



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

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO -11

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS- GIA

O INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE SF₆ EM SISTEMAS DE POTÊNCIA ELÉTRICOS, APLICADO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO PARA A REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO E DAS EMISSÕES DE GÁS PARA O MEIO AMBIENTE.

**Ronaldo Carletti(*)
ELETROBRAS FURNAS**

RESUMO

Esse artigo visa apresentar o trabalho realizado pela Eletrobras Furnas, com relação à aplicação do inventário de emissões de gás SF₆ em sistemas de potência elétricos, como uma ferramenta de gestão para redução dos custos de manutenção e emissões de gás para o meio ambiente.

Iremos mostrar que esta ferramenta só se torna eficiente quando aplicada a uma gestão integrada entre as áreas de suprimento, manutenção e meio ambiente.

Os resultados apresentados através dos inventários fizeram com que tivéssemos uma noção de quanto significativa são as nossas emissões, a ponto da Eletrobras Furnas desenvolver um projeto pioneiro de MDL.

PALAVRAS-CHAVE

Inventário de Emissões, Gestão Integrada, Custo, Meio Ambiente, Sustentabilidade.

1.0 - INTRODUÇÃO

A elaboração do Inventário de emissões de gás SF₆, tem se tornado uma necessidade cada vez maior por parte das empresas do setor elétrico brasileiro, visto que, por se tratar de um Gás de Efeito Estufa (GEE) de maior potencial de aquecimento global, a importância de se utilizar o inventário como uma ferramenta de gestão no controle de suas emissões, tem mostrado a preocupação por parte dessas empresas em relação ao meio ambiente.

Outro ponto a ressaltar na elaboração do inventário, é que este também tem servido como importante indicador de desempenho, estando presente na Dimensão de Mudanças Climáticas do questionário ISBOVESPA (Índice de Sustentabilidade da Bolsa de Valores de São Paulo) e no Carbon Disclosure Questionnaire (Questionário do Carbon Disclosure Project – CDP).

No que se refere à Eletrobras, este servirá como informação a ser acrescentada no inventário completo de GEE, na qual, auxiliará a holding a ser listada no DJSI – Dow Jones Sustainability Indexes.

(*) Rua Real Grandeza, n° 219 – sala 1001 - Bloco C – CEP 22.283-900 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2528-248 – Fax: (+55 21) 2528-5428 – Email: carlet@furnas.com.br













2.0 - INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE SF₆

Diversos fatores contribuem para a emissão de gás SF₆ em nossos disjuntores e subestações blindadas, tais como: o tipo e a idade do equipamento, seu sistema de vedação, o manuseio do equipamento, bem como a sua manutenção.

Em função das emissões serem significativas em nosso Sistema, um programa de gestão integrada para redução de SF₆ foi criado, utilizando o inventário de emissões como uma ferramenta de gestão, no sentido de quantificar e monitorar essas emissões.

O modelo de inventário aplicado e tomado como referência, é uma versão traduzida do AM0035 (IPCC/Versão 01) – “Redução de SF₆ em redes elétricas”.

Neste indentificamos as áreas (gestão integrada) que seriam responsáveis pelas informações a serem apresentadas, ver Figura 1.

Inventário de Emissões de SF ₆ em Sistemas de Potência Elétricos			
Nome da Empresa:		Ano do Relatório:	
Encarregado do preenchimento:			
Data do Preenchimento:	Telefone:	e-mail:	
Variação no inventário de SF ₆ contido em cilindros		Quantidade (kg)	Comentários
1. Início do ano			 
2. Final do ano			
A. Variação do Inventário (1 - 2)			
Entradas de SF ₆		Quantidade (kg)	Comentários
3. SF ₆ adquiridos em cilindros			  
4. SF ₆ contido em equipamentos adquiridos			
5. SF ₆ recebido após reciclagem fora da empresa			
B. Total de Entradas (3+4+5)			
Saídas de SF ₆		Quantidade (kg)	Comentários
6. SF ₆ contido em equipamento vendido ou descartado			   
7. Envio SF ₆ a fornecedores ou outros usuários			
8. SF ₆ destruído			
9. SF ₆ enviado para reciclagem fora da empresa			
C. Total de Saídas (6+7+8+9)			
Mudança na capacidade nominal total		Quantidade (kg)	Comentários
10. Capacidade nominal total (carga plena) de novos equipamentos			 
11. Capacidade nominal total (carga plena) de equipamentos descartados ou vendidos			
D. Mudança de capacidade (10 - 11)			
Total de emissões anuais		kg SF ₆	Comentários
E. Emissões totais (A+B-C-D)			

GESTÃO INTEGRADA

SUPRIMENTOS

SUPRIMENTOS

SUPRIMENTOS

MANUTENÇÃO

SUPRIMENTOS

SUPRIMENTOS

SUPRIMENTOS

SUPRIMENTOS

SUPRIMENTOS

SUPRIMENTOS

MANUTENÇÃO

SUPRIMENTOS

MEIO AMBIENTE

Figura 1- Modelo de inventário de emissões de SF₆ aplicado na Eletrobrás Furnas e a sua correlação com as áreas responsáveis (gestão integrada) pelas informações.

3.0 - MODELO DE GESTÃO INTEGRADA

A concepção de uma gestão integrada entre as áreas de Suprimentos, Manutenção e Meio Ambiente, foi essencial para enxergarmos todo o fluxo de informação do inventário e outras que estão por detrás dele. A Figura 2, apresenta o modelo da gestão integrada entre as áreas e a identificação de suas atribuições.

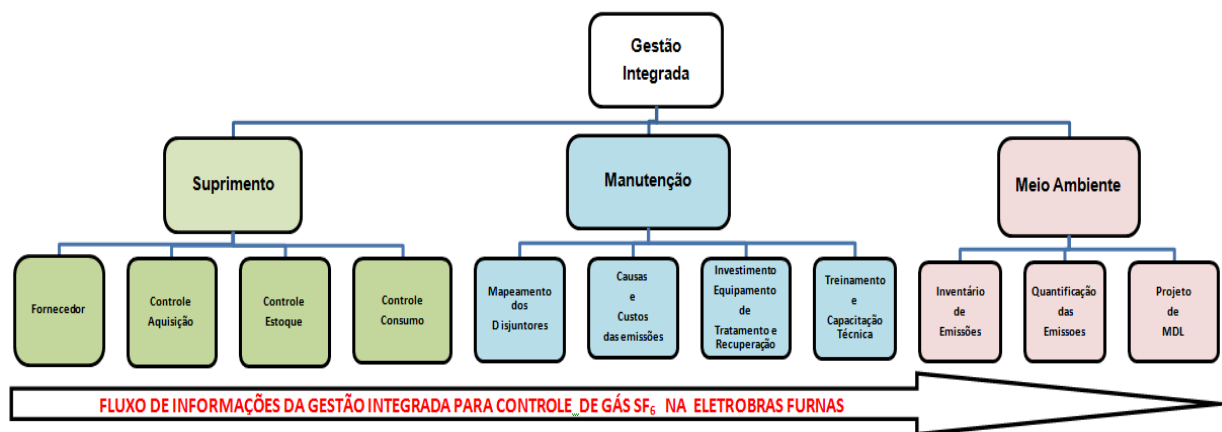


Figura 2 – Modelo de gestão aplicado na Eletrobras Furnas para levantamento de informações do gás SF₆

3.1 Gestão Integrada - Suprimentos

Com a aplicação da ferramenta inventário na gestão de suprimentos, tivemos um controle mais efetivo do custo e quantidade de aquisição, estoque, e do fluxo de suprimento de gás SF₆ em nosso Sistema, conforme mostrado Tabela 1a e Tabela 1b

Tabela 1a – Controle de Aquisição

Ano	Fornecedor	Preço/kg	Qtd.Adquirida(kg)	Custo Aquisição
2003	W. Martins	R\$58,10	5480	R\$338.708,00
2004	W.Martins	R\$84,00	4840	R\$406.560,00
2005	W. Martins	R\$84,00	5160	R\$433.440,00
2006	W. Martins	R\$92,50	5000	R\$459.669,20
2007	W. Martins	R\$79,20	5600	R\$443.520,00
2008	W. Martins	R\$60,81	6640	R\$555.750,00
2009	Linde Gases	R\$85,50	5870	R\$432.999,90
2010	Linde Gases	R\$85,50	3650	R\$288.141,90
	W.Martins	R\$35,10	650	
2011	W.Martins	R\$35,10	* ¹	*

Tabela 1b – Controle de Estoque

Ano	Estoque inicial (kg)	Estoque Final (kg)	Consumo (kg)
2003	2946	3194	5112
2004	3194	2240	5634
2005	2240	3200	4120
2006	3200	1530	6510
2007	1530	2430	4580
2008	2430	2635	5435
2009	2635	3395	5409
2010	3395	3500	4830
2011	3500	*	*

Um outro ponto forte do inventário na gestão de suprimentos foi o desenvolvimento de fornecedores, pois a partir deste trabalho conseguimos exigir qualidade do gás, em termos de uma especificação baseado na norma IEC-60346, e reduzir o custo de aquisição.

Outro resultado indireto e positivo, foi o desenvolvimento de uma etiqueta adesiva com uma simbologia de identificação de gás de efeito estufa e gás reciclado (ver Figuras 3-(a),3-(b) e 3-(c)), que com aprovação do fornecedor, foi inserido em nossos cilindros como medida de advertência e informação. Esta idéia, apesar de muito simples, foi desenvolvida, pois os cilindros comercializados no Brasil e no mundo não trazem por parte dos fornecedores nenhuma informação a respeito das adversidades causadas por este gás no meio ambiente. A Eletrobras Furnas é hoje a única empresa do setor elétrico e talvez do mundo, a adotar em seus cilindros esta simbologia.

¹ (*) Valores a serem informados no final do ano de 2011.

b. Recuperação de gás SF₆ contaminado e do residual contido no cilindro após uso.

Esse é um trabalho pioneiro desenvolvido pela Eletrobras Furnas juntamente com seus fornecedores, e os resultados obtidos ver Tabela 2a,2b,2c e 2d

Tabela 2a – Laudo das análises do processo de recuperação do gás SF₆ residual contidos nos cilindros – 09/2010

Nº Cilindro	Nº Lote	Qtd.Gás (kg)	%SF ₆	%SO ₂	DP(°C)	Ar (N2+O2) ppm m/m	Avaliação
5230	12265	40	99,9	0,0	< -61	< 38	Aprovado
D91004	12265	40	99,8	0,0	< -56	< 582	Aprovado
393350	12265	40	99,6	0,0	< -55	< 1295	Aprovado
498983	12265	40	99,8	0,0	< -58	< 427	Aprovado
270851	12265	40	99,9	0,0	< -60	< 25	Aprovado
515912	9213	40	99,9	0,0	< -57	< 720	Aprovado
IP2127	9213	40	99,8	0,0	< -54	< 640	Aprovado
27025434	9213	40	99,8	0,0	< -54	< 110	Aprovado
158387	9213	40	99,7	0,0	< -55	< 500	Aprovado
3025115	9213	40	99,7	0,0	< -49	< 4100	Aprovado
30025149	9213	40	99,7	0,0	< -46	< 480	Aprovado
10750	9213	30	99,7	0,0	< -49	< 1902	Aprovado

Tabela 2b – Laudo das análises do processo de recuperação do gás SF₆ residual contidos nos cilindros – 01/2011

Nº Cilindro	Nº Lote	Qtd.Gás (kg)	%SF ₆	%SO ₂	DP(°C)	Ar (N2+O2) ppm m/m	Avaliação
542312	12628/10	50	99,9	0,0	< -59	< 103	Aprovado
50085	12628/10	50	99,9	0,0	< -61	< 165	Aprovado
72435	12628/10	50	99,9	0,0	< -61	< 172	Aprovado
67429	12628/10	50	99,9	0,0	< -62	< 87	Aprovado
273649	12628/10	40	99,9	0,0	< -62	< 197	Aprovado
273747	12628/10	40	99,9	0,0	< -62	< 82	Aprovado
279434	12628/10	40	99,9	0,0	< -62	< 73	Aprovado
334444	12628/10	40	99,9	0,0	< -62	< 30	Aprovado
279351	12628/10	40	99,9	0,0	< -62	< 155	Aprovado
147153	12628/10	40	99,9	0,0	< -64	< 44	Aprovado
279469	12628/10	40	99,9	0,0	< -62	< 105	Aprovado
98450	12628/10	40	99,9	0,0	< -61	< 40	Aprovado
147043	12628/10	40	99,9	0,0	< -61	< 41	Aprovado
332315	12628/10	40	99,9	0,0	< -61	< 76	Aprovado

Tabela 2c – Demonstrativo dos resultados da recuperação do gás SF₆ – 09/2010

Total de gás SF6 recuperado	480 kg
Preço/kg (gás SF6 novo)	R\$85,50
Preço/kg (gás SF6 recuperado)	R\$22,00
Redução de custo	R\$30.000,00
Qtd. CO2e (não emitidos)	11.472 t

Tabela 2d – Demonstrativo dos resultados da recuperação do gás SF₆ – 01/2011

Total de gás SF6 recuperado	600 kg
Preço/kg (gás SF6 novo)	R\$35,10
Preço/kg (gás SF6 recuperado)	R\$24,00
Redução de custo	R\$6.624,00
Qtd. CO2e (não emitidos)	14.340 t

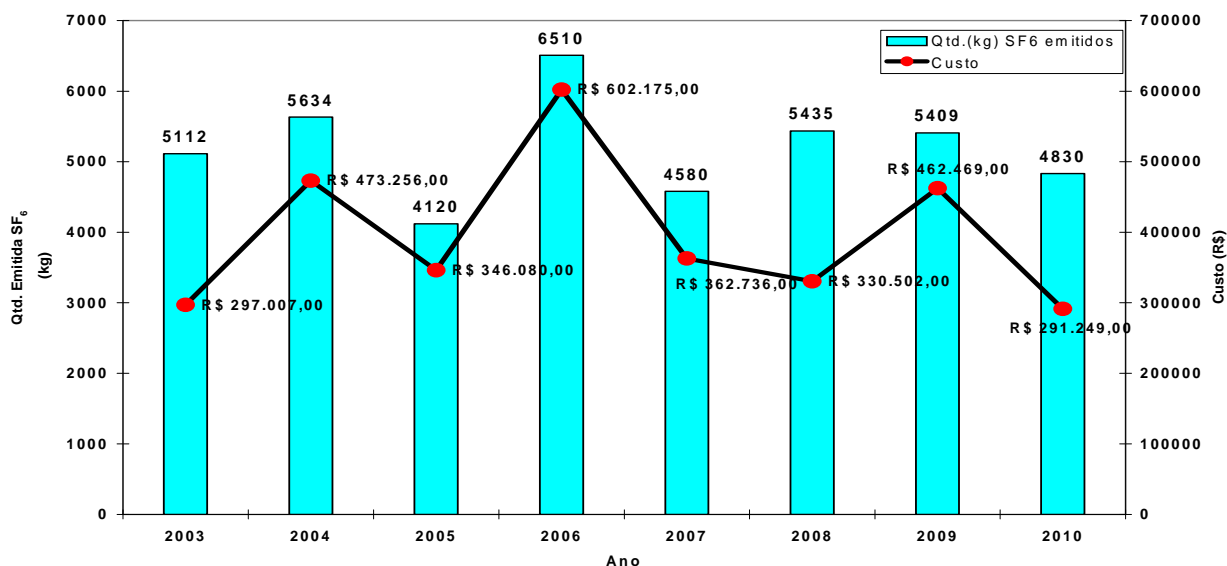
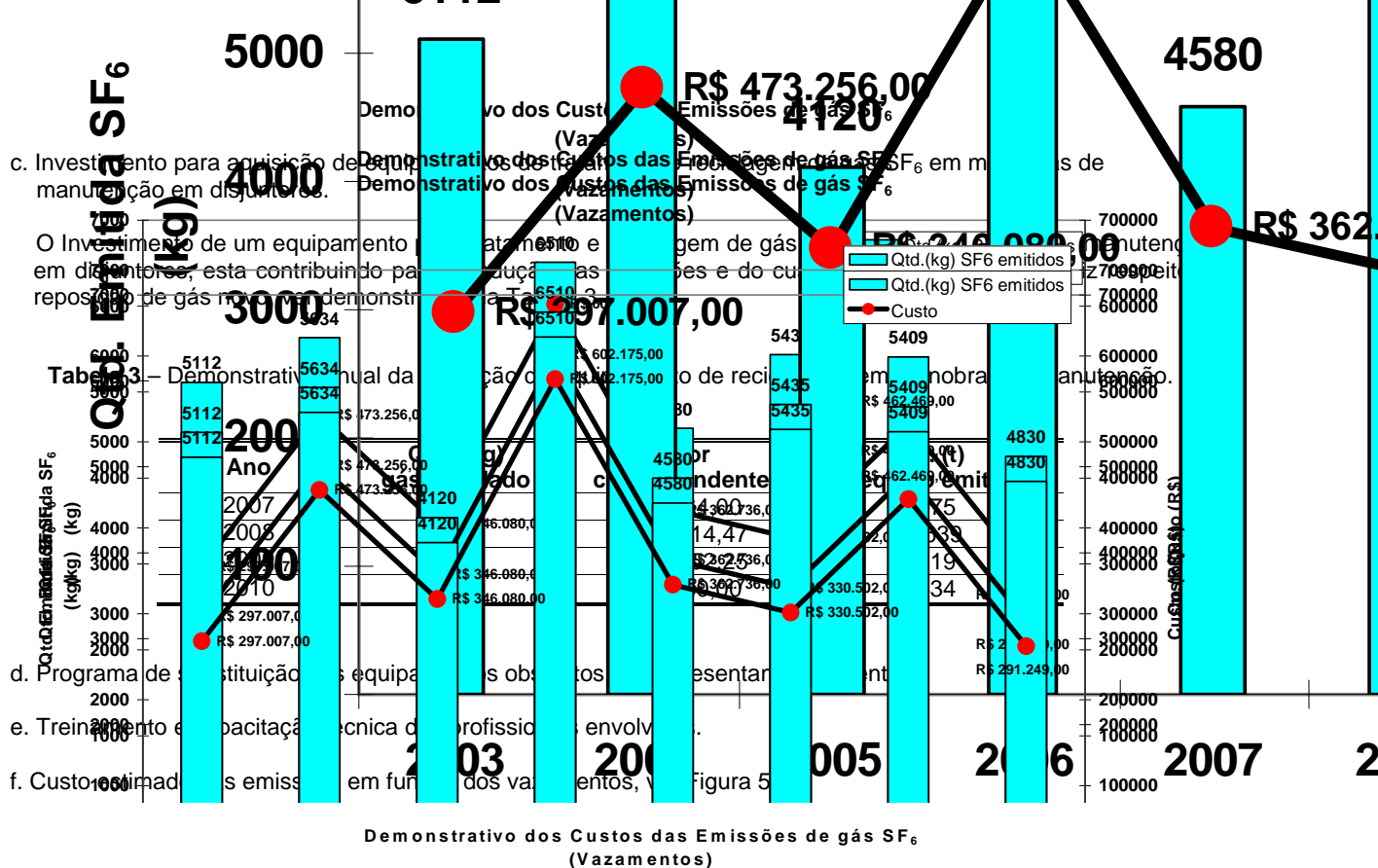


Figura 5 – Gráfico demonstrativo do custo de manutenção (vazamentos) em função das emissões de SF₆

3.3 Gestão Integrada – Meio Ambiente.

Apesar de ser integrada nessa gestão como ponto final das informações, na verdade ela é o início, pois aqui surge a elaboração do inventário de emissões de SF₆.

As informações mencionadas anualmente através deste inventário, servem como base para medidas e tomadas de ações, no sentido de se reduzir as emissões de gás SF₆ para o meio ambiente.

Nesta gestão integrada, a gestão do meio ambiente vai além da simples coleta de informações, ou seja, outras ações cabem a esta, tais como: Programa de educação ambiental junto aos profissionais da manutenção e fornecedores e Compensação de Carbono.

Em função de estarmos ainda operando com disjuntores antigos, e que apresentam problema de vazamento, a nossa taxa de emissão de gás SF₆ para o meio ambiente é bastante significativa, ver Tabela 4.

Tabela 4 – Demonstrativo das emissões de gás SF₆

Ano	Qtd. emissão de SF ₆ (kg)	Qtd. emissão CO ₂ eq (t) ²
2003	5112	122.176
2004	5634	134.652
2005	4120	98.468
2006	6510	155.589
2007	4580	109.462
2008	5435	129.896
2009	5409	115.437
2010	4830	115.437

4.0 - PROJETO DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO APLICADO AO SETOR ELÉTRICO (MDL)

Através das informações apresentadas no inventário de emissões de SF₆, conseguimos quantificar as nossas emissões, identificar os disjuntores responsáveis e o problema técnico apresentado por eles.

Tendo em vista que a solução técnica para a redução destas emissões seria a troca de 12 disjuntores, e tendo como principal motivo o fator econômico para substituição imediata desses disjuntores, a Eletrobras Furnas se fez valer de um Projeto pioneiro no Brasil de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado ao setor elétrico (MDL).

A atividade do projeto objetiva a redução das emissões proveniente dos vazamentos do gás Hexafluoreto de Enxofre (SF₆) de 12 disjuntores de alta tensão (Modelo GE-ATB) das subestações da Eletrobras Furnas, substituindo-os por unidades novas que atingem uma perda máxima de 1%.

A Emissão de linha de base tomado, proveniente da informação do inventário, foi de 44.249 tCO₂e/ano, e a metodologia de linha de base e monitoramento aplicado ao projeto foi AM0035.

O Projeto se encontra na fase do Envio do Documento de Concepção Projeto (MDL DCP/Versão-03).

A Eletrobras Furnas participou juntamente com a empresa privada Cantor CO₂ Brasil Consultorias de Commodities Ltda.

5.0 - CONCLUSÃO

A aplicação do inventário de emissões de SF₆ na Eletrobras Furnas, vem demonstrando ser uma ferramenta de gestão eficiente, quando aplicado em um processo de gestão integrada entre as áreas de suprimento, manutenção e meio ambiente (ver Figura 6), pois, através desta conseguimos visualizar todo o fluxo de informação necessária para melhorar a gestão de suprimento, reduzir o custo de aquisição de gás e manutenção, garantir a segurança e a eficiência do nosso sistema, através da substituição de equipamentos operando fora das condições normais (vazamento) e reduzir as emissões de gás SF₆ para o meio ambiente.

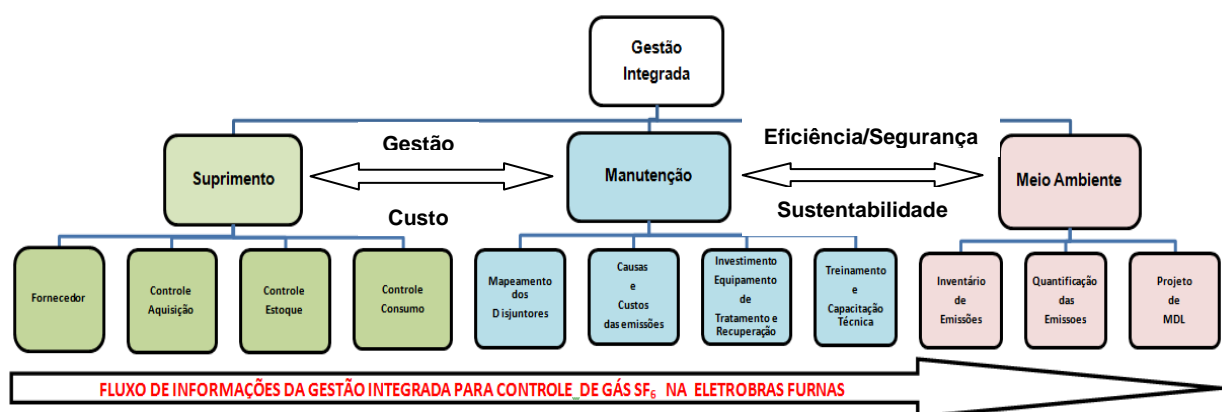


Figura 6 – Resultado da interação obtida no processo de gestão integrada a partir do inventário de emissões.

² O Fator de aquecimento global adotado para o SF₆ em relação ao CO₂ foi de 23.900, conforme estabelecido pelo IPCC.

Com relação ao Projeto de MDL desenvolvido pela Eletrobrás Furnas, este se encontra na fase de envio do Documento de concepção do Projeto (PDD), e o sucesso deste não está garantido, visto que, faltam ainda algumas etapas a serem percorridas até a obtenção dos créditos.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>, 2006.
- (2) United States Environmental Protection Agency (EPA), Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases, Washington DC, United States, 2006.
- (3) Sulphur Hexafluoride brochure (Solvay Fluor, 2006).
- (4) IEC 62271-303, High-voltage switchgear and controlgear – Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF₆).

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

- Nome: Ronaldo Carletti
- Local e ano de nascimento: Rio de Janeiro - 1967
- Local e ano de graduação: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – 1996

Experiência profissional:

a) Títulos:

- Graduação: Engenharia Química -UFRJ
- Mestrado: Meio Ambiente – UFRJ
- Pós graduação (MBA): Meio Ambiente – FGV

b) Áreas de Atuação:

- Engenheiro Químico – Produção / Indústria de Lubrificantes
- Chefe de Produção – Produção / Indústria de Cosméticos
- Gerente de Operações – Produção / Indústria de Cosmético
- Gerente de Produção – Produção / Indústria de Cosmético
- Engenheiro Químico – Gestão de Materiais / Empresa de Geração e Transmissão de Energia.