



Grupo de Estudo de Operação de Sistemas Elétricos-GOP

Painel de Bordo - Uma Inédita Plataforma Computacional em Utilização no Novo Centro de Operação da Cemig-D

TIAGO VILELA MENEZES(1); MARCO AURELIO DA SILVA FERNEDA(2); ODIMAR JOSE BEZERRA(3); HUELITON PAZ DE OLIVEIRA(4); CARLOS JOSE DE ANDRADE(5); RAFAEL CARNEIRO MOTTA(6); BRUNO HENRIQUE DA SILVA (7)
Cemig D(1);Cemig D(2);CEMIG(3);Cemig D(4);Cemig D(5);Cemig D(6); Cemig (7)

RESUMO

Este trabalho traz uma síntese das principais características da nova plataforma computacional – Painel de Bordo em uso no Centro de Operação - COD da Cemig-D desde 2016, destacando-se os benefícios da sua utilização na operação em tempo real. O Painel de Bordo traz ineditismo ao COD ao disponibilizar novas informações afetas ao sistema elétrico em uma única plataforma corporativa, possibilitando análises e decisões antes inviáveis com os procedimentos tradicionais via sistema SCADA, principalmente em contingências do sistema elétrico.

PALAVRAS-CHAVE

Sistema de Distribuição, Operação em Tempo Real, Plataforma Georreferenciada Integrada, Painel de Bordo, Consciência Situacional

1.0 - INTRODUÇÃO

Com os novos Contratos de Distribuição a partir de 2015, manter a qualidade do fornecimento com custos eficientes se tornou ainda mais relevante para a sustentabilidade do Negócio. A ANEEL pode abrir processo administrativo com possibilidade de caducidade da concessão (1) se violados os indicadores de qualidade do serviço, DEC e FEC¹ em determinadas circunstâncias. Neste novo cenário, a área de operação da Cemig vem aprimorando seus procedimentos e ferramentas, principalmente a partir de 2010 com a unificação dos sete COD regionais em um único COD em Belo Horizonte, e o Painel de Bordo é uma delas. Caracteriza-se como uma plataforma computacional, cujo diferencial está na disponibilização de informações inéditas para o tempo real, tanto no tipo quanto na forma, com dados georreferenciados integrados e sobrepostos ao sistema elétrico que, somando-se ao tradicional monitoramento e controle via sistema SCADA² e outras ferramentas de apoio, está contribuindo de certa forma com melhorias na consciência situacional (2) dos operadores para as decisões e ações de tempo real.

O Painel de Bordo aplica-se ao Sistema AT Cemig-D, que compreende quase 17 mil km de Linhas de Distribuição – LD e 400 subestações – SE, em uma área de concessão de 567 mil km² com 8,5 milhões de clientes.

O texto está organizado em 5 Tópicos. Neste Capítulo 1 tem-se a contextualização geral, no Capítulo 2 estão os motivadores do desenvolvimento, no Capítulo 3 as características, funcionalidades e os benefícios do uso do Painel de Bordo na operação em tempo real. No Capítulo 4 estão mostrados dois casos reais de utilização e finalmente o Capítulo 5 com as conclusões e descrição dos aperfeiçoamentos em desenvolvimento.

¹ FEC (frequência média de interrupção do fornecimento por consumidor) e DEC (tempo médio da interrupção por consumidor)

² SCADA – Sistema de Supervisão e Controle Remoto

2.0 - MOTIVADORES

Os motivadores para a construção do Painel de Bordo originaram-se dos desafios inerentes de sistema elétrico de grande porte, capilarizado, extenso e heterogêneo, além da carência de uma ferramenta que gerasse e integrasse informações afetas à operação em tempo real além dos tradicionais dados do sistema SCADA.

2.1 Diagnóstico – Visão Geral

A Figura 1 mostra um desenho ilustrativo resumido dos grupos de fatores em torno do sistema elétrico que interferem na qualidade da operação em tempo real, destacando onde Painel de Bordo traz a sua contribuição ao COD.

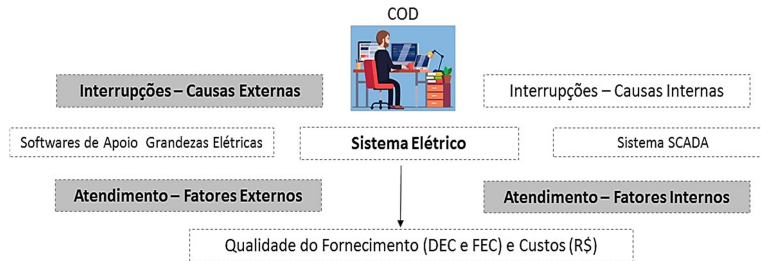
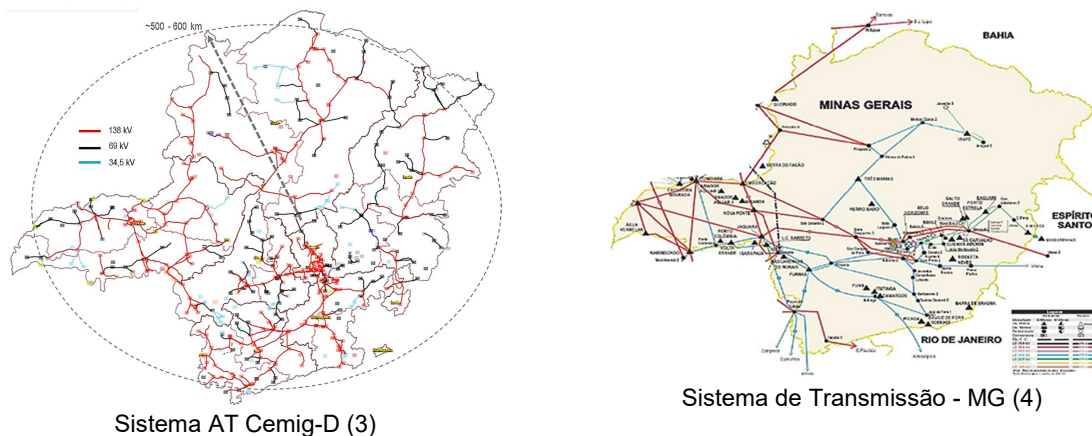


FIGURA 1 – Fatores que Interferem na Operação em Tempo Real

2.1 Características do Sistema Elétrico

As particularidades do Sistema AT Cemig-D estão mostradas junto com o Sistema de Transmissão da área Minas na intenção de facilitar o entendimento dos desafios específicos do COD, a começar pelas respectivas Topologias mostradas nos mapas elétricos da Figura 2.



Sistema AT Cemig-D (3)

Sistema de Transmissão - MG (4)

FIGURA 2 – Sistema Elétrico de Distribuição e de Transmissão

O Sistema de Distribuição AT tem naturalmente menos interligações do que o Sistema de Transmissão, ainda com eixos radiais e extensão similar à malha de 345 kV do Sistema Interligado Nacional – SIN (5). Os níveis de tensão típicos de 34,5 kV até 138 kV possuem confiabilidade inferior, sendo mais vulnerável à fatores externos que impactam seu desempenho. Outra característica são as distâncias envolvidas, já que o sistema AT atende os extremos da área de concessão, com raio médio de 500km a 600km, o que reflete complexidades de acionamentos e deslocamentos.

A Tabela 1 resume as diferentes características dos Sistemas Elétricos e os respectivos desafios do COD na operação em tempo real, constituindo-se parte dos motivadores para criação do Painel de Bordo em Módulos Múltiplos apresentados no Capítulo 3.

TABELA 1 – Características do Sistema Elétrico e Desafios para o COD na Operação em Tempo Real

Características	Transmissão	Distribuição	Limitações/Desafios no COD
Topologia	Anel	Radial e Anel	Restrição de transferências de carga
Interligações	(N-1) Maioria	(N-1) Parcial	Menores flexibilidades operativas
Exposição à Falhas	Menor	Maior	Maior n° de falhas
Capilaridade	Menor	Maior	Maior Área de Exposição
Operadores nas SE	Maioria	Sem	Limitações de manobras remotas
Distâncias Equipe x Instalações	Menor	Maior	Maior tempo de deslocamentos

Acessos às Instalações	Urbano/Rural	Muito Rural	Com acessos complexos
Disponibilidade de Comunicação	Maior	Menor	Maior dificuldade em áreas distantes
Nível de Telecontrole	Redundante	Parcial	Há perdas de telecontrole
Oscilografias Remotas	Maioria	Parcial	Maior tempo de análises de faltas
Indicador Regulatório	Parcela Variável	cliente x tempo	Qualidade medida 24hs por dia

2.2 Ferramentas

As ferramentas de supervisão e controle elétrico via SCADA naturalmente concentram-se nas variáveis elétricas, alarmes e proteções gerados, ficando o operador um tanto “cego” quanto à outros fatores (Externos e Internos) que interferem nas decisões do tempo real. Um resumo destas limitações está mostrado na Tabela 2.

TABELA 2 – Ferramentas e Limitações

Ferramentas Isoladas	Informação Disponibilizada	Limitação no COD
Fator Interno - Sistema SCADA	Grandezas Elétricas Pontuais, Alarmes e Comandos	Limitado ao telecontrole e telesupervisão Sem visão gráfica dos Fatores Externos e Internos (apresentados no capítulo 3)
Fator Interno - Diagramas Elétricos	Desenhos isolados de SE e LD	Sem georreferenciamento Sem Integração com outros Fatores
Fator Interno - Clientes Interrompidos	Tabela estática de Clientes Interrompidos	Sem gráficos de visualização Sem visão temporal por região Sem Comparação com limites regulatórios
Fator Externo - Sites de Meteorologia	Nuvens e descargas atmosféricas	Despadronização Acesso por Iniciativa Individual Sem Integração com Sistema Elétrico

3.0 - O PAINEL DE BORDO E BENEFÍCIOS PARA A OPERAÇÃO

Este item descreve os requisitos básicos para construção dos Módulos Funcionais do Painel de Bordo, com as características, forma de utilização e os respectivos benefícios para as ações do COD na operação em tempo real.

3.1 Requisitos e Características de TI

Os requisitos a seguir definidos com a área de TI da Cemig, responsável pelo desenvolvimento do Painel de Bordo, foram fundamentais para garantir os ganhos observados.

- Interface gráfica de fácil acesso;
- Para uso simultâneo de múltiplos usuários;
- Com multiplas camadas de informações georreferenciadas, integradas e sobrepostas ao sistema elétrico;
- Flexível para inserção de novos módulos funcionais e disponibilidade 24hs

O ponto de partida foi a ferramenta Geogoo, nao corporativa e disponível em 2014, que fazia o registro e visualização sobreposta ao sistema elétrico de descargas atmosféricas detectadas pelo SLT – Sistema de Localização de Tempestades.

O Painel de Bordo evoluiu para uma Infraestrutura Corporativa de Dados Espaciais (IDE) implantada na Cemig em 2015 para reorganizar o armazenamento, o acesso e a padronização do acervo de informações geoespaciais da empresa. A IDE é um conjunto integrado de tecnologias, políticas e procedimentos que possibilita a geração, o armazenamento e compartilhamento de informações geoespaciais interna ou externa, no âmbito da empresa.

Engloba um grande volume de imagens de satélites de alta, média e baixa resolução, utilizando o formato de webservices geográficos dos tipos WFS, WMS, WMTS, e outras, todas seguindo o padrão internacional OGC (Open GeoSpatial Consortium), uma organização voluntária internacional voltada para a definição dos padrões para uso e disseminação de informações geoespaciais. A Integração dos Módulos do Painel de Bordo se dá de forma automática e agendada através de Fluxos na ferramenta de ETL³ Geográfico FME⁴.

3.2 Benefícios

Mesclados com as habilidades e experiências dos operadores, os benefícios do Painel de Bordo para o COD tem se dado nas seguintes situações de tempo real:

- Condição Normal: Evitar e/ou minimizar o número de interrupções (FEC), com ações preventivas;
- Contingências: Reduzir o tempo de religamento para o maior número de clientes (DEC), com ações proativas;
- Otimizar e reduzir custos de equipes, no campo e no próprio COD (R\$).

³ ELT em inglês, *Extraction, Transformation e Load*. Refere às etapas pelas quais os dados passam antes de prontos para uso

⁴ FME em inglês, *Feture Manipulator Engine*. Plataforma de processamento e manipulação de dados geoespaciais

Destacam-se os ganhos de proatividade e fluxo de interação do COD com as equipes e campo, antes limitado aos dados do SCADA e de descargas atmosféricas. Ressalta-se que o Painel de Bordo tem sido utilizada por outras áreas da empresa com relação direta com o sistema elétrico, por exemplo, planejamento, manutenção, automação. Os Módulos dos Fatores Externos e Internos ao sistema elétrico e respectivos benefícios proporcionados, estão apresentados na Tabela 3, para Condição Normal e Contingência do Sistema Elétrico.

TABELA 3 – Benefícios do Painel de Bordo para o COD na Operação em Tempo Real

Módulo Fatores Externos	Condição Normal	Contingência
1 -Alertas Meteorológico	a) Aumentar a previsibilidade de riscos de interrupção por estes fatores	i) Mais informações auxiliando a interpretação dos eventos no SCADA
2 - Radar Meteorológico	b) Antecipar configurações operativas para melhorar a segurança	j) Maior assertividade na suspeita de falhas e realização de novos testes
3- Satélite Meteorológico	c) Otimizar preventivamente postos de operação do COD	k) Melhor acerto na indicação de possíveis locais de falta
4 -Descargas Atmosféricas	d) Antecipar e/ou prorrogar operadores do COD	l) Melhor orientação para as equipes de campo sobre o tipo provável de falha
5- Queimadas	e) Alertar e/ou acionar preventivamente equipes de campo para eliminar riscos iminentes	m) Melhor visão espacial de acessos e relevo para orientação das equipes de campo em inspeções
6 -Imagem de Satélite – Solo/Vegetação	f) Melhorar a assertividade do quantitativo de sobreaviso	n) Melhor histórico para análise de pós-operação
7- Cidades/Estradas	g) Realizar ajustes na execução de intervenção programada	
8 -Divisões Regionais	h) Melhorar a indicação em inspeções de falhas transitórias	
Módulo Fatores Internos	Condição Normal	Contingência
9 - SE e LD	o) Melhor visão espacial do SEP e posicionamento relativo das equipes de campo	r) Melhor visão espacial do SEP para interpretação de ocorrências
10 - SE Móveis		s) Mais assertividade em novos testes remotos
11- Estruturas de LD	p) Melhor visão das bases fixas das equipes, agilizando acionamentos	t) Visualização de imagem de estruturas de LD permitindo melhor avaliação de falhas e disparo de inspeções
12 – Alimentadores de rede de média tensão - MT	q) Melhor visualização das equipes em serviço, agilizando acionamentos	u) Otimização de acionamentos das equipes mais próximas às falhas
13- Bases de Equipe de SE e LD		v) Acionamento mais ágil para disparar o uso de SE móveis
14- Veículos de Equipe de SE e LD em serviço		w) Visualização do deslocamento de equipes em atendimento
15- Veículos de Equipe de Rede MT em serviço		

3.3 Módulos Funcionais

Este item apresenta o conteúdo das informações geradas pelos Módulos Funcionais, que podem ser visualizados de forma simultânea ou não, e como são obtidos os benefícios a partir da sua utilização pelo COD.

a. Visão Geral e Módulos de Acesso

A Figura 3 mostra a Tela Inicial do Painel de Bordo com o sistema elétrico AT georrferenciado, e ao lado direito a imagem ampliada da janela de acesso aos Módulos.

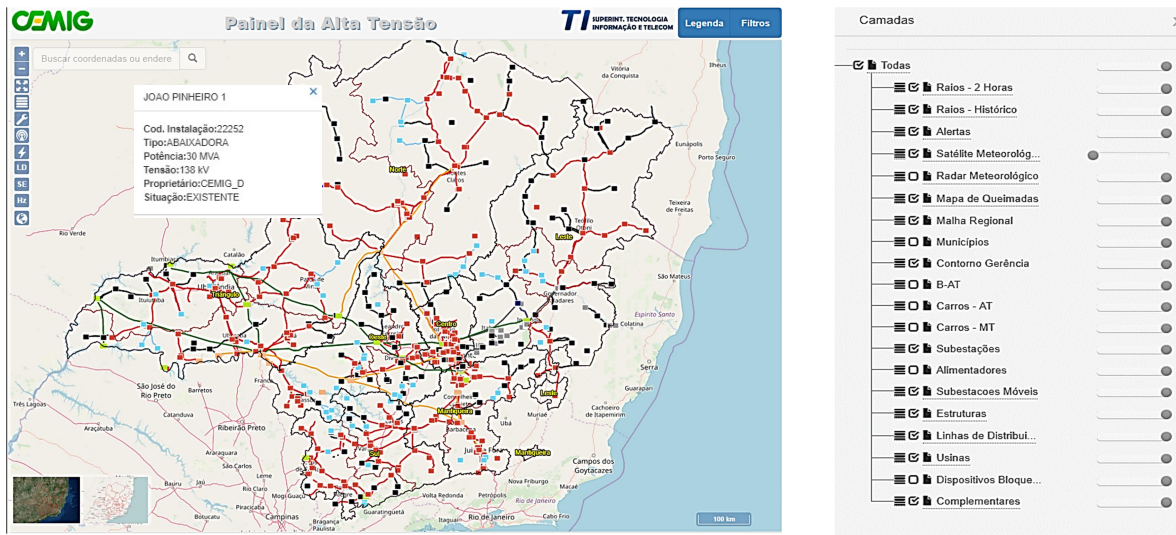


FIGURA 3 – Tela Inicial do Painel de Bordo e Acesso aos Módulos Funcionais

O Sistema Elétrico AT mostrado é georreferenciado, com as SE (quadrados) e as LD (linhas com as cores indicando níveis de tensão). No canto inferior esquerdo do mapa, a imagem de fundo pode ser alternada para visão de satélite, permitindo conhecer relevo, vegetação, topografia, etc.. Na janela dos Módulos, do primeiro ao nono estão os Fatores Externos e na sequência os Internos. A intensidade da visualização dos Módulos é ajustável pelo ícone ao lado.

b. Módulo de Fatores Externos – Dados Meteorológicos e Queimadas

A Figura 4 à esquerda mostra o módulo do Radar Meteorológico (círculo na região central de MG), do Satélite Meteorológico (manchas avermelhadas), de Descargas Atmosféricas (pontos coloridos) e dos Alertas Meteorológicos (áreas em azul) sobrepostos ao sistema elétrico. A imagem à direita mostra o Módulo do histórico de Descargas Atmosféricas mais utilizada na pós-operação e na gestão da manutenção para consulta de dias ou meses anteriores.

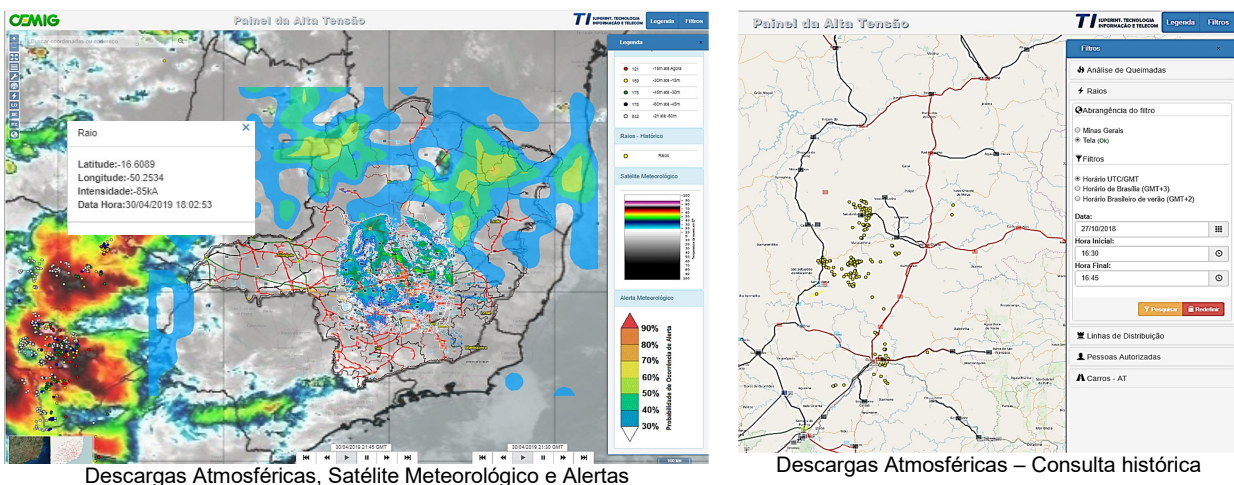


FIGURA 4: Módulo de Fatores Externos - Eventos Meteorológicos

As legendas ficam disponíveis do lado direito do mapa elétrico. Para as descargas, quanto mais “quente” a cor do ponto, mais recente é a incidência, que são gravadas em intervalos de 15 minutos (janela de até 120 min), mostrando intensidade (kA), local, dia e hora. Para as nuvens, quanto mais “quente” a cor, maior a intensidade da formação, e para os alertas com janela de até 7 dias, quanto mais “quente” a cor, maior a probabilidade desta previsão acontecer.

Ainda para os fatores externos, a Figura 5 mostra a informação de queimadas (símbolos coloridos de fogo no mapa).

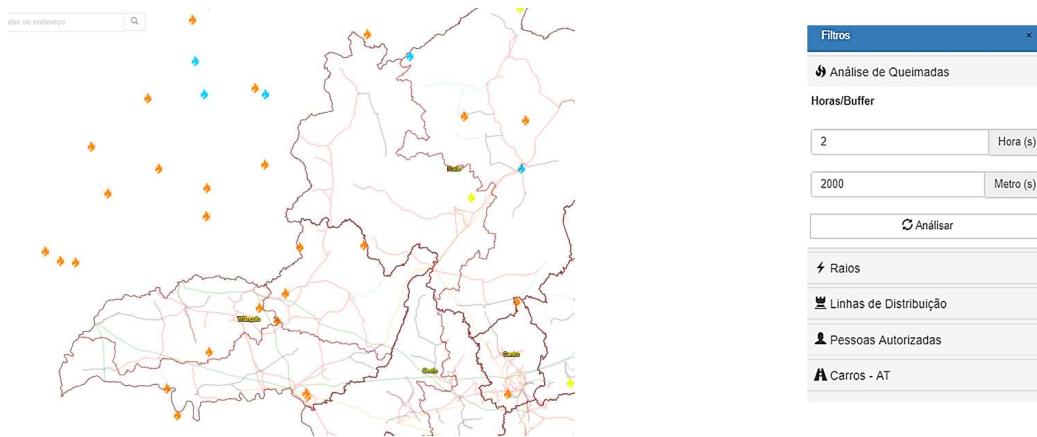


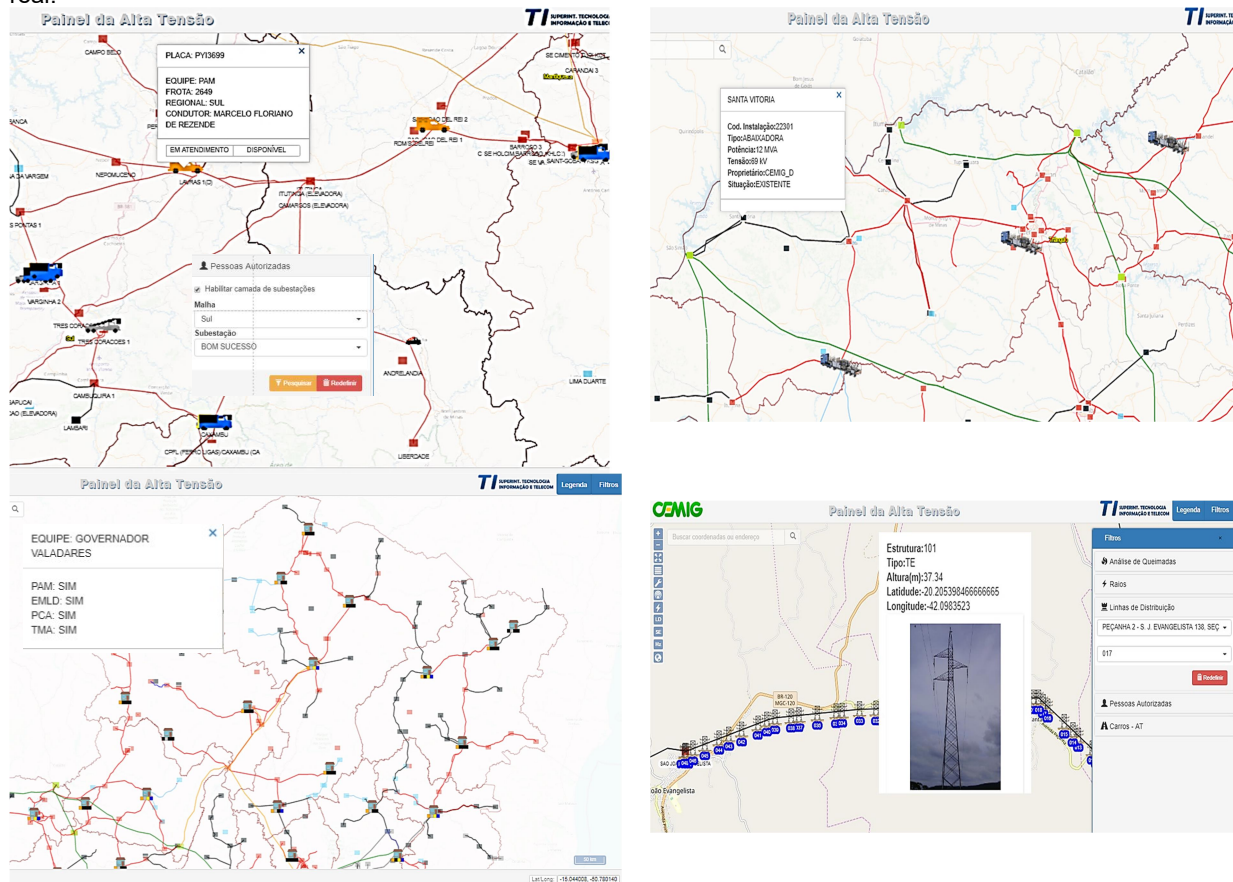
FIGURA 5: Módulo de Fator Externo - Queimadas

Os focos de queimadas podem ser vistos no intervalo de 24hs discriminados a cada 3 horas. Quanto mais “quente” a cor, mas recente é o evento. O COD normalmente deixa visível as queimadas das últimas 3 horas e no máximo a 2.000 metros distantes do sistema elétrico, como indicado na imagem da direita da Figura 5.

Conforme a Tabela 3, com as informações dos Fatores Externos em tempo real, o COD tem conseguido atuar com mais assertividade, tanto preventivamente para melhor se preparar no caso de interrupções e para eliminar/reduzir riscos de interrupção quanto em contingências, utilizando-os para reduzir o tempo e custos de reestabelecimento.

c. Fatores Internos – Sistema Elétrico, Bases Operativas e Veículos

Na Figura 6 estão mostrados sobrepostos ao sistema elétrico (SE e LD), em sentido horário, o módulo de SE móveis, de estruturas de LD, de alimentadores de rede, de bases operativas e de veículos das equipes em tempo real.



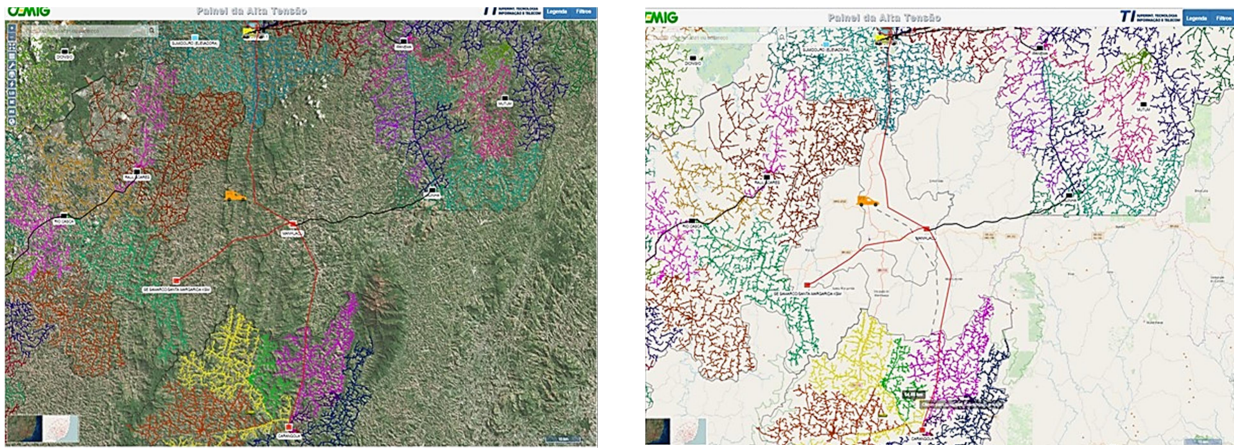


FIGURA 6: Módulo de Fatores Internos – Sistema Elétrico, Veículos e Bases Operativas

O módulo de SE Móveis é que permite ao COD visualizar a localização, características e disponibilidade destas instalações para acionamentos emergenciais com mais velocidade. O módulo de estruturas de LD é o que possibilita identificar remotamente as características das estruturas e fotos (madeira, concreto, metálica). O módulo de alimentadores é o que permite visualizar a rede e as possíveis interferências com LD e transferências de carga entre SE no caso de contingências. O módulo de Bases Operativas é o que possibilita ao COD visualizar quais os tipos e local das equipes e o módulo de Veículos em Serviço é o que permite visualizar em tempo real a posição e os deslocamento dos tipos de veículos e encontrar aquele mais próximo em serviço para o atendimento emergencial.

Conforme citado na Tabela 3, com as informações dos Fatores Internos em tempo real, o COD consegue tomar novas ações com mais velocidade e assertividade, principalmente nas situações de contingência. Por exemplo, agilizar decisões de emergência, fazer testes adicionais com segurança, melhorar a escolha dos acionamentos, a indicação dos prováveis tipos e pontos de falta, reduzindo tempo e custos de reestabelecimentos.

d. Módulo – Qualidade do Fornecimento e Controle do Montante de Uso do Sistema de Transmissão - MUST

A Figura 7 mostra à esquerda o Módulo de Gráfico Temporal de Cliente Interrompido e à direita o Módulo de Controle do MUST em tempo real.

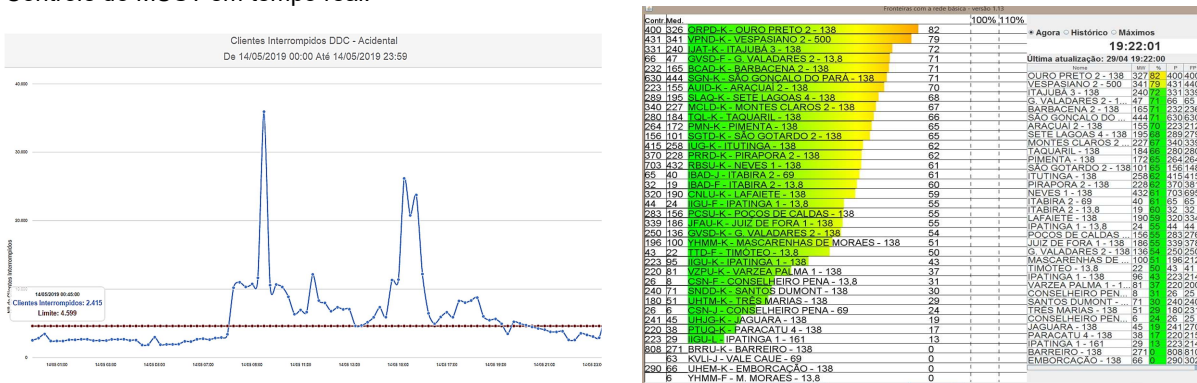


FIGURA 7: Módulo de Qualidade do Fornecimento e MUST

A linha reta vermelha é o limite regulatório diário do DEC e a linha azul é a visualização temporal 24hs dos clientes interrompidos. Imediatamente após um desligamento de uma SE ou LD, o COD consegue perceber o impacto na qualidade do fornecimento através dos picos observados no gráfico, servindo de base para avaliar o grau de urgência das ações de reestabelecimento. No painel do MUST, cada linha é um ponto de Conexão com a Rede Básica, facilitando a supervisão geral do MUST, permitindo ações rápidas de controle para evitar violações regulatórias (6).

3.2 Disposição do Painel de Bordo na Sala de Controle do COD

A Figura 8 é uma foto da sala de controle do COD e ilustra a disposição do Painel de Bordo.



FIGURA 8 – Painel de Bordo no VideoWall do COD

A localização central no telão (*videowall*) tem trazido ganhos para uniformizar a atenção dos operadores no sentido de dar abrangência e padronização sobre o grau de riscos ao sistema elétrico relativos aos Fatores Externos, além de estimular e facilitar o apoio mútuo entre postos de operação, produzindo decisões mais compartilhadas.

4.0 - RESULTADOS – EXEMPLO DE USO DO PAINEL DE BORDO EM CONTINGÊNCIAS

Este tópico apresenta duas situações reais de aplicação do Painel de Bordo pelo COD mostradas na Figura 9, sendo que a da esquerda ilustra a contingência em uma LD e a da direita em uma SE.

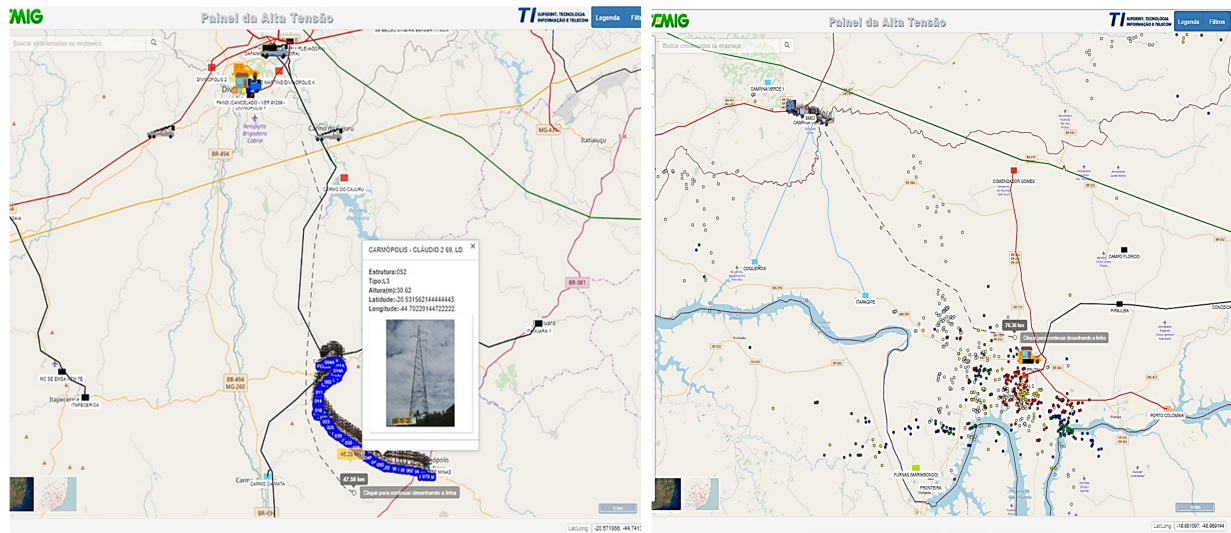


FIGURA 9 – Casos Reais de Aplicação do Painel de Bordo em Contingências.

A LD em contingência foi a LD radial 69 kV Cláudio 2 – Carmópolis, localizada no oeste do Estado, responsável pelo suprimento de cerca de 50 mil pessoas. Possui as características de Distribuição mostrados na Tabela 1, dentre elas, a ausência de operadores nas SE adjacentes, acessos rurais complexos, sem oscilografias remotas e telecontrole parcial. Através do SCADA, o COD visualizou os testes de religamento automático e as proteções operadas. Sem o Painel de Bordo, a ação seguinte do COD era acionar via telefone as equipes para manobras e inspeções locais, e aguardar contato telefônico do campo, sem mais informações e ações proativas. Com o Painel de Bordo, o operador do COD, neste caso, ampliou o seu campo de atuação com ações adicionais proativas, parte supracitadas na Tabela 3:

- Vegetação e relevo próximos: constatado morro e área de mata: hipótese de causa árvore;
- Ponto de falta indicado pelo relé: observado pelo Painel a presença de plantação de eucalipto;
- Tipo de Estruturas: verificou-se que era estrutura metálica robusta;
- Meteorologia e Queimadas: constatou-se que havia descargas atmosféricas, mas longe da LD e sem queimadas;
- Realização de novos testes: baseado nas informações, não foram feitos novos testes remotos pelo COD;
- Transferências de carga: foi observado pela rede MT que havia poucos pontos de interligação com outras SE;
- Limite regulatório de cliente interrompido: pode-se ver de imediato a violação do limite diário e a evolução temporal;
- Base Operativa: rapidamente o COD consultou qual base operativa e tipos de equipes estariam mais próxima;
- Equipes acionadas: foi possível visualizar e acionar as equipes de SE e LD em serviço e mais próximas;
- Interação com o campo: todas essas informações foram compartilhadas com as equipes acionadas;
- Deslocamento das equipes: foi possível acompanhar os deslocamentos e estimar o tempo de chegada no local, sem necessidade de novas ligações telefônicas que pudessem atrapalhar as equipes de campo e o próprio COD.

A equipe de LD foi para o local mais preparada com as informações prévias. Chegou ao local, confirmou árvore de grande porte fora da faixa de servidão sobre a LD, a retirou, e o COD reestabeleceu o sistema elétrico.

Nova caso da SE, a contingência foi na SE Frutal, localizada no Triângulo Mineiro, responsável pelo suprimento de quase 100 mil pessoas. Como no caso anterior, possui características de Distribuição mostrados na Tabela 1, dentre elas, ser radial, sem operadores nas SE, acessos rurais complexos, sem sinal de telefonia em alguns pontos, sem oscilografias remotas e telecontrole parcial. Através do SCADA, o operador do COD visualizou as proteções operadas, fez as manobras e testes iniciais, sendo não satisfatórios. Sem o Painel de Bordo, a ação seguinte do operador era acionar via telefone a equipe de SE para manobras e inspeções locais, e aguardar contato telefônico, sem mais informações. Com o Painel de Bordo, o operador do COD, neste caso, ampliou seu campo de atuação com ações adicionais proativas, parte supracitadas na Tabela 3:

- Meteorologia e queimadas: constatou-se que havia muitas descargas atmosféricas sobre a SE, sem queimadas;
- Realização de novos testes: baseado nas informações, foram feitos novos testes remotos pelo COD;
- Transferências de carga: foi observado pela rede MT que havia pontos de interligação com outras SE;
- Limite regulatório de cliente interrompido: pode-se ver que o limite diário foi violado no momento;
- Equipes acionadas: foi possível visualizar e acionar as equipes de rede MT e de SE disponíveis e mais próximas;
- Interação com o campo: todas essas informações foram compartilhadas com as equipes acionadas;
- Deslocamento das equipes: foi possível acompanhar os deslocamentos e estimar o tempo de chegada no local, o que antes não se conseguia, principalmente nos trechos sem sinal de telefonia;
- SE Móvel: o COD verificou de imediato que existia uma SE Móvel disponível a 95 km de distância, o que agilizaria a decisão sobre este recurso, caso necessário. Antes, gastava-se bom tempo consultando a área de manutenção.

A equipe de rede MT chegou na SE Frutal antes da equipe de SE, fez as primeiras inspeções e verificou a suspeita de isolador danificado. A equipe de SE que estava mais preparada com as informações prévias, chegou em seguida, confirmou isolador do barramento de 13,8 kV danificado, fez os reparos e o COD reestabeleceu o sistema elétrico.

Em ambos os casos, foi possível um decréscimo próximo de 30% no tempo de reestabelecimento e uma redução que pode ter atingido 20% nos custos de equipes e de deslocamentos. Na contingência da LD, as distâncias de deslocamento foram de 45km, e sem o Painel de Bordo poderiam ter chegado a 80km. Na contingência da SE, a informação antecipada de suspeita de descarga atmosférica fez a equipe passar pela base operativa e preparar a logística de material, dentre estes, isoladores reservas.

5.0 - CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma síntese da nova plataforma computacional Painel de Bordo, em uso no Centro de Operação da Cemig-D desde 2016, que vem trazendo ganhos na gestão de informações afetas ao tempo real e, conseqüentemente, na assertividade das ações dos operadores.

Os motivadores foram as próprias características do sistema elétrico, de grande porte e heterogêneo, com complexidade de operação remota e no campo, associadas à constatação de que a supervisão e telecontrole do sistema elétrico via SCADA pelo COD precisava ser complementada com a visualização de outros fatores afetos à operação em tempo real, o que passou a ser possível com o Painel de Bordo.

A construção da ferramenta pela equipe própria da TI da Cemig a partir dos requisitos dos operadores do Centro de Operação - COD foi fundamental para garantir agilidade de desenvolvimento, praticidade no uso e flexibilidade para aplicação de novos módulos.

Os benefícios para a operação em tempo real são observados em condição normal e, principalmente, em situações de contingências, ao disponibilizar o acesso imediato de informações de outros fatores além dos dados do SCADA, e que interferem nas análises e decisões do COD, de forma georreferenciada e sobreposta ao sistema elétrico. Os dois casos práticos de aplicação descritos sinalizaram redução de 30% e de 20% nos tempos e nos custos de reestabelecimentos, respectivamente, quando o COD utilizou dados adicionais do Painel de Bordo nas decisões.

Como trabalhos futuros, citam-se os novos módulos em fase de estudos e/ou construção no Painel de Bordo, dentre eles o Módulo de Geradores, Módulo de Estruturas Emergenciais Disponíveis, Módulo de Imagens de Vídeo de Subestações, Módulo de Limites de Capacidade das Instalações e Instruções Operativas e o Módulo das Intervenções Programadas em Andamento, todos para aumentar o domínio da consciência das condições operativas e dos fatores que afetam as decisões em tempo real no Centro de Operação.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANEEL, Contrato de Concessão de Distribuição ANEEL e Cemig-D – Quinto Termo Aditivo, de 21/12/2015;
- (2) Endsley, Mica R, Human Factor, Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic System, de 1995;
- (3) Cemig, Sistema Georreferenciado Cemig-D, Painel de Bordo, de 12/2015;
- (4) ONS - 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) ONS - Site do ONS, <http://ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>, de 05/2019;
- (6) ANEEL, Resolução ANEEL 666/2015 - Montante de Uso do Sistema de Transmissão - MUST, de 06/2015.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Bruno Henrique da Silva é Técnico em Eletrotécnica, com especialização em operação do sistema elétrico. Trabalha na Cemig desde 1989 na área de operação, atuando no COD na elaboração de sistemas corporativos e instruções de operação.

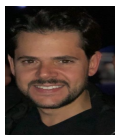
Carlos Jose de Andrade é analista de Informática e Engenheiro Eletricista, com especialização em Engenharia de software. Trabalha na Cemig desde 1988, atualmente na área de Soluções de Tecnologia da Informação - TI. Atuou nas áreas de manutenção e operação da Distribuição.

Hueliton Paz de Oliveira é Técnico em Eletrotécnica. Trabalha na Cemig desde 1986. Atuou no controle de manutenção de equipamentos e foi operador supervisor de Subestação. Atualmente, é Supervisor do Centro de Operação do Sistema Elétrico de Alta Tensão da Cemig-D.

Marco Aurélio da Silva Ferneda é Técnico em Eletrotécnica e Eletrônica e Advogado pela Universidade Federal de Uberlândia em 2001, com especialização em Direito Empresarial. Trabalha na Cemig desde 1990. Atuou nas áreas de operação, comissionamento e desenvolvimento de softwares para as áreas de gestão de ativos e planejamento da manutenção. Atualmente atua na área de gestão de manutenção.

Odimar José Bezerra Lima é Técnico em Eletrotécnica e Advogado. Trabalha na Cemig desde 1985. Atualmente é Supervisor do Centro de Operação do Sistema Elétrico de Alta Tensão da Cemig-D.

Rafael Carneiro Motta é Engenheiro Eletricista, graduado em 2007 pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, com especialização em sistemas elétricos de potência. Atuou no setor privado na área de automação. Trabalha na Cemig desde 2013 na área de ferramentas e métodos das equipes de manutenção de Alta Tensão.



Tiago Vilela Menezes é Engenheiro Eletricista em 2000 e mestre em 2007 pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, com MBA Executivo em 2008 no IBMEC-BH. Atuou em 2001 no setor privado de projetos de linhas e de subestações de Transmissão. Em 2002 ingressou-se na Cemig na área de viabilidade e planejamento da expansão. Atualmente é engenheiro coordenador da operação do Sistema Elétrico de Alta Tensão da Cemig-D.