



Grupo de Estudo de Subestações e Equipamentos de Alta Tensão-GSE

Reconstrução da subestação Porto Alegre 4 em tecnologia compacta e aumento da potência para 375 MVA

DANIEL WAGNER DE CASTRO LIMA(1); BRUNO ANDRADE MARTINATTO(1); ROBERTO ARNT TARRAGO(1); CEEE-GT(1);

RESUMO

Este informe técnico apresentará o desenvolvimento de engenharia da solução técnica proposta de repotencialização e adequação do arranjo da subestação Porto Alegre 4 (PAL 4), considerando o menor tempo de execução da obra, com um número reduzido de desligamentos e indisponibilidades no sistema elétrico interligado. Ao longo do estudo, serão demonstradas as propostas desenvolvidas considerando os requisitos de aumento de potência e carga definidos no planejamento setorial, levando em conta aspectos como espaço físico, viabilidade de execução, previsão para ampliações, interfaces com demais agentes do sistema e interferências com os equipamentos existentes atualmente em operação. Por fim, serão apresentados os modelos tridimensionais desenvolvidos com o objetivo de avaliar a compatibilidade dos diversos equipamentos (módulos GIS, painéis de média tensão, cabos isolados e barramentos blindados) inseridos na solução global.

PALAVRAS-CHAVE

Subestação abrigada; GIS; Upgrading; Uprating; Modelagem Tridimensional de Subestação

1.0 - INTRODUÇÃO

A subestação (SE) PAL 4 é a subestação com a maior potência de transformação 230/13,8 kV e a maior quantidade de alimentadores do parque de transmissão da CEEE-GT. Localiza-se em uma posição estratégica e de grande importância para o atendimento elétrico da região central da cidade de Porto Alegre/RS, onde situam-se cargas sensíveis como shopping centers, governo estadual, governo municipal, tribunais de justiça, entre outros. É composta por setores de 230 kV e 13,8 kV.

A necessidade de remodelamento e substituição dos equipamentos existentes da subestação deve-se ao fato de que possuem idade bastante avançada, sendo que os mais antigos entraram em operação no ano de 1973. A reforma desta SE foi projetada tendo em vista ainda o planejamento setorial que indicava o atendimento insatisfatório à carga na Rede Básica de Fronteira em 13,8 kV, a inadequação do esquema de manobra do setor de 230 kV, em desacordo com os níveis de confiabilidade e flexibilidade operacional preconizado nos Procedimentos de Rede do ONS, o não atendimento do critério N-1, a superação dos níveis de curto circuito das instalações de fronteira e do setor de 13,8 kV e a vida útil esgotada de todas as instalações, em 230 kV e 13,8 kV.

Neste trabalho serão apresentados os fatores limitantes que se apresentaram durante o projeto, bem como as ferramentas que foram utilizadas para obtenção de soluções técnicas viáveis, considerando o menor tempo possível para execução da obra, com um número reduzido de desligamentos e menor tempo de indisponibilidades no sistema elétrico interligado.

2.0 - SITUAÇÃO EXISTENTE

A subestação está localizada no cruzamento de três avenidas arteriais da cidade de Porto Alegre(RS), distante em cerca de 2 km do centro histórico e possui limitação física de expansão de terreno em todos os lados como pode ser observado na Figura 1. No centro do terreno, está localizado o setor de 230 kV, com os cinco transformadores existentes dispostos ao lado deste. Ao lado dos transformadores, fica o prédio onde estão abrigados os equipamentos de manobra de média tensão em 13,8 kV. As demais áreas do terreno, são ocupados por prédios para finalidades diversas, como manutenção de subestações e sistemas de telecomunicações.

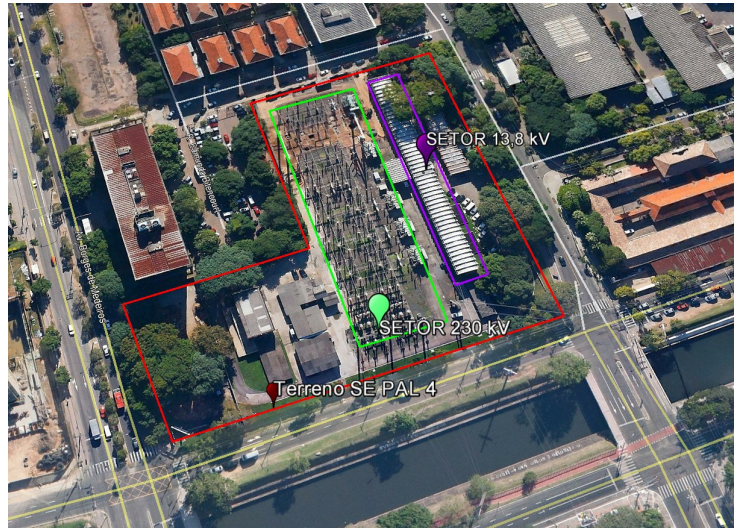


FIGURA 1 – Foto de satélite da SE Porto Alegre 4.

2.1 Setor 230 kV

O esquema de manobra do Setor 230 kV é misto, em tecnologia convencional isolado a ar, sendo que parte tem esquema de operação do tipo barra dupla sem chave isoladora e sem chave de bypass, e parte tem esquema de operação do tipo barra simples. O setor de 230 kV possui 3 entradas de linha - Porto Alegre 6, Porto Alegre 10 e Porto Alegre 9 (subterrânea), 5 módulos de conexão de transformador e 1 módulo de interligação de barras. O esquema unifilar do setor de 230 kV pode ser observado na Figura 2. A entrada de linha da LT PAL4-PAL9 pertence à acessante TPAE (Transmissora Porto-alegrense de Energia).

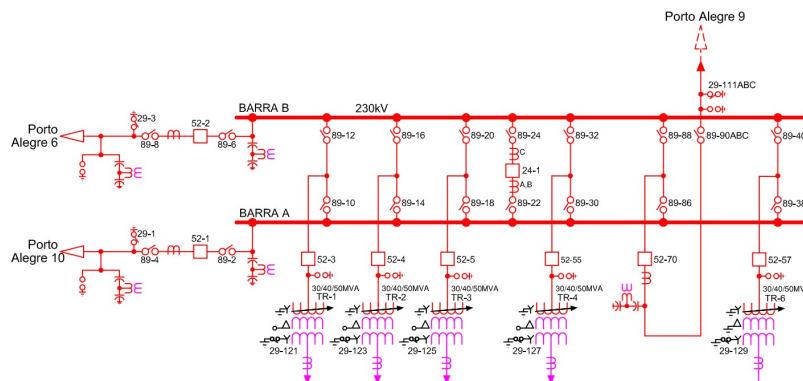


FIGURA 2 – Esquema unifilar do setor existente de 230 kV.

2.2 Setor 13,8 kV

O setor de 13,8 kV, classificado como Demais Instalações de Transmissão (DIT) de uso da distribuidora CEEE-D, é formado por 63 módulos de manobra, incluindo 5 conexões de transformadores (CT), 47 entradas de linhas (EL), 3 conexões de banco de capacitores (CCD), 5 módulos interligadores de barras (IB) e 3 módulos de transferência. No total, a capacidade própria de transformação é de 250 MVA, sendo distribuídos em 05 transformadores com 50 MVA cada.

Os painéis de média tensão de 13,8 kV estão instalados dentro de um prédio, conforme pode ser visto na Figura 3 e devido ao seu elevado tempo de operação, já houve diversas ocorrências de operação envolvendo estes equipamentos. Estes painéis conectam-se a alimentadores aéreos ou subterrâneos, sendo que entre os

subterrâneos, há sistemas de distribuição radiais, duplos radiais, reticulados e redes “spot”, cujos cabos também possuem vida útil elevada.



FIGURA 3 – Setor 13,8 kV existente.

3.0 - REQUISITOS DA AMPLIÇÃO

O estudo de ampliação da SE PAL 4 foi realizado considerando as seguintes premissas:

- O setor de 230 kV deve ser adequado para arranjo BD4, com a substituição de todos os equipamentos com vida útil esgotada. Como a disposição atual da SE não permite adequação apenas instalando novas chaves seccionadoras e a maioria dos equipamentos está em fim de vida útil, foi solicitada resolução autorizativa para reconstrução do setor em nova posição;
- O setor de 13,8 kV deve ser adequado para arranjo barra dupla com disjuntor duplo (BDDD), propiciando um arranjo altamente flexível em anel no setor de 13,8 kV, com a possibilidade de distribuição imediata de cargas entre cada segmento de barra, em caso de contingência nas transformações da própria Porto Alegre 4, atendendo assim, ao critério N-1. Como o atual setor é disposto em painéis de média tensão com vida útil esgotada e abrigados em prédio, foi solicitada resolução autorizativa para reconstrução do setor em nova posição;
- Todos os novos equipamentos do setor de 230 kV deviam ser compatíveis com níveis de suportabilidade de curto circuito considerando o caso de curto-circuito do ONS 2030 - volume 2 previstos no horizonte de planejamento. Já os equipamentos de 13,8 kV, teriam seus níveis de curto circuito dimensionados de acordo com os requisitos estabelecidos pela distribuidora para sua rede de distribuição. Os níveis de curto circuito envolvendo a terra foi ainda mais restrito tendo em vista as limitações da blindagem da atual rede de distribuição subterrânea. Na Tabela 1, são apresentados os níveis de curto circuito a serem utilizados como parâmetros para especificação dos equipamentos;

Tabela 1 – Níveis de Curto Circuito previstos para os novos setores da SE PAL 4

| Setor | Curto-circuito monofásico (kA) | Curto-circuito trifásico (kA) |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|
| 230 kV | 38,9 | 32,6 |
| 13,8 kV | 1,3 | 10,6 |

- Os 05 (cinco) transformadores existentes possuem vida útil esgotada, e os 250 MVA disponíveis não são suficientes para atendimento da carga no horizonte de estudo. Assim, os transformadores devem ser substituídos por unidades trifásicas de 75 MVA, com impedância diferenciada em relação ao padrão de máquinas similares instaladas em outras SEs, para contribuir para a diminuição nos níveis de curto circuito do novo setor de 13,8 kV;
- Tendo em vista a importância da carga atendida pela SE, foi assumido que desligamentos não seriam admitidos, com exceção de casos pontuais para remanejamento de alimentadores. Assim, a solução deveria prever uma forma de construção com a máxima independência possível em relação às instalações existentes;
- Dentro do planejamento setorial, há indicativos de que deve ser previsto espaço para ampliação futura do setor de 230 kV com a instalação de duas novas entradas de linha 230 kV, três módulos de conexão de transformadores, um novo setor de 69 kV, e três novos transformadores de 230/69 kV – 83 MVA cada;
- A maior parte do espaço do terreno da SE já está ocupada, sendo que na extremidade oposta ao atual

prédio de painéis de média tensão, há um prédio não passível de modificação, por fazer parte do inventário do patrimônio histórico municipal.

4.0 - ALTERNATIVAS ESTUDADAS

Diante das premissas estabelecidas, foram feitas as primeiras definições para então serem realizados estudos prévios para a possível alocação dos equipamentos no terreno disponível na SE:

- Os novos equipamentos de 230 kV deveriam ser em tecnologia compacta isolada a gás SF₆ (GIS), tendo em vista a restrição de espaço e a área densamente povoada onde se localiza a SE;
- A mesma restrição de espaço se aplica ao setor de 13,8 kV, que deve continuar sendo em painéis de média tensão abrigados;
- Devido às restrições de desligamentos, foi apenas considerado o terreno disponível atualmente para a ampliação, não interferindo com a SE em operação.

Com essas definições, estudou-se as alternativas demonstradas a seguir.

4.1 Alternativa A – Equipamentos instalados em prédio único com transformadores abrigados

Inicialmente foi avaliada a instalação dos equipamentos em um prédio único, em local disponível do terreno, onde atualmente situa-se uma área de estacionamento. Nesta alternativa os cinco novos transformadores ficariam abrigados, no pavimento térreo, com sistemas de combate à incêndio próprios, de circulação de óleo e de refrigeração, conforme fosse necessário por definição dos projetos executivos e recomendações dos fabricantes.

A interligação entre os transformadores e seus módulos de manobra de 230 kV seriam realizadas através de linhas isoladas a gás (*GIL – Gas Insulated Line*) e as chegadas das linhas de transmissão seriam realizadas através de muflas e cabos isolados. Os módulos de 230 kV ficariam no 2º pavimento, e os painéis de média tensão do setor de 13,8 kV ficariam no terceiro pavimento.

4.2 Alternativa B – Setor 230 kV ao tempo sobre o prédio com transformadores externos

Foi avaliada também a possibilidade de construção de um prédio único para abrigar os setores de 13,8 kV e 230 kV. Nesta configuração, os equipamentos de 230 kV seriam instalados sobre o prédio a ser construído, de forma a aproveitar a chegada aérea das LTs PAL6 e PAL10, que seriam ancoradas na estrutura do prédio, sendo conectadas à GIS através de buchas de transição gás SF₆/ar. O painéis de média tensão, neste caso, seriam instalados no pavimento térreo.

Já os transformadores seriam instalados próximos à cerca da SE, em linha, e interligados aos seus módulos de conexão por cabos isolados ou linhas isoladas a gás (*GIL – Gas Insulated Line*).

4.3 Alternativa C – Setor 230 kV no piso térreo com transformadores externos

Por fim, chegou-se a alternativa onde um prédio, em forma de “L”, seria construído para abrigar o setor de 230 kV no pavimento térreo, a sala de comando seria instalada no segundo pavimento e os equipamentos de 13,8 kV ocupariam o terceiro pavimento. Os transformadores ficariam no pátio externo, sendo que três deles seriam instalados na primeira etapa e, após a transferência da carga, parte do atual setor de 13,8 kV poderia ser demolido, para instalação dos dois transformadores restantes.

4.4 Resumo de alternativas

Com base nas alternativas descritas foram avaliadas as seguintes vantagens e desvantagens de cada solução, conforme apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 – Quadro comparativo das vantagens e desvantagens das alternativas

| Alternativa | Vantagens | Desvantagens |
|-------------|--|--|
| A | <ul style="list-style-type: none"> Redução da área a ser utilizada; Construção da obra inteira em única etapa. | <ul style="list-style-type: none"> Altura do prédio elevada, o que poderia resultar em fundações mais profundas, o que seria indesejável devido à baixa qualidade do terreno na região; Dificuldade para chegada de novos cabos isolados 230 kV (previstos nas futuras expansões) no 2º piso, onde ficaria o setor de 230 kV; Pouca área disponível para recuo da calçada; Dificuldades de mensuração prévia dos custos dos sistemas de combate à incêndio, circulação de óleo e refrigeração dos transformadores. |
| B | <ul style="list-style-type: none"> Transformadores instalados ao tempo, sem necessidade de qualquer sistema de | <ul style="list-style-type: none"> Prédio muito próximo ao limite do terreno na avenida Ipiranga, não respeitando o recuo |

| | | |
|---|---|--|
| | <p>ventilação ou sistema de combate à incêndio não convencional;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construção da obra inteira em única etapa; • Após o reencabeçamento das LTs 230 kV no prédio da GIS, poderiam ser retirados os pórticos de chegada das LTs. | <p>regularizar;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durante a construção do prédio obstruiria o acesso à parte do pátio, principalmente aos TRs 1,2 e 3, dificultando o acesso durante manutenções de emergência; • O tamanho do prédio seria definido pelo tamanho do conjunto de cubículos, o que poderia resultar em subaproveitamento dos demais pavimentos; • Necessidade de reencabeçamento das LTs 230 kV, com a instalação de um novo poste para a chegada das LTs PAL 6 e PAL 10; • Interligação dos módulos de manobra 230 kV dos transformadores às buchas de 230 kV dos TRs mais distantes do prédio ficariam muito longos, exigindo valor excessivo para linhas GIL (<i>Gas Insulated Line</i>). |
| C | <ul style="list-style-type: none"> • Transformadores instalados ao tempo, sem necessidade de qualquer sistema de ventilação ou sistema de combate à incêndio não convencional; • Não há necessidade de construir um prédio completo para todos os módulos GIS, ou seja, o prédio poderá ser ampliado para os futuros módulos de CT e EL, que seriam objeto de leilão futuro; • Apesar de ser realizada a construção em duas etapas, não há necessidade de construção de interligações provisórias; • Não há necessidade de alterar o traçado de chegada das LTs 230 kV; • Minimizado o impacto da obstrução do acesso à SE existente visto que durante a construção do prédio ainda haverá espaço para a passagem de veículos entre a extremidade do prédio e o pórtico atual das LTs de 230 kV (próximo à Av. Ipiranga); • Facilidade de migração de alimentadores, visto que os traçados atuais das canaletas por onde saem os cabos de alimentadores serão mantidos. | <ul style="list-style-type: none"> • Construção da obra em duas etapas; • Construção de uma estrutura de transição, ao longo do passeio público, para ancoragem das LTs; • Dependendo do local escolhido para os futuros TRs 230/69 kV, pode ser necessário <i>GIL</i> ou cabos isolados longos para interligar os módulos de conexão a estes transformadores. |

5.0 - SOLUÇÃO PROPOSTA

Dentre as alternativas foi escolhida a alternativa C, a qual é detalhada nos próximos itens.

5.1 Novo Prédio

No local onde se situa um estacionamento e área de circulação, no lado sul/sudeste do terreno, deve ser construído um novo prédio, com três pavimentos e mais um subsolo, para abrigar os equipamentos de manobra dos setores de 230 e 13,8 kV, serviços auxiliares e painéis de proteção, controle e supervisão. Ainda, neste prédio deve ser previsto espaço para encaminhamento dos cabos de alimentadores, cabos isolados de 230 kV e cabos de interligação dos transformadores 230/13,8 kV.

5.2 Setor de 230 kV

O novo setor de 230 kV, em tecnologia GIS, será no pavimento térreo do novo prédio, em sala com pé direito duplo e ponte rolante para movimentação e instalação dos equipamentos.

Sob o piso do setor de 230 kV, será previsto um subsolo, rebaixado em relação ao nível da rua, para entrada dos cabos isolados de 230 kV das LTs PAL 6, PAL 10 e PAL 9. As LTs PAL 6 e PAL 10 são linhas de transmissão aéreas, chegam à SE em circuito duplo, e para realizar a interligação com a SE através de cabos isolados, será construída uma estrutura de transição, com muflas ar/cabo isolado, possibilitando a demolição do atual pórtico de ancoragem e a futura ampliação do setor de 230 kV.

5.2.1 Interligação entre os transformadores e seus módulos de conexão em 230 kV

Para a interligação dos módulos de 230 kV com os transformadores foram avaliadas duas alternativas: através de cabos isolados ou através de barramentos isolados a gás (*GIL*).

Entre os fatores avaliados para a escolha, foi considerada a confiabilidade, a necessidade de manutenção no longo prazo, o custo e a facilidade de instalação, adequação ao espaço físico disponível e desempenho elétrico em relação a transitórios.

Em relação à necessidade de manutenção no longo prazo, devido à baixa taxa de falhas das alternativas, as duas foram consideradas equivalentes. Já em relação à facilidade de instalação e a adequação ao espaço físico, com a possibilidade de realizar o traçado mais adequado entre as máquinas e seus respectivos módulos de conexão, as linhas isoladas a gás apresentam características mais favoráveis principalmente por não ser necessário o atendimento aos raios mínimos de curvaturas, como ocorre com os cabos.

Em relação ao custo, chegou-se a conclusão que os cabos isolados apresentariam valores com menor custo, pois foram realizadas cotações em que a média acabou ficando por volta de R\$ 1.500,00 por metro. Já em relação às linhas isoladas a gás (GIL), foram obtidas informações preliminares de que teriam custo em torno de US\$ 3.000,00 por metro. Já em relação ao desempenho elétrico, observa-se que os cabos isolados contribuem para minimização de quaisquer efeitos indesejados de sobretensões transitórias de chaveamento dos equipamentos GIS (very fast transients – VFTs), conforme referência [5] o que poderia ocasionar a necessidade de requisitos adicionais para proteção dos transformadores.

Portanto, pelas características expostas, optou-se pela utilização de cabos isolados nas novas instalações, por apresentarem melhor custo-benefício.

5.2.2 Módulo de entrada de linha da SE PAL 9

A LT Porto Alegre 4 – Porto Alegre 9 é uma linha subterrânea com comprimento de aproximadamente 10 km, de propriedade da transmissora TPAE, a qual é acessante na SE PAL 4. A LT possui quatro cabos, sendo um deles um cabo reserva, o qual pode ser chaveado adequadamente para substituir qualquer um dos demais. Tal comutação é realizada através de um arranjo de chaves seccionadoras e rede aérea, tanto na chegada da SE PAL 4, quanto na chegada da SE PAL 9.

Para manter tal característica e integrar à LT na nova GIS, deve ser projetado um arranjo de chaves equivalente no novo setor de 230 kV. Além disso, devido às características elétricas específicas dos cabos subterrâneos, devem ser realizados estudos elétricos para definir a necessidade de instalação de novos compensadores ou outros equipamentos associados aos módulos de conexão da LT.

Tais atividades serão realizados pelo agente detentor da concessão da LT PAL 4-PAL 9. Contudo, no novo prédio deve ser previamente considerada a necessidade de espaço adicional para passagem dos cabos subterrâneos da LT, que devem ser remanejados a partir de seu traçado atual, bem como espaço na sala da GIS para acomodar todos equipamentos do EL 230 kV PAL 9, os quais ocuparão um espaço maior que os demais módulos convencionais, com das LTs PAL 6 e PAL 10.

5.3 Setor de 13,8 kV

O novo setor de 13,8 kV será instalado no terceiro pavimento do novo prédio, em sala própria. Será formado por painéis de média tensão blindados isolados a ar, e será construído em arranjo barra dupla com disjuntor duplo (BDDD), conforme mostrado na Figura 4. O diagrama unifilar demonstrado corresponde a uma das barras que será conectada a um dos transformadores 230/13,8 kV – 75 MVA e será similar para os demais transformadores.

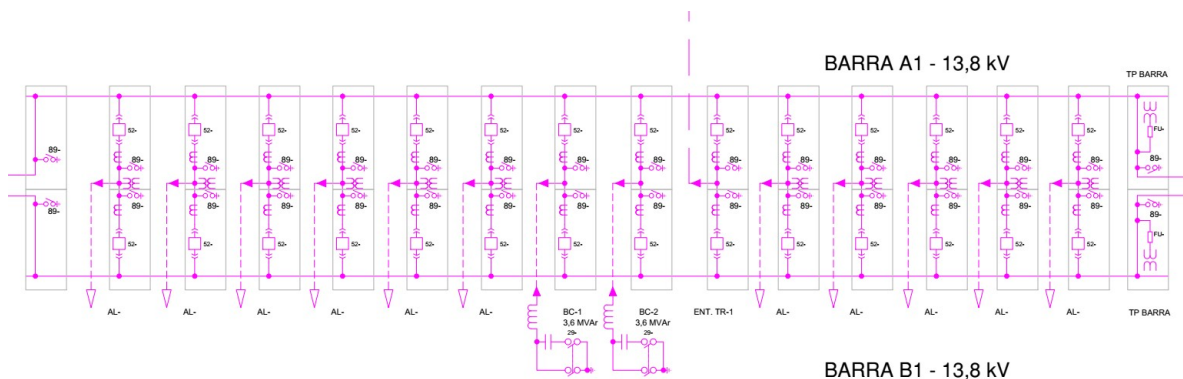


FIGURA 4 – Esquema unifilar do setor futuro de 13,8 kV.

Tal configuração operacional foi escolhida devido ao fato de que com a utilização do arranjo convencional para setores de 13,8 kV, que é a barra principal e transferência (BPT), seria necessária a instalação de uma segunda linha de painéis para realizar a função de barramento de transferência. Contudo, para a função de chave de

transferência, foi observado que, para a corrente requerida para a transferência dos módulos, alguns equipamentos do mercado não possuíam ensaios de tipo, ou simplesmente, não haveria ganho de escala, sendo mais eficiente economicamente instalar disjuntores nos dois lados. Sendo assim, o custo do arranjo com disjuntor duplo, em relação ao barramento principal e de transferência seria compensado pelo ganho de flexibilidade operativa.

5.3.1 Interligação do secundário dos transformadores ao módulo de manobra

Conforme os procedimentos de rede, todos transformadores da rede básica (RB) e rede básica de fronteira (RBF) devem ser dimensionados, em sua curva de carga diária, uma sobrecarga de até 40% durante 30 minutos. Este requisito, para a tensão (13,8 kV) e potência (75 MVA nominal e 105 MVA com sobrecarga) definidos, resultaria em correntes máximas de até 4,4 kA na saída dos secundários dos transformadores.

Em consultas ao mercado foi observado que alguns fabricantes possuíam equipamentos de manobra para atender até 4.000 A, restringindo a competitividade no fornecimento. Além disso, a elevada corrente exigiria uma quantidade grande de cabos isolados de elevada bitola por fase, o que poderia exigir soluções diferenciadas para a chegada dos cabos nos painéis de média tensão, como por exemplo a utilização de barramentos blindados de cobre. Devido a esses motivos, foi solicitado a restrição da sobrecarga em emergência para correntes de até 4.000 A.

5.4 Etapas de execução

O empreendimento deve ser executado em duas etapas, sendo que entre as etapas deve existir a transferência das cargas para as novas instalações.

5.4.1 Etapa 1

De forma a evitar a intervenção e a interferência com os equipamentos em operação atualmente, foi prevista a utilização do terreno disponível na frente da SE, onde há espaço livre e prédios que podem ser demolidos sem impacto na operação. Desta forma, na primeira etapa será construído todo o novo prédio, instalados os novos equipamentos de 230 kV e 13,8 kV dentro deste, e instalados os três primeiros novos transformadores 230/13,8 kV. Ainda, nessa primeira etapa serão realizadas todas as conexões entre os transformadores e seus módulos de conexão 230 e 13,8 kV, bem com as novas chegadas de linhas de transmissão com cabos isolados 230 kV.

5.4.2 Migração de cargas - Integração com a distribuidora

Após a conclusão da etapa 1, uma etapa crítica envolve o remanejamento das cargas dos alimentadores dos módulos antigos para os novos. Visando minimizar o impacto nos indicadores de interrupção de energia, está sendo previsto o lançamento de novos cabos desde os novos painéis até o ponto onde serão conectados à rede de distribuição existente, e a utilização de plugues desconectáveis de engate rápido com novas caixas de emenda com tamanho adequado para comportar todas as conexões dos 58 alimentadores.

Devido à complexidade da rede de distribuição local, e tendo como objetivo minimizar possíveis problemas causados pela interface entre os diversos agentes envolvidos no empreendimento, foi solicitado ao órgão regulador autorização para inclusão no investimento deste trecho de remanejamento de cabos de alimentadores no orçamento da transmissora.

5.4.3 Etapa 2

Após a migração parcial das cargas, parte do atual prédio com painéis de média tensão antigos deve ser demolido, possibilitando a utilização do espaço para alocação dos últimos dois novos transformadores 230/13,8 kV.

5.5 Desenhos

Diferentemente das subestações convencionais, que possuem equipamentos instalados na superfície do terreno, nas subestações compactas urbanas frequentemente há a necessidade de realizar a instalação de equipamentos em diversos níveis (pavimentos). Já a interligação entre estes equipamentos pode atravessar diversos níveis, ocasionando possíveis conflitos na locação dos equipamentos e/ou sobreposições. Dessa forma, nesses tipos de projetos, se faz necessária a construção de modelos tridimensionais para avaliar tais questões e também observar todas as interferências que o projeto terá no dia a dia da SE, como condições de circulação, entrada e saída para veículos de manutenção e equipamentos, acesso para operação e manutenção de equipamentos, painéis, cablagem, etc. Com base nisto foram desenvolvidos modelos da nova SE PAL 4, integrados a SE atual, de forma a mitigar a possibilidade de conflitos entre os equipamentos e suas conexões. Estes modelos estão demonstrados na Figura 5.

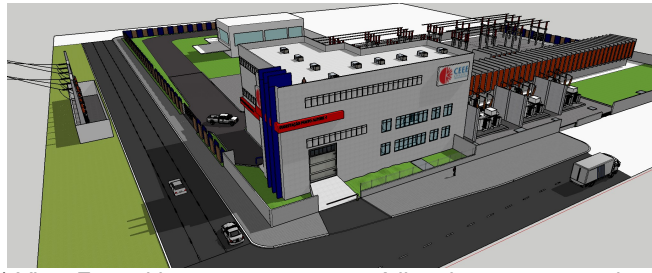


FIGURA 5 - (a) Vista Frontal juntamente com o prédio e barramentos existentes (ao fundo).

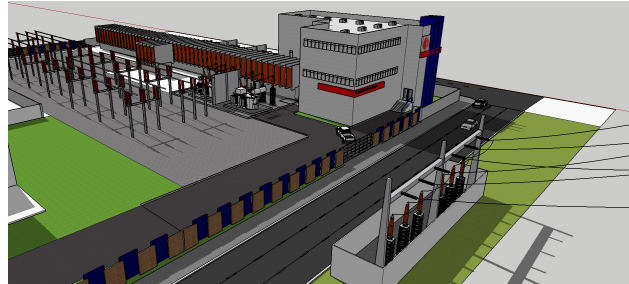


FIGURA 5 - (b) Vista Lateral/Traseira juntamente com o prédio e barramentos existentes (ao lado).

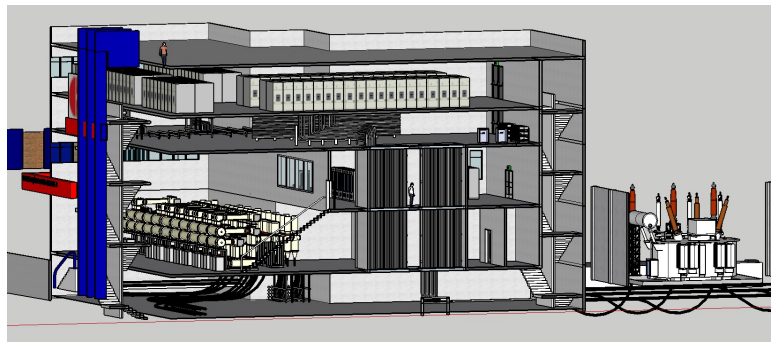


FIGURA 5 - (c) Vista em corte demonstrando o traçado dos equipamentos internamente ao prédio.

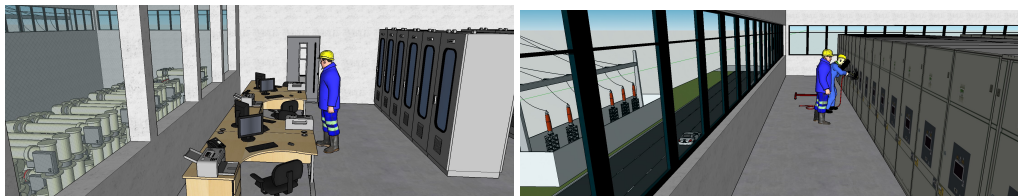


FIGURA 5 - (d) Vistas internas do prédio, onde é possível distâncias para circulação e espaço para atividades.

6.0 - CONCLUSÕES

Durante o desenvolvimento do projeto foi possível observar algumas dificuldades inerentes a este tipo de empreendimento, no âmbito da transmissão, que se faz cada vez mais necessário, devido à escassez e ao aumento de custo dos terrenos urbanos.

Tendo em vista o fato de não existir no banco de preços da ANEEL e tampouco nos procedimentos de regulação tarifária (PRORET), previsão para instalações não convencionais, a atividade de elaboração de estudos para expansão do sistema em SEs com este tipo de equipamento se mostra bastante complexa. Devido à tecnologia GIS possuir um restrito número de fornecedores, as informações como custo de fornecimento detalhado acabam se tornando estratégicas para as empresas. O mesmo se aplica aos materiais de interligação, como cabos isolados 230 kV e barramentos blindados, que em regra, são utilizados em projetos específicos, em menor escala, no segmento de transmissão.

Um aspecto bastante relevante deste empreendimento, por envolver diversos agentes (duas transmissoras e uma distribuidora) e um grande número de cargas (46 alimentadores), é a coordenação de atividades que devem ser realizadas desde o início da fase de projeto. Isso acaba por impactar diretamente também no risco e na execução do cronograma físico e financeiro do empreendimento.

Outro fator que se apresentou e que se mostra cada dia mais necessário é a modernização dos métodos de projeto no setor elétrico, com a incorporação de tecnologias mais avançadas de modelagem, como BIM, CAD 3D, etc. Isso possibilita a avaliação de aspectos das SEs de forma mais abrangente, facilitando a avaliação de distâncias de isolamento, propiciando modelos para avaliação de ruído ambiental, impacto visual no meio urbano, e aumentando a assertividade dos projetos e orçamentos desde sua concepção até a energização.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ONS, REL 0049/2013 - Propostas para Melhoria da Segurança das Instalações Estratégicas do Sistema Interligado Nacional – Avaliação dos Aspectos Relacionados aos Arranjos de Barramentos, Versão Final, 26 de Fevereiro de 2015. Brasil.
- (2) Albuquerque, L.M.; Fraga, F.N.; Godoy, A.V.; Arcon, A.B. - Análise comparativa para tomada de decisão na escolha da tecnologia para implantação de novas subestações, XXII SNPTEE – Brasília, Outubro 2013.
- (3) International Electrotechnical Commission. IEC 62271-203: High-voltage switchgear and controlgear – P3rt 203: GIS rated voltages above 52 kV, 2011.
- (4) CIGRÉ, Working Group B3.17, Brochure 381, GIS State of the Art 2008, June 2009.
- (5) Abdullah, Mousa & Said, A & Badran, Ebrahim. (2014). New Techniques for Disconnecter Switching VFT Mitigation in GIS. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) ISSN: 2088-8708. 4. 179-192.
- (6) ONS, Procedimentos de Rede - Submódulo 2.3 – Requisitos mínimos para transformadores e para subestações e seus equipamentos, Revisão 2016.12, 2016. Brasil.
- (7) ANEEL, Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET) - Submódulo 9.7 – Implementação de Melhorias e Reforços em Instalações sob Responsabilidade de Concessionárias de Transmissão, Revisão 1.1, de 22/12/2014. Brasil.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Daniel Wagner de Castro Lima, nascido em Porto Alegre/RS no ano de 1986. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2010. Especializado em Automação Industrial pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 2013. Desde 2011, desenvolve atividades profissionais na Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-GT) na Engenharia de Subestações da Área de Expansão da Transmissão.



Bruno Andrade Martinato, nascido em Rio Grande/RS no ano de 1985. Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG) em 2008. Desde 2010, desenvolve atividades profissionais na Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-GT), na Engenharia de Subestações e Linhas de Transmissões da Área de Expansão da Transmissão.

Roberto Arnt Tarragô, nascido em Porto Alegre/RS. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2009. Possui Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Desde 2011, desenvolve atividades profissionais na Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-GT), na Engenharia de Subestações da Área de Expansão da Transmissão.