



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

Versão 1.0
XXX.YY
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO - VIII

GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO – GSE

**SUBESTAÇÕES ABRIGADAS – SOLUÇÃO PARA A REPOTENCIALIZAÇÃO DE SUBESTAÇÕES EM ÁREAS
ALTAMENTE URBANIZADAS**

Julio Cesar Ramos Lopes (*)
INOVATEC Consultoria e Engenharia

Francisco André Gonçalves Junior
AES Eletropaulo

RESUMO

A ocupação dos espaços urbanos nas grandes cidades brasileiras tem se tornado um desafio cada vez maior. Entretanto, este desafio pode se tornar uma grande oportunidade.

É o que mostra a experiência da Eletropaulo em repotencializar e modernizar a subestação ETD Itaim. A solução proporcionou além da melhoria da confiabilidade de suas instalações, todo o capital necessário para o investimento, obtido com a venda do terreno remanescente.

O reajuste tarifário ligado a este ativo foi otimizado com uma melhor taxa de ocupação do terreno e com o aumento da parcela de depreciação, uma vez que a subestação existente possuía equipamentos e construções com idade avançada e bastante depreciados.

PALAVRAS-CHAVE

Subestações urbanas, Repotencialização, Compactação, Equipamentos SF6, Impacto ambiental

1.0 - INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas da Eletropaulo atualmente é a repotencialização e a modernização de subestações existentes e próximas do final de sua vida útil, situadas em regiões densamente urbanizadas.

A verticalização das construções e o conseqüente aumento da demanda em bairros com população de alto poder aquisitivo tem levado a um boom imobiliário, aumentando os custos e as dificuldades para o acréscimo de potência em subestações existentes, que embora tenham espaço para ampliação, não podem paralisar sua operação durante as obras.

Por outro lado, a falta de disponibilidade de lotes vazios ou pouco ocupados nas vizinhanças torna atrativas as alternativas empregando soluções compactas abrigadas, que reduzem o espaço necessário para a nova subestação. Estas soluções permitem a venda dos terrenos remanescentes, além de contribuir para um melhor retorno nos reajustes tarifários devido à melhor taxa de ocupação do terreno da subestação.

Este trabalho apresenta o caso real da subestação ETD Itaim, mostrando os possíveis arranjos e as alternativas estudadas - compacta convencional, isolada a gás SF6 e híbrida – e as razões que levaram à solução empregada.

Esta subestação, implantada na década de 40, situa-se em uma das regiões mais valorizadas de São Paulo, nas proximidades da Avenida Faria Lima. Possuía equipamentos, que embora estivessem em perfeitas condições de

operação, alcançaram sua obsolescência tecnológica, por não haver mais peças de reposição fabricadas pelo mercado.

O trabalho apresenta também as considerações feitas com relação aos aspectos de segurança das instalações quanto a incêndio e explosão de transformadores.

Aborda as dificuldades para a obtenção do licenciamento ambiental, que exigiu estudos e soluções para os impactos relacionados ao ruído, contenção de óleo em possíveis vazamentos, emissão de campos eletromagnéticos, movimentação de terra durante a construção, e descarte dos materiais e equipamentos inservíveis da subestação que seria desmantelada.

Mostra as soluções para as entradas e saídas das linhas de subtransmissão aéreas e subterrâneas, além das saídas dos alimentadores de distribuição.

Apresenta as considerações e soluções para preservar as distâncias necessárias de segurança durante atividades de manutenção, e as soluções para retirada e movimentação de equipamentos – talhas e empilhadeira – durante a montagem e manutenções corretivas, bem como as decisões com relação a peças reserva.

Relata os prós e contras do projeto para a operação do sistema, e o treinamento de operadores e eletricitas para adaptação às novas soluções tecnológicas do projeto.

Finalmente, o trabalho apresenta as conclusões e recomendações para a implantação de um projeto desta natureza baseadas na experiência adquirida durante a construção e instalação desta subestação.

2.0 - A SUBESTAÇÃO EXISTENTE E A REGIÃO DE IMPLANTAÇÃO

A subestação ETD Itaim situa-se no quadrilátero formado pelas Avenidas Faria Lima, Cidade Jardim, Euzébio Matoso e Nações Unidas. Está a poucos metros de elegantes centros comerciais, clubes esportivos (Pinheiros e Jóquei) e bairros residenciais de classe alta e média alta. Face a esta vizinhança seus terrenos possuem alto valor imobiliário.

Construída na década de 40 possuía arranjo convencional ao ar livre e era alimentada por linha de transmissão aérea de 88 kV. Devido ao elevado crescimento da carga na região tinha dificuldades em atender novos consumidores, pois seu sistema de distribuição com tensão primária de 3,8 kV estava com sua capacidade esgotada e as novas cargas e acréscimos das existentes superavam até mesmo a capacidade total de cada novo circuito, tornando ainda mais difícil o atendimento das cargas.

Os bairros ao redor da região de influência da subestação ETD Itaim como Itaim - Bibi, Jardim Europa, Jardim Paulistano, Vila Olímpia, Vila Funchal e Vila Nova Conceição, tiveram nos últimos anos um grande aumento de população e da quantidade de imóveis residenciais e comerciais. Embora com características distintas, alguns com predominância residencial de alto padrão (Jardim Europa, Jardim Paulistano e Vila Nova Conceição) e outros com maior ocupação comercial e com prédios de alta tecnologia sediando a matriz de grandes empresas, todos são exigentes com relação à confiabilidade e a capacidade da rede elétrica.

O crescimento da carga nos anos anteriores à construção da nova subestação era na média de 5% ao ano e as subestações vizinhas a ETD Itaim – ETD Monções e ETD Butantã – também apresentavam cenários futuros de esgotamento de suas capacidades instaladas mesmo não considerando obras públicas que poderiam acelerar este processo como a ampliação da linha amarela do Metrô.

Além de não ser uma tensão padronizada, os equipamentos de 3,8 kV instalados estavam próximos da obsolescência, quer pela falta de peças de reposição quer pela falta de capacidade. Sua manutenção apresentava custos acima da média e problemas crônicos de corrosão e vazamento de óleo. A ampliação da subestação e sua modernização tornavam-se cada vez mais urgentes face à possível deterioração dos indicadores de qualidade em uma região importante, e ao aumento dos riscos de uma falha de maiores proporções e duração.

Os principais pontos que contribuíam para a diminuição de qualidade e confiabilidade do sistema na região da ETD Itaim eram:

- 1) equipamentos com idade elevada, alguns com mais de 50 anos, sem peças de reposição e de fornecedores de serviços de reparo no mercado;
- 2) circuitos alimentadores em tensão de 3,8 kV que além da baixa capacidade inviabilizavam o atendimento de contingências por não permitirem manobras de remanejamento de cargas para outros circuitos limítrofes que operavam em tensão de 13,8 kV;
- 3) transformadores de 88/3,8 kV sem regulação automática de tensão secundária em carga causando inúmeros problemas de nível de tensão;

- 4) cabos de potência com isolamento em papel impregnado a óleo com capa de chumbo causando baixa confiabilidade e dificuldades para reparo;
- 5) cabos de controle com isolamento de pano e sem identificação com elevado risco de falha e reparo demorado e difícil;
- 6) disjuntores dos conjuntos de manobra blindados de média tensão (3,8 kV) com acionamento através de ponte retificadora o que implicava em baixa confiabilidade;
- 7) disjuntores de entrada da subestação (88 kV) do tipo grande volume de óleo (GVO) com o sistema de acionamento apresentando falhas e sem peças de reposição no mercado;
- 8) aumento da quantidade e da extensão dos desligamentos na subestação devido a falhas nos equipamentos;
- 9) equipamentos com corrosão elevada e vazamentos de óleo de difícil solução.

Associado às dificuldades operativas, de manutenção dos equipamentos, e de ampliação da subestação existente havia ainda potenciais riscos ambientais.

O vazamento intermitente de óleo de diversos equipamentos como transformadores e disjuntores sem a presença de bacias coletoras e caixas separadoras poderia ao longo do tempo causar a contaminação do solo e subsolo, e até mesmo chegar a contaminar o lençol freático, o que exigiria soluções ambientais complexas e onerosas.

Os transformadores de potência instalados ao ar livre sem proteções acústicas e sem o controle do nível de ruído, com a construção de novos edifícios nas redondezas da subestação, poderiam gerar reclamações dos novos vizinhos e a necessidade de soluções de enclausuramento e de proteções acústicas complexas e de difícil implantação para adequação à legislação municipal.

A inexistência de paredes corta-fogo, bacias coletoras e caixas separadoras de óleo além da falta de sistemas de combate a incêndio aumentava a probabilidade e o risco de falhas de conseqüências catastróficas.

Com este cenário e com a dificuldade de se priorizar e alocar maiores investimentos para esta subestação, era premente a busca de soluções não tradicionais para resolver estes problemas. A compactação da subestação em instalação abrigada e a venda do terreno remanescente para viabilizar os investimentos passaram a ser estudadas e estão descritas nos itens subseqüentes.

3.0 - ALTERNATIVAS ESTUDADAS

Estudos de planejamento realizados para atender as cargas da região e seu crescimento para os anos futuros definiram que a nova subestação ETD Itaim deveria possuir um arranjo com 3 transformadores de 40MVA e três conjuntos blindados disponibilizando um total de 18 circuitos primários de distribuição de 13,8kV. Para minimizar os desligamentos, melhorando os indicadores de qualidade foi prevista a automação da transferência de cargas entre as três unidades transformadoras eliminando a necessidade de intervenção manual neste processo. Desta forma o carregamento é distribuído pelos transformadores da subestação, de tal forma que a potência em cada um deles fica limitada a 32 MVA, possibilitando um melhor aproveitamento da potência total instalada e reduzindo a possibilidade de ocorrências indesejáveis nos transformadores da subestação.

Esta configuração permite um carregamento firme final de 96 MVA e mantém a interligação com dois circuitos subterrâneos em 88 kV com a subestação ETD Ibirapuera, conforme esquema atual. Ver Figura 1.

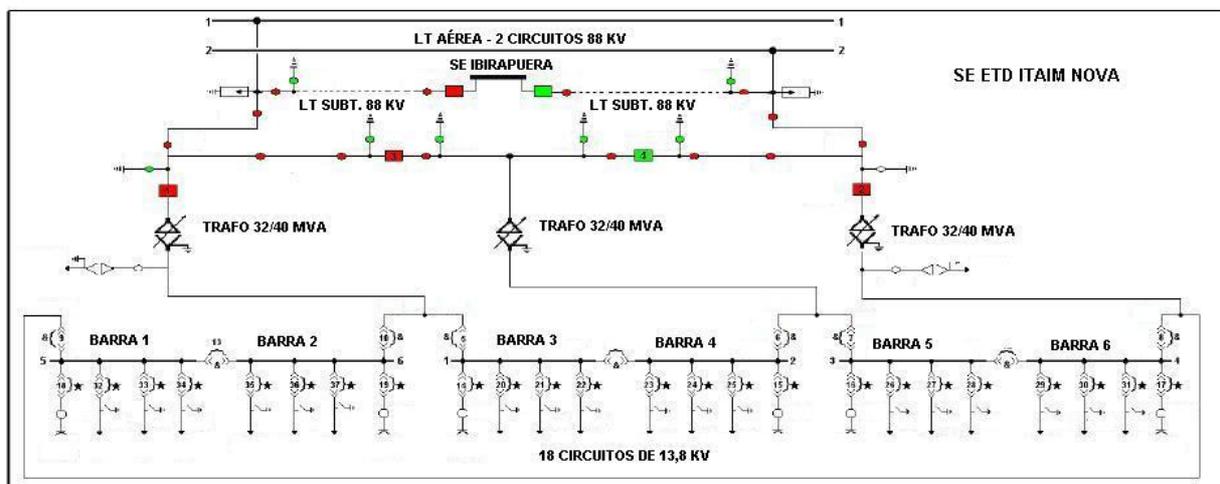


FIGURA 1 – Diagrama Unifilar da Nova Subestação ETD Itaim

Para viabilizar o empreendimento foram estudadas três alternativas: subestação abrigada isolada a ar compactada, subestação abrigada isolada a gás SF6, e subestação abrigada híbrida – parcialmente isolada a ar e parcialmente isolada a SF6. Para a alternativa com isolamento a SF6 foi estudado também a possibilidade de subestação subterrânea, liberando uma maior parcela de terreno.

Os principais pontos de comparação entre as alternativas estudadas, bem seus custos relativos em função dos valores obtidos na venda do terreno remanescente encontram-se resumidos na Tabela 1.

Nas linhas de manutenção e impacto da citada tabela foi feita uma classificação de 1 a 4, onde o número 1 representa a alternativa de menor custo de manutenção durante toda a vida útil da subestação e o menor impacto ambiental e visual, enquanto o número 4 representa a alternativa de maior manutenção ou impacto.

Na linha de operação foi considerada maior facilidade de operar a subestação para o número 1 e a de maior grau de dificuldade a de número 4. A subestação compacta foi a que apresentou a maior facilidade de operação uma vez que é a que apresenta maior similaridade com as outras subestações convencionais padrão da concessionária.

TABELA 1 – Resumo das alternativas estudadas

	COMPACTA A AR	ISOLADA A SF6	HÍBRIDA	SUBTERRÂNEA SF6
CUSTO (%)	110	200	100	250
TERRENO DA SE	1.500 m ²	1000 m ²	1.300 m ²	500 m ²
MANUTENÇÃO	3	1	2	4
IMPACTO	4	2	3	1
OPERAÇÃO	1	3	2	3

O item preponderante para a escolha da alternativa foi o custo da instalação aliado a compactação obtida. A alternativa híbrida foi a que apresentou menor custo com relação às outras e um grau de compactação suficiente para garantir um bom terreno remanescente para venda. Embora os equipamentos de manobra apresentassem preços superiores ao da alternativa compacta convencional e houvesse necessidade de se prever peças reserva para a manutenção, no cômputo final esta alternativa foi a de menor custo.

4.0 - ASPECTOS DA SOLUÇÃO COMPACTA HÍBRIDA

No início do projeto da subestação compacta híbrida foram estabelecidas premissas que deveriam ser observadas para solucionar todos os problemas existentes na antiga ETD Itaim, apontados no item 2 deste artigo, e se obter os maiores benefícios possíveis com sua implantação.

As principais premissas estabelecidas e obedecidas pelo projeto foram:

- definição de equipamentos e arranjo que permitissem a maior compactação possível da área de ocupação;
- utilização de transformadores que permitissem o intercâmbio com o transformador padrão da concessionária;
- sistema de coleta e captação de óleo dos transformadores e outros equipamentos em caso de vazamento ou explosão;
- aplicação de sistema anti-explosão de transformadores;
- preservação de algumas espécies arbóreas existentes na parte do terreno onde seria construída a nova subestação;
- possibilidade de aplicação de equipamentos de manobra não padronizados na concessionária;
- distâncias mínimas de segurança que permitissem a manutenção com a subestação parcialmente energizada;
- solução para atenuar o nível de ruído dos transformadores, adequando-o ao nível estabelecido pela legislação municipal;
- controle dos níveis de campo elétrico e magnético adequando-os aos limites estabelecidos pela portaria 80 da Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente;
- dispositivos para retirada e movimentação dos equipamentos para manutenção;
- operação assistida por um período determinado;
- treinamento para o pessoal da manutenção para os equipamentos de manobra não convencionais;

O projeto foi desenvolvido com equipamentos de manobra e medição compactos isolados a gás SF6 e barramentos com distâncias compactas isolados a ar. Uma vantagem importante deste tipo de solução em relação à alternativa compacta convencional, além do ganho de espaço físico, é a flexibilidade de conexão dos módulos a SF6 que permite soluções específicas de arranjo em função das condições de espaço, da disposição dos circuitos

de alimentação e dos demais equipamentos da subestação. As Figuras 2 e 3 mostram a planta e corte esquemáticos desta subestação.

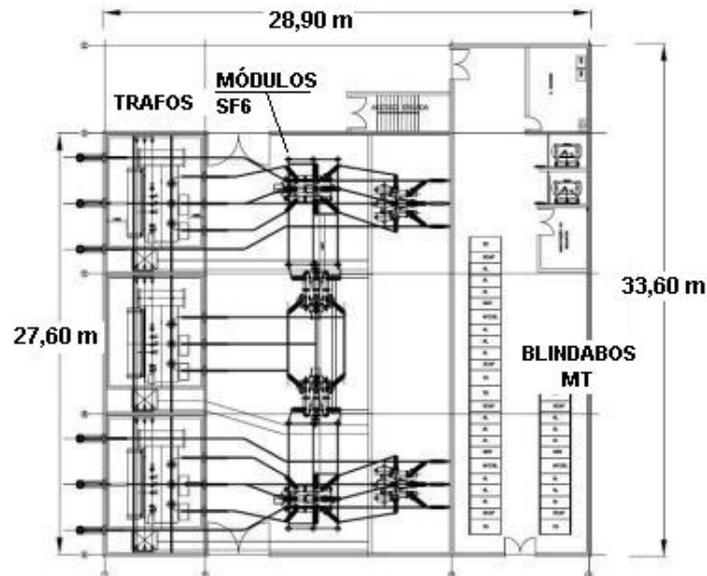


FIGURA 2 – Planta

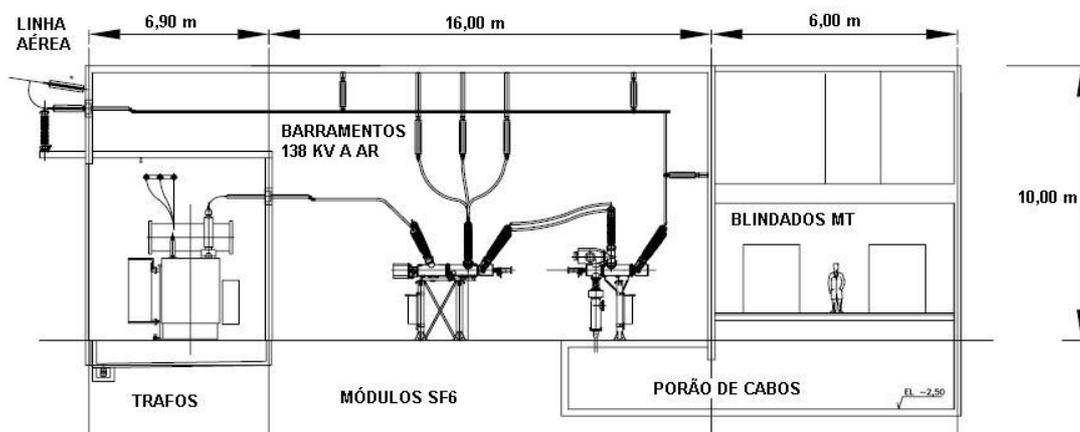


FIGURA 3 – Corte

Para a retirada e movimentação dos equipamentos compactos a SF6 foi desenvolvida uma empilhadeira adaptada que possibilita o transporte e a colocação ou retirada dos módulos destes equipamentos de forma ágil e segura. Este desenvolvimento reduziu significativamente os custos da alternativa híbrida comparativamente as tradicionais soluções com ponte rolante ou trilho fixo e talha manual. Além disso, a instalação dos barramentos presos ao teto da sala dos equipamentos de manobra inviabilizava a instalação dos trilhos empregados nas soluções usuais para movimentação de equipamentos durante manutenções.

5.0 - CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS DA SUBESTAÇÃO

Os equipamentos de manobra de classe de tensão 138 kV são encapsulados em SF-6 e são compostos de 6 módulos compactos, incorporando chaves de aterramento, seccionadores, disjuntores, transformadores de corrente e potencial. Como a atual subestação possui 2 “bays” de linha subterrânea de 138 kV, que alimentam a subestação ETD Ibirapuera, 2 dos módulos foram concebidos para permitirem a derivação destas linhas.

Os módulos blindados são de rápida e fácil instalação, pois são totalmente pré-fabricados e pré-comissionados em fábrica. Além disso, exigem pouco tempo de desligamento para substituição de seus pólos durante a manutenção. A inspeção visual é sempre possível através das janelas existentes nos compartimentos de chaves de aterramento

e seccionadores, e a sinalização de equipamento aberto ou fechado é facilitada pela utilização de “bandeiras” verde e vermelha, além de sinais elétricos transmitidos para o painel de controle remoto.

Suas buchas externas são confeccionadas com borracha de silicone, apresentam alta confiabilidade, dispensam manutenção e tem bom desempenho em ambientes poluídos.

A sua alta compactação é conseguida através da combinação de seccionadores e chaves de aterramento dispostas em um mesmo eixo e com um único comando motorizado que permite a sua manobra seqüencial. Ver Figura 4.

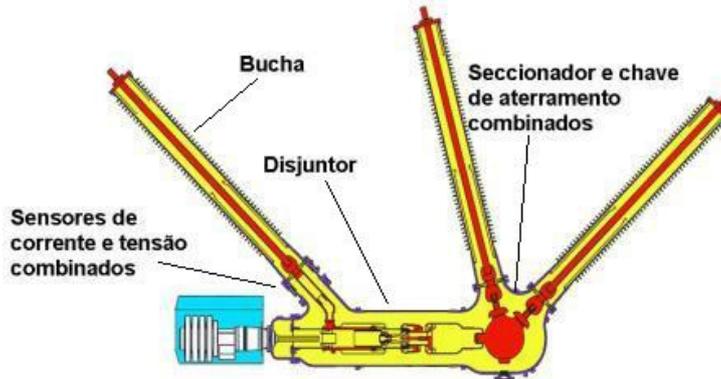


FIGURA 4 – Corte de um módulo SF6

A solução híbrida atendeu os principais requisitos desta nova subestação apresentando vantagens com relação a:

- maior quantidade de “bays” em menor espaço;
- arranjo mais simples e visual menos carregado;
- facilidade de montagem e comissionamento;
- rápido tempo de instalação;
- alta padronização e modularidade.

Na figura 5 podem-se observar os aspectos acima citados, destacando-se o visual “limpo” e pouco “carregado” da instalação.



FIGURA 5 – Barramentos e módulos SF6

6.0 - SEGURANÇA E INSERÇÃO AMBIENTAL

A preocupação com os aspectos de segurança e com o meio ambiente é um ponto de destaque neste projeto. Devido a sua localização em região nobre da cidade de São Paulo e a proximidade com a população que permanentemente estará presente na sua vizinhança, procurou-se levantar e considerar neste projeto todos os aspectos possíveis de impacto ambiental.

Um dos primeiros pontos foram os aspectos estéticos e de acabamento do prédio da subestação que deveriam se harmonizar com o estilo das construções mais próximas. Para isto a construção foi concebida em estilo neoclássico e o acabamento externo foi feito em pintura texturizada em cores claras. Além de conferir um acabamento visual adequado, a pintura texturizada tem menor custo comparativamente a outros acabamentos – pedras e cerâmicas, por exemplo – e uma manutenção mais reduzida em relação a outros tipos de pinturas.

Para reduzir o impacto do ruído dos transformadores de potência, a edificação da subestação foi locada próxima à Avenida Nações Unidas (Marginal do Rio Pinheiros), que possui trânsito intenso nas 24 horas do dia e um ruído de fundo elevado. Ver Figura 6. Os transformadores foram especificados com menor nível de ruído e enclausurados de tal forma a direcionar o ruído remanescente para a citada avenida.

As celas dos transformadores foram projetadas com bacias coletoras, que recolhem o óleo de eventuais vazamentos e o direcionam a uma caixa separadora para recuperação, evitando que o mesmo contamine o solo, e em caso de um possível incêndio reduza sua propagação e impacto.



FIGURA 6 – Posição da Subestação

A utilização de equipamentos anti-explosão de transformadores foi outra medida empregada para minimizar o risco e a gravidade de uma eventual falha interna nos transformadores. Este tipo de equipamento tem a seguinte seqüência de operação:

- despressuriza o tanque do transformador em milissegundos, logo após a falha interna no transformador e o início da formação de gases explosivos, prevenindo o contato entre o ar e os gases gerados;
- coleta o gás e óleo do transformador em um tanque sem contato com a atmosfera;
- separa o gás do óleo e o canaliza até um local remoto para a queima segura;
- interrompe a geração de gás explosivo através da injeção de nitrogênio no tanque do transformador.

Outra preocupação ambiental para esta instalação foi o controle do campo magnético face à proximidade da subestação com futuros edifícios residenciais e os limites extremamente reduzidos impostos pela portaria 80 da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura de São Paulo. Os limites de campo magnético recomendados pela ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) e reconhecidos pela OMS (Organização Mundial da Saúde) para a frequência de 60 Hz é de 83,3 μ T. A portaria 80 da SVMA estabelece um limite de 3 μ T para este mesmo campo nas áreas próximas à subestação, onde possa haver uma maior permanência de pessoas. Como todos os cabos de média tensão eram trifásicos, e os cabos monofásicos da linha de transmissão subterrânea em 88 kV, que interliga Itaim com a subestação Ibirapuera, foram dispostos em formação “trefoil”, foi possível atender estes limites. Além disso, o arranjo compacto da subestação que permite uma maior aproximação das três fases dos circuitos reduz o valor do campo magnético gerado por estas instalações. Os transformadores, outra fonte importante de campo magnético, foram colocados distantes das edificações (mais de 20 metros) o que permitiu que se alcançasse este limite para estes equipamentos. A linha de transmissão aérea em 88 kV que alimenta a subestação situa-se distante de edificações, pois atravessa o Rio Pinheiros e as pistas da avenida marginal entrando diretamente na subestação, e para estes casos o limite fixado pela portaria 80 é o mesmo da ICNIRP, ou seja, 83,3 μ T.

O gás SF₆ é extremamente potente com relação ao efeito estufa, sendo 23.900 vezes mais efetivo na captura da radiação infravermelha do que a mesma quantidade de dióxido de carbono (CO₂) por um período de 100 anos. Segundo levantamentos recentes, a concentração deste gás na atmosfera tem crescido a uma taxa de 7% ao ano. Sua durabilidade na atmosfera é de 3.200 anos o que significa que o SF₆ é virtualmente indestrutível e acumula na atmosfera por muitos séculos. Portanto uma pequena quantidade de SF₆ pode ter um impacto muito maior na mudança de clima global do que o CO₂. Com base nestas constatações, procurou-se dentre as alternativas

estudadas a que empregasse a menor quantidade possível deste gás. A solução híbrida atendeu estes requisitos uma vez que o volume de SF6 dentro dos equipamentos é bastante reduzido comparando-se com a subestação totalmente isolada a SF6, e equivalente ao da solução compacta isolada a ar que emprega disjuntores com este tipo de isolamento.

Durante a construção foram tomadas medidas para reduzir a emissão de material particulado proveniente da escavação e transporte de terra conforme estudos realizados e integrantes do relatório de impacto ambiental aprovado pelos órgãos ambientais.

Todo o material descartado durante a construção e a desmontagem da antiga subestação foi destinado a locais certificados de acordo com o especificado no citado relatório de impacto ambiental.

7.0 - CONCLUSÃO

A modernização de subestações antigas, com equipamentos próximos da obsolescência, e situadas em regiões urbanas, com terrenos altamente valorizados pode ser muito vantajosa para a concessionária. A utilização de soluções compactas, como a híbrida mostrada neste artigo, permite a redução da área ocupada pela subestação, e com a venda dos terrenos remanescentes é possível amortizar todo o investimento necessário.

Além da melhoria da confiabilidade do sistema e do aumento da capacidade instalada que permite atender o crescimento das cargas, a concessionária pode obter melhores resultados nas próximas revisões tarifárias face ao aumento dos valores de seus ativos, de uma maior parcela de depreciação e da redução dos custos de manutenção, o que trará reflexos diretos nos seus resultados.

Benefícios intangíveis também são obtidos com a melhoria da imagem da empresa proporcionada pela melhor inserção da subestação no meio urbano e pela redução dos riscos de falhas catastróficas e impactos ambientais.

A aplicação de tecnologia híbrida permite redução de espaço para implantação da subestação, conseqüente diminuição de obras civis, e menor utilização de estruturas para suporte de equipamentos. Esta solução mantém a funcionalidade das subestações convencionais, porém pode ser instalada em menor tempo face a sua modularidade. Facilita o desenvolvimento de arranjos físicos graças à disponibilidade de combinações e opções de módulos oferecidas pelos fabricantes. Este tipo de solução pode ser a única viável técnica e economicamente quando as restrições de espaço físico são imperativas e é extremamente competitiva quando a questão de custo da área for levada em consideração.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) M. R. Gouvea, D. P. Duarte, J. C. R. Lopes, S. L. Caparroz, I. K. de Lima, A. Suprizzi and L. C. Goulart, "Distributed substations: an innovative low impact solution", IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Latin America, 2004.
- (2) V. Colloca, G. Como., F. Pozzana, S. Sciarra, F. Iliceto, C. Di Mario, E. Colombo, "Environmentally friendly, low cost HV/MV distribution substations using new compact HV and MV equipment", CIRED, 2001.
- (3) Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz), ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1994.
- (4) Arora, E. Mikes and G. F. Montillet, "Underground transmission and distribution GIS solutions", IEEE, 2003.
- (5) Blackman, J., "EPA's SF6 Emissions Reduction Partnership for Electric Power Systems: Voluntary Measures that Reduce Greenhouse Gas Emissions & Save Money", INTERNATIONAL COLLOQUIUM: Asset Management of Switching Equipment and New Trends in Switching Technologies, CIGRE, 2003

9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Francisco André Gonçalves Júnior nasceu em Passa-Quatro – MG em 1956.
 Graduou-se em engenharia pela Faculdade São Paulo e Universidade Mackenzie.
 Atua na área de engenharia da subtransmissão na AES Eletropaulo.
 Desenvolveu trabalhos na área de subestações (88, 138 e 345 kV).

Julio Cesar Ramos Lopes nasceu em São José do Rio Preto – SP em 1954.
 Graduou-se em engenharia elétrica pela Escola Politécnica da USP, e tem MBA Executivo Internacional pela Fundação Instituto de Administração da USP.
 Foi gerente executivo de planejamento e engenharia na AES Eletropaulo até março de 2008.
 É sócio da Inovatec Consultoria e Engenharia Ltda.