



**XXIII SNPTTE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GMI/09  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO – XII**

**GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO - GMI**

**TRATAMENTO DE GAS SF6 POR MEIO DE PROCESSO DE RECICLAGEM**

**Marta Lacorte (\*)**  
**ABB**

**Nelson Takao**  
**ABB**

**RESUMO**

O gás hexafluoreto de enxofre (SF6) é um gás feito pelo homem e utilizado com sucesso há mais de 30 anos em equipamentos elétricos.

O SF6 é um dos principais gases causadores do efeito estufa e portanto: medir, monitorar e capturar o SF6 é um passo importante nos programas de manutenção de subestações.

No Brasil o tema da emissão de SF6 não é, ainda, objeto de restrições impositivas de controle de passivo pela ANEEL e geração de resíduos pelo Ministério do Meio Ambiente, porém é preciso preparar o país para se igualar às nações desenvolvidas no tema e buscar meios de controle de consumo, administração de passivo e descarte do gás SF6.

Neste trabalho é apresentada um processo de tratamento do gás SF6 por meio de reciclagem desenvolvido pela ABB - Austrália.

O gás SF6 proveniente dos equipamentos elétricos, em qualquer nível de contaminação, é filtrado para remoção dos contaminantes.

O processo de reciclagem remove todos os contaminantes, sem perda de SF6, eliminando a necessidade de destruir gás fortemente contaminado.

A qualidade do gás reciclado é equivalente ao gás novo conforme norma IEC 60376

**PALAVRAS-CHAVE**

Gás SF6, reciclagem, tratamento, destinação, descarte, armazenagem, serviço

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O SF6 além de utilizado em grande escala em equipamentos elétricos, é também usado em outras aplicações como fornos a arco e fabricação de pneus e calçados esportivos.

A utilização do SF<sub>6</sub> para a interrupção do arco e isolamento em equipamentos elétricos é resultado da combinação única de propriedades:

- alta rigidez dielétrica (RRRV 2,5 x ar)
- capacidade de interrupção de arco alto (10 x ar)
- características de transferência de calor elevado (2 x ar)
- não-tóxico / biologicamente inerte
- quimicamente estável / não corrosivo
- fácil de manusear

Apesar de ser um dos seis gases de efeito estufa listados no Protocolo de Quioto, a quantidade de SF<sub>6</sub> que escapa para a atmosfera é mínima, em comparação com as emissões de dióxido de carbono (o principal gás de efeito estufa).

O potencial de aquecimento global do SF<sub>6</sub> é cerca de 25.000 vezes maior do que o dióxido de carbono, porém o SF<sub>6</sub> representa apenas cerca de 0,1 % de contribuição para o aquecimento global (efeito estufa).

Mesmo assim, existe uma crescente preocupação em relação ao impacto do SF<sub>6</sub> na atmosfera global em forma de destruição do ozono estratosférico ("buraco") e o efeito estufa.

A União Europeia, por exemplo, como parte de sua política de combate às alterações climáticas, definiu medidas de regulamentação para controlar os gases fluorados, como o SF<sub>6</sub>.

Um primeiro regulamento foi adotado em 2006 e conseguiu estabilizar as emissões de gases fluorados nos países que compõem a EU.

Atualmente, aproximadamente um terço do SF<sub>6</sub> produzido no mundo é usado em equipamentos elétricos. A maioria em equipamentos recentemente instalados.

Do SF<sub>6</sub> contido em equipamentos de energia elétrica somente uma pequena fração é lançada para a atmosfera por vazamentos. O lançamento deliberado de SF<sub>6</sub> na atmosfera deve ser evitado.

Em equipamentos de energia elétrica, o SF<sub>6</sub> pode ser reciclado sistematicamente e reutilizado.

O procedimento aqui apresentado possui capacidade de recuperação total do gás SF<sub>6</sub> para reuso em equipamentos elétricos.

## 2.0 - CARACTERÍSTICA DO SF<sub>6</sub>

O gás SF<sub>6</sub> é formado por um átomo de enxofre, rodeado por 6 átomos de flúor (Figura 1). É incolor, inodoro e não inflamável, quimicamente inerte e estável à pressão atmosférica na temperatura de até 500 °C [1].

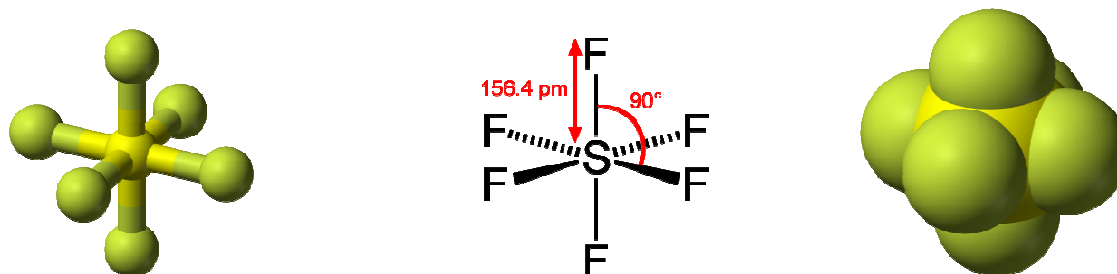


FIGURA 1 – Gás SF<sub>6</sub>: um átomo de enxofre, rodeado por 6 átomos de flúor

A sua estabilidade química vem da disposição simétrica dos seis átomos de flúor em torno do átomo de enxofre no centro.

O gás é inerte como os metais comumente utilizados nos disjuntores (cobre, alumínio e aço) sob condições padrão de temperatura de operação do disjuntor.

Além de ser não-inflamável, o SF6 se recompõe espontaneamente após a descarga elétrica e não produz produtos de decomposição contendo carbono.

### 3.0 - NORMAS E REGULAMENTAÇÕES

O gás SF6 recuperado deve satisfazer requisitos de pureza menos rigorosos do que aqueles para recém-produzido SF6, definido pela norma IEC 60376 [2]. Os níveis de impureza admissíveis definidos para SF6 novo são muito baixos porque tem várias outras aplicações (como médico) para os quais estes níveis baixos são de vital importância.

Para aplicações em equipamento elétricos muito mais elevados níveis de impurezas pode ser tolerada sem degradar a sua funcionalidade e segurança.

Assim, a norma a ser seguida para avaliação do gás SF6 reciclado para aplicações em equipamento elétricos é a norma IEC 60480 [3]. Esta define critérios para o tratamento do SF6 contaminado e estabelece os padrões para a aceitação do tratamento após reciclagem.

### 4.0 - MANIPULAÇÃO E RECICLAGEM DE SF6

Manipulação de SF6 correta exige, como principais pré-requisitos:

- Procedimentos de manuseamento e reciclagem do gás
- Critérios para a reutilização de gás reciclado
- Meios para a verificação da qualidade do gás reciclado

O sistema elétrico brasileiro possui muitas subestações com equipamentos antigos.

Estes equipamentos apresentam alto grau de vazamento de SF6 e muito serão substituídos por equipamentos modernos. Assim, além de emissão de gás SF6 por conta dos vazamentos, uma grande quantidade de SF6 precisará ser tratado ou descartado corretamente em respeito ao meio ambiente.

Porém, os equipamentos e procedimentos de tratamento de gás hoje disponíveis no mercado para recuperação do gás SF6 oriundos de equipamentos elétricos não são capazes de recuperar totalmente o gás, uma pequena fração do gás contaminado requer mais tratamento ou uma eliminação ecológica por uma empresa especializada.

Como muitos outros fabricantes, a ABB utiliza SF6 como meio isolante em equipamentos de alta tensão. O gás tem excelente isolante e propriedades para extinção de arco, que permitem desenvolvimento de equipamentos compactos.

Impulsionada por considerações ambientais, a ABB vem pesquisando formas de reciclagem SF6. Inicialmente um processo utilizando fenômeno de criogenia manual foi criado para purificar SF6 porém, este apresentou várias limitações.

As limitações eram, principalmente a baixa reprodutibilidade da qualidade do produto resultante e considerações de segurança devido à exposição dos operadores ao hidrogênio líquido.

Um processo mais seguro, com melhor controle e amplamente automatizado foi desenvolvido. Esta é primeira planta de criogênico de purificação de SF6 totalmente automatizada planta na mundo.

O processo desenvolvido é composto de uma etapa utilizando fenômeno de criogenia para remover gases não condensáveis, principalmente nitrogênio e uma etapa de filtragem para remover contaminantes, incluindo água, vários ácidos, subprodutos tóxicos e óleo. A Figura 2 apresenta o equipamento de reciclagem do gás SF6.



FIGURA 2 – equipamento de reciclagem de gás SF6

A maior vantagem deste novo processo em comparação com o existente é que o gás pode ser eficientemente reciclado independentemente do tipo ou nível de contaminação. As tecnologias existentes são incapazes de tratar todos os contaminantes e todos os níveis de contaminação em um único processo.

Além disso, o nível de automação presente no novo processo permite significativamente maior rendimento e eficiência energética.

A pureza do gás SF6 reciclado utilizando esse processo é de cerca de 99,99% e está em conformidade com o grau técnico da norma IEC 60376 (o padrão para o gás novo), o qual permite a ser SF6 reutilizado. A utilização do gás SF6 reciclado resulta em redução de missões de carbono e significa uma potencial redução de até 30% de custos de manutenção.

Na Figura 3 os diferentes graus de contaminação e possibilidade de reciclagem são apresentados.

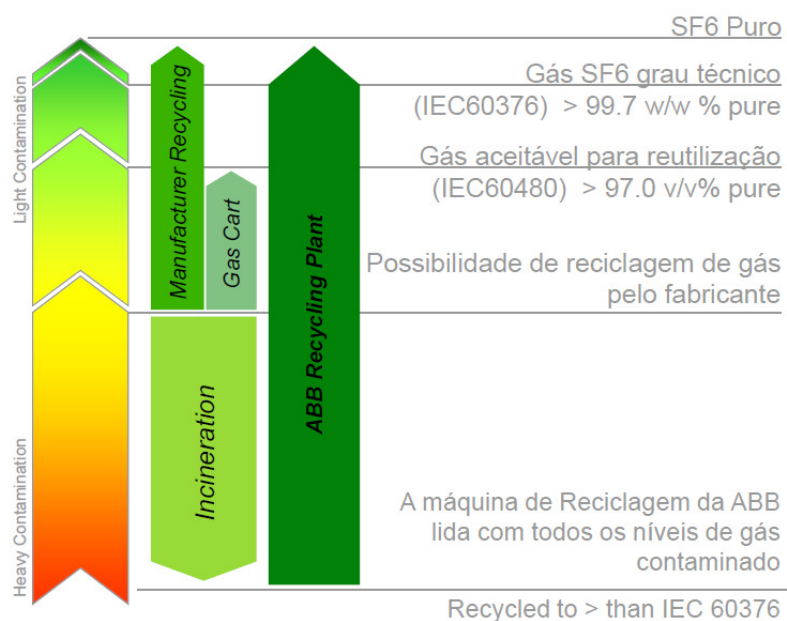


Figura 3 – contaminação e capacidade de reciclagem de gás SF6

## 5.0 - CONCLUSÃO

O gás SF6 é um isolador elétrico muito bom e pode efetivamente extinguir arcos elétricos em equipamentos de alta tensão. Porém, é um gás que provoca efeito de estufa.

Os sistemas elétricos armazenam aproximadamente 80% do gás SF6 no mundo e portanto devem buscar alternativas seguras e sustentáveis para manuseio, utilização e reciclagem do gás SF6.

O equipamentos de reciclagem disponíveis no mercado não são capazes de recuperar totalmente o gás SF6, uma parte deve ser enviada ao fabricante do gás para tratamento específico.

O processo de reciclagem aqui apresentado auxilia na redução do impacto ambiental e dos custos associados com administração e gerenciamento de inventário de SF6. O processo recicla o SF6 contaminado até o padrão de qualidade técnica para reutilização definido pela norma IEC 60376.

Isto permite eliminar a necessidade de uso intensivo de energia para incineração e também fornece uma alternativa viável para diminuição do estoque de SF6 contaminado.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sulphur Hexafluoride; Solvay - Fluor und Derivate
- [2] IEC 60376– Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment
- [3] IEC 60480 – Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF6) taken from electrical equipment and specification for its re-use.
- [4] Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group 1, Climate Change 2007, Chapter 2.10.2.
- [5] Climate: MEPs give F-gas bill a “green boost.” Retrieved February 15, 2012 from <http://www.euractiv.com/sustainability/ climate-meps-give-gas-bill-green-boost/ article-145749>

## 7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Marta Lacorte

Nascida em 19 de Julho de 1961 no Rio de Janeiro- RJ, Brasil.

Engenheira Eletricista pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 1983.

Mestre em Engenharia Elétrica pela Coordenação de Programas de Pós-graduação em Engenharia da universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE-UFRJ, em 1988

Pesquisadora do CEPEL, de 1984 a 1991, tendo atuado na área de pesquisa em equipamentos de manobra e proteção contra sobrecorrentes.

Em 1992, transferiu-se para a ABB Suíça, onde trabalhou até 2001 no Departamento de Subestação Isolada a Gas SF6 (GIS) como suporte técnico.

Em 2002 retornou ao Brasil como representante da fábrica de disjuntores de gerador da ABB Suíça para América Latina.

Desde 2011 é responsável técnica pelos equipamentos de Alta Tensão da ABB Brasil.

Nelson Takao Fugita

Nascido em 01 de Maio de 1966 em Osvaldo Cruz- SP, Brasil.

Publicitário com ênfase em Marketing pela Universidade Metodista de São Bernardo do Campo - 1991.

MBA em Marketing pela Fundação Getulio Vargas do Rio de Janeiro - 2003

Trabalhou nos departamentos de Serviços dos principais fornecedores de equipamentos elétricos (GE –GEVISA- , GEC ALSTOM e ABB desde 1992 e atualmente atua no departamento de Serviços para equipamentos de Alta Tensão da ABB Brasil.