



XXV SNPTEE

SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

3831

GDI/14

Grupo de Estudo de Sistemas de Distribuição-GDI

Desafios da Área de Planejamento Operativo e Operação em Tempo Real da Cemig - D Para a Definição da Contratação, Acompanhamento e Gestão do MUST

**FELIPE MENDONÇA ILDEFONSO DA SILVA(1); RICARDO CIRINO DE BRITO(1); TIAGO VILELA MENEZES(1); JOSÉ ANTÔNIO DA SILVA(1); MARCELO DE CALAZANS BARCELOS(1); AGUINALDO ANTÔNIO DE SOUZA(1);
Cemig D(1);**

RESUMO

Este trabalho traz uma síntese dos processos e desafios enfrentados pelas áreas de Planejamento Operativo e Operação em Tempo Real da Cemig-D no processo de contratação e gestão do MUST – Montante de Uso do Sistema de Transmissão. São abordadas as estratégias de Planejamento da Operação para garantir uma contratação e controles eficientes do MUST, considerando as interferências que ocorrem muitas vezes sem gestão direta do Centro de Operação da Distribuição – COD da Cemig-D na Rede Básica. São apresentados casos práticos mostrando processos e ferramentas dedicadas para a contratação, operação e gestão do MUST, evidenciando a complexidade desta análise.

PALAVRAS-CHAVE

Montantes de Uso do Sistema de Transmissão - MUST, Planejamento Operativo, Operação do Sistema Elétrico de Distribuição, Rede Básica, Tempo Real.

1.0 - INTRODUÇÃO

O processo de contratação de MUST nos 35 pontos de conexão da Cemig-D com a Rede Básica será apresentado de forma resumida, dando ênfase no papel da Gerência de Operação neste processo. Do ponto de vista financeiro, o MUST compõe quase 10% da tarifa da Cemig-D (1), o que evidencia a necessidade da realização de uma contratação eficiente, com foco em modicidade tarifária e segurança do sistema elétrico. O trabalho está estruturado em cinco capítulos, com o capítulo 2 discorrendo sobre o conceito de MUST e a legislação vigente, o capítulo 3 discorre sobre o Sistema Elétrico da Cemig-D no contexto do Sistema Interligado Nacional - SIN, o capítulo 4 traz o papel da Operação da Distribuição no processo de contratação e gestão do MUST em tempo real, com exemplos práticos reais, e o capítulo 5 com as conclusões deste trabalho.

2.0 - CONCEITUAÇÃO DO MUST

2.1 Conceituação

Os usuários da rede de transmissão devem celebrar anualmente o Contrato de Uso do Sistema de Transmissão – CUST, direto como o Operador Nacional do Sistema – ONS, discriminando o Montante de Uso do Sistema de Transmissão - MUST de todos os seus pontos de conexão com a rede básica. As regras regulatórias sobre o MUST estão regulamentadas na Resolução Normativa ANEEL 666/2015 (2).

A partir dos montantes e da Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão – TUST, calculada para cada ponto de conexão com base na metodologia nodal, são estabelecidos os encargos de transmissão a serem pagos pelos usuários da rede.

O MUST a ser contratado corresponde ao valor máximo anual previsto de potência ativa por ponto de conexão que será demandado da Rede Básica. Estes valores devem ser definidos pelas distribuidoras e consumidores conectados diretamente à Rede Básica para o ano seguinte ao da contratação e mais três anos consecutivos (4 anos civis), para os horários de ponta e fora de ponta (2). A contratação desses montantes deve ser firmada, em caráter permanente, através do CUST.

Os montantes a serem contratados devem ser informados ao ONS até 31 de outubro de cada ano para que possam ser considerados a partir de 1º de janeiro do ano seguinte. Caso contrário serão considerados os valores contemplados no CUST vigente.

O horário de ponta a ser considerado na contratação das distribuidoras e consumidores conectados diretamente à Rede Básica é aquele estabelecido para a área de concessão ou permissão da distribuidora onde o consumidor estiver conectado.

2.2 Composição do MUST

No caso das distribuidoras, além das injeções da Rede Básica nos pontos de conexão, o seu mercado, composto por cargas de consumidores de alta, média e baixa tensão mais perdas elétricas, é suprido também por geradores conectados diretamente ao sistema de distribuição, despachados ou não pelo ONS e pelas interligações com outras distribuidoras conforme mostrado na Figura 1:

MONTANTE DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO - MUST

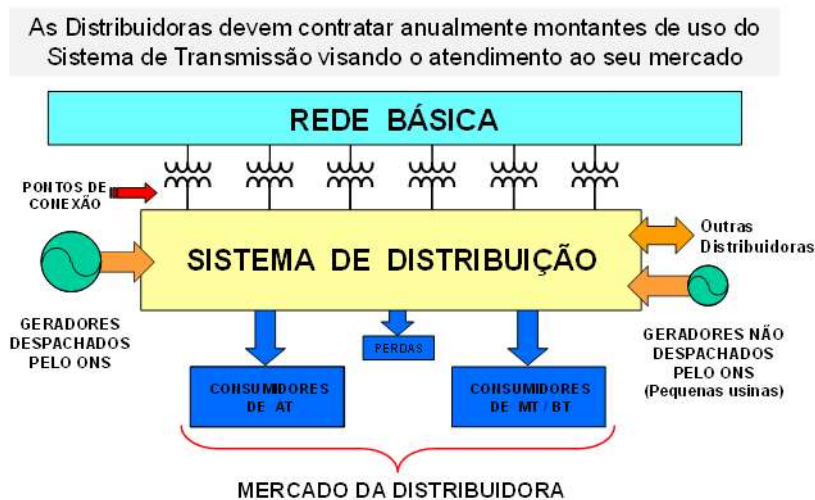


FIGURA 1 – Suprimento ao mercado da Distribuidora

Para efeito de contratação do MUST, a orientação é para que as distribuidoras não considerem as gerações das usinas despachadas centralizadamente pelo ONS, ou seja, estas gerações não devem ser abatidas do mercado das distribuidoras. As usinas térmicas também não devem ser consideradas na contratação do MUST.

As distribuidoras respondem pelos MUST contratados dos geradores não despachados de forma centralizada pelo ONS, consumidores livres e importadores/exportadores (Contrato de Uso do Sistema de Distribuição - CUSD) interligados à sua rede. Assim a forma de considerá-los fica a critério de cada distribuidora, consequentemente o risco associado também.

Visando garantir o suprimento dos usuários das redes de distribuição em condições de operação atípicas, as distribuidoras podem contratar MUST em mais de um ponto de conexão assegurando assim a confiabilidade do atendimento.

Como regra geral as distribuidoras devem contratar toda a carga ligada a suas redes elétricas mais um valor adicional a título de confiabilidade para os pontos que forem necessários.

Desta forma, a parcela “MUST Carga”, entendida como a demanda máxima por ponto para atendimento à carga em condições normais de operação mais a parcela “MUST Confiabilidade”, de contratação facultativa para atendimento em contingências do sistema elétrico compõem o MUST a ser contratado, conforme mostrado na Figura 2.

2.3 Eficiência da Contratação do MUST

A eficiência da contratação do uso do sistema de transmissão é apurada pelo ONS (3), identificando as violações dos montantes contratados através das diferenças entre os valores do MUST contratados por ponto de conexão e a demanda máxima medida no ponto de conexão nos horários de ponta e fora de ponta. Estas violações implicarão em penalidades a serem aplicadas às distribuidoras.

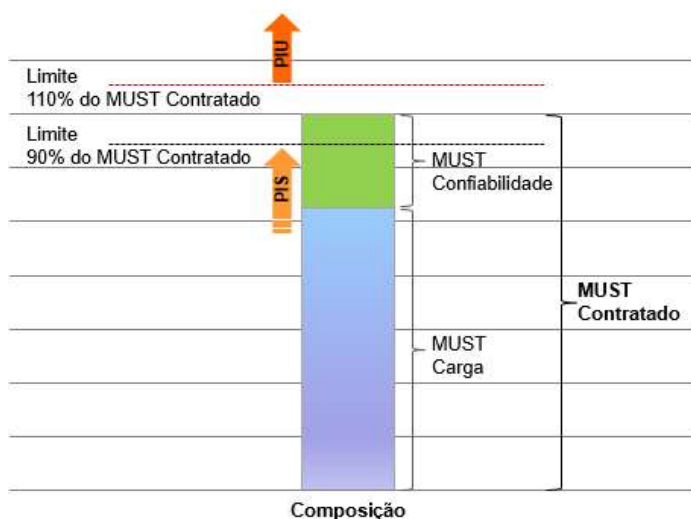


FIGURA 2 – Composição do MUST

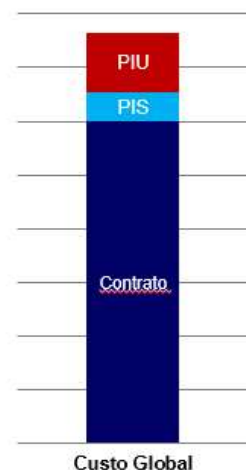


FIGURA 3 – Custo Global do MUST

2.3.1 Violação por Ultrapassagem

A apuração é mensal, caracterizada pelo valor de demanda máximo verificado por ponto de conexão acima de 110% do MUST contratado, dando origem a PIU (R\$) – Parcela de Ineficiência por Ultrapassagem a ser cobrada da distribuidora, correspondendo ao valor da TUST do ponto multiplicada por três (2) (3).

2.3.2 Violação por Sobrecontratação

A apuração é anual, sendo caracterizada pelo valor de demanda máximo verificado por ponto de conexão abaixo de 90% do MUST contratado, dando origem a PIS (R\$) – Parcela de Ineficiência por Sobrecontratação a ser cobrada da distribuidora, correspondendo ao valor da TUST do ponto multiplicada por doze (2), (3). Estas parcelas de ineficiência e o valor do contrato do MUST compõem o Custo Global da MUST, conforme mostrado na Figura 3.

3.0 - SISTEMA ELÉTRICO DE ALTA TENSÃO CEMIG-D

Para maior compreensão dos desafios encontrados na contratação do MUST da Cemig-D se faz necessária uma breve análise do Sistema Elétrico da Cemig-D e suas fronteiras, além de analisar este sistema num contexto do SIN.

3.1 A Cemig-D e Seus Pontos de Conexão Com a Rede Básica

O sistema elétrico de alta tensão da Cemig-D é caracterizado pela grande extensão de linhas de distribuição, com aproximadamente 12.500 km de circuitos. A Distribuidora tem um requisito de aproximadamente 7.300 MW, distribuídos em 35 pontos de conexão com a Rede Básica, com mais de 70% destes pontos interligados via linhas de distribuição de 138 kV.

Além da topologia do sistema, a Cemig-D possui uma quantidade significativa de acessantes no sistema de alta tensão, com aproximadamente 150 consumidores com uma demanda de aproximadamente 2.750 MW, além de um montante de geração não despachada pelo ONS, totalizando cerca de 1.050 MW de capacidade instalada. A Figura 4 apresenta o mapa da Cemig-D e seus 35 pontos existentes de conexão com a Rede Básica (5), além de alguns pontos de conexão futuros:

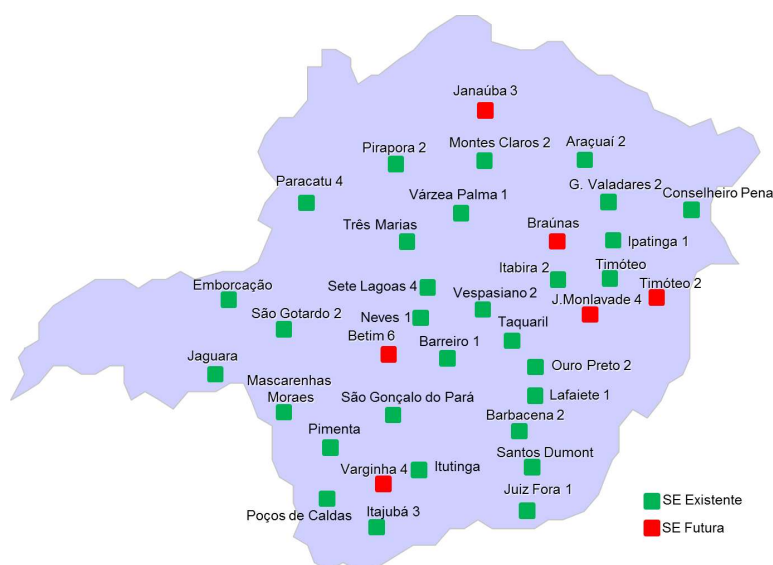


FIGURA 4 – SEs de Conexão com a Rede Básica – Sistema Cemig-D

As interligações entre pontos de MUST via linhas de distribuição, implementadas para garantir a confiabilidade do sistema e a qualidade do fornecimento de energia, tornam-se caminhos de fluxos passantes oriundos da Rede Básica que dificultam a estipulação dos valores a serem contratados, bem como o seu controle quando da vigência do contrato, além de elevar as perdas elétricas no sistema da Cemig-D.

Outros fatores internos que a Cemig-D não tem gestão e que tem que assumir o risco quando da contratação, são as incertezas das demandas a serem praticadas pelos Clientes de Alta Tensão, outras empresas conectadas ao sistema da distribuidora e por geradores despachados descentralizadamente, que muitas vezes podem praticar valores de demanda inferiores aos contratados, sem risco de penalidade por sobrecontratação.

3.2 A Cemig-D no Sistema Interligado Nacional

Outra característica do Sistema Elétrico que se mostra um fator de complexidade na definição do MUST da Cemig-D é a localização geográfica deste sistema dentro do SIN:

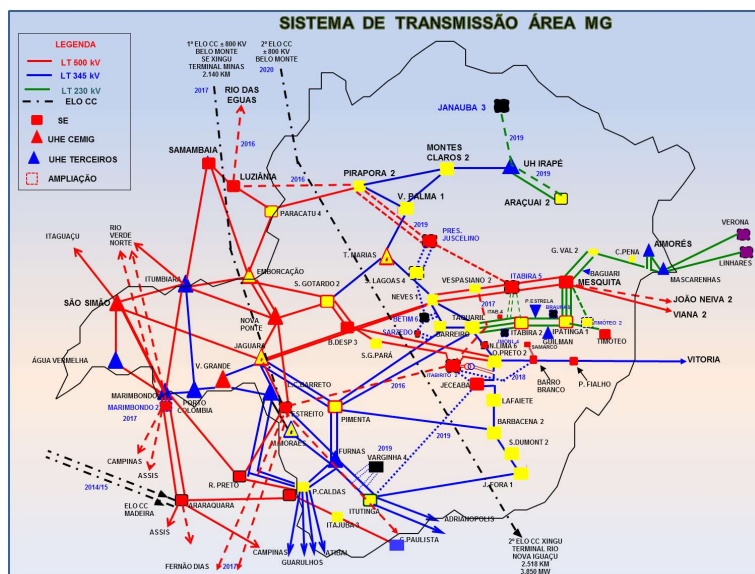


FIGURA 5 – Sistema de Transmissão da Área Minas Gerais (4)

Como mostrado na Figura 5, o Sistema Elétrico do estado de Minas Gerais localiza-se no meio do Sistema Interligado, em uma zona de forte intercâmbio energético (4), ficando sensível à variações eletroenergéticas entre o Norte e Sul do País, o que causa variações nas injeções de fluxo de potência nos pontos de conexão da Cemig-D com a Rede Básica, uma vez que mais de 70% destes pontos estão interligados por linhas de distribuição, conforme foi descrito anteriormente.

Estes fatores externos ao Sistema da Cemig-D somados aos fatores internos contribuem para a complexidade da contratação do MUST, o que torna essencial e cada vez mais importante uma participação ativa do Planejamento da Operação nos estudos de cenários energéticos para definição do MUST, de forma a minimizar os riscos de ineficiência de contratação, PIU e PIS, além de fornecer subsídios para uma gestão eficiente na Operação em Tempo Real.

4.0 - METODOLOGIA DE CONTRATAÇÃO E GESTÃO DO MUST

Para a contratação do MUST em um determinado ciclo, a Cemig-D possui um grupo de trabalho composto por profissionais de diversas gerências da empresa. Este grupo de trabalho atua diretamente em todo o processo de contratação, desde a projeção de carga, efetuada pela área de Planejamento de Mercado, previsão de obras, efetuada pelo Planejamento da Expansão da Distribuição e da Transmissão, simulações de fluxo de potência, realizadas pela área de Planejamento da Operação, avaliação dos cenários, até a definição final dos montantes a serem contratados pela área de Relacionamento Comercial da Cemig.

O Grupo de trabalho mantém suas atividades de acompanhamento e gestão do MUST durante todo o ano, buscando evitar violações de ultrapassagens e sobrecontratação. Caso sejam verificadas tendências de ineficiência da contratação, são tomadas ações pela Operação em Tempo Real baseadas em análises previamente elaboradas pela área de Planejamento da Operação.

4.1 O papel do Planejamento da Operação

Após a primeira reunião do Grupo de Trabalho Anual, são acertadas as premissas para a contratação anual dos MUST do ano seguinte. São definidos o cronograma e os insumos necessários para a realização do trabalho, cabendo ao Planejamento da Operação a elaboração dos estudos elétricos.

4.1.1 Insumos Necessários

- Casos Base de Fluxo de Potência

São utilizados os casos base disponíveis no site do ONS para os estudos PAR/PEL para o ano da contratação mais os 3 anos consecutivos.

- Projeção de Carga Para os Estudos do PAR

São os dados de carga projetadas para o período da contratação, que deverão ser carregadas no Caso Base para os estudos de fluxo de potência.

- Obras Previstas para o Ciclo de Contratação do MUST (Distribuição e Transmissão)

São as obras previstas dentro do período da contratação que influenciarão nos pontos de conexão com a Rede Básica.

4.1.2 Premissas para Contratação (6)

- Para o horário de ponta são utilizados os casos base de carga pesada dia útil;
- Para o horário fora de ponta são utilizados os casos base de carga média/pesada final de semana;
- A geração interna é considerada num patamar mínimo;
- A geração térmica é considerada zerada;
- Possibilidade de transferência parcial de carga entre as subestações;
- Para a definição da parcela referente à carga, considera-se a geração normal (sem redução) e as cargas do PAR;
- Obras previstas para o período;
- Para a definição do MUST Confiabilidade adota-se o critério n-1 para simulações de contingências em cenários extremos.

4.1.3 Metodologia

De posse dos insumos e das premissas, a Área de Planejamento da Operação cria os cenários de fluxo de carga, realizando simulações no programa Anarede (Cepel), baseadas nas diversas condições eletroenergéticas e de carga, de modo a aferir os maiores valores de injeção de potência ativa por ponto de conexão.

O resultado destas simulações são tabelados, definindo os montantes máximos por ponto de conexão para o horário de ponta e horário fora de ponta, em condição normal de operação. Estes dados formam o primeiro cenário a ser levado para o Grupo de Trabalho: Cenário Condição Normal – Utilizado para definição da parcela “MUST carga”.

Para avaliação da parcela Confiabilidade, O Planejamento da Operação estuda e define a contingência mais severa por ponto de conexão, seja ela no Sistema de Distribuição ou de Transmissão, uma vez que pela REN 666/2015 fica imputada à Distribuidora qualquer violação de MUST, mesmo que causada por fatores externos no sistema de Transmissão. As contingências são simuladas nos casos base de maior injeção de potência ativa por ponto, de modo a prever o maior valor de injeção, consideradas as premissas.

Os resultados das simulações de contingências são tabelados, definindo os montantes máximos por ponto de conexão para o horário de ponta e horário fora de ponta em situações de contingências. Estes dados formam o

segundo cenário a ser levado para o Grupo de Trabalho: Cenário n-1 – utilizado para definição da parcela de confiabilidade.

De posse dos dois cenários, o Planejamento da Operação também informa mais dados a serem considerados nas análises do Grupo de Trabalho:

- Limites sistêmicos: Capacidade nominal de transformação, Linhas de Distribuição, etc...
- Máximos históricos: Os montantes máximos históricos registrados por ponto;

Com estes dados somados às considerações das demais Gerências, o Grupo de Trabalho define os Montantes a serem contratados no ciclo. Uma vez definidos, estes montantes são enviados à alta direção da empresa para a deliberação final e celebração do contrato junto ao ONS.

4.2 O Papel da Operação em Tempo Real

Com base no CUST vigente, cabe à Operação em Tempo Real acompanhar e tomar ações operativas para garantir a eficiência da contratação. Para isso o COD conta com ferramentas dedicadas para acompanhamento e gestão do MUST em tempo real, além dos estudos e análises da Área de Planejamento da Operação com foco no MUST, sejam análises de contingências ou de desligamentos programados, informando as diretrizes para evitar violações dos montantes contratados.

4.2.1 Ferramentas de Acompanhamento e Controle do MUST em Tempo Real

Devido à complexidade do Sistema Elétrico, ferramentas dedicadas e confiáveis se fazem necessárias para um controle mais eficiente do MUST. Alguns exemplos de softwares de monitoramento disponíveis no COD:



FIGURA 6 – MinPot Monitoramento do MUST

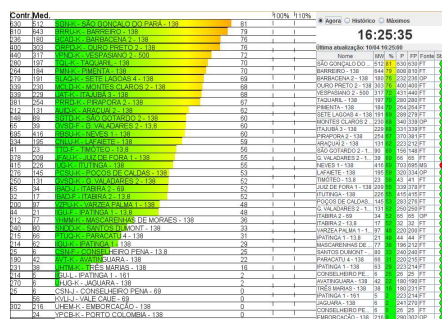


FIGURA 7 –MUST Por Ordem de Carregamento

As ferramentas dedicadas, desenvolvidas pela empresa, facilitam o acompanhamento em tempo real pelo COD, uma vez que apresentam dados de maneira confiável, dispostos de forma gráfica e/ou tabelada, possibilitando comparações dos registros em tempo real com valores contratados ou históricos. Essas ferramentas também orientam a tomada de decisão da Operação em tempo real para evitar possíveis violações, em casos de perturbações no sistema, por exemplo. Os dados são apresentados em tempo real no vídeo-wall dentro da sala de controle, conforme mostrado na Figura 8:



FIGURA 8 – Vídeo Wall do COD – Tela de Monitoramento do MUST

4.2.2 Casos Reais

Alguns casos reais evidenciam a complexidade da gestão em tempo real do MUST, mostrando como fatores externos e internos podem ter impactos diretos nos MUST:

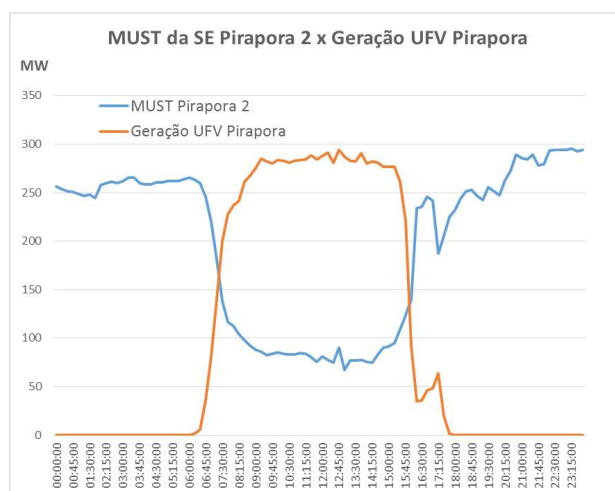


FIGURA 9 – MUST na SE Pirapora 2 e Geração de UFV Interna na Malha Cemig-D

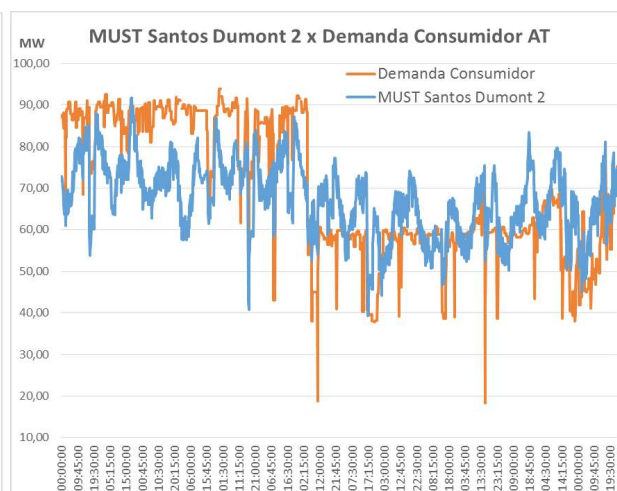


FIGURA 10 – MUST na SE Santos Dumont 2 e Demanda de Consumidor

- Geração Interna

Conforme mostrado na Figura 9, existe uma relação inversamente proporcional entre o MUST verificado na SE Pirapora 2 e a geração Fotovoltaica de 300 MW, sem controle do COD. Como esta usina é despachada descentralizadamente (composta por várias unidades com capacidade instalada de 30 MW), suas interferências no MUST não são expurgadas no caso de apuração para eventual aplicação da PIS.

- Consumo de Grandes Clientes

A Figura 10 mostra a curva do MUST na SE Santos Dumont 2 em azul e a demanda praticada por um grande cliente suprido por esta SE em laranja. Existe uma relação direta entre as duas grandezas, sem controle do COD, o que pode imputar riscos de PIS à Distribuidora caso o consumidor pratique uma demanda inferior à contratada, uma vez que a demanda de contrato é considerada para a definição do MUST.

- Indisponibilidade de Equipamentos de Transmissão

Existem situações de contingências no Sistema de Transmissão que impactam diretamente no MUST, conforme exemplificado nas Figuras 11 e 12, quando ocorreu queima do Trafo T3 500/138-13,8 kV 300 MVA da SE Ouro Preto 2, ficando apenas o Trafo T4 para atendimento à carga da SE por um período de longa duração:

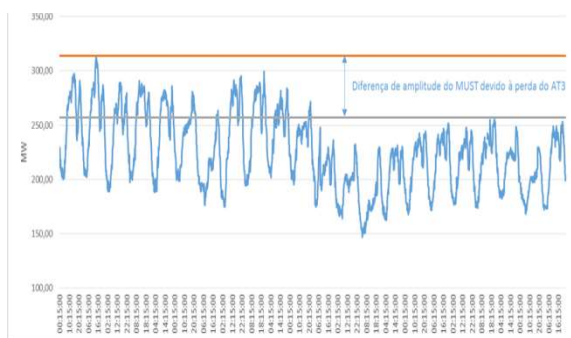


FIGURA 11 – MUST SE Ouro Preto 2 - T3 Fora (7)

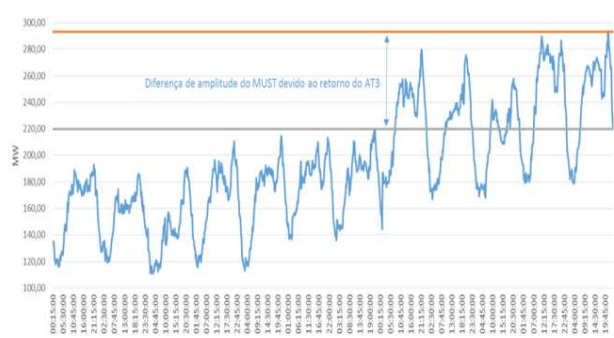


FIGURA 12 – MUST SE Ouro Preto 2 - T3 Normal (7)

A Figura 11 mostra a redução do MUST na indisponibilidade do Trafo T3 da SE Ouro Preto 2, implicando em um risco de aplicação da PIS para a Distribuidora, uma vez que a carga da Distribuidora por si só, na ausência do T3, seria insuficiente para atingir os 90% do limite de contrato.

Evitar a PIS neste caso estava além do alcance da Cemig-D, que ficou refém do retorno do transformador. O retorno do T3 ocorreu efetivamente ao final do ano de 2017, evitando que a Distribuidora fosse penalizada pela PIS.

Outro exemplo de contingência do Sistema de Transmissão é mostrado na Figura 13 abaixo, e refere-se a uma contingência na Subestação Várzea da Palma 1 (perda de toda a SE), por volta de 6h30min em um dia útil. Esta contingência acarretou uma elevação do MUST da SE Pirapora 2. Neste evento, a Operação em Tempo Real foi alertada pelos sistemas de monitoramento, podendo recorrer às diretrizes informadas pelo Planejamento da Operação para a referida contingência, e pôde executar ações de reconfiguração do sistema através de manobras de linhas de distribuição para evitar ultrapassagem (PIU) no ponto de Pirapora 2 com sucesso:

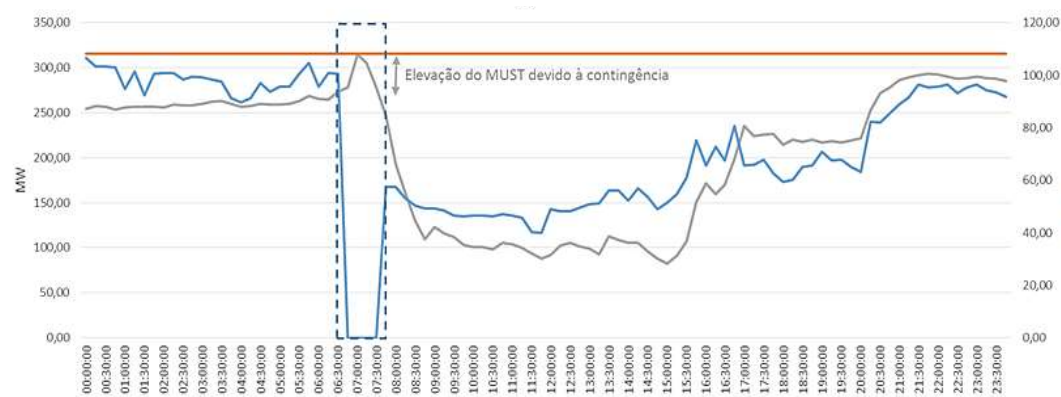


FIGURA 13 – MUST SE Várzea da Palma 1 x MUST SE Pirapora 2 (7)

5.0 - CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou de forma sucinta o processo de contratação de MUST pela Cemig-D como foco no papel da Gerência de Operação, o seu planejamento, execução e gestão em tempo real, destacando as suas complexidades, com fatores muitas vezes sem o controle da Distribuidora, verificados em exemplos práticos.

Toda a experiência adquirida ao longo dos anos, principalmente após a publicação da REN 666/2015, mostra a importância de se realizar uma contratação eficiente dos MUST com foco em modicidade tarifária, segurança do sistema elétrico e garantia de melhores resultados financeiros para a Distribuidora.

A complexidade de todo o processo, desde a contratação, o acompanhamento e sua gestão, evidenciada por fatores diversos, tais como imprecisões de gerações, fluxos passantes pela malha, indisponibilidades de equipamentos, condições eletroenergéticas da Rede Básica, entre outros, ainda é impactada por incertezas diversas, como conjuntura econômica, atrasos de obras, adversidades climáticas, pareceres de acesso não efetivados, etc., que afetam a precisão e a eficiência da contratação, com riscos de penalidades para a Distribuidora.

Considerando os fatores resumidos neste trabalho, ainda há muito por fazer. Avanços nas técnicas de elaboração de cenários do SIN, evolução no relacionamento com os demais agentes, órgão regulador, ONS e demais envolvidos no processo, além de avanços tecnológicos nos sistemas de gestão em tempo real, são extremamente importantes para garantir uma contratação eficiente, e é importante destacar que a Gerência de Operação da Distribuição tem um papel fundamental em todo este processo.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Nota Técnica 45/2018-SGT/ANEEL – Quarta Revisão Tarifária Periódica Cemig-D, de 02 de março de 2018
- (2) Resolução Normativa ANEEL 666/2015 Regulamenta Montante de Uso do Sistema de Transmissão – MUST, de 06/2015
- (3) RO-AO.BR.12 - ONS – Submódulo 10.22 – Apuração do Uso do SIN, de 03/08/2018
- (4) PEL 2018 ONS – Plano de Operação Elétrica 2018/2019 – Volume III Principais Aspectos do Desempenho do SIN e Recomendações – Tomo 4: Área Minas Gerais, de 08/2018
- (5) CUST 074/2002 – Contrato de Uso do Sistema de Transmissão ONS e Cemig-D, de 2002
- (6) Notas de Reunião do Grupo de Trabalho do MUST da Cemig-D, de Agosto de 2018
- (7) MENEZES, Tiago Vilela. Gestão de Riscos e Controle do MUST em Tempo Real no COD da Cemig-D – Complexidades e Soluções. XV EDAO, Novembro 2018.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Felipe Mendonça Ildefonso da Silva é engenheiro em eletrônica e telecomunicação graduado pela PUC Minas em Dezembro de 2012. Trabalha na Cemig desde 2013, atuando na Gerência de Operação da Distribuição.

E-mail: felipe.mendonca@cemig.com.br

Ricardo Cirino de Brito é engenheiro eletricitista graduado pela PUC Minas em Dezembro de 1991, com especialização em Sistemas Elétricos - Transmissão. Trabalha na Cemig desde 1988, atualmente na Gerência de Operação da Distribuição. Atuou na área de Manutenção de Telecomunicações da Transmissão e nas áreas de Planejamento da Operação da Transmissão e da Distribuição.

E-mail: rcirino@cemig.com.br

Tiago Vilela Menezes é engenheiro eletricitista graduado pela UFMG em Dezembro de 2000, com especialização em sistemas de potência. Trabalha na Cemig desde 2002, atualmente na Gerência de Operação da Distribuição. Atuou nas áreas de projeto e Planejamento da Expansão da Distribuição.



XXV SNPTEE

SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

3831

GDI/14

E-mail: tmenezes@cemig.com.br

José Antônio da Silva é eletrotécnico pela UFMG em Dezembro de 2001, com especialização em sistemas de potência. Trabalha na Cemig desde 1989, atuando na Gerência de Operação da Distribuição, atualmente na supervisão da operação em tempo real.

E-mail: jadsilva@cemig.com.br

Marcelo de Calazans Barcelos é engenheiro civil graduado pela UEMG em julho de 2005, com especialização em engenharia sanitária. Trabalha na Cemig desde 1987, atuando na Gerência de Operação da Distribuição, atualmente na supervisão da operação em tempo real.

E-mail: mcbarcel@cemig.com.br

Aguinaldo Antônio de Souza é engenheiro eletricitista graduado pela Faculdade Pitágoras em Dezembro de 2014, com especialização no Setor Elétrico e Engenharia de Segurança do Trabalho. Trabalha na Cemig desde 1988, atuando na Gerência de Operação da Distribuição, atualmente na supervisão da operação em tempo real.

E-mail: dervish@cemig.com.br