

DESAFIOS DA EXPANSÃO DE REDE ELÉTRICA NA REGIÃO METROPOLINA DO RIO DE JANEIRO – NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

Objetivo

Este informe visa comunicar aos agentes de geração e transmissão os atuais desafios associados à expansão do sistema elétrico na região metropolitana do Rio, sob o ponto de vista dos níveis de curto-circuito regionais.

Contextualização

Os estudos da EPE e ONS vêm sinalizando que os níveis de curto-circuito (NCC) nas subestações de fronteira (lado de baixa tensão) que suprem a área Rio de Janeiro, bem como em algumas subestações de distribuição da Light, estão atingindo valores próximos e até mesmo superiores aos limites máximos da capacidade nominal de interrupção dos disjuntores normalmente disponíveis no mercado, atualmente em 63 kA.¹

Atualmente alguns recursos operativos são empregados para reduzir o NCC nas subestações onde já se identifica problemas de superação, a saber:

- i. Separação dos barramentos de subestações;
- ii. Abertura de linhas de distribuição;
- iii. Desligamento de compensadores síncronos.

No entanto, quando simulações são realizadas incorporando as novas obras previstas na expansão dos sistemas de transmissão e distribuição ou novas usinas térmicas, estes recursos por si só não têm sido suficientes para reduzir o NCC a valores permissíveis em algumas subestações, na situação

em que se tem todo o parque gerador em operação, como determinado pelo critério de análises de curto-circuito.

Consequentemente, tem-se um cenário de limitação da expansão do sistema em função dos níveis de curto-circuito, sendo relevante mencionar que medidas como abertura de barramentos no lado de baixa tensão das transformações de fronteira, bem como aberturas de linhas de distribuição, quando utilizadas, podem levar à degradação da confiabilidade no atendimento.

Caracterização do Problema

Independentemente do nível de tensão, em sistemas elétricos, o fenômeno do curto-circuito pode ser interpretado como um “caminho elétrico” de baixa impedância entre as fontes e o local do defeito, causando uma elevação abrupta da corrente, o que pode danificar equipamentos das instalações caso não haja dispositivos de proteção (no caso, disjuntores) com capacidade para interromper essa corrente e isolar o defeito.

¹ Há disjuntores comercialmente disponíveis com capacidade nominal de interrupção de 80 kA. No entanto, como trata-se de valor não usual, usou-se a referência de 63 kA para este documento.

O curto-circuito em Sistemas Elétricos de Potência pode acontecer de várias formas:

- i. Contato acidental entre condutores expostos;
- ii. Queda de agentes externos em condutores vivos;
- iii. Falha de isolamento;
- iv. Sobretensões atmosféricas;
- v. Vandalismo.

Durante a ocorrência do curto-circuito, há superaquecimento dos condutores devido ao efeito Joule, podendo provocar danos em equipamentos do sistema elétrico, não se descartando inclusive a possibilidade de ocorrência de danos mecânicos por indução de forças eletromagnéticas.

Dessa forma, os disjuntores devem ter capacidade de interromper a passagem da corrente durante esses eventos, devendo inclusive, no contexto de expansão do sistema, serem dimensionados com folga suficiente para acomodar futuras modificações da rede que elevem o NCC do sistema local.

Cabe observar que quando houver conexão de blocos de geração em sistemas de distribuição (níveis de tensão iguais ou inferiores a 69 kV) e de subtransmissão (nível de tensão de 138 kV), a problemática do NCC elevado tende a ser mais acentuada. Isso se deve ao fato de que, para uma mesma potência, a injeção de energia em níveis de tensão menores pressupõe correntes mais elevadas.

Logo, empreendimentos de geração conectados em redes nos níveis de tensão de Rede Básica (níveis de tensão iguais ou superiores a 230 kV) têm um impacto menor para os NCCs quando comparados aos mesmos se conectados em níveis de tensão inferiores.

Limites dos disjuntores e valores de curto-circuito nas subestações da região de interesse

Considerando a topologia prevista para o ano de 2023, foram calculados os valores esperados de curto-circuito para a rede planejada, que por sua vez foram comparados com a atual capacidade de interrupção máxima dos disjuntores existentes e previstos nas subestações, conforme indicado na Figura 1.

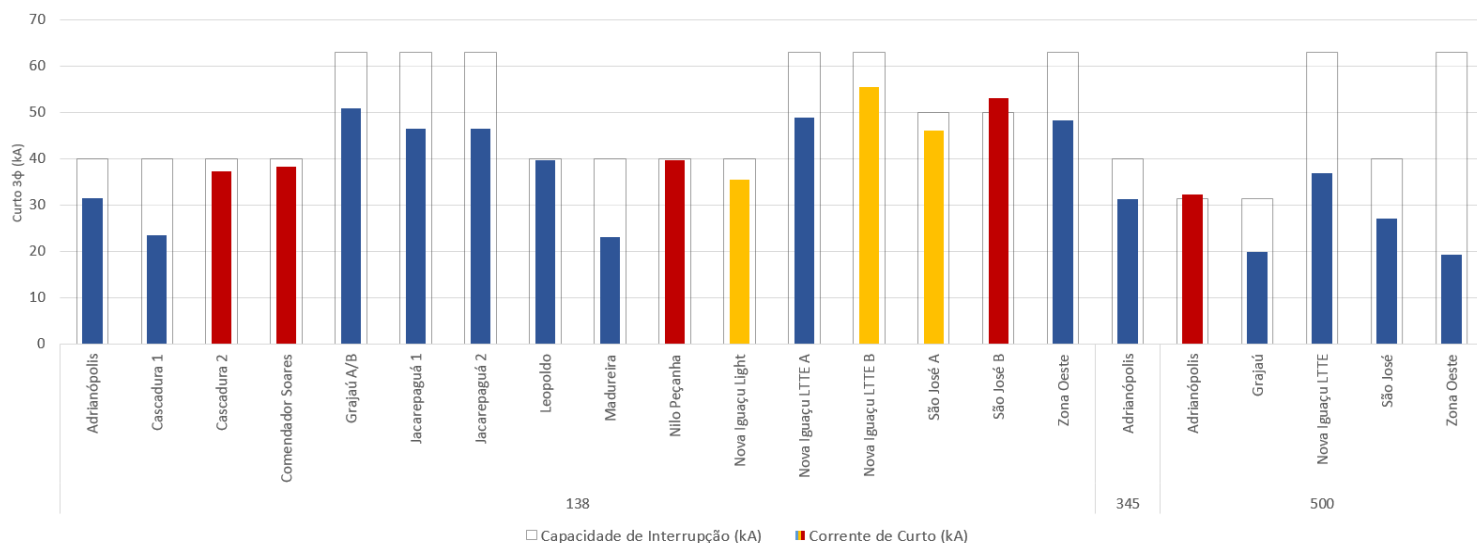
É possível notar que diversas subestações, especialmente em 138 kV, encontram-se próximas do seu atual limite de interrupção, de tal forma que a entrada de novas fontes de geração ou adição de novos circuitos nas proximidades destas subestações pode eventualmente levar à violação dos critérios de NCC.

Na Tabela 1 são indicados o número de disjuntores presentes nas subestações e suas capacidades de interrupção.

É importante destacar que a troca de disjuntores é um procedimento que envolve custos consideráveis. O custo médio de um disjutor do tipo *dead tank*, com capacidade de interrupção de 63 kA, é de cerca de R\$ 300.000,00 a R\$ 400.000,00, e, além do equipamento em si, as obras de infraestrutura necessárias à sua instalação são estimadas em cerca de 30% – 50% do valor do disjutor.

Figura 1 – Níveis de curto trifásico nas principais subestações do Rio de Janeiro

Níveis de curto-circuito nas principais subestações do Rio de Janeiro



Adicionalmente, também se faz necessário considerar a possível necessidade de reforço nos barramentos de 138 kV e na malha de terra das subestações.

Nas situações em que há necessidade de uma intervenção no barramento, considerando o arranjo de barra simples da maioria das subestações da Light, haverá, obrigatoriamente, impactos operacionais dos transformadores 138/MT kV e/ou de um dos ramais 138 kV dessas instalações.

Existe também a dificuldade logística e operacional de se realizar a troca de equipamentos em uma subestação existente, as quais implicam em aumento de riscos e perda de confiabilidade e flexibilidade operativa em função dos desligamentos associados à substituição de equipamentos.

Tabela 1 - Número e Capacidade de disjuntores em diversas subestações do Rio de Janeiro

Subestação	Nº de Disjuntores	Menor Capacidade de interrupção (kA) ²
138 kV		
Adrianópolis	13	40 ²
Cascadura	24	40
Comendador Soares	2	40
Grajaú	26	63
Jacarepaguá	27	63 ²
Leopoldo	2	40
Madureira	4	40
Nilo Peçanha	20	40
Nova Iguaçu Light	2	40
Nova Iguaçu LTTE	20	63
São José	26	40 ³
Zona Oeste	3	63
345 kV		
Adrianópolis	17	40 ²
500 kV		
Adrianópolis	12	31,5
Grajaú	7	31,5
Nova Iguaçu LTTE	30	63
São José	9	40
Zona Oeste	8	63

² Estes dados refletem a menor capacidade do disjuntor da subestação após todas as substituições já indicadas e em andamento estiverem concluídas

³ Um disjuntor de 40 kV, que já teve sua substituição indicada neste ciclo do PAR.

Ações para mitigar os níveis de curto-circuito na área RJ

Em função da problemática exposta neste documento, formou-se um Grupo de Trabalho (GT) coordenado pela EPE, com participação do ONS, Light e Furnas, com objetivo de indicar uma solução estrutural para redução dos níveis de curto-circuito na área metropolitana do Rio de Janeiro. O plano de trabalho deste GT prevê ampla pesquisa de soluções de equipamentos e alterações de topologia na rede, cobrindo aspectos como viabilidade física, custos, flexibilidade operativa, entre outros pontos.

Ainda que não se tenha até o momento uma solução de longo prazo para a mitigação dos elevados NCC na região de interesse, o sistema elétrico existente dispõe de medidas operativas para operar dentro dos limites de segurança de níveis de curto-circuito, apesar de uma certa degradação da confiabilidade no atendimento.

Recomendações

Face ao exposto neste Informe, conclui-se que os NCCs previstos nas SEs de distribuição da Light e no lado de baixa tensão das SEs de fronteira que suprem a área RJ podem tornar a conexão de novos acessantes de geração na rede de 138 kV altamente custosa e arriscada a médio e longo prazo, limitando a capacidade de expansão do sistema de transmissão e distribuição regional.

Logo, recomenda-se que novas usinas de médio/grande portes na região metropolitana do RJ dêem preferência ao acesso na Rede Básica e/ou incluam nos seus projetos os custos associados a equipamentos que limitem a contribuição de corrente do curto-circuito do empreendimento à rede.

Após a indicação da solução estrutural para a redução dos NCC pelo Grupo de Trabalho será feito um novo diagnóstico do sistema elétrico da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Outras fontes de informação

Mais informações sobre a caracterização elétrica e de curto-circuito da região metropolitana do Rio de Janeiro podem ser encontradas nos seguintes estudos

Atendimento à Região Metropolitana do RJ (EPE-DEE-RE-014/2017-rev0)

Este estudo indicou, dentre outras obras, reforços nas transformações de fronteira de Nova Iguaçu, Zona Oeste, Adrianópolis e São José. Os resultados do capítulo de curto-circuito evidenciam os elevados NCCs aos quais os disjuntores das SEs da região metropolitana estão submetidos.

Além disso, uma das recomendações deste estudo é o acompanhamento dos NCCs da área RJ por parte da EPE, ONS, Light e Furnas

Disponível [neste link](#).

Escoamento da geração térmica na área RJ-ES (EPE-DEE-RE-029/2018-rev1)

Este estudo foi motivado pelo elevado montante de geração térmica contratado e futuro na região Norte Fluminense e no Espírito Santo, tendo indicado um novo eixo em 500 kV entre as SEs Terminal Rio e Mutum (MG), passando pelas SEs coletoras Lagos e Campos.

Destaca-se que as obras deste estudo não impactaram de forma significativa os NCCs do RJ, uma vez que as usinas térmicas futuras estariam conectadas no setor de 500 kV das coletoras.

As restrições de NCC apontadas neste estudo correspondem à situação pré-existente de NCCs elevados na região metropolitana.

Disponível [neste link](#).