13,8 kV, 1 x 15 MVA 3Φ	4.631,79
1 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT	5.558,18
1 CT (Conexão de Transformador) 13,8 kV, Arranjo BPT	2.277,29

TOTAL DE INVESTIMENTOS PREVISTOS:**12.467,26****SITUAÇÃO ATUAL:****OBSERVAÇÕES:**

A DATA DE NECESSIDADE PODERÁ SER ANTECIPADA TENDO EM VISTA A VIDA ÚTIL TÉCNICA DO TR1D OU A PROJEÇÃO DE CARGA, O QUE OCORRER PRIMEIRO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

[1] CUSTOS MODULARES DA ANEEL – MARÇO DE 2021.

9 COLABORADORES

Lucas Simões de Oliveira – EPE

Tiago Veiga Madureira – EPE

Simone Bezerra Chaves Garcia - ONS

Adriana Veiga Gomes da Fonseca – Eletrobras Furnas

Angelo Medeiros Satiro - Eletrobras Furnas

Frederico Garcia Cavalcante – Eletrobras Furnas

Victor Alexandre Belo França – Eletrobras Furnas

Yuri Rosenblum de Souza – Eletrobras Furnas

Bruno Ramos Sodré – ENEL Distribuição RJ

Patricia Adelaide Hamman Dias – ENEL Distribuição RJ

10 ANEXOS

10.1 Projeção de cargas para Angra e Itaorna 13,8 kV em A

Ano	Demanda por Alimentador (A)					
	Eletronuclear 1	Eletronuclear 2	Praia Brava	Frade 1	Frade 2	Vila Residencial
2032	105,0	241,0	94,8	419,2	461,5	141,1
2033	105,0	241,0	97,8	431,8	475,4	145,3
2034	105,0	241,0	100,8	444,7	489,7	149,7
2035	105,0	241,0	103,9	458,0	504,5	154,2
2036	105,0	241,0	107,1	471,8	519,7	158,8
2037	105,0	241,0	110,4	485,9	535,3	163,6
2038	105,0	241,0	113,8	500,5	551,4	168,5
2039	105,0	241,0	117,3	515,5	568,0	173,5
2040	105,0	241,0	120,9	530,9	585,1	178,8
2041	105,0	241,0	124,6	546,8	602,8	184,1
2042	105,0	241,0	128,5	563,2	620,9	189,6
2043	105,0	241,0	132,4	580,1	639,6	195,3
2044	105,0	241,0	136,5	580,1	658,9	201,2
2045	105,0	241,0	140,7	615,4	678,7	207,2
2046	105,0	241,0	145,1	633,9	699,2	213,4
2047	105,0	241,0	149,6	652,9	720,2	219,8
2048	105,0	241,0	154,2	672,4	741,9	226,4
2049	105,0	241,0	158,9	692,6	764,3	233,2
2050	105,0	241,0	163,8	713,3	787,3	240,2
2051	105,0	241,0	168,9	734,7	811,0	247,4
2052	105,0	241,0	174,1	756,8	835,4	254,9
2053	105,0	241,0	179,4	779,4	860,6	262,5
2054	105,0	241,0	185,0	802,8	886,5	270,4
2055	105,0	241,0	190,7	826,9	913,2	278,5
2056	105,0	241,0	196,6	851,6	940,7	286,8
2057	105,0	241,0	202,6	877,2	969,0	295,4
2058	105,0	241,0	208,9	903,5	998,2	304,3
2059	105,0	241,0	215,3	930,6	1028,3	313,4

10.2 Projeção de cargas para Angra e Itaorna 13,8 kV em MVA

Ano	Demanda por Alimentador (MVA)					
	Eletronuclear 1	Eletronuclear 2	Praia Brava	Frade 1	Frade 2	Vila Residencial
2032	2,5	5,8	2,3	10,0	11,0	3,4
2033	2,5	5,8	2,3	10,3	11,4	3,5
2034	2,5	5,8	2,4	10,6	11,7	3,6
2035	2,5	5,8	2,5	10,9	12,1	3,7
2036	2,5	5,8	2,6	11,3	12,4	3,8
2037	2,5	5,8	2,6	11,6	12,8	3,9
2038	2,5	5,8	2,7	12,0	13,2	4,0
2039	2,5	5,8	2,8	12,3	13,6	4,1
2040	2,5	5,8	2,9	12,7	14,0	4,3
2041	2,5	5,8	3,0	13,1	14,4	4,4
2042	2,5	5,8	3,1	13,5	14,8	4,5
2043	2,5	5,8	3,2	13,9	15,3	4,7
2044	2,5	5,8	3,3	13,9	15,7	4,8
2045	2,5	5,8	3,4	14,7	16,2	5,0
2046	2,5	5,8	3,5	15,2	16,7	5,1
2047	2,5	5,8	3,6	15,6	17,2	5,3
2048	2,5	5,8	3,7	16,1	17,7	5,4
2049	2,5	5,8	3,8	16,6	18,3	5,6
2050	2,5	5,8	3,9	17,1	18,8	5,7
2051	2,5	5,8	4,0	17,6	19,4	5,9
2052	2,5	5,8	4,2	18,1	20,0	6,1
2053	2,5	5,8	4,3	18,6	20,6	6,3
2054	2,5	5,8	4,4	19,2	21,2	6,5
2055	2,5	5,8	4,6	19,8	21,8	6,7
2056	2,5	5,8	4,7	20,4	22,5	6,9
2057	2,5	5,8	4,8	21,0	23,2	7,1
2058	2,5	5,8	5,0	21,6	23,9	7,3
2059	2,5	5,8	5,1	22,2	24,6	7,5