GRUPO –XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS- GIA

FERRAMENTAS PARA A ELABORAÇÃO DE INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DAS EMPRESAS ELETROBRAS

Alexandre Mollica Medeiros(*)
CEPEL

Juliano L.S. de Abreu
CEPEL

Cristiane Cruz
CEPEL

Maria Luiza Milazzo
ELETROBRAS

Frederico Monteiro Neves
ELETROBRAS

RESUMO

Na sua ininterrupta realização e aprimoramento de inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), as empresas Eletrobras vêm contando com a atuação do CEPEL na coordenação técnica do Grupo de Trabalho de Estratégia Climática do Subcomitê de Meio Ambiente das Empresas Eletrobras e no trabalho constante de elaboração e atualização de ferramentas. Dentre as ferramentas desenvolvidas pelo CEPEL para esse fim destacam-se os *Formulários de Dados* e a *Ferramenta de Cálculo de Emissões*, sendo a primeira responsável por todo o processo de coleta e validação das informações e a segunda responsável pelo processo de cálculo e disponibilização dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE

Inventário de Gases de Efeito Estufa, Ferramentas Computacionais, Sustentabilidade Empresarial.

1.0 - INTRODUÇÃO

Em junho de 2014, a Eletrobras, pelo sexto ano consecutivo, disponibilizou em sua página na internet o *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa ano base 2013* (1), consolidando uma série de dados para o estudo da evolução das emissões e uma importante referência para a gestão dos gases de efeito estufa nas Empresas Eletrobras. Cabe ressaltar que o inventário foi verificado por terceira parte independente pela segunda vez consecutiva, obtendo o grau de asseguração (1) (2).

O Inventário de Emissões de GEE das empresas Eletrobras segue metodologia do IPCC (3) e as diretrizes do Greenhouse Gas Protocol - GHG Protocol (4), tendo como limite organizacional as empresas nas quais a Eletrobras detém o controle operacional. As informações necessárias à elaboração deste Inventário foram levantadas em cada uma das empresas por meio de seus representantes no GT 3 - Grupo de Trabalho Estratégia Climática, criado no âmbito do SCMA – Subcomitê de Meio Ambiente das empresas Eletrobras. Para a edição do ano base 2013 foram consideradas todas as emissões a partir de fontes diretas (escopo 1), indiretas relacionadas à eletricidade (escopo 2), e uma parte significativa das outras emissões indiretas (escopo 3).

Na sua ininterrupta realização e aprimoramento de inventários de emissões, as empresas Eletrobras vêm contando com a atuação do CEPEL na coordenação técnica do Grupo de Trabalho de Estratégia Climática (GT3) do Subcomitê de Meio Ambiente das Empresas Eletrobras (SCMA) e no trabalho constante de elaboração e atualização de ferramentas para este fim. Dentre as ferramentas desenvolvidas pelo CEPEL destacam-se os *Formulários de Dados* e a *Ferramenta de Cálculo de Emissões*, sendo a primeira responsável por todo o processo de coleta e validação das informações e a segunda responsável pelo processo de cálculo e disponibilização dos resultados.

(*) Av. Horácio de Macedo, n˚ 354 Cidade Universitária – CEP 21941 911 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2598-6457 – Fax: (+55 21) 2598-6482 – Email: mollica@cepel.br

Além dessas ferramentas, utiliza-se também o Sistema IGS, uma ferramenta estratégica de gestão que monitora, desde 2010, os indicadores de sustentabilidade na Dimensão Ambiental a partir da análise de variáveis das diversas atividades das empresas Eletrobras (geração, transmissão, distribuição, atividades administrativas). Na dimensão ambiental, o Sistema IGS realiza o monitoramento de temas como água, energia, resíduos, biodiversidade, ações voluntárias e conformidade legal em 173 indicadores de desempenho. O resultado destes indicadores vem sendo utilizados amplamente como fonte de dados na elaboração dos Relatórios de Sustentabilidade (modelo GRI) das empresas Eletrobras e no atendimento às demandas externas (ISE, DJSI, CDP, Inventário de Emissões de GEE), inclusive como evidência.

O processo de elaboração do Inventário de Emissões envolve a participação de um amplo contingente de colaboradores das empresas que trabalham dentro de um calendário estabelecido pelo GT3 do SCMA, dividido em algumas etapas: obtenção dos dados, validação e verificação dos dados, cálculo de emissões, verificação dos cálculos e publicação dos resultados finais. A figura 1 apresenta um panorama do processo, com destaque para as entidades envolvidas e as ferramentas utilizadas.

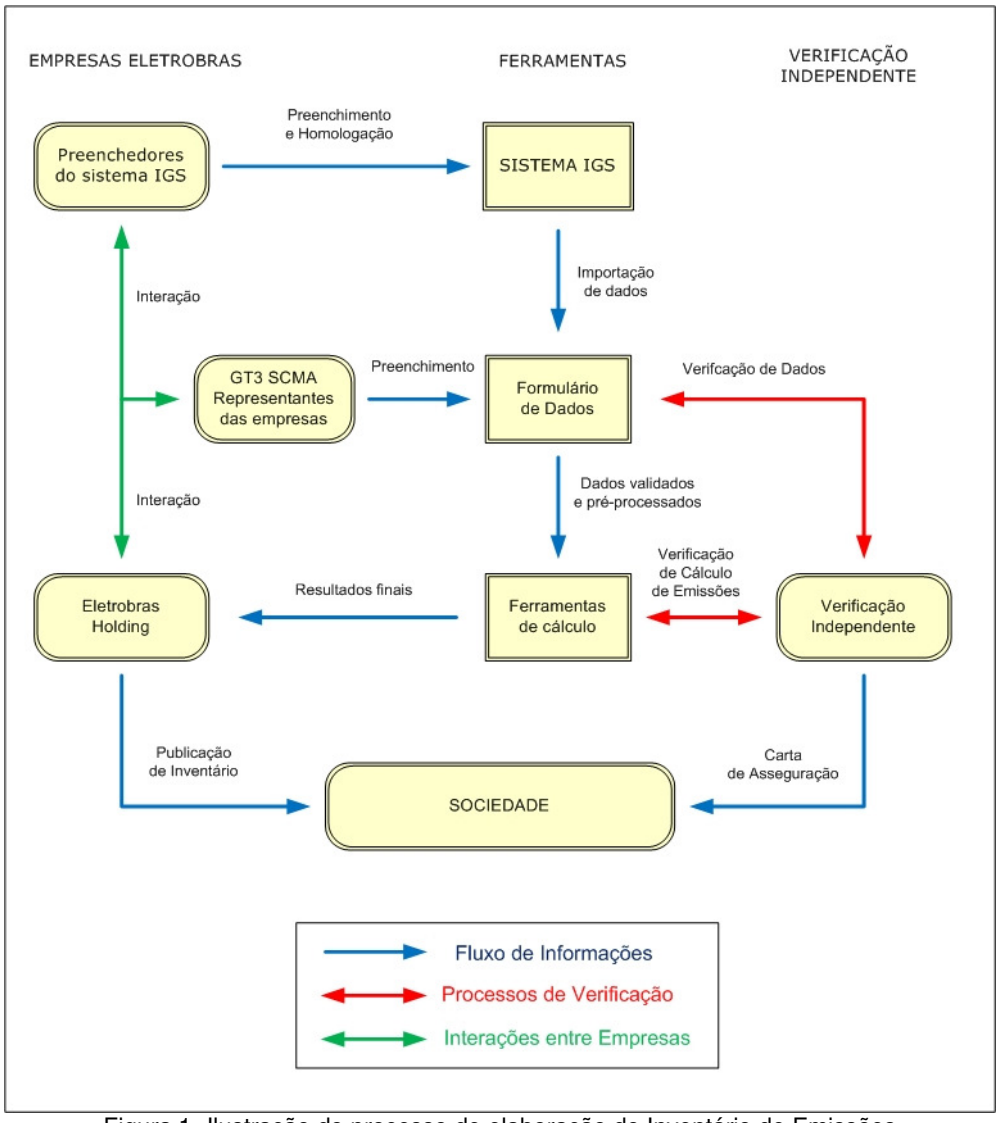


Figura 1- Ilustração do processo de elaboração do Inventário de Emissões

Na figura 1, as caixas com bordas arredondadas representam os agentes atuantes no processo, enquanto as com bordas ortogonais representam as ferramentas utilizadas. Os fluxos de informações, mostrados em azul, vão desde os preenchimentos iniciais pelos detentores dos dados primários nas empresas, passando por processos de validação, pré-processamento, cálculo de emissões, até a consolidação do relatório final do inventário, que é publicado e fica disponível para a sociedade no website da Eletrobras. Os processos de verificação e as interações entre as empresas, mostrados em verde e vermelho, respectivamente, são ações interativas e dessa forma estão representadas em vias de mão dupla. Por fim, cabe destacar o trabalho da Eletrobras Holding na interação com os preenchedores do sistema IGS e com os representantes do GT3, fazendo uma revisão detalhada dos dados inseridos e uma comparação detalhada entre a consistência das informações dos formulários e do sistema IGS.

Este informe destaca o processo de construção e aprimoramento das ferramentas *Formulário de Dados* e *Ferramentas de Calculo* e a importância destas na elaboração do inventário de emissões.

A linguagem de programação *Visual Basic* foi utilizada na construção das rotinas de ambas as ferramentas que também contam com uma interface gráfica na plataforma *Microsoft Excel*. No caso do *Formulário de Dados* o uso dessa plataforma facilita o preenchimento dos dados pelos usuários uma vez que a interface é de fácil compreensão e utilização. A *Ferramenta de Cálculo de Emissões* é estruturada sobre a forma de planilhas permitindo o acompanhamento dos cálculos de maneira organizada e transparente, explicitando os fatores de emissão, a conversão de unidades e outras constantes, evitando assim o efeito "caixa preta" e tornando o processo de verificação mais simples.

2.0 - COLETA E PRÉ-PROCESSAMENTO DE DADOS

O Formulário de Dados é a ferramenta destinada à coleta, armazenamento, validação e pré-processamento dos dados utilizados na elaboração do inventário de emissões, sendo que cada empresa realiza o preenchimento de um formulário, totalizando assim, 15 documentos base que irão alimentar a *Ferramenta de Cálculo de Emissões* para a confecção do inventário de emissões das Empresas Eletrobras.

O documento é composto por vinte abas de entrada e pré-processamento de dados que correspondem aos diferentes tipos de fontes de emissão distribuídas nos três escopos propostos pelo GHG Protocol e mais quatro abas de referência utilizadas para identificação dos tipos de combustível, dos gases refrigerantes, conversão de unidades de massa e volume, e indicação de correspondência entre os tipos de fontes, as abas do formulário e as variáveis do sistema IGS. Além disso, o formulário possui uma aba específica com instruções e um botão para a importação dos dados relativos ao inventário preenchidos no sistema IGS, uma aba de índice e uma aba de apresentação. A figura 2 apresenta a aba de índice do formulário de dados.

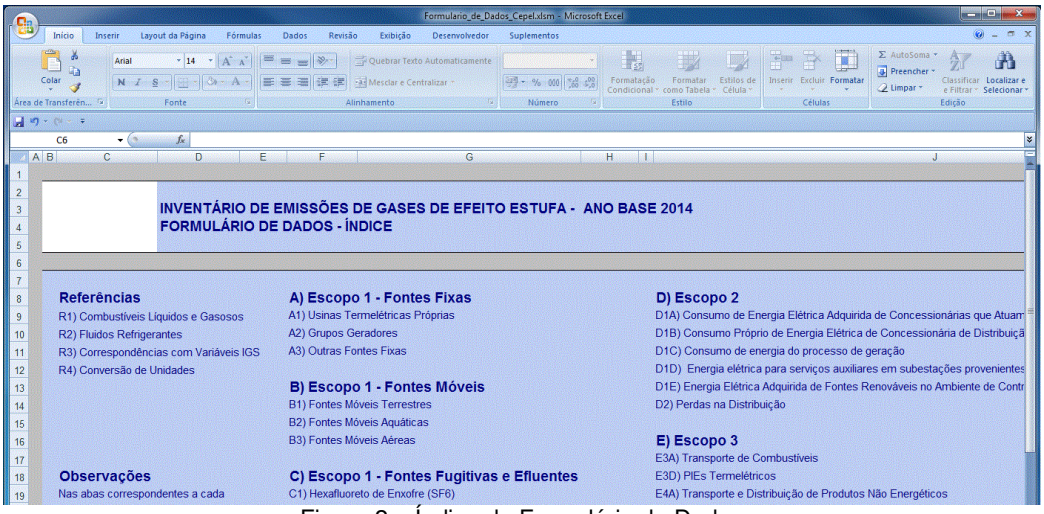


Figura 2 – Índice do Formulário de Dados

O escopo 1 que corresponde às emissões diretas é subdividido em fontes fixas (Abas A), fontes móveis (Abas B) e fontes fugitivas e efluentes (Abas C). Dentre as fontes fixas a aba A1 corresponde às emissões por consumo de combustível das usinas termelétricas próprias que representam mais de 60% das emissões das empresas Eletrobras. A aba A2, por sua vez, corresponde ao consumo por grupos geradores auxiliares não destinados à geração para o serviço público. E a aba A3 destina-se a qualquer outra fonte fixa em que o consumo de combustível não sirva para geração de energia elétrica como o gás utilizado em cozinhas, laboratórios, entre outras. Quanto às fontes móveis a aba B1 corresponde ao consumo de combustível por veículos terrestres que façam parte da frota operacional da empresa. As abas B2 e B3 correspondem ao consumo por veículos aquáticos e aéreos, respectivamente, desde que façam parte da frota própria da empresa. As fontes fugitivas e de efluentes são compostas pelas abas: C1 que corresponde às emissões fugitivas do gás SF6; C2, que está relacionada à fuga de gases refrigerantes (HFCs, PFCs, e gases controlados pelo protocolo de Montreal) em aparelhos de ar condicionado e outros equipamentos de refrigeração; e C3 que corresponde às emissões pelos efluentes líquidos das empresas.

O escopo 2 está relacionado com as emissões indiretas envolvidas com a aquisição de energia elétrica. Por se tratar de empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica, a computação deste escopo se torna bastante complexa. Com o intuito de evitar a dupla contagem, o escopo 2 foi dividido em sete abas (D1A, D1B, D1C, D1D, D1E, D2, D3). Em alguns casos, quando identificada uma dupla contagem pela geração da própria energia que está sendo consumida, atribui-se emissão zero. Mesmo não adicionando essas emissões no cômputo

total, o preenchimento dos valores de todas as abas da seção “D” é muito importante, pois as classificações definidas para essa parte do formulário tem o objetivo de organizar os dados de modo a evitar duplas contagens. A aba D1A corresponde ao consumo de energia elétrica adquirida de concessionárias que atuam no sistema interligado Nacional (SIN). A aba D1B corresponde ao consumo próprio de energia elétrica de concessionária de distribuição de energia em sistemas isolados, podendo ser considerado zero, pois nos sistema isolados a energia consumida é gerada pela própria concessionária na maioria dos casos. A aba D1C corresponde à energia proveniente da geração de uma usina que é consumida dentro da própria usina, neste caso não se computa as emissões indiretas. A aba D1D destina-se ao consumo de energia elétrica para serviços auxiliares em subestações provenientes do transformador, este consumo não é computado, uma vez que esta energia proveniente do transformador já estará sendo considerada nas perdas da transmissão ou distribuição. Na aba D1E é reportado o consumo de energia elétrica adquirida de fontes renováveis no ambiente de contratação livre (ACL), se a energia consumida for proveniente de um contrato dentro do ambiente de contratação livre é possível optar por um fornecedor de energia específico, se este gera energia a partir fonte renovável, a energia consumida também não se torna uma emissão indireta. E por fim na aba D2 são computadas as emissões relativas as perdas totais na atividade de distribuição.

No Escopo 3 são consideradas as outras fontes de emissões indiretas. Este escopo envolve uma série de fontes emissoras relacionadas indiretamente com as empresas, como a contratação de serviços junto a terceiros e a atuação de fornecedores. Atualmente ainda não são consideradas todas as possíveis fontes emissoras, mas o inventário já incorporou um número significativo delas, reportadas no formulário através de cinco abas. A primeira aba é a E3A na qual é reportado o consumo de combustível pela frota de veículos que faz o transporte de combustíveis para a empresa. A aba E3D destinada-se ao consumo de combustível dos produtores independentes de energia termelétricos (PIEs). A aba E4A corresponde ao consumo de combustível pela frota de veículos contratados para realização de transporte de produtos não energéticos. A aba E6A que corresponde às emissões associadas às viagens aéreas a negócios nacionais e internacionais em aviões comerciais. E por fim, a aba E7A que é destinada ao consumo de combustível pela frota contratada para transporte diário de colaboradores de suas residências ao local de trabalho.

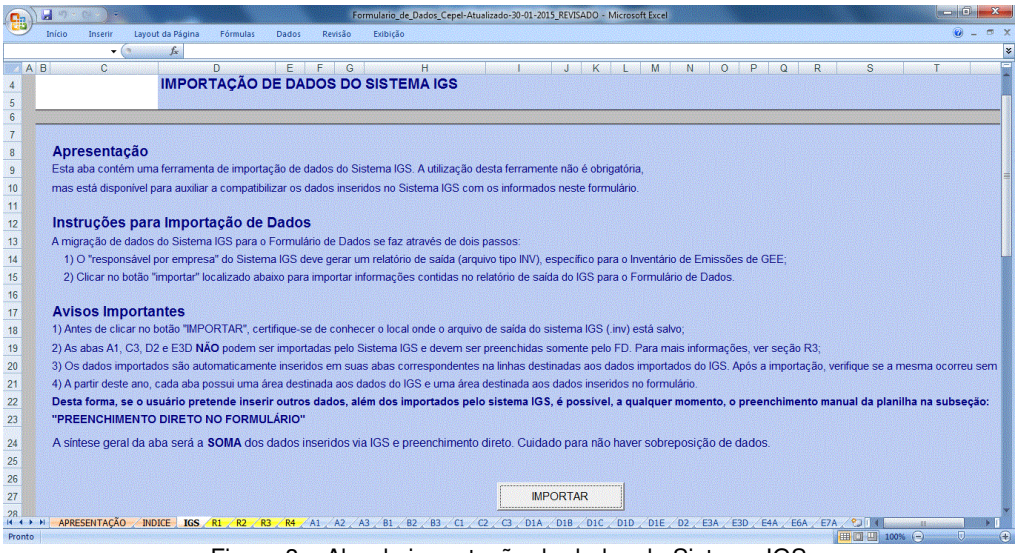


Figura 3 – Aba de importação de dados do Sistema IGS

Como apresentado na figura 1, a entrada de dados dessas fontes pode ser feita de duas maneiras distintas: (i) inserção direta no formulário; e/ou (ii) importação automática dos dados do *Sistema IGS*. No primeiro caso, os representantes do GT3 do SCMA se responsabilizam por obter as informações junto às fontes nas empresas e preenchem diretamente os campos do formulário que já estão configurados para uma primeira validação dos dados, ou seja, permitir que os dados inseridos estejam em unidades correspondentes as suas grandezas e emitir avisos de campos obrigatórios faltantes após o preenchimento. No caso da importação de dados do sistema IGS, segue-se um procedimento dividido em duas etapas: a primeira é a geração de um relatório de saída no sistema IGS contendo todas as informações a serem migradas ao formulário de dados; e a segunda é a importação destes dados. A importação se faz de maneira automática no formulário através da aba IGS, mostrada na figura 3. O usuário aperta o botão “importar” e imediatamente seleciona o arquivo do relatório enviado pelo sistema IGS. Os dados importados são devidamente inseridos em todas as abas correspondentes.

Depois de encerrada a etapa de importação/preenchimento dos dados no formulário, passa-se para a etapa de pré-processamento, quando o usuário deve percorrer cada aba do formulário para gerar uma síntese dos dados contidos nesta aba, composto por agregações no tempo (meses para ano) e nas unidades da empresa, resultando em valores síntese para as fontes de emissões, que podem ser gerados de maneira automática através de funcionalidade definida no formulário. A partir desta síntese, pode-se fazer uma primeira verificação dos dados

inseridos, pois o formulário armazena também as sínteses de anos anteriores. Dessa forma, se forem cometidos erros grosseiros no preenchimento dos dados, estes podem ser facilmente verificados após a comparação com valores de inventários de anos anteriores. No processo de síntese são agrupados os combustíveis/gases/tipo de energia da aba, seguida uma padronização das unidades e, para as fontes que envolvem combustíveis fósseis, a ferramenta também separa o álcool anidro contido na gasolina e o biodiesel (B100) contido no óleo diesel. Com isso os dados estão pré-processados e prontos para entrada na *Ferramenta de Cálculo de Emissões*. A figura 4 apresenta a síntese das informações da aba B1 para a empresa CEPEL no formulário ano base 2014.

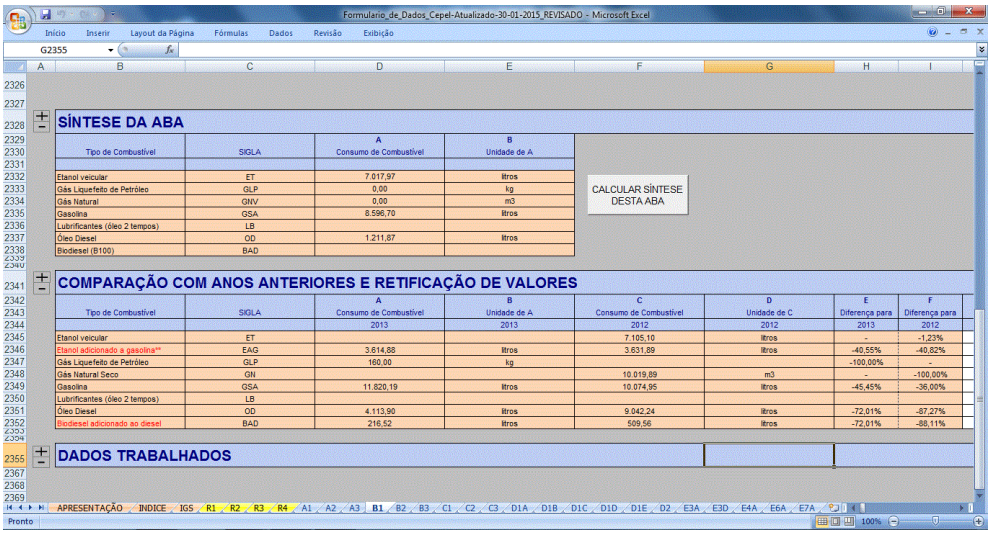


Figura 4 – Síntese dos dados e comparação com anos anteriores – exemplo CEPEL 2014 aba B1

É importante observar que, coforme apresentado na figura 1, após o preenchimento dos dados, os formulários de todas as empresas são submetidos à verificação independente, que é realizada por uma instituição especializada. Esta verificação consiste na revisão de todos os dados inseridos nos formulários, sendo que o processo envolve visitas de auditores a algumas empresas para interagir com os responsáveis pelo preenchimento dos formulários e solicitar evidências dos dados informados. Quando encontrados erros, retificações são solicitadas aos preenchedores e os formulários sofrem revisões decorrentes do processo de verificação.

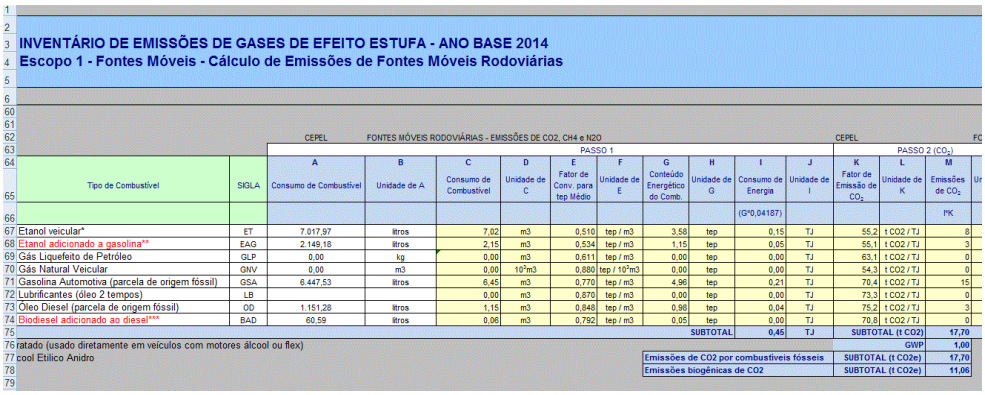
3.0 - CALCULO DE EMISSÕES

A *Ferramenta de Cálculo* é destinada a estimação das emissões de gases de efeito estufa das Empresas Eletrobras. Ao contrário do *Formulário de Dados*, onde a cada edição do inventário são gerados 15 arquivos, a ferramenta é uma só, processando e gerando os resultados para todas as empresas. Sendo assim, após geradas as sínteses nos formulários, inicia-se o processo de migração dos dados para a *Ferramenta de Cálculo*, que ocorre de maneira automatizada através de funcionalidade desenvolvida para este fim.

Vale ressaltar que, além de emissões de gases de efeito estufa, a ferramenta obtém outos resultados, a saber: estimativas de emissões de gases poluentes provocadas por queima de combustíveis fósseis em usinas termelétricas – óxidos de de enxofre (SOx) e óxidos de nitrogênio (NOx); estimativas de emissões fugitivas de gases controlados pelo Protocolo de Montreal: R22, HCFC 126 e R141 – b.

A ferramenta está programada para proceder os cálculos de maneira autônoma, contendo um conjunto de abas onde as emissões são calculadas para cada fonte, utilizando as mesmas nomenclaturas de abas dos *Formulários de Dados* (A1, A2,..., E7A), e trazem como resultados as emissões de gases de efeito estufa detalhadas por empresa, por fonte emissora e por combustível utilizado. A figura 5 apresenta um exemplo ilustrativo do processo de cálculo de emissões, mostrando um pedaço da aba B1 contendo o cálculo de emissões de CO_2 decorrente de fontes móveis rodoviárias para a empresa CEPEL no ano base 2014. O restante desta mesma aba contém cálculos também para CH_4 e N_2O dessa fonte para o CEPEL e o cálculo dos três gases Dara as demais empresas. No que se refere aos parâmetros utilizados no cálculo de emissões, a *Ferramenta de Cálculo* possui um conjunto de abas (P1, P2, P3, P4, P5, P6, A0, B0, C0 e D0) onde estes parâmetros são dispostos de maneira organizada, e são utilizados como referência por todas as abas de cálculo de emissões (A1, A2,..., E7A). A aba P1 contém os valores de potencial de aquecimento global (Greenhouse Warming Potential – GWP) para todos os gases do inventário de emissões com base em valores de informações do IPCC (4) e (5), conforme apresenta a figura 6. A aba P2 contém valores de Densidade e poderes caloríficos para os combustíveis utilizados, com base no Balanço Energético Nacional (6). A aba P3 contém fatores de conversão de quantidade de energia contida nos combustíveis para unidades de tep médio (toneladas equivalentes de petróleo) e TJ (Tera – Joules, ou 10^{12}J), com base no Balanço Energético Nacional (6). A aba P4 esclarece a correspondência entre os dados importados do Sistema IGS para o

Formulário de Dados. A aba P5 contém os fatores de emissão de SO_x e NO_x utilizados para a estimativa de emissões desses gases poluentes com base em (7). A aba P6 contém nomenclaturas e especificações de tipos de combustíveis utilizados, com base em dados da Petrobras Distribuidora (8). A aba A0 contém fatores de emissão para fontes fixas com base em valores do IPCC (3), mostrados na figura 7.



INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - ANO BASE 2014
Escopo 1 - Fontes Móveis - Cálculo de Emissões de Fontes Móveis Rodoviárias

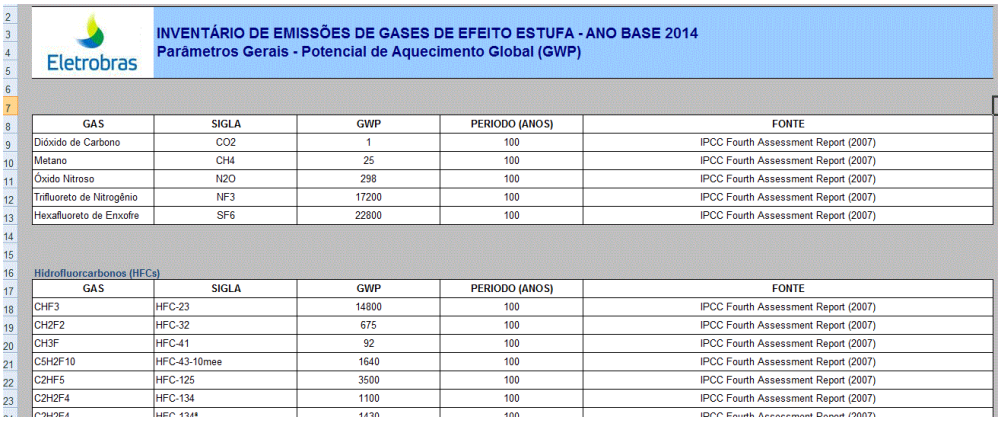
CEPEL — FONTES MÓVEIS RODOVIÁRIAS - EMISSÕES DE CO2, CH4 e N2O — CEPEL

PASSO 1 — PASSO 2 (CO_2)

Tipo de Combustível	SIGLA	A Consumo de Combustível	B Unidade de A	C Consumo de Combustível	D Unidade de C	E Fator de Conv. para tep Médio	F Unidade de E	G Conteúdo Energético do Comb.	H Unidade de G	I Consumo de Energia (G*0,04187)	J Unidade de I	K Fator de Emissão de CO_2	L Unidade de K	M Emissões de CO_2
Etanol veicular*	ET	7.017,97	litros	7,02	m3	0,510	tep / m3	3,58	tep	0,15	TJ	55,2	t CO2 / TJ	8
Etanol adicionado a gasolina**	EAG	2.149,18	litros	2,15	m3	0,534	tep / m3	1,15	tep	0,05	TJ	55,1	t CO2 / TJ	3
Gás Liquefeito de Petróleo	GLP	0,00	kg	0,00	m3	0,611	tep / m3	0,00	tep	0,00	TJ	63,1	t CO2 / TJ	0
Gás Natural Veicular	GNV	0,00	m3	0,00	10^3m3	0,880	tep / 10^3m3	0,00	tep	0,00	TJ	54,3	t CO2 / TJ	0
Gasolina Automotiva (parcela de origem fóssil)	GSA	6.447,53	litros	6,45	m3	0,770	tep / m3	4,96	tep	0,21	TJ	70,4	t CO2 / TJ	15
Lubrificantes (óleo 2 tempos)	LB			0,00	m3	0,870	tep / m3	0,00	tep	0,00	TJ	73,3	t CO2 / TJ	0
Óleo Diesel (parcela de origem fóssil)	OD	1.151,28	litros	1,15	m3	0,848	tep / m3	0,98	tep	0,04	TJ	75,2	t CO2 / TJ	3
Biodiesel adicionado ao diesel***	BAD	60,59	litros	0,06	m3	0,792	tep / m3	0,05	tep	0,00	TJ	70,8	t CO2 / TJ	0
									SUBTOTAL	0,45	TJ	SUBTOTAL (t CO2)		17,70
												GWP		1,00
									Emissões de CO2 por combustíveis fósseis			SUBTOTAL (t CO2e)		17,70
									Emissões biogênicas de CO2			SUBTOTAL (t CO2e)		11,06

ratado (usado diretamente em veículos com motores álcool ou flex)
cool Etílico Anidro

Figura 5 – Exemplo de Cálculo – Aba B1 – Fontes Móveis



Eletrobras

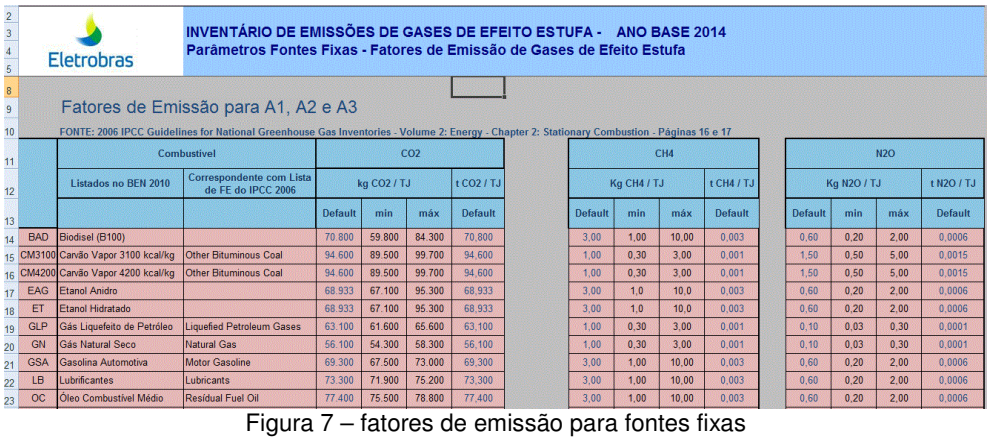
INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - ANO BASE 2014
Parâmetros Gerais - Potencial de Aquecimento Global (GWP)

GAS	SIGLA	GWP	PERIODO (ANOS)	FONTE
Dióxido de Carbono	CO2	1	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
Metano	CH4	25	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
Óxido Nitroso	N2O	298	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
Trifluoreto de Nitrogênio	NF3	17200	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
Hexafluoreto de Enxofre	SF6	22800	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)

Hidrofluorcarbonos (HFCs)

GAS	SIGLA	GWP	PERIODO (ANOS)	FONTE
CHF3	HFC-23	14800	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
CH2F2	HFC-32	675	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
CH3F	HFC-41	92	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
C5H2F10	HFC-43-10mee	1640	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
C2HF5	HFC-125	3500	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
C2H2F4	HFC-134	1100	100	IPCC Fourth Assessment Report (2007)

Figura 6 – valores de GWP



Eletrobras

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - ANO BASE 2014
Parâmetros Fontes Fixas - Fatores de Emissão de Gases de Efeito Estufa

Fatores de Emissão para A1, A2 e A3

FONTE: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2: Energy - Chapter 2: Stationary Combustion - Páginas 16 e 17

Combustível			CO2				CH4				N2O			
	Listados no BEN 2010	Correspondente com Lista de FE do IPCC 2006	kg CO2 / TJ			t CO2 / TJ	Kg CH4 / TJ			t CH4 / TJ	Kg N2O / TJ			t N2O / TJ
			Default	min	máx	Default	Default	min	máx	Default	Default	min	máx	Default
BAD	Biodisel (B100)		70.800	59.800	84.300	70,800	3,00	1,00	10,00	0,003	0,60	0,20	2,00	0,0006
CM3100	Carvão Vapor 3100 kcal/kg	Other Bituminous Coal	94.600	89.500	99.700	94.600	1,00	0,30	3,00	0,001	1,50	0,50	5,00	0,0015
CM4200	Carvão Vapor 4200 kcal/kg	Other Bituminous Coal	94.600	89.500	99.700	94.600	1,00	0,30	3,00	0,001	1,50	0,50	5,00	0,0015
EAG	Etanol Anidro		68.933	67.100	95.300	68,933	3,00	1,0	10,0	0,003	0,60	0,20	2,00	0,0006
ET	Etanol Hidratado		68.933	67.100	95.300	68,933	3,00	1,0	10,0	0,003	0,60	0,20	2,00	0,0006
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo	Liquefied Petroleum Gases	63.100	61.600	65.600	63,100	1,00	0,30	3,00	0,001	0,10	0,03	0,30	0,0001
GN	Gás Natural Seco	Natural Gas	56.100	54.300	58.300	56,100	1,00	0,30	3,00	0,001	0,10	0,03	0,30	0,0001
GSA	Gasolina Automotiva	Motor Gasoline	69.300	67.500	73.000	69,300	3,00	1,00	10,00	0,003	0,60	0,20	2,00	0,0006
LB	Lubrificantes	Lubricants	73.300	71.900	75.200	73,300	3,00	1,00	10,00	0,003	0,60	0,20	2,00	0,0006
OC	Óleo Combustível Médio	Resídual Fuel Oil	77.400	75.500	78.800	77,400	3,00	1,00	10,00	0,003	0,60	0,20	2,00	0,0006

Figura 7 – fatores de emissão para fontes fixas

A aba B0 contém fatores de emissão para fontes móveis rodoviárias, com base em (3) e (9). A aba C0 contém fatores de emissão para tratamento de efluentes líquidos, com base em (3). A aba D0 contém fatores de emissão indireta devido ao consumo de energia elétrica proveniente do Sistema Interligado Nacional, com base em (10). A aba E0 contém fatores de emissão para viagens aéreas a negócios, com base em (11).

Para a apresentação dos resultados finais foi desenvolvido um conjunto de abas “Sínteses dos Resultados” com diversos tipos de saídas programadas de acordo com as necessidades, uma vez que os resultados do Inventário de Emissões são utilizados pelas Empresas Eletrobras como insumos importantes na composição de questionários e publicações que demandam informações sobre mudanças climáticas, tais como: Relatório de Sustentabilidade; *GRI*; *ISE Bovespa*, *DJSI*, *Carbon Disclosure Project*, ICO2, entre outras.

4.0 - RESULTADOS

A figura 8 apresenta o resultado das emissões de gases de efeito estufa por fonte e por empresa para o ano de 2013. Do total de emissões diretas (escopo 1), 99,3% têm origem na geração termelétrica (UTE própria), enquanto as emissões fugitivas representam 0,5% e as fontes móveis 0,2%. Do escopo 2, 59% das emissões são derivadas das perdas na transmissão, 39% das perdas na distribuição e 2% são emissões do consumo de energia elétrica. As emissões dos Produtores Independentes de Energia (PIE) correspondem à maior parcela das emissões do escopo 3 (99%). A soma das parcelas "viagens aéreas", "transporte de colaboradores", "transporte de combustíveis" e "transporte de produtos não energéticos" somam aproximadamente 1% deste escopo.

Eletrobras

INVENTARIO DE EMISSOES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - ANO BASE 2013
Resultados por Fonte Emissora

EMPRESA	Escopo 1										Escopo 2			Escopo 3					SUBTOTAL POR EMPRESA
	Fixas			Móveis			Fugitivas												
	UTEs Próprias	Geradores	Outras	Terrestres	Aquáticas	Aéreas	SF6	Refrigeração	Efluentes Líquidos	Extintores	Consumo de Eletricidade	Perdas na Distribuição	Perdas na Transmissão	Transporte de Combustíveis	PIE	Transporte de Produtos Não Energéticos	Viagens Aéreas	Transporte de Colaboradores	
CGTEE	3.486.316	n.a.	0	270	n.a.	n.a.	n.a.	7	552	2	26.592	n.a.	n.a.	n.d.	n.a.	5.481	91	613	3.519.925
Chesf	816.110	66	20	4.099	n.a.	417	0	n.a.	n.a.	16	746	n.a.	194.071	n.a.	n.a.	n.a.	1.840	n.a.	1.017.385
Furnas	1.439.570	79	70	4.138	7	n.a.	13.357	2.689	92	0	3.285	n.a.	541.828	n.d.	n.a.	n.d.	2.181	31	2.007.326
Eletronorte	446.717	97	88	2.544	111	12	0	59	8.456	18	862	n.a.	125.279	n.a.	632	14	2.152	292	587.134
Eletronuclear	n.a.	2.406	8	1.075	15	n.a.	n.a.	95	157	8	2.617	n.a.	n.a.	17	n.a.	545	444	2.264	9.650
Eletrosul	n.a.	63	9	1.435	n.a.	80	15.956	0	n.a.	3	642	n.a.	177.553	n.a.	n.a.	1	864	332	196.940
Amazonas Energia	4.006.629	n.d.	n.a.	1.163	n.d.	n.d.	0	14	n.d.	16	5	333.929	n.a.	n.d.	1.406.130	n.d.	680	n.d.	5.748.568
Itaipu	n.a.	38	234	473	6	n.a.	6.840	146	n.d.	9	201	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	27	818	967	9.759
Cepel	n.a.	2	36	40	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	2	628	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	206	537	1.450
Eletrobras Holding	n.a.	n.a.	n.a.	11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1	551	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1.724	n.a.	2.287
Distribuição Acre	n.a.	n.a.	1	261	n.d.	n.a.	456	n.a.	n.a.	0	102	25.787	n.a.	n.d.	127.975	n.d.	219	n.a.	154.802
Distribuição Alagoas	n.a.	1	n.a.	1.710	n.a.	n.a.	n.d.	n.d.	n.a.	0	360	116.143	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	177	n.d.	118.391
Distribuição Rondônia	n.a.	6	23	1.141	n.a.	n.a.	0	n.d.	n.a.	2	349	86.890	n.a.	n.d.	197.890	n.d.	342	n.d.	286.644
Distribuição Roraima	n.a.	n.a.	1	250	n.a.	n.a.	n.d.	n.a.	n.a.	0	n.a.	10.510	n.a.	n.d.	72.455	n.d.	n.d.	n.a.	83.217
Distribuição Piauí	n.a.	4	n.a.	1.760	n.a.	n.a.	1.838	n.d.	n.a.	3	387	122.661	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	142	n.a.	126.794
Subtotal Fontes	10.195.343	2.762	490	20.371	139	509	38.447	3.009	9.257	79	37.127	695.922	1.038.731	17	1.805.083	6.069	11.881	5.036	TOTAL (tCO2e)
Subtotal Tipos de Fontes	10.198.595			21.020			50.792				37.127	695.922	1.038.731	17	1.805.083	6.069	11.881	5.036	
Subtotal Escopos	10.270.407										1.771.779			1.828.086					13.870.272

Figura 7 – Resultados para o ano de 2013

Em relação a edição do ano base 2014, até momento do fechamento do texto deste informe técnico (março de 2015), já foram coletados os dados e realizados os cálculos, mas o inventário ainda não foi verificado por parte independente, impossibilitando assim a divulgação de resultados.

De uma maneira geral, o desenvolvimento das ferramentas caminhou em paralelo com a ampliação da quantidade de fontes e escopos considerados no inventário de emissões ao longo dos anos. Com o tempo e experiência acumulada, foi possível desenvolver segurança na qualidade dos dados fornecidos e nas metodologias de cálculo utilizadas. A tabela 1 apresenta uma comparação de resultados de inventários de emissões de gases de efeito estufa das Empresas Eletrobrás entre os anos 2009 e 2013. Os valores apresentados evidenciam o aumento da abrangência e também das fontes inventariadas ao longo destes anos.

Tabela 1. Evolução temporal da emissão de GEE das empresas Eletrobras por escopo

	Emissão de GEE (tCO_2e)									
	2009	%	2010	%	2011	%	2012	%	2013	%
Escopo 1	7.336.062	99,58	5.053.803	58,31	5.772.344	61,62	8.169.464	69,40	10.270.407	74,05
Escopo 2	31.198	0,42	554.314	6,40	575.079	6,14	1.654.496	14,05	1.771.779	12,77
Escopo 3	n.i.	n.i.	3.058.828	35,29	3.020.151	32,24	1.948.185	16,55	1.828.086	13,18
Total	7.367.259	100	8.666.946	100	9.367.574	100	11.772.144	100	13.870.272	100

Legenda: n.i. – não inventariado

5.0 - CONCLUSÃO

Após sua utilização ao longo dos últimos anos, o *Formulário de Dados* tem se mostrado uma ferramenta muito útil e de boa aceitação pelos seus usuários, tendo se adaptado bem as mudanças devidas aos acréscimos de fontes emissoras e a ampliação de escopos inventariados. A *Ferramenta de Cálculo, por sua vez,* após passar com sucesso por dois ciclos de verificação, adquiriu robustez e fornece resultados com a confiabilidade esperada.

O sucesso da experiência das empresas Eletrobras mostrou que o desenvolvimento de ferramentas flexíveis e de interface amigável, que é o caso do *Formulário de Dados*, é um caminho viável para a sistematização dos fluxos de dados necessários para a elaboração de inventários de gases de efeito estufa coorporativos. A estratégia de aprimoramento contínuo das ferramentas, com base nas dificuldades encontradas nos anos anteriores e nos desafios vislumbrados para os próximos ciclos, pode ser destacada como a principal razão para este sucesso.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ELETROBRAS, 2014. Inventário de Gases de Efeito Estufa – ano base 2013.

(2) ELETROBRAS, 2014. Inventário de Gases de Efeito Estufa – ano base 2013.

(3) IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2: Energy. International Panel for Climate Change.

(4) GHG Protocol. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa, 2ª edição.

(5) IPCC, 2007. Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback)

(6) IPCC, 1995. Climate Change 1995 - The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the IPCC.

(7) EPE, 2012. Balanço Energético Nacional 2012: Ano base 2011 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2012.

(8) European Environment Agency, 2009. EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook. Updated June 2010 – 1.A.1 Energy Industries.

(9) Petrobras Distribuidora, 2015. (http://www.br.com.br) Acesso em: Março / 2015.

(10) MMA 2011. Ministério do Meio Ambiente. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Brasil: 2011

(11) MCTI, 2015. Fatores de Emissão de CO2 para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, como, por exemplo, inventários corporativos. Disponível em:. http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/72764.html Acesso em: Março / 2015.

(12) UK Department for Environment Food & Rural Affairs, 2013. 2013 Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors July 2013.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Alexandre Mollica Medeiros é Mestre em Planejamento Energético e Ambiental pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (PPE/COPPE/UFRJ), Bacharel em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2000) . Trabalha como pesquisador do Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) desde 2002. Possui mais de dez anos de experiência na área de planejamento energético e ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: avaliação de emissões e remoções de gases de efeito estufa em usinas hidroelétricas, inventários corporativos de gases de efeito estufa, sustentabilidade empresarial, planejamento ambiental da expansão do setor elétrico brasileiro e avaliação ambiental de estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas. Desde 2010 é coordenador do Grupo de Trabalho de Estratégia Climática do Subcomitê de Meio Ambiente das Empresas Eletrobras.