



**XXIV SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GPC/21

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

**GRUPO - V  
GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA -  
GPC**

**ANÁLISE DA ATIVAÇÃO DO ECE PERDA DUPLA CAMPOS/VITÓRIA E VITÓRIA/VIANA ATRAVÉS DO  
PROGRAMA COMPUTACIONAL ORGANON**

**Barros, D.S.R. (\*)    Bastos, S.L.N.    Oliveira, R.F.D.    Teixeira, M.V.P.  
CEFET - RJ            CEFET - RJ            CEFET - RJ            CEFET - RJ**

**RESUMO**

Neste trabalho apresenta-se uma análise do impacto da perda dupla das LTs 345 kV Campos/Vitória e Viana/Vitória, cujos circuitos são contemplados pelo Esquema de Perda Dupla no tronco 345 KV Adrianópolis/Venda das Pedras/Macaé/Merchant/Campos/Viana/Vitória. A análise do impacto é realizada por meio da ferramenta computacional Organon que leva em consideração as usinas da região RJ/ES e o monitoramento das barras das Redes Básica e Complementar. O uso do Organon proporciona uma nova visão da região de operação do estado do ES que permite afirmar que o referido esquema não necessita permanecer ligado durante todos os períodos do dia.

**PALAVRAS-CHAVE**

Esquemas de Proteção, Organon, Operação, Proteção de Sistemas Elétricos de Potência.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Até o início deste século, o estado do Espírito Santo (ES) era suprido apenas por um circuito duplo e radial em 345 kV com conexões nas subestações de Campos (RJ), a qual se interliga ao sul do ES através da SE Cachoeiro de Itapemirim (138 kV), e Vitória que se conecta a SE de Pitanga (138 kV).

A perda dupla do tronco 345 kV supracitado ocasionava consideráveis afundamentos de tensão e sobrecargas em equipamentos na rede de operação em 138 kV do agente ESCELSA (Espírito Santo Centrais Elétricas S.A) e, para evitar essas ocorrências prejudiciais aos circuitos da região, foi implementado um Sistema Especial de Proteção (SEP) que efetua cortes de cargas na rede de operação do agente.

Ao final da primeira década e início da segunda do ano 2000, a Rede Básica de transmissão operada pelo ONS recebeu vários reforços e, em virtude disto, foi realizado um trabalho para investigar a necessidade da operação ininterrupta do esquema de perda dupla Campos / Vitória – Viana / Vitória.

**2.0 - ÁREA ELÉTRICA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**2.1 - Considerações Preliminares**

Até o início de 2000, o Espírito Santo possuía capacidade instalada de geração de energia suficiente apenas para atender 20% sua demanda. Portanto, o agente ESCELSA sempre foi dependente da energia proveniente das interligações do Sistema Elétrico para o atendimento a maior parcela do consumo.

O estado do Espírito Santo era conectado ao SIN por apenas três interligações. São elas:

(\*) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/ RJ), Departamento de Engenharia Elétrica – Av. Maracanã, nº 229, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20.271-110  
- Email:diogo.siciliano12@gmail.com

- Norte do estado → interligação entre os Agentes CEMIG e ESCELSA através da LT 230 kV Governador Valadares (MG) / UHE Mascarenhas (ES) circuito único, com a transformação 230 / 138 kV na Usina de Mascarenhas conectando ao tronco 138 kV (ESCELSA);
- Centro do estado → chegada da LT 345 kV Adrianópolis / Campos / Vitória circuitos 1 e 2, com quatro transformadores 345 / 138 kV na SE Vitória conectando a SE Pitanga 138 kV (ESCELSA);
- Sul do estado → LT 138 kV Campos (RJ) / Cachoeiro do Itapemirim (ES) circuitos 1 e 2.

Isto é, o desligamento intempestivo de algum equipamento que compunha uma das três interligações resultava em severas consequências de afundamento de tensão e elevados carregamentos no tronco em 138 kV.

As usinas hidrelétricas instaladas no Espírito Santo historicamente apresentam baixos níveis em seus reservatórios e, portanto, baixa capacidade de produção de energia. Este cenário sempre contribuiu para a dependência das linhas de transmissão provenientes dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Diante deste cenário de fragilidade, no atendimento a carga e a operação em iminente situação de emergência, foram implementados esquemas especiais que efetuam cortes de cargas na rede, visando manter o sistema estável de forma rápida e assegurando o atendimento às demais cargas do estado.

## 2.2 - Reforços e Ampliações

A seguir, os empreendimentos que elevaram a qualidade do suprimento às cargas da ESCELSA:

- Dezembro 2001 → seccionamento das LTs 345 kV Adrianópolis / Campos, visando a entrada em operação da SE Macaé, na qual são conectadas as UTEs Mario Lago e Norte Fluminense;
- Agosto 2002 → entrada em operação da UTE Mario Lago com capacidade instalada de 922 MW;
- Março 2004 → entrada em operação da UTE Norte Fluminense com capacidade instalada de 780 MW;
- Junho 2003 → entrada em operação da LT 345 kV Ouro Preto II / Vitória;
- Dezembro 2005 → seccionamento da LT 345 kV Campos / Vitória circuito 2 para entrada em operação da SE Viana 345 kV, com três transformadores 345 / 138 kV (225 MVA cada);
- Agosto 2006 → entrada em operação da UHE Aimorés (330 MW) e das LTs 230 kV Aimorés / Mascarenhas circuitos 1 e 2, a partir do seccionamento da LT 230 kV Governador Valadares / Mascarenhas;
- Junho 2008 → entrada em operação da UTE Sol com capacidade instalada de 197 MW;
- Março 2010 → entrada em operação da UTE Viana com capacidade instalada de 175 MW;
- Dezembro 2010 → entrada em operação da UTE Linhares com capacidade instalada de 204 MW;
- Março de 2014 → entrada em operação da LT 500 kV Mesquita / Viana II e da LT 345 kV Viana / Viana II circuitos 1 e 2 reforçando a segurança (conexão em 500 kV ao SIN a partir da SE Mesquita (MG)).

A entrada em operação da LT 345 kV Ouro Preto II / Vitória elevou a segurança pelo fato de ser uma nova interligação entre o estado de Minas Gerais e o Espírito Santo. A construção da SE Viana (município da região metropolitana de Vitória) aumentou a capacidade de atendimento às cargas e aliviou o carregamento dos transformadores da SE Vitória. Por fim, as novas usinas propiciaram uma redução natural do fluxo de potência nas interligações em 345 kV.

## 2.3 - Esquema de Perda Dupla no Tronco 345kV Campos/Viana/Vitória

Os Sistemas Especiais de Proteção visam manter a integridade e continuidade no fornecimento, efetuando cortes seletivos de geração e carga ou segregação de parte de uma determinada instalação, visando a não propagação de uma contingência simples ou múltipla para outras áreas, ONS (1).

O principal tronco de suprimento às cargas do ES tem seu início na SE Adrianópolis 345 kV (que contém a transformação 500 / 345 kV e ainda é interligada às usinas do Rio Grande - Furnas, Luiz Carlos Barreto e Mascarenhas de Moraes), segue em dois circuitos paralelos até a SE Campos (onde há transformação 345 / 138 kV que interliga ao sul do estado através da SE Cachoeiro do Itapemirim), e chega com os mesmos dois circuitos em paralelo até a SE Vitória (onde há transformação 345 / 138 kV que conecta a SE Pitanga pertencente ao agente ESCELSA), ONS (2). Até meados do ano 2000, essas três subestações escoavam praticamente todo o fluxo de potência para o estado capixaba.

Esse cenário de grande dependência causava transtornos quando ocorria o desligamento automático de qualquer linha de transmissão deste tronco 345 kV, influenciando negativamente no estado de operação das cargas do Espírito Santo e, como consequência, tensões reduzidas no sistema 138 kV do Agente ESCELSA e sobrecargas nos circuitos 345 kV remanescentes.

Diante disso e aliado ao fato das linhas de transmissão compartilharem da mesma faixa de servidão, foram implantados esquemas especiais que através de contatos auxiliares dos disjuntores dessas linhas de transmissão

associado a portas lógicas combinacionais, efetuam cortes de geração ou cortes de carga em agentes de distribuição da área, de acordo com o trecho no qual ocorreu o desligamento ou os desligamentos automáticos.

Esses esquemas especiais do tronco 345 kV Adrianópolis / Macaé / Campos / Vitória fazem parte do Esquema de Conservação de Carga (ECE) da Área Rio de Janeiro / Espírito Santo e tem como principal finalidade evitar o blecaute no estado do Espírito Santo, seja por sobrecarga em circuito remanescente ou por subtensão no sistema ESCELSA, ONS (2).

As temporizações e localidades onde os esquemas efetuam os cortes de carga são oriundas do esquema de controle de carregamento dos transformadores 500 / 345 kV da subestação Adrianópolis, onde até o ano de 2003 havia apenas dois transformadores, ONS (2). Com a entrada da terceira unidade transformadora, as subestações de Carapina, Pitanga e Cachoeiro (instaladas no sistema 138 kV do agente ESCELSA) permaneceram efetuando os mesmos cortes de carga de forma escalonada de acordo com a sobrecarga na transformação da SE Adrianópolis e com a mesma temporização. Estes cortes tem o intuito de manter a integridade do suprimento ao estado do Espírito Santo após a perda dupla das linhas de transmissão 345 kV Campos / Vitória circuitos 1 e 2.

Após a entrada em operação da SE Viana 345 kV e a segregação da linha de transmissão 345 kV Campos / Vitória circuito 2, o esquema de perda dupla que outrora atuava para o desligamento das linhas de transmissão 345 kV Campos / Vitória circuitos 1 e 2, agora atua para a perda dupla das linhas de transmissão 345 kV Campos / Vitória e Viana / Vitória.

Apesar deste novo contexto, com fontes alternativas do SIN para o atendimento ao agente ESCELSA, o esquema de perda dupla das linhas de transmissão 345 kV Campos / Viana e Viana / Vitória permaneceu com a mesma filosofia de atuação.

### 3.0 - AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA

#### 3.1 - Considerações Preliminares

A operação do Sistema Elétrico de Potência pode ocorrer em condições apresentando restrições elétricas e/ou energéticas. Assim, faz-se necessário avaliar essas possibilidades para a operação elétrica e determinar os possíveis reforços que podem ser implementados no sistema a fim de mitigar o risco de desabastecimento. A elaboração de estudos demanda ferramentas que subsidiem suas análises e lhes dêem respostas em tempo hábil.

O Organon<sup>1</sup> é uma poderosa ferramenta computacional utilizada para avaliação de sistemas elétricos de potência que, há pouco menos de dez anos, subsidia as tomadas de decisão das áreas de planejamento e operação do sistema elétrico brasileiro do ONS.

Intuitiva e com uma interface gráfica amigável, essa ferramenta permite a fácil visualização de resultados através de relatórios, gráficos ou nomogramas (projeções ortogonais multicoloridas de regiões de segurança).

#### 3.2 - Métodos de Avaliação de Segurança

O Organon permite avaliar a segurança de um sistema elétrico de potência de quatro maneiras:

- a. Análise Estática de Contingências no Ponto de Operação;
- b. Região de Segurança Estática em Torno do Ponto de Operação;
- c. Análise Dinâmica de Contingências no Ponto de Operação;
- d. Região de Segurança Dinâmica em Torno do Ponto de Operação.

##### 3.2.1 Região de Segurança Dinâmica em Torno do Ponto de operação

A análise do sistema elétrico da região do Espírito Santo foi realizada com o auxílio de regiões de segurança dinâmicas. Estas, por sua vez, processam-se de maneira semelhante à região de segurança estática.

Para construí-la, faz-se necessário a criação de grupos de geração (por exemplo, grupos: G1, G2 e G3). Os dois primeiros grupos (G1 e G2) são constituídos pelas unidades geradoras localizadas no entorno da rede a ser analisada e o terceiro por unidades que podem ou não pertencer à área em análise. O último grupo (G3) atua como uma barra de referência fechando o balanço de carga do sistema  $G = P + C$  (Geração é igual a Perdas mais Cargas). Em outras palavras, o excesso ou falta de potência ativa, ao longo de todo esse processo de avaliação de segurança, o qual resulta na criação de uma região de segurança, é absorvido ou suprido por G3, Almeida (3).

---

<sup>1</sup> High Performance Power System Applications, Organon, versão 4.3.2b\_beta , 2016.

O excursionamento do ponto de operação é feito através da variação do despacho de potência ativa dos grupos G1 e G2, radialmente. A busca por novos pontos de operação é realizada através do fluxo de potência continuado, mantendo-se a carga fixa. Para que funcione, da maneira almejada, é necessário conhecer com antecedência a potência ativa gerada por cada unidade a fim de efetuar o correto cálculo do fator de crescimento para o fluxo de potência continuado.

Na construção da região de segurança, os valores da potência ativa dos grupos geradores compõem os eixos de coordenadas do espaço cartesiano.

A região de segurança é uma superfície (R3) e as figuras apresentadas (chamadas de nomogramas que são formadas ao final de cada avaliação) são projeções ortogonais da superfície construída sobre planos determinados pelos eixos tomados dois a dois.

O cálculo da região de segurança é melhor compreendido na Figura 1, onde, a partir do ponto de operação, no semiplano formado por G1xG2, são percorridas várias direções predeterminedas buscando-se um limite de segurança ou um limite de geração.

Ao deslocar-se na direção indicada na Figura 1, qualquer excedente ou falta de potência ativa é equalizado pelo grupo G3, já que não há variação da carga. Esse deslocamento é executado pelo fluxo de potência continuado e, para cada novo ponto de operação encontrado, é executada uma lista de contingências.

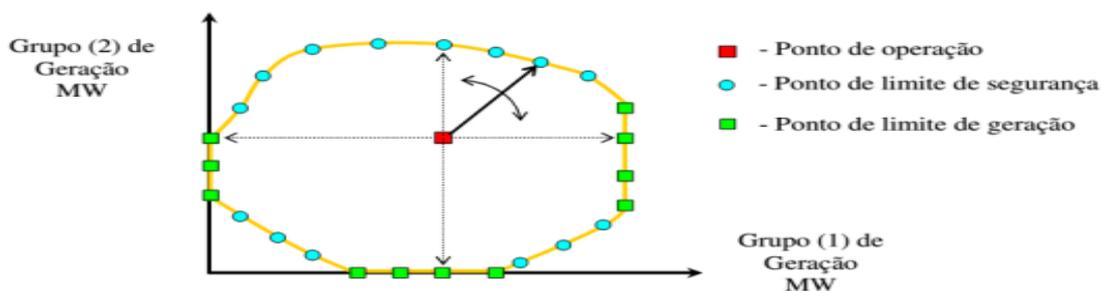


FIGURA 1 - Região de segurança e suas projeções.

O cálculo da região de segurança estática é realizado utilizando processamento distribuído (um *cluster* de processadores) onde há um “escravo” para cada contingência. O processador “mestre” designa para cada “escravo” uma direção e uma contingência a ser testada. Este executa as variações de potência ativa para localizar novos pontos de operação (fluxo de potência continuado), e, através do fluxo de potência convencional, testa se a solução converge ou não para contingência designada a ele para encontrar um limite de segurança. Ao localizar dois pontos consecutivos, onde a solução para contingência converge para o primeiro e para o segundo não, o “escravo” retorna para o ponto cuja solução convergiu e inicia o método de busca binária a fim de encontrar o limite da região de segurança. O método é interrompido quando a distância entre um ponto com solução convergente e outro com solução convergente para a contingência testada é menor que 50 MW e o limite da região de segurança é tomado como aquele no qual a solução para contingência convergiu. Este método é suspenso caso o “escravo” encontre um ponto de operação de máximo carregamento ou um limite de geração. Ao final de cada tarefa, o “escravo” retorna um relatório ao “mestre”, no qual congrega-se todos determinando o traçado da região de segurança.

A região de segurança dinâmica em torno do ponto de operação é calculada de maneira semelhante à região de segurança estática, já descrito acima. A diferença entre esses cálculos está na maneira como as contingências são analisadas. Na região de segurança estática, as contingências são determinadas através da solução do fluxo de potência pelo método Newton-Raphson. E na região de segurança dinâmica, utiliza-se a simulação no domínio do tempo para obter a solução da contingência.

#### 4.0 - SIMULAÇÕES E RESULTADOS

As simulações retratam a realidade da operação de acordo com cada patamar de carga normalizado (cargas leve, média e pesada).

A avaliação de segurança da área do Espírito Santo, referente à perda dupla citada, através de regiões de segurança, é realizada com a criação de dois grupos de geração (G1 e G2) para excursionamento do ponto de operação. O critério de escolha utilizado foi a proximidade e influência das mesmas à região em estudo. O grupo G3 foi composto pela usina de Itaipu 60 Hz para fechar o balanço de potência ativa.

O ponto de operação da área Espírito Santo é diretamente influenciado pelas gerações térmicas das UTE Norte Fluminense e Mário Lago (em torno de 1.500 MW quando em geração maximizada) e pela geração interna na rede de atuação da ESCELSA.

Diante disso e em conformidade com o Programa Diário de Produção, são alteradas as gerações das UTE Mario Lago, Viana, Linhares e UHE Mascarenhas para os três cenários de carga obedecendo os quadros expostos nas Figuras 2 e 3.



FIGURA 2- Primeiro quadro de alterações nas gerações. FIGURA 3- Segundo quadro de alterações nas gerações.

Os termos "Reduzida" e "Maximizada" das figuras acima significam:

- ESCELSA Reduzida → UTE Viana, Linhares e UHE Mascarenhas zeradas;
- ESCELSA Maximizada → UTE Viana = 102 MW; UTE Linhares = 200 MW; UHE Mascarenhas = 70 MW.

Quanto à geração térmica conectada à barra da SE Macaé Merchant (UTES Norte Fluminense e Mario Lago), considerada-se a geração da UTE Norte Fluminense em 700 MW, em todas as simulações, e a geração da UTE Mario Lago zerada (Minimizada) ou com 700 MW (Maximizada).

Portanto, conforme os cenários e patamares de geração escolhidos, são desenvolvidos doze (12) simulações com atuação do desligamento automático das LTs 345 kV Campos / Vitória e Vitória / Viana. Porém, para fins práticos, são apresentados a seguir apenas dois nomogramas.

#### 4.1 Carga Média

Na Figura 4 observa-se que o ponto de operação está na região verde do nomograma, ou seja, havendo o desligamento automático das LTs 345 kV Campos / Viana e Viana / Vitória, o sistema ESCELSA permaneceria em operação com níveis de tensão e carregamento dentro dos limites nominais de operação. Constata-se também que toda região de segurança apresenta uma região segura, uma vez que, em todas as oito direções analisadas pelo Organon, não houve violação de limite térmico (sobrecarga). Isto é comprovado pelos dados operativos referentes aos equipamentos de transmissão (linhas e transformadores) do sistema.

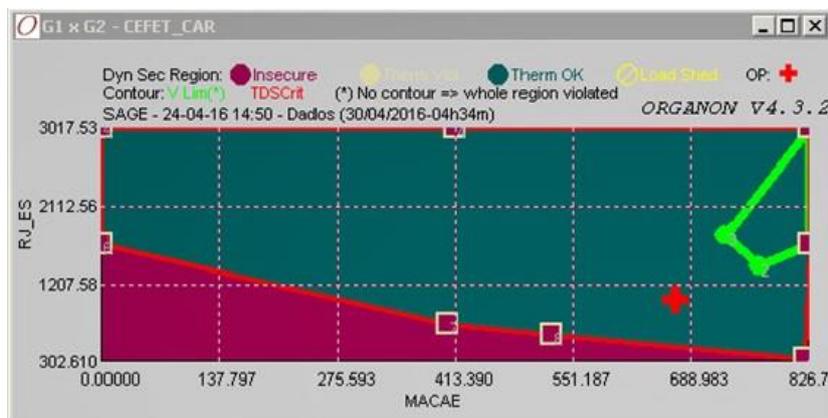


FIGURA 4- Carga Média – UTE Mario Lago Minimizada – ESCELSA Maximizada.

Entretanto, no nomograma acima, há uma região delineada por uma cor 'verde claro' que indica o limite de tensão violado. Isto é, caso o ponto de operação for excursionado para dentro desta região (elevando-se a geração na barra de SE Macaé Merchant ou aumentando-se a carga na rede ESCELSA, por exemplo) haverá limite de tensão violado na ocorrência da perda dupla das LTs 345 kV, porém não ocorrerá violação de limite de carregamento.

Vale ressaltar que mesmo com a geração maximizada das unidades geradoras sincronizadas na região da ESCELSA, a ocorrência de desligamento dos circuitos em 345 kV acarreta uma grande perda de suporte de potência reativa para os barramentos em 138 kV na área em análise. Isto, por sua vez, aumenta a possibilidade de ocorrência de subtensão devido ao grande fluxo de potência nas LTs 345 kV Campos / Vitória e Campos / Viana e considerando esse patamar de carga do estado do Espírito Santo.

Na Figura 4 é o barramento de Carapina (138kV) que, na ocorrência da perda dupla, apresenta violação do limite inferior de tensão.

Em outras palavras, durante o período de carga média, com geração elevada nas usinas internas da rede de operação da ESCELSA e despacho de geração nulo nas UTEs Macaé Merchant ou Norte Fluminense, o ponto de operação apresentado mostra a falta de necessidade do esquema de perda dupla estar ativado.

Para as demais simulações em carga média, o ponto de operação apresenta limite térmico (sobrecarga) violado referente à LT 138 kV Alto Lage / Ceasa e violação de tensão no limite inferior na SE Carapina 138 kV.

#### 4.2 Carga Leve

O período de carga leve apresenta as cargas mais reduzidas durante um período de dia útil e as simulações demonstram que o ponto de operação é mais influenciado pela geração térmica nas barras das UTEs Norte Fluminense e Mario Lago.

Na Figura 5 verifica-se que, quando é maximizada a geração das usinas térmicas conectadas a SE Macaé Merchant e a geração interna da rede de operação ESCELSA é minimizada, apesar do período de carga leve, o ponto de operação se posiciona em uma região que apresenta limite térmico violado (sobrecarga). Esta sobrecarga ocorre na LT 138 kV Alto Lage / Ceasa.

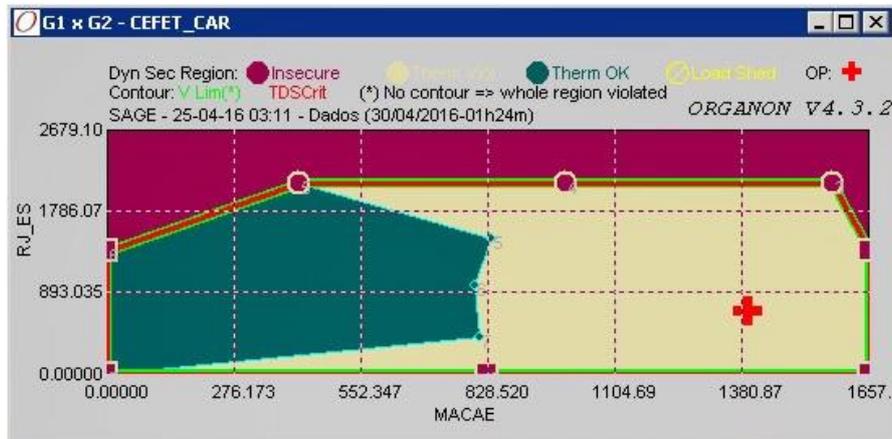


FIGURA 5- Nomograma Carga Leve – UTE Mario Lago Maximizada – ESCELSA Reduzida.

Na Figura 6 apresenta-se outro caso analisado em período de carga leve. Consta-se que o ponto de operação excursiona em uma região sem qualquer tipo de violação, isto é, uma vez a geração interna da ESCELSA é maximizada ou o somatório de geração das UTEs Norte Fluminense e Mario Lago estão abaixo de 800 MW, o esquema de perda dupla Campos / Vitória e Viana / Vitória pode operar com a chave 43 PD/CM-VT desligada, ONS (2).

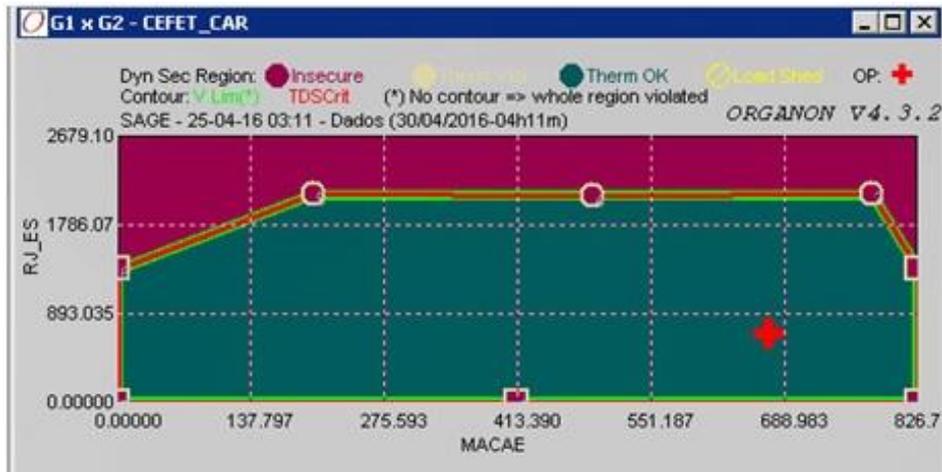


FIGURA 6- Nomograma Carga Leve – UTE Mario Lago Minimizada – ESCELSA Maximizada.

#### 4.3 Carga Pesada

No período em que o sistema apresenta os maiores registros de consumo de energia e, portanto, onde o carregamento dos equipamentos de transmissão está próximo dos limites operativos, o ponto de operação da rede ESCELSA opera em região com violação de limite térmico (sobrecarga) em todos os cenários verificados, quando sob as contingências analisadas, de acordo com as gerações térmicas e da rede do agente ESCELSA.

Por isto, no período de carga pesada, o esquema de perda dupla deve estar sempre em operação para que, em uma eventual ocorrência do desligamento automático das LTs 345 kV Campos / Vitória e Viana / Vitória, haja atuação devida do ECE efetuando o corte de cargas na área do Espírito Santo a fim de manter o atendimento a carga.

Importante ressaltar que, apesar de em algumas simulações o ponto de operação excursionar com violações de limite térmico, em nenhum dos casos houve operação em região não segura (região na cor vinho).

#### 5.0 - CONCLUSÃO

Os Sistemas Especiais de Proteção são projetados e implantados como medida paliativa nos pontos mais críticos do sistema até que as soluções estruturais sejam implementadas. A utilização dos SEPs torna possível a operação dos sistemas em pontos de operação anteriormente inviáveis pelo fato de monitorarem determinadas ocorrências da rede e automatizarem um conjunto de ações corretivas que buscam sanar/eliminar as violações identificadas para cada contingência.

Sem os referidos SEPs, a operação de um sistema com os valores ótimos de geração de cada usina, que são obtidos levando-se em conta as restrições de geração e transmissão da rede estudada, poderia ser inviável por não garantir a qualidade do suprimento para certas contingências, acarretando em desperdício de recursos e possível impacto financeiro (devido à necessidade de geração em usinas de custo mais elevado, por exemplo).

O programa computacional Organon proporciona um ganho nas tomadas de decisão em tempo real devido sua característica de observabilidade contínua dos riscos inerentes às perturbações no sistema elétrico. Sua interface proporciona análises que são facilmente interpretadas e as devidas decisões são efetuadas de forma rápida. Além disso, a interface gráfica em escala de cores de acordo com os demais critérios de análise, visa obter de forma mais prática e direta as informações sobre o ponto de operação no qual determinada região, estruturada para ser analisada, se encontra. Através dessas regiões de segurança, consegue-se analisar o ponto de operação da área considerando o desligamento automático das LTs 345 kV Campos / Vitória e Viana / Vitória de forma que este ponto seja sinalizado para o operador de sistemas.

Conforme apresentado, o esquema de perda dupla das LT 345 kV Campos / Vitória e Viana / Vitória é permanentemente ativado e, acontecendo o desligamento automático das duas linhas de transmissão, independente do cenário, o esquema efetua cortes de carga na rede de operação da ESCELSA.

O uso do programa Organon proporciona uma nova visão da região de operação do estado do Espírito Santo que permite afirmar que o referido esquema não necessita permanecer ligado durante todos os períodos de um dia, principalmente se a geração térmica conectada a SE Macaé Merchant estiver com uma das usinas com despacho nulo (UTE Norte Fluminense ou UTE Mario Lago).

Esta medida reduz a possibilidade de desligamentos de blocos de carga, quando da ocorrência da perda dupla, ocasionando melhora do abastecimento e redução dos indicadores de DEC e FEC da concessionária da região.

De acordo com instruções normativas, o Esquema de Perda Dupla Campos / Vitória e Viana / Vitória opera ligado através da chave 43 PD/CM-VT (esta localizada na SE Campos). A desativação parcial deste esquema poderá ser efetuada através da ação do operador que liga e desliga a referida chave conforme determinação do Centro de Operação responsável (essa determinação seria baseada no indicativo do Organon).

Ademais, os resultados do trabalho mostram que seria de grande valia que cada um dos SEP pudessem ter suas contingências representadas numa região de segurança e, a partir do ponto de operação, houvesse uma interpretação melhor dos limites de operação a serem adotados. Certamente os ganhos seriam bastante significativos no que tange a economicidade (por muitas vezes usinas de alto custo são despachadas visando a não violação de limites) e a preservação de cargas.

### 5.1 Sugestões de Melhorias

Um dos objetivos deste trabalho é indicar melhorias visando reduzir as consequências dessa perda dupla, seja no âmbito de controle de carregamento e de tensão, ou no automatismo da lógica e atualização dos procedimentos normativos.

Neste trabalho constatou-se que, quando ocorrida a perda dupla em análise, a LT 138 kV Alto Lage / Ceasa opera com carregamento acima do nominal e as LTs 138 kV Viana / Alto Lage e Viana / Ceasa operam próximo ao limite nominal de carregamento em alguns períodos de carga. Ademais, foi salientado que o objetivo do esquema de perda dupla é efetuar corte de carga para que equipamentos da rede de transmissão da ESCELSA não sejam submetidos à sobrecarga ou para que barramentos não operem abaixo do limite inferior de tensão, conforme Procedimentos de Rede, ONS (4). Assim, este trabalho tem como um dos objetivos indicar reforços na região entre as SEs Viana, Alto Lage e Ceasa considerando-se que não houve operação em região não segura nos cenários de carga estudados, e levando-se em consideração o desenvolvimento socioeconômico da região e a natural elevação da demanda de carga. Os reforços aqui indicados são, preferencialmente, o recondutoramento das linhas de transmissão que interligam essas subestações; ou a implantação de circuito duplo entre Alto Lage e Ceasa e o possível automatismo do esquema em análise de sua funcionalidade Ativado / Desativado, de acordo com o ponto de operação apresentado em nomograma específico. Caso o ponto de operação pertença a regiões que indique violações de carregamento ou tensão, o programa Organon enviaria sinal de ativação da lógica de perda dupla. Este processo levaria à implantação de uma chave seletora 'Local / Remoto' na SE Campos que, uma vez na posição 'Remoto', ao receber sinal proveniente do Organon, comandaria a ativação ou desativação do esquema estudado.

Por fim, todas estas informações poderiam estar contidas no sistema de supervisão e controle dos centros de operação envolvidos que permitiriam ao operador visualizar o estado de operação de cada processo discriminado.

### 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO; Procedimentos de Rede, Manual de Procedimentos de Operação, 2015.
- (2) OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO; Instruções de Operação, IO-EE.SE.5RJ, 2015.
- (3) ALMEIDA, P. C; Esquemas de Proteção de Sistemas de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2002.
- (4) OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO; Instruções de Operação, IO-ON.SE.5RJ, 2015.

### 7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Diogo Siciliano Ramos Barros nasceu no Rio de Janeiro em 1987. Possui graduação em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (2016).

Marcos Vinícius Pimentel Teixeira nasceu no Rio de Janeiro em 1984. Possui graduação em Engenharia Elétrica (2010) pela Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense e obteve os títulos de mestre (2012) e doutor (2016) em Sistemas de Potência pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). É professor do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet-RJ) desde 2014 e estagiário de pós-doutorado em Engenharia Elétrica na PUC-Rio desde 2017. Foi engenheiro de sistemas de potência do Operador Nacional do Sistema (ONS) de 2011 até 2014.

Rodrigo Ferreira de Oliveira nasceu no Rio de Janeiro em 1979. Possui graduação em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (2016) e atualmente trabalha como operador do ONS.

Sérgio Luiz Noronha Bastos nasceu no Rio de Janeiro em 1976. Possui graduação em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (2016).