

**SEGUNDO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE
EMISSÕES E REMOÇÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA

**EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NOS PROCESSOS
INDUSTRIAIS:**

**Emissões na produção e no consumo de
HFCs e PFCs**

Ministério da Ciência e Tecnologia

2010

PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
LUÍS INACIO LULA DA SILVA

VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA
JOSÉ DE ALENCAR GOMES DA SILVA

MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SERGIO MACHADO REZENDE

SECRETÁRIO EXECUTIVO
LUIZ ANTONIO RODRIGUES ELIAS

SECRETÁRIO DE POLÍTICAS E PROGRAMAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
LUIZ ANTONIO BARRETO DE CASTRO

EXECUÇÃO

COORDENADOR GERAL DE MUDANÇAS GLOBAIS DE CLIMA
JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ

COORDENADOR TÉCNICO DO INVENTÁRIO
NEWTON PACIORNIK

**SEGUNDO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE
EMISSÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA

**EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NOS PROCESSOS
INDUSTRIAIS:**

**Emissões na produção e no consumo
de HFCs e PFCs**

Elaborado por:

Roberto de Aguiar Peixoto
Herculano Xavier da Silva Júnior
José Maria Alves Godoi

Ministério da Ciência e Tecnologia

2010

Publicação do Ministério da Ciência e Tecnologia

Para obter cópias adicionais deste documento ou maiores informações, entre em contato com:

Ministério da Ciência e Tecnologia
Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento
Departamento de Políticas e Programas Temáticos
Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima
Esplanada dos Ministérios Bloco E 2º Andar Sala 268
70067-900 - Brasília - DF
Telefone: 61 3317-7923 e 3317-7523
Fax: 61 3317-7657
e-mail: cpmg@mct.gov.br
<http://www.mct.gov.br/clima>

Revisão:

Mauro Meirelles de Oliveira Santos
Newton Paciornik

Revisão de Editoração:

Márcia Pimenta

A realização deste trabalho só foi possível com o apoio financeiro e administrativo do:

Fundo Global para o Meio Ambiente - GEF

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD

Projeto BRA/95/G31

EQSW 103/104 lote 1 bloco D Setor Sudoeste.

70670-350 - Brasília - DF

Telefone: 61 3038-9065

Fax: 613038-9009

e-mail: registry@undp.org.br

<http://www.undp.org.br>

Agradecimentos:

Expressamos nossa mais profunda gratidão, pelos constantes incentivos e apoio em todos os momentos aos trabalhos realizados, ao Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, Dr. Sérgio Rezende, e ao Secretário Executivo, Dr. Luis Elias. Estendemos nossos agradecimentos ao Dr. Eduardo Campos, que ocupou a pasta de 2004 a 2005 e ao Dr. Luiz Fernandes, que representou a Secretaria Executiva de 2004 a 2007.

Agradecemos às equipes do GEF, do PNUD e da ABC/MRE por meio dos dirigentes dessas instituições: Sra. Monique Barbut, Dr. Jorge Chediek e Ministro Marco Farani, respectivamente, e, em particular, algumas pessoas muito especiais sem as quais a realização desse trabalho não teria sido possível: Robert Dixon, Diego Massera e Oliver Page, do GEF; Rebeca Grynstan, do PNUD/Latino América e Caribe; Kim Bolduc, Eduardo Gutierrez, Carlos Castro, Rose Diegues, Luciana Brant, do PNUD-Brasil, bem como Márcio Corrêa e Alessandra Ambrosio, da ABC/MRE. Agradecemos, igualmente, à equipe da ASCAP/MCT, por meio de sua dirigente, Dra. Ione Egler. Agradecemos, por fim, à equipe da Unidade de Supervisão Técnica e Orientação Jurídica do PNUD-Brasil. A todas essas pessoas, por seu apoio e liderança neste processo, nosso mais sincero agradecimento.

Índice

	Página
Apresentação _____	9
Sumário Executivo _____	10
1 Introdução _____	13
2 Emissões na produção e no consumo de halocarbonos _____	14
2.1 Produção de halocarbonos _____	14
2.2 Consumo de halocarbonos _____	14
2.2.1 <i>Refrigeração e ar-condicionado</i> _____	15
2.2.2 <i>Aerossóis</i> _____	16
2.2.3 <i>Extintores</i> _____	16
3 Metodologia _____	17
3.1 Emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22 _____	17
3.2 Emissões no consumo de HFCs _____	17
3.2.1 <i>Tier 1 - emissões potenciais</i> _____	17
3.2.2 <i>Tier 2 - emissões reais</i> _____	19
3.3 Metodologias setoriais _____	20
3.3.1 <i>Refrigeração e Ar Condicionado</i> _____	20
3.3.2 <i>Aerossóis</i> _____	20
3.3.3 <i>Extintores</i> _____	20
4 Dados _____	21
4.1 Produção de HCFC-22 _____	21
4.2 Uso de HFCs em refrigeração e ar-condicionado _____	22
4.2.1 <i>Vendas anuais de HFCs</i> _____	22
4.2.2 <i>Carga total em equipamentos novos</i> _____	24
4.3 Uso de HFCs em aerossóis _____	40
4.4 Uso de HFCs em extintores _____	41
4.5 Uso de HFCs - emissões potenciais - Tier 1b _____	42
4.5.1 <i>Setor de refrigeração e ar-condicionado</i> _____	42
4.5.2 <i>Outros consumos não individualizados</i> _____	43
5 Resultados _____	45

5.1	<i>Emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22 - emissões reais</i>	45
5.2	<i>Emissões pelo uso de HFCs - emissões reais - Tier 2</i>	46
5.3	<i>Emissões pelo uso de HFCs - emissões potenciais - Tier 1b</i>	46
6	Diferenças em relação ao Inventário Inicial	48
7	Referências bibliográficas	49

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Gases utilizados em refrigeração e ar-condicionado _____	16
Tabela 2 - Produção de HFC-22 no Brasil, de 1990 a 1999 _____	21
Tabela 3 - Importações de HFC-134a _____	23
Tabela 4 - Produção de refrigeradores domésticos, congeladores (<i>freezers</i>) verticais e refrigeradores e congeladores (<i>freezers</i>) horizontais, de 1995 a 2002 _____	26
Tabela 5 - Produção total de refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (<i>freezers</i>) verticais e horizontais, de 2003 a 2005 _____	27
Tabela 6 - Produção estimada de refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (<i>freezers</i>) verticais e horizontais, de 2003 a 2005 _____	27
Tabela 7 - Estimativa do uso de CFC-12 e HFC-134a em produtos de refrigeração, de 1997 a 2001 _____	28
Tabela 8 - Produção estimada de unidades com refrigerante HFC-134a, de 1997 a 2001 _____	28
Tabela 9 - Carga média de refrigerante _____	29
Tabela 10 - Comparação do consumo real com o consumo estimado de CFC-12 _____	29
Tabela 11 - Produção de refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (<i>freezers</i>) verticais e horizontais, com HFC-134a _____	30
Tabela 12 - Carga total de HFC-134a em unidades de refrigeração novas, de 1997 a 2005 _____	30
Tabela 13 - Automóveis produzidos, de 1995 a 2005 _____	32
Tabela 14 - Percentual da frota nacional de automóveis com sistema de ar-condicionado _____	33
Tabela 15 - Frota de ônibus novos com ar-condicionado e carga de HFC-134a _____	35
Tabela 16 - Capacidade de refrigeração de <i>chillers</i> com compressor parafuso e centrífugo novos	36
Tabela 17 - Carga de HFC-134a em <i>chillers</i> centrífugo e parafuso _____	36
Tabela 18 - Frota frigorificada de caminhões e carga anual de HFC-134a _____	38
Tabela 19 - Produção anual de bebedouros com HFC-134a e carga estimada anual _____	39
Tabela 20 - Cargas de HFC-134a no setor de refrigeração e ar-condicionado, de 1990 a 2005 _____	39
Tabela 21 - Carga de HFC-134a em tubos importados _____	41
Tabela 22 - Exportação de refrigeradores e carga de HFC-134a _____	43
Tabela 23 - Outros HFCs não individualizados _____	44
Tabela 24 - Importação de outros HFCs _____	45

Tabela 25 - Emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22, no Brasil, de 1990 a 2005_____	45
Tabela 26 - Emissões reais de HFC-134a no Brasil, de 1990 a 2005_____	46
Tabela 27 - Emissões potenciais de HFC-134a_____	47
Tabela 28 - Emissões potenciais de outros HFCs_____	47

Apresentação

O Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (Inventário) é parte da Comunicação Nacional à Convenção Quadro da ONU sobre Mudança do Clima (Convenção de Mudança do Clima). A Comunicação Nacional é um dos principais compromissos de todos os países signatários da Convenção de Mudança do Clima.

A responsabilidade da elaboração da Comunicação Nacional é do Ministério da Ciência e Tecnologia, ministério responsável pela coordenação da implementação da Convenção de Mudança do Clima no Brasil, conforme divisão de trabalho no governo que foi estabelecida em 1992. O Brasil está elaborando a sua Segunda Comunicação Nacional de acordo com as Diretrizes para Elaboração das Comunicações Nacionais dos Países não Listados no Anexo I da Convenção (países em desenvolvimento) (Decisão 17/CP.8 da Convenção) e as diretrizes metodológicas do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC).

Em atenção a essas Diretrizes, o presente Inventário é apresentado para o ano base de 2000. Adicionalmente são apresentados os valores referentes aos outros anos do período de 1990 a 2005. Em relação aos anos de 1990 a 1994, o presente Inventário atualiza as informações apresentadas no Primeiro Inventário.

Como diretriz técnica básica, foram utilizados os documentos elaborados pelo Painel Intergovernamental de Mudança Global do Clima (IPCC) *“Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories”* publicado em 1997, o documento *“Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories”* publicado em 2000 e o documento *“Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry”* publicado em 2003. Algumas das estimativas já levam em conta informações publicadas no documento *“2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”* publicado em 2006.

De acordo com as diretrizes, o Inventário deve ser completo, acurado, transparente, comparável, consistente e ser submetido a processo de controle de qualidade.

A elaboração do Inventário conta com a participação ampla de entidades governamentais e não-governamentais, incluindo ministérios, institutos, universidades, centros de pesquisa e entidades setoriais da indústria. Os estudos elaborados resultaram em um conjunto de Relatórios de Referência, do qual o presente relatório faz parte, contendo as informações utilizadas, descrição da metodologia empregada e critérios adotados.

Neste período imediatamente após a sua divulgação todos os Relatórios de Referência estão sendo submetidos a uma consulta ampla de especialistas que não participaram na elaboração do Inventário diretamente, como parte do processo de controle de qualidade. Esse processo é essencial para assegurar a qualidade e a correção da informação que constitui a informação oficial do governo brasileiro a ser submetida à Convenção de Mudança do Clima.

Sumário Executivo

Este relatório apresenta as emissões dos gases de efeito estufa pertencentes às famílias de hidrocarbonos parcialmente fluorinados, também conhecidos como hidrofluorcarbonos ou HFCs, e de hidrocarbonos perfluorinados, também conhecidos como perfluorcarbonos ou PFCs, todos genericamente chamados de halocarbonos, relativamente à sua produção e ao seu consumo.

Esses gases não são produzidos no Brasil, com exceção do HFC-23 que era um subproduto indesejado da produção de HCFC-22, encerrada em 1999. As emissões de HFC-23 por essa via estão mostradas na Tabela I.

Tabela I - Resumo das emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22 no Brasil

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 2000/2005
	t				%
HFC-23	120,24	156,60	-	-	-100

Os HFCs e PFCs foram introduzidos como alternativas às substâncias destruidoras da camada de ozônio (SDO). As áreas de aplicação dos HFCs e PFCs incluem:

- ⇒ Refrigeração e ar-condicionado
- ⇒ Extintores de incêndio e proteção de explosões
- ⇒ Aerossóis
- ⇒ Solventes
- ⇒ Espumas

No Brasil, neste setor, foram identificadas apenas emissões de HFCs, e para os três primeiros subsetores, tendo sido estimadas para o período de 1990 a 2005 utilizando as Diretrizes Revisadas de 1996 do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, *Guidelines 1996*, e o Guia de Boas Práticas e Gerenciamento de Incertezas em Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, *Good Practice Guidance 2000*.

Foram calculadas as emissões reais e as emissões potenciais para os HFCs. Os resultados estão apresentados sinteticamente nas Tabelas II e III a seguir.

Tabela II - Resumo das emissões reais de HFCs pelo consumo no Brasil

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 2000/2005
	t				%
HFC-134a	0,43	68,45	471,32	2.281,86	527.498

Tabela III - Resumo das emissões potenciais de HFCs pelo consumo no Brasil

Gás	1990	1994	2000	2005	Variação 2000/2005
	t				%
HFC-134a	0,87	136,91	1.752,36	4.324,68	499.863
HFC-125	-	-	7,07	124,90	-
HFC-143a	-	-	7,48	92,87	-
HFC-152a	-	-	0,14	174,76	-

O Gráfico I apresenta as emissões totais de HFC-134a de duas formas: as emissões potenciais e as emissões reais, de 1990 a 2005. O Gráfico II mostra a divisão das emissões de HFC-134a pelo setor mais representativo, o da refrigeração e ar-condicionado, no mesmo período.

Gráfico I - Emissões de HFCs pelo consumo no Brasil, de 1990 a 2005

Emissões de HFC-134a

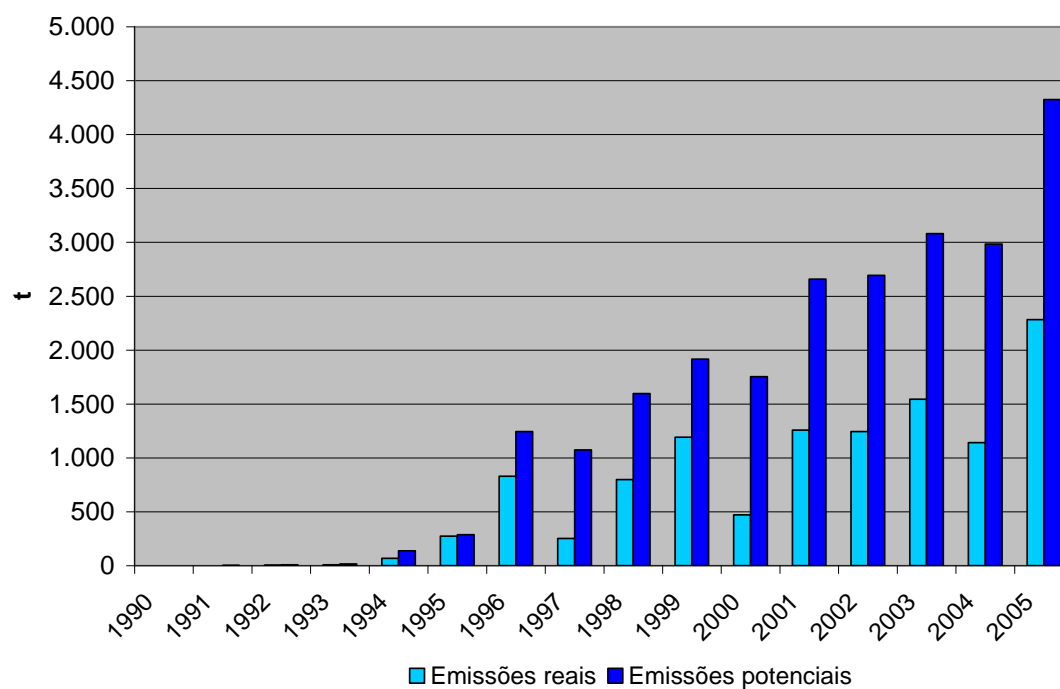
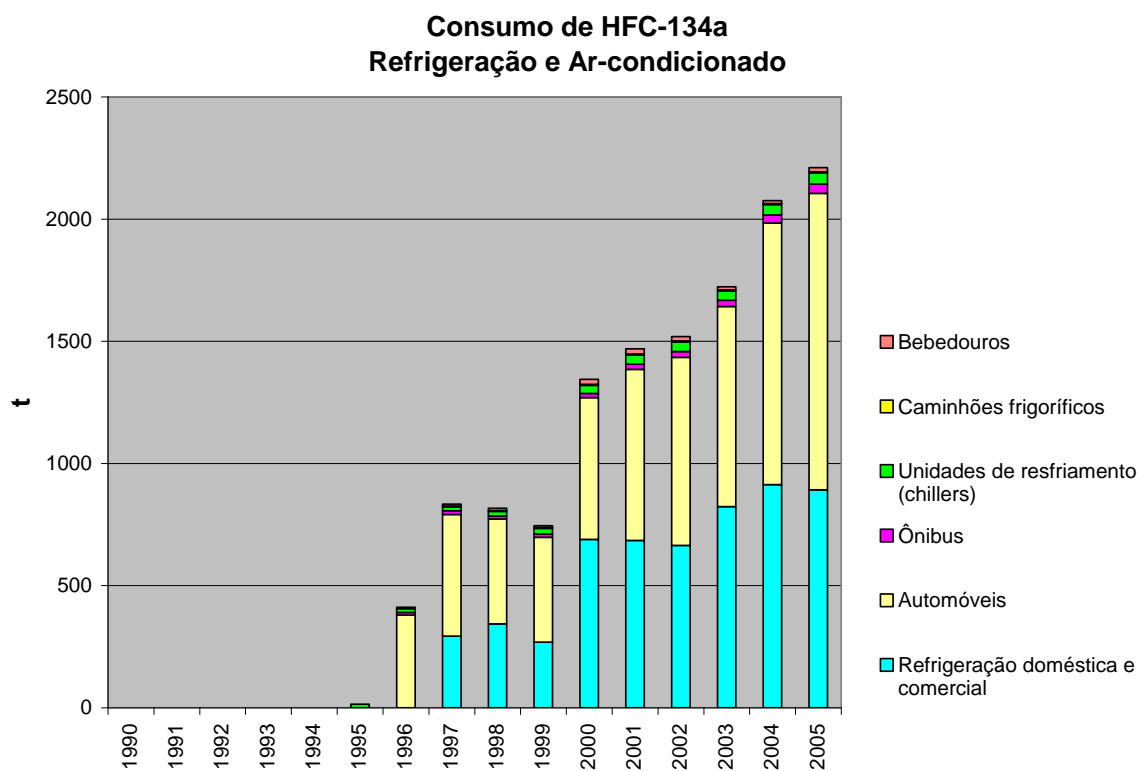


Gráfico II - Emissões de HFCs pelo consumo no setor de refrigeração e ar-condicionado, de 1990 a 2005



1 Introdução

Este relatório apresenta as emissões dos gases de efeito estufa pertencentes às famílias de hidrocarbonos parcialmente fluorinados, também conhecidos como hidrofluorcarbonos ou HFCs, e de hidrocarbonos perfluorinados, também conhecidos como perfluorcarbonos ou PFCs, todos genericamente chamados de halocarbonos, relativamente à sua produção e ao seu consumo.

Nos últimos 25 anos, diversos setores industriais estiveram envolvidos em um grande movimento de discussão e avaliação dos impactos ambientais dos halocarbonos devido à proteção da camada de ozônio e à eliminação das *Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio* - SDOs¹ que originou e ainda vai gerar diversas modificações nos projetos dos produtos e equipamentos que as utilizam, assim como nos seus processos de fabricação e procedimentos de manutenção.

Fruto de diversas evidências científicas que se acumularam, culminando com a descoberta do buraco na camada de ozônio na Antártica, a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio foi ratificada em 1985, inicialmente por 28 países. Como primeiro desdobramento da Convenção de Viena é assinado em 1987 o Protocolo de Montreal, onde na época 46 governos acordaram uma redução na produção e consumo de CFCs e congelamento da produção e consumo de halons. O Protocolo foi substancialmente fortalecido em 1990 (Londres), com 100% de eliminação CFCs em 2000, e em 1992 (Copenhague), com 100% de eliminação dos CFCs e HCFCs em 1996 e 2030, respectivamente. Em Viena (1995) o controle sobre os HCFCs se tornou mais rígido com 99,5% de eliminação até 2020. Essas datas foram estabelecidas para os países denominados desenvolvidos, sendo que os países em desenvolvimento têm um prazo adicional de 10 anos. Os HCFCs têm uma eliminação posterior aos CFCs porque eles são removidos da atmosfera 5-10 vezes mais rápido que os CFCs, tendo, por isso, um menor potencial de destruição da camada de ozônio (PDO). No 20º aniversário do Protocolo de Montreal em Montreal 2007, foi estabelecido um acordo entre os países signatários do Protocolo para acelerar a eliminação da produção e consumo de HCFCs. Essa decisão resultará numa redução significativa na destruição da camada de ozônio, com a intenção de simultaneamente reduzir o impacto no aquecimento global. Os CFCs e os HCFCs, além de serem substâncias destruidoras da camada de ozônio, são gases de efeito estufa com alto potencial de aquecimento global. Os hidrofluorcarbonos (HFCs) foram desenvolvidos nos anos 80 e 90 como substâncias alternativas aos CFCs e HCFCs. HFCs não contêm cloro e desta forma não destroem a camada de ozônio, mas contribuem para o aquecimento global.

¹ SDOs - conhecidas na linguagem do Protocolo de Montreal como “substâncias controladas” são substâncias destruidoras da camada de ozônio. Compreendem CFCs, halons, brometo de metila, tetracloreto de carbono, metil clorofórmio e HCFCs.

2 Emissões na produção e no consumo de halocarbonos

2.1 Produção de halocarbonos

As emissões de HFCs devido à produção de halocarbonos podem ser devidas a fugas existentes durante a produção de HFCs ou a emissão de HFCs produzidos como produtos secundários e que são emitidas para a atmosfera.

No Brasil, a única produção de HFC se relacionou ao segundo tipo, ou seja, esteve vinculada à produção de gás HCFC-22, este controlado pelo Protocolo de Montreal, e que tem como subproduto o HFC-23, gás de efeito estufa incluído neste inventário. Das duas empresas que produziram o HCFC-22 no Brasil, uma delas encerrou suas atividades nesse setor, no país, em 1994 e a outra, em 1999.

Como o Brasil não produz HFCs e PFCs, suas utilizações, nos vários setores e aplicações, são dependentes de importações.

2.2 Consumo de halocarbonos

As áreas de aplicação dos HFCs e PFCs incluem:

- ⇒ Refrigeração e ar-condicionado
- ⇒ Extintores de incêndio e proteção de explosões
- ⇒ Aerossóis
- ⇒ Solventes
- ⇒ Espumas

No Brasil, neste setor, foram identificadas apenas emissões de HFCs, e para os três primeiros subsetores, tendo sido estimadas para o período de 1990 a 2005 utilizando as Diretrizes Revisadas de 1996 do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, *Guidelines 1996*, e o Guia de Boas Práticas e Gerenciamento de Incertezas em Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, *Good Practice Guidance 2000*. Foram calculadas as emissões reais e as emissões potenciais para os HFCs.

A seguir serão estudados os diversos setores que consomem e emitem halocarbonos no Brasil.

2.2.1 Refrigeração e ar-condicionado

As aplicações de refrigeração, condicionamento de ar e de bomba de calor representam o setor que é o maior consumidor de substâncias químicas halogenadas usadas como refrigerantes. Em refrigeração e condicionamento de ar, HFCs estão sendo utilizados como uma das principais alternativas, junto com outros fluidos refrigerantes. Os HCFCs estão sendo usados em algumas aplicações, mas apenas como “substâncias de transição”, uma vez que deverão ser finalmente eliminados devido ao seu potencial de destruição de ozônio. Nos usos de CFCs e HCFCs nas instalações de refrigeração e ar-condicionado existentes, a conversão, recuperação, reciclagem e prevenção de vazamentos são ações importantes para a redução das emissões a curto prazo.

Este setor é o que concentra as maiores aplicações de HFCs no Brasil. Compreende:

- ⇒ Refrigeração doméstica
- ⇒ Bebedouros
- ⇒ Refrigeração comercial
- ⇒ Transporte Refrigerado - caminhões frigoríficos
- ⇒ Ar-condicionado² e Refrigeração Industrial
- ⇒ Ar-condicionado Veicular

A tabela a seguir indica os gases utilizados em cada uma das aplicações mencionadas. O HFC-134a é o refrigerante HFC mais utilizado nesse setor. As emissões dos outros refrigerantes HFCs, R-404A e misturas “*drop-in*” de HFCs, cujos usos são bem menores, foram apenas avaliados quanto às suas emissões potenciais.

² Essa aplicação refere-se a equipamentos *chillers* (unidades resfriadoras de líquidos) utilizados em sistemas de ar condicionado com central de “água gelada”. A aplicação de ar condicionado comercial ou residencial constituída por equipamentos compactos, tais como “equipamentos de janela”, *split* ou *multi-split*, durante o período analisado utilizam o fluido refrigerante HCFC-22. Só recentemente, nos últimos anos, esses equipamentos, em quantidade ainda bem pequena, estão presentes no mercado nacional com refrigerantes HFCs (R-410A) em função de importação de países onde o HCFC-22 foi ou está sendo eliminado.

Tabela 1 - Gases utilizados em refrigeração e ar-condicionado

Aplicação	Refrigerante utilizado
Refrigeração doméstica / Bebedouros	HFC-134a
Refrigeração comercial - unidades compactas (congeladores para sorvetes e refrigeradores de bebidas, “ <i>vending machines</i> ”, expositores, etc.)	HFC-134a, R-404 ⁱ A,
Refrigeração comercial - supermercados (sistemas centralizados com <i>rack</i> de compressores) ⁱⁱ	R-404A
Transporte Refrigerado - caminhões frigoríficos	HFC-134a, R-404A
Ar-condicionado e Refrigeração Industrial (unidades resfriadoras de líquidos - <i>chillers</i> centrífugos e com compressor parafuso)	HFC-134a
Ar-condicionado Veicular - automóveis, ônibus	HFC-134a

ⁱ R-404A é um fluido refrigerante constituído por uma mistura dos seguintes HFCs: HFC-125(44,0%), HFC-143a (52,0%) e HFC-134a (4,0%).

ⁱⁱ O uso de R-404A em instalações de refrigeração de supermercados no Brasil é bastante pequeno devido ao fato de o fluido refrigerante para o qual o R-404A é uma alternativa, o HCFC-22, ter um prazo de eliminação inicialmente previsto pelo Protocolo de Montreal até 2040. No entanto esse cenário deve se alterar no curto e médio prazo devido à decisão dos países partes do Protocolo de Montreal em antecipar a data de eliminação total para 2030 e começar, em 2013, diversas restrições ao consumo.

2.2.2 Aerossóis

Os CFCs 11 e 12 foram amplamente utilizados como propelentes em latas de spray aerossol, sendo que, na quase totalidade dos países, esse uso já foi interrompido em função das determinações do Protocolo de Montreal. Propelentes alternativos, tais como hidrocarbonetos, estão substituindo todos os antigos usos de CFCs.

Os principais usos dos aerossóis estão na higiene pessoal, domissanitários, medicinais, industriais, veterinários, automotivos, alimentícios e na defesa pessoal.

2.2.3 Extintores

Os extintores de incêndio são equipamentos de segurança que possuem a finalidade de extinguir ou controlar incêndios em casos de emergência. Em geral, um extintor de incêndio é um cilindro que pode ser transportado até o local do incêndio (extintores portáteis), contendo um agente extintor sob pressão.

HFCs e PFCs têm sido utilizados como substituição aos halons para o combate ao fogo, mas representam uma pequena parcela das substâncias alternativas em uso. Na maioria das aplicações, halons têm sido substituídos por espuma, dióxido de carbono ou até mesmo água. Novas névoas de água em alta pressão estão sendo desenvolvidas para o combate a incêndios com óleos e gasolina. Gases inertes, tais como argônio e nitrogênio, são alternativas para aplicações em que as outras soluções têm sérias desvantagens. Os halons existentes em equipamentos de combate ao fogo estão sendo recolhidos e estocados em bancos de halons para impedir emissões para a atmosfera e para estarem disponíveis para “usos essenciais”³, como decidido sob o Protocolo de Montreal. Em termos globais, mas considerando fundamentalmente os países desenvolvidos, apenas 20% das aplicações de halons foram substituídas por HFCs e menos de 1% por PFCs. Essas proporções podem ser menores em determinados países, dependendo do tipo de uso e dos riscos a serem protegidos.

Não houve indicação de uso de PFCs em extintores comercializados no Brasil, apenas de HFCs.

3 Metodologia

3.1 Emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22

As emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22 foram estimadas pela abordagem *Tier 1*, usando-se o valor default de 4% da produção de HCFC-22 para as emissões de HFC-23 (U.S. EPA, 1994 - *Guidelines 1996*).

3.2 Emissões no consumo de HFCs

As emissões devidas ao consumo de HFCs nas várias aplicações podem ser estimadas por metodologias com diferentes níveis de complexidade, as quais são apresentadas a seguir.

3.2.1 Tier 1 - emissões potenciais

Na metodologia *Tier 1* (a e b), as emissões potenciais de uma certa substância química são iguais à quantidade de substância virgem consumida no país menos a quantidade de substância química recuperada para destruição ou exportação no ano em consideração. Todas as substâncias químicas consumidas serão emitidas à atmosfera ao longo do tempo se não forem destruídas, e no longo prazo, emissões potenciais igualarão as emissões reais.

³ Usos essenciais são definidos como aplicações necessárias de SDO onde não existem ainda uma alternativa tecnológica passível de adoção.

Esse método permite uma estimativa das emissões através da seguinte equação:

$$\text{Potencial de Emissões} = \text{Produção} + \text{Importação} - \text{Exportação} - \text{Destruição}$$

Existem duas versões do método *Tier 1*. Na versão *Tier 1a*, as substâncias químicas contidas nos produtos não são consideradas, ao contrário da versão *Tier 1b*.

Duas versões foram apresentadas porque muitos países podem ter dificuldades com a disponibilidade de dados relativos a importações e exportações de HFCs/PFCs contidos em produtos. A metodologia *Tier 1b* é a preferida se os dados relevantes estiverem disponíveis.

⇒ Tier 1a

O método *Tier 1a* pode subestimar ou superestimar o potencial de emissões, dependendo da relação entre importação e exportação de produtos contendo HFC/PFC.

São consideradas tanto as importações como as exportações de HFC/PFC em volume (*bulk*).

⇒ Tier 1b

Tier 1b é uma extensão do método *Tier 1a* e inclui HFCs/PFCs contidos em vários produtos que são importados e exportados.

No método *Tier 1b*, considera-se como importação a quantidade de HFC/PFC importada em volume mais a quantidade destas substâncias contidas nos produtos importados. Como exportação é considerada a quantidade de HFC/PFC exportada em volume mais a quantidade destas substâncias contidas nos produtos exportados.

Importação = Substância química importada em volume + quantidade de substância química importada em produtos contendo HFC/PFC

Exportação = Quantidade exportada em volume + quantidade exportada em produtos que contém HFC/PFC

3.2.2 Tier 2 - emissões reais

Na metodologia *Tier 2*, estimativas de emissões reais levam em conta a diferença de tempo entre consumo e emissão, que pode ser considerável em algumas áreas de aplicação, por exemplo, espumas, refrigeração e equipamentos de extinção de incêndio. Os atrasos de tempo resultam do fato que uma substância química é colocada em novos produtos e então vaza lentamente ao longo do tempo.

Esse método, geral para todas as aplicações dos HFCs, PFCs e SF₆, permite uma estimativa das emissões reais, seja em uma abordagem *bottom-up* quanto em uma abordagem *top-down*.

⇒ *Tier 2a - Bottom-up*

O método *Tier 2a - Bottom-up* é baseado no cálculo de emissões na montagem, operação, e disposição final dos equipamentos. A equação geral é:

$$\text{Emissões Totais} = \text{Emissões na Montagem} + \text{Emissões na Operação} + \text{Emissões na Disposição}$$

Emissões na Montagem - incluem as emissões associadas com fabricação de produto, mesmo que os produtos sejam eventualmente exportados.

Emissões na Operação - incluem vazamentos anuais das substâncias químicas e as emissões referentes à manutenção, que ocorrem no conjunto dos equipamentos em uso. Esse cálculo deve incluir todas as unidades no país, independentemente de onde elas foram fabricadas.

Emissões na Disposição - incluem as substâncias químicas liberados de sistemas sucateados ou em disposição final. Analogamente às emissões na operação, devem incluir todos os equipamentos no país onde eles foram sucateados, independentemente de onde eles foram fabricados.

⇒ *Tier 2b - Top-down*

No método *Tier 2b - Top-down*, as três etapas de emissões são combinadas na seguinte equação simplificada:

$$\text{Emissões} = (\text{Vendas Anuais de Novas Substâncias Químicas}) - (\text{Carga Total em Equipamentos Novos}) + (\text{Carga Total Original de Equipamentos Sucateados})$$

Vendas Anuais de Novas Substâncias Químicas - representam as quantidades dessas substâncias introduzidas nos setores de consumo num determinado país e num dado ano. Incluem toda a substância química utilizada para carregar ou recarregar um equipamento, quer a carga seja realizada na fábrica, no campo depois de instalação, ou realização de recarga do equipamento nas operações de manutenção.

Carga total em Equipamentos Novos - é a soma das cargas de todos os equipamentos novos que são vendidos no país num dado ano. Inclui tanto as substâncias químicas para fazer a carga de equipamentos na fábrica quanto para carga de equipamentos no campo, após a sua instalação.

Carga Total Original de Equipamentos Sucateados - é a soma das cargas originais de todos os equipamentos que são sucateados no país num ano dado. Inclui tanto o gás que foi necessário para carregar inicialmente o equipamento na fábrica quanto o que foi necessário para carga inicial de equipamento no campo, depois de instalação.

3.3 Metodologias setoriais

3.3.1 Refrigeração e Ar Condicionado

No setor de refrigeração e ar condicionado as metodologias apresentadas são utilizadas dependendo da disponibilidade de dados. Neste estudo foi utilizada a metodologia *Tier 2b top down* descrita acima.

3.3.2 Aerossóis

As emissões de aerossóis têm particularidades e são estimadas com base nos *Guidelines 1996* e no *Good Practice Guidance 2000*, com a abordagem *Tier 2*, de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Emissões de HFCs no ano } t = 50\% \text{ da quantidade de HFCs contida em aerossóis vendidos no ano } t + 50\% \text{ da quantidade de HFCs contida em aerossóis vendidos no ano } t-1$$

3.3.3 Extintores

O setor de extintores de incêndio também tem particularidades, e sua metodologia segue os *Guidelines 1996* e o *Good Practice Guidance 2000*, com a abordagem *Tier 2*.

As emissões de extintores de incêndio portáteis são estimadas de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Emissões de HFCs ou PFC no ano } t = 60\% \text{ da quantidade total de HFC ou PFC usado em equipamentos novos de extinção de incêndio portáteis instalados no ano } t$$

As emissões de extintores de incêndio de sistemas fixos são estimadas com a seguinte equação:

Emissões de HFCs ou PFCs no ano $t = 35\%$ da quantidade total de HFC ou PFC usada em novos equipamentos (instalações fixas) instalados no ano t

4 Dados

A coleta de dados para a estimativa das emissões nos setores e aplicações analisados é bastante complexa e, mesmo assim, não se consegue obter a totalidade das informações necessárias. Portanto, algumas hipóteses simplificadoras precisam ser incluídas, o que é explicado ao longo deste capítulo.

4.1 Produção de HCFC-22

A Tabela 2 resume a produção brasileira de HCFC-22, encerrada em 1999, de acordo com Revisão do Programa Brasileiro de Eliminação das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio - PROZON 1999.

Tabela 2 - Produção de HFC-22 no Brasil, de 1990 a 1999

Ano	Produção HCFC-22
	t
1990	3.006
1991	3.438
1992	4.090
1993	4.307
1994	3.915
1995	3.826
1996	2.226
1997	2.383
1998	326
1999	2.429

4.2 Uso de HFCs em refrigeração e ar-condicionado

Para a **Carga Total Original de Equipamentos Sucateados**, levando-se em conta que tais equipamentos começaram a ser produzidos a partir de 1996, foi assumido o valor zero, já que o tempo de vida médio dos equipamentos novos com HFC-134a é:

- ✓ Refrigeradores e congeladores (*freezers*) domésticos e comerciais: 15-20 anos
- ✓ Bebedouros: 15 anos
- ✓ Ar-condicionado veicular: 12-15 anos
- ✓ *Chillers*: 20-25 anos
- ✓ Sistemas de refrigeração para caminhões: 15-20 anos;

As vendas anuais de novos gases e a carga total em equipamentos novos serão vistas nos itens a seguir.

4.2.1 Vendas anuais de HFCs

O HFC-134a é o refrigerante HFC mais utilizado, sendo seu consumo muito superior ao dos demais refrigerantes HFCs. Foi adotada a hipótese que as vendas anuais de refrigerante novo (ou “virgem”) são iguais às quantidades importadas. Na realidade, isso pode não acontecer em um determinado ano, ou seja, as vendas podem não ser iguais às quantidades importadas, devido à possibilidade de ocorrer a formação de estoques. Se no final do período considerado para estimativa de emissões não houver a existência de estoque, esse efeito é compensado para o período, podendo acarretar, porém, superestimação ou subestimação das emissões em um ano intermediário.

Além dessa hipótese sobre a relação importação/vendas, para a estimativa das emissões no setor de refrigeração e ar-condicionado, é necessário conhecer a quantidade ou fração das vendas totais da substância química HFC-134a para ser utilizada como fluido refrigerante em equipamentos e sistemas de refrigeração e ar-condicionado. Serão consideradas como vendas de HFC-134a para o seu uso como fluido refrigerante o total das importações menos os usos nos subsetores de aerossóis, identificados neste trabalho.

As importações de refrigerantes HFCs foram obtidas a partir das informações disponibilizadas pelo sistema de análise das informações de comércio exterior via internet, denominado ALICE-Web, da

Secretaria de Comércio Exterior - SECEX, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio - MDIC. Esse serviço do governo federal torna público um banco de dados sobre importações e exportações brasileiras.

Para o acesso às informações do ALICE-Web, a fim de se obter os dados sobre a importação dos fluidos refrigerantes HFCs, foi necessária a obtenção dos códigos NCM - Nomenclatura Comum do Mercosul - para essas substâncias, o que foi realizado a partir de contatos com empresas importadoras.

A Tabela 3, a seguir, apresenta os dados de importação da substância química HFC-134a, no período de 1990 a 2008.

Tabela 3 - Importações de HFC-134a

Ano	Importação de HFC-134a
	Kg
1990	865
1991	1.802
1992	8.427
1993	15.993
1994	136.905
1995	287.243
1996	1.243.299
1997	1.084.559
1998	1.613.955
1999	1.935.627
2000	1.814.410
2001	2.727.524
2002	2.763.658
2003	3.267.625
2004	3.218.763
2005	4.491.010
2006	3.833.893
2007	6.023.421
2008	3.665.547

Fonte: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>

Apesar de, como será exposto nos itens a seguir, o uso do fluido refrigerante HFC-134a na produção de produtos e equipamentos de refrigeração e ar-condicionado no Brasil, ter começado no ano de 1996, observa-se que a partir de 1990 houve importação, em pequena, mas crescente

quantidade dessa substância. A interpretação desse fato adotada neste trabalho, fruto das informações obtidas e das discussões com representantes de empresas participantes nesse mercado, é que essa importação, entre 1990 e 1994, foi utilizada para a constituição de estoque e/ou para carga ou recarga (manutenção) de sistemas de ar-condicionado industrial com *chillers* centrífugos ou parafusos importados (já produzidos nos países de origem para uso de HFC-134a); e para a recarga (manutenção) de sistemas de ar-condicionado automotivo de veículos importados (também produzidos nos países de origem para o uso de HFC-134a). Não foi possível a obtenção de dados de atividade desses subsectores que permitissem a comprovação dessa interpretação. Decidiu-se, considerando que a recarga de equipamentos significa emissão, adotar a hipótese que 50% da quantidade importada entre 1990 e 1994 foram emitidos.

4.2.2 Carga total em equipamentos novos

A carga total de fluido refrigerante HFC-134a nos equipamentos novos será calculada considerando a produção anual dos equipamentos que utilizam essa substância como fluido refrigerante e a carga média contida nesses equipamentos (vide tabela 1). A equação utilizada é apresentada abaixo.

$$CTEN = (REFRD \times CRRD) + (FREV \times CRFV) + (FREH \times CRFH) + (ACAVN \times CRA) + (ACAVU \times CRA) + (ACOB \times CROB) + (CRECC \times CRCC) + (CRECP \times CRCP) + (CAFRI \times CRFRI) + (BEBED \times CRB)$$

onde:

CTEN = Carga total de refrigerante em equipamentos novos por ano;

REFRD = Número de refrigeradores domésticos de fabricação nacional que entram no mercado nacional por ano;

CRRD = carga média de refrigerante em refrigeradores domésticos;

FREV = Número de refrigeradores e congeladores (*freezers*) verticais por ano;

CRFV = carga média de refrigerante em refrigeradores e congeladores (*freezers*) verticais;

FREH = Número de congeladores (*freezers*) e refrigeradores horizontais por ano;

CRFH = carga média de refrigerante em congeladores (*freezers*) e refrigeradores horizontais;

ACAVN = Número de sistemas de ar-condicionado automotivo instalados em veículos novos por ano;

ACAVU = Número de sistemas de ar-condicionado automotivo instalados em veículos usados por ano;

CRA = Carga média de refrigerante em sistemas de ar-condicionado automotivo;

ACOB = Número de sistemas de ar-condicionado instalados em ônibus novos por ano;

CROB = Carga média de refrigerante em sistemas de ar-condicionado de ônibus;

CRECC = Capacidade de refrigeração de *chillers* centrífugos e parafuso que utilizam refrigerante HFC-134a importados por ano;

CRECP = Capacidade de refrigeração de *chillers* parafuso que utilizam refrigerante HFC-134a importados por ano;

CRCC = carga média de refrigerante em *chillers* com compressores centrífugos que utilizam refrigerante HFC-134a;

CRCP = carga média de refrigerante em *chillers* com compressores parafuso que utilizam refrigerante HFC-134a;

CAFRI = Número de sistemas de refrigeração instalados nos caminhões frigoríficos por ano;

CRFRI = Carga média de refrigerante em sistemas de refrigeração para caminhões frigoríficos;

BEBED = Número de bebedouros de fabricação nacional que entram no mercado nacional por ano;

CRB= carga média de refrigerante em bebedouros;

4.2.2.1 Unidades de refrigeração doméstica e comercial compactas

Uma das fontes consultadas para a obtenção de dados de vendas nacionais de refrigeradores e congeladores domésticos e comerciais foi a Eletros - Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos, à qual os fabricantes desses produtos estão associados. A Tabela 4 apresenta as informações obtidas para o período de 1995 a 2002.

Tabela 4 - Produção de refrigeradores domésticos, congeladores (*freezers*) verticais e refrigeradores e congeladores (*freezers*) horizontais, de 1995 a 2002

Ano	Produção de Refrigeradores	Produção de congeladores (<i>freezers</i>) verticais	Produção de congeladores (<i>freezers</i>) e refrigeradores horizontais	TOTAL
1995	3.031.247	546.794	680.370	4.258.411
1996	4.042.065	679.267	744.722	5.466.054
1997	3.720.164	517.881	703.990	4.942.035
1998	3.207.477	361.126	493.023	4.061.626
1999	3.006.751	314.481	357.975	3.679.207
2000	3.239.111	303.670	333.325	3.876.106
2001	3.649.331	184.830	252.198	4.086.359
2002	3.488.098	179.762	277.310	3.945.170

Fonte: Eletros

A partir de 2003 a Eletros passou a divulgar dados agregados da “linha branca”, incluindo todos os produtos dessa linha (refrigeradores, fogões, lavadoras, microondas, etc.)⁴, não mais separando a produção dos diversos refrigeradores como desejado neste trabalho. Foi feita uma pesquisa a outras fontes de informação e foram obtidos dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, para os produtos de refrigeração agregados (refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (*freezers*) verticais e horizontais), apresentados na Tabela 5.

⁴ Por decisão dos associados, o formato das estatísticas de vendas industriais, divulgadas pela Eletros, a partir de abril de 2003, são em índices. Os índices refletem o desempenho do setor através dos produtos especificados. Os produtos contidos no índice da linha branca são: Refrigeradores; *Freezers* verticais; Congeladores e Conservadores horizontais; Lavadoras automáticas; Lava-louças Automática; Secadoras de Roupas; Fogões. Os índices, serão de periodicidade mensal com base igual a 100,00 em janeiro de 2002. Sua evolução estará sempre ancorada nos volumes reais de venda industriais de cada uma das linhas. Ao final de cada ano os índices específicos de cada segmento e o Índice Eletros serão atualizados. A evolução deste índice estará sempre ancorada nos volumes reais de venda industriais de cada uma das linhas.

Tabela 5 - Produção total de refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (*freezers*) verticais e horizontais, de 2003 a 2005

Ano	Produção de refrigeração*
2003	4.888.335
2004	5.419.834
2005	5.296.945

* Refrigeradores domésticos, congeladores (*freezers*) verticais e refrigeradores e congeladores (*freezers*) horizontais
Fonte: IBGE

Para desagregar esses dados foi utilizada a porcentagem média de participação de cada produto considerando os dados de 2002 da Eletros (ano mais próximo, quando se julga que houve uma situação bastante similar na participação relativa desses produtos na produção total). Adotando essa consideração os valores obtidos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Produção estimada de refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (*freezers*) verticais e horizontais, de 2003 a 2005

Ano	Refrigeradores	Congeladores (<i>freezers</i>) verticais	Congeladores (<i>freezers</i>) e refrigeradores horizontais
2003	4.321.992	222.737	343.606
2004	4.791.913	246.955	380.966
2005	4.683.262	241.356	372.328

Outro nível de desagregação dos dados, necessário para a estimativa de emissões de HFC-134a, é a quantidade de produtos fabricados com o refrigerante original CFC-12 e a quantidade fabricada com o HFC-134a, que substituiu o CFC-12. Durante o período considerado para avaliação das emissões houve a transição entre essas duas tecnologias em função das medidas de implementação do Protocolo de Montreal para eliminação de substâncias destruidoras da camada de ozônio. A transição do CFC-12 para o HFC-134a iniciou-se em 1996 e foi completada em 2000.

Tendo em conta que o início da produção de unidades com HFC-134a foi em 1997 e considerando a variação de consumo de CFC-12 entre 1996 e 2000, pode-se adotar a hipótese simplificadora de considerar o total de produtos fabricados em 1995 e 1996 e o consumo de CFC-12 nesses anos, determinando a carga média de refrigerante por produto. Com o valor da carga média e o consumo de CFC-12 nos anos subsequentes pode-se calcular o total de produtos produzidos com

CFC-12 e, subtraindo-se do total geral, obter-se uma estimativa para o número de produtos com HFC-134a. Os valores obtidos utilizando-se esse método são apresentados na Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 7 - Estimativa do uso de CFC-12 e HFC-134a em produtos de refrigeração, de 1997 a 2001

Ano	Produtos com CFC-12	Produtos com HFC-134a	Uso de HFC-134a
	unidades		%
1997	3.401.015	1.541.020	31,18
1998	2.197.970	1.863.656	45,80
1999	2.197.970	1.481.237	40,26
2000	10.152	3.865.954	99,74
2001	0	4.086.359	100,00

Tabela 8 - Produção estimada de unidades com refrigerante HFC-134a, de 1997 a 2001

Ano	Refrigeradores	Congeladores (<i>freezers</i>) verticais	Congeladores (<i>freezers</i>) e refrigeradores horizontais
1997	1.159.947	161.475	219.504
1998	1.469.024	165.396	225.805
1999	1.210.518	126.610	144.121
2000	3.230.689	302.880	332.458
2001	3.649.331	184.830	252.198

As cargas médias de refrigerante para os três tipos de produto foram obtidas a partir de informações da literatura e de especialistas. Para refrigeradores, o valor de 150 g foi considerado o mais preciso. A partir desse valor e utilizando as informações da literatura e de entrevistas com especialistas, os valores para os congeladores e refrigeradores horizontais e verticais foram ajustados utilizando dados de consumo do refrigerante CFC-12 para 1995 e 1996. Um aspecto importante de ser ressaltado é que se adotou a hipótese de manutenção da carga de refrigerante quando da conversão de CFC-12 para HFC-134a. Na verdade, há uma redução da carga de refrigerante quando do uso de HFC-134a, mas essa redução é bem pequena e, considerando as imprecisões envolvidas nos outros parâmetros utilizados, essa hipótese pode ser adotada sem prejuízo significativo nos resultados a serem obtidos.

A Tabela 9 e a Tabela 10 apresentam os valores adotados para a carga média de refrigerante e o procedimento de validação a partir dos dados de consumo de CFC-12 obtidos para 1995 e 1996.

Tabela 9 - Carga média de refrigerante

Equipamento	Carga média de refrigerante
	kg
Refrigeradores domésticos	0,150
Congeladores (<i>freezers</i>) verticais	0,400
Congeladores (<i>freezers</i>) horizontais	0,250

Tabela 10 - Comparação do consumo real com o consumo estimado de CFC-12

Ano	Consumo de CFC-12	Consumo estimado de CFC-12 a partir das cargas médias de refrigerante	Diferença
	kg	kg	%
1995	849.000	843.497	-0,65
1996	1.063.000	1.064.197	0,11

Assim, juntando-se as informações da Tabela 8, para os anos de 1997 a 2001, Tabela 4, para o ano de 2002 e a Tabela 6, para os anos de 2003 a 2005, pode-se chegar à série de produção que utiliza HFC-134a de refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (*freezers*) verticais e horizontais, conforme apresenta a Tabela 11.

Tabela 11 - Produção de refrigeradores domésticos, refrigeradores e congeladores (*freezers*) verticais e horizontais, com HFC-134a

Ano	Produção com HFC-134a			
	Refrigeradores	Congeladores (<i>freezers</i>) verticais	Congeladores (<i>freezers</i>) e refrigeradores horizontais	Total
	Unidades			
1997	1.159.947	161.475	219.504	1.540.926
1998	1.469.024	165.396	225.805	1.860.225
1999	1.210.518	126.610	144.121	1.481.249
2000	3.230.689	302.880	332.458	3.866.027
2001	3.649.331	184.830	252.198	4.086.359
2002	3.488.098	179.762	277.310	3.945.170
2003	4.321.992	222.737	343.606	4.888.335
2004	4.791.913	246.955	380.966	5.419.834
2005	4.683.262	241.356	372.328	5.296.946

O uso de HFC-134a anterior a 1997 é nulo, conforme o texto

Juntando-se as duas últimas tabelas, chega-se à Tabela 12, que mostra a carga total de HFC-134a para unidades novas.

Tabela 12 - Carga total de HFC-134a em unidades de refrigeração novas, de 1997 a 2005

Ano	Uso de HFC-134 ^a			
	Refrigeradores domésticos	Congeladores (<i>freezers</i>) verticais	Congeladores (<i>freezers</i>) e refrigeradores horizontais	Total
	Kg			
1997	173.992	64.590	54.876	293.458
1998	220.354	66.158	56.451	342.963
1999	181.578	50.644	36.030	268.252
2000	484.603	121.152	83.115	688.870
2001	547.400	73.932	63.050	684.382
2002	523.215	71.905	69.328	664.448
2003	648.299	89.095	85.902	823.296
2004	718.787	98.782	95.242	912.811
2005	702.489	96.542	93.082	892.113

O uso de HFC-134a anterior a 1997 é nulo, conforme o texto.

4.2.2.2 *Sistemas de ar-condicionado - automóveis*

⇒ Veículos Novos

Os sistemas de climatização veiculares passaram a utilizar o refrigerante HFC-134a em veículos novos produzidos no Brasil a partir de 1996, sendo o único refrigerante utilizado nos novos sistemas. Nos sistemas produzidos antes desta data o refrigerante utilizado era o CFC-12, substituído devido às determinações do Protocolo de Montreal.

Na ausência de informações disponíveis sobre o número de sistemas de ar-condicionado automotivo instalados em veículos para o mercado nacional por ano, esse número foi determinado considerando-se a quantidade de veículos novos no mercado nacional e utilizando-se um fator estimado da porcentagem desses veículos que saem de fábrica com sistema de ar-condicionado.

$$\text{ACAVN} = \text{VCMN} \times \text{FAC}$$

onde:

VCMN = Número de veículos novos comercializados no mercado nacional por ano;

FAC = Percentual de veículos novos comercializados com sistema de ar-condicionado.

Os valores anuais para VCMN foram obtidos na publicação da ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, o Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2008, considerando os dados referentes a veículos novos produzidos por ano incluindo o número de veículos exportados por ano⁵. A Tabela 13 apresenta os dados obtidos.

⁵ Os veículos importados com sistema de ar-condicionado já vêm com a carga de refrigerante. Não foram avaliadas suas emissões potenciais.

Tabela 13 - Automóveis produzidos, de 1995 a 2005

Ano	Automóveis produzidos (mercado interno mais exportação)
1995	1.297.467
1996	1.458.576
1997	1.677.858
1998	1.254.016
1999	1.109.509
2000	1.361.721
2001	1.501.586
2002	1.520.285
2003	1.505.139
2004	1.862.780
2005	2.011.817
2006	2.092.003
2007	2.391.354

Fonte: Anfavea

Para obtenção dos valores para o parâmetro FAC durante o período analisado foram realizados diversos contatos com Anfavea, Sindipeças - Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores, ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, fabricantes de sistemas de ar-condicionado automotivo e fabricantes de veículos. As instituições e empresas contatadas não possuem nenhuma estatística oficial pública contendo dados sobre sistemas de ar-condicionado veicular instalados. Apenas foram obtidas estimativas⁶, que são apresentadas na Tabela 14.

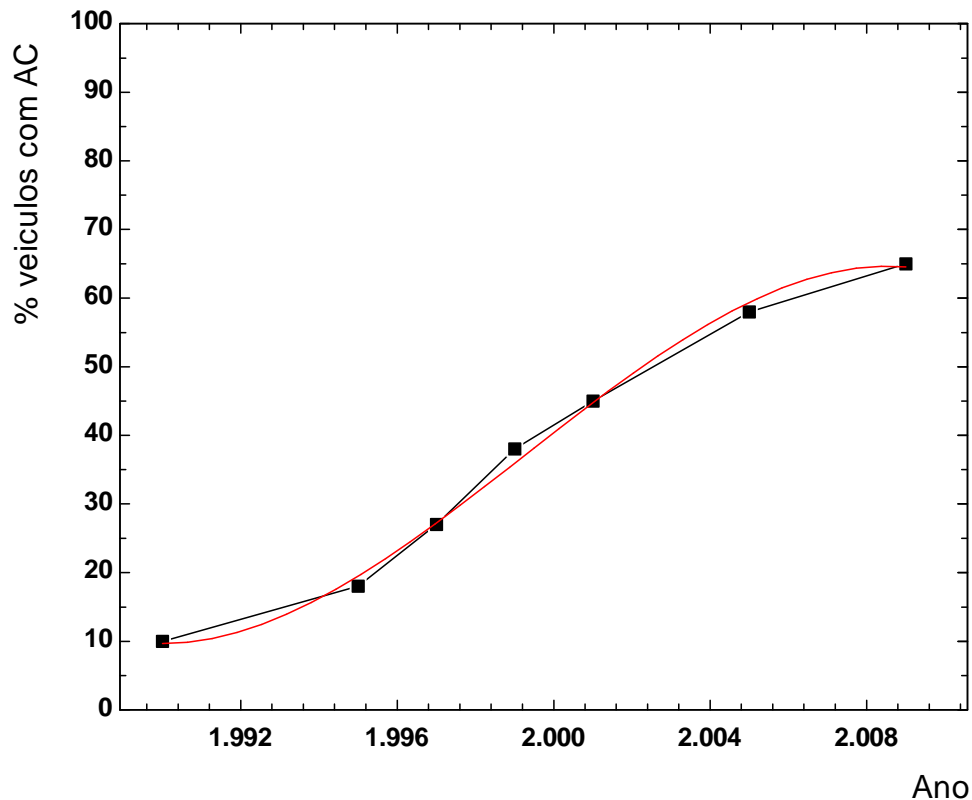
⁶ As fontes para essas estimativas foram entrevistas com fabricantes de sistemas de ar-condicionado veicular (Densu, Behr), montadoras automotivas (Ford, GM) e publicações mencionadas nas referências deste estudo.

Tabela 14 - Percentual da frota nacional de automóveis com sistema de ar-condicionado

Ano	Veículos novos com ar-condicionado - (FAC)
	%
1990	10
1995	18
1997	27
1999	38
2001	45
2005	58
2009	65

Esses dados foram utilizados para obter uma expressão relacionando a fração de veículos com sistema de ar-condicionado por ano, para o período de tempo considerado. A Figura 1 mostra a expressão obtida ajustando-se uma função polinomial à representação gráfica dos dados.

Figura 1 - Evolução da frota de veículos com sistemas de ar-condicionado



$$\text{FAC} = 1,37876687 \times 10^8 - 206899,163 \times \text{ANO} + 103,489468 \times \text{ANO}^2 - 0,0172545238 \times \text{ANO}^3$$

A carga média considerada foi de 0,96 kg de HFC-134a/sistema.

⇒ Veículos usados

Os fabricantes de sistemas de ar-condicionado automotivos desenvolveram sistemas (“kits”) para serem instalados em veículos usados. O procedimento para determinação da carga de refrigerante utilizada nesses sistemas envolve a determinação do número de sistemas instalados por ano e a carga média de refrigerante em cada sistema. O valor da carga média de refrigerante será considerado como sendo igual ao adotado para veículos novos.

O número de sistemas instalados anualmente é uma informação muito difícil de ser obtida, pois os fabricantes tratam essa questão como dados confidenciais de mercado. Dessa forma, a alternativa simplificada adotada foi considerar esse número constante ao longo do período analisado e estimá-lo utilizando-se entrevistas com especialistas do mercado para avaliar o número médio de instalações por oficina, com apresentado abaixo.

$$ACAVU = NOF \times NIM \times 12$$

onde:

NOF = número de oficinas de manutenção de ar-condicionado automotivo no país

NIM = número médio mensal de instalações de ar-condicionado feitas em veículos usados por oficina

Os valores adotados para NOF e NIM, conforme avaliação de especialistas, foram 1000 e 2, respectivamente.

4.2.2.3 Sistemas de ar-condicionado - ônibus

A partir de informações obtidas com fabricantes de sistemas de ar-condicionado para ônibus, considerou-se que o consumo de HFC-134a é somente para a carga em veículos novos. Segundo estimativa de um dos fabricantes, estima-se que chegou a oito mil produzidos em 2007. Na ausência de uma séria histórica, adotou-se como hipótese que a evolução do número de ônibus com ar-condicionado apresentaria o mesmo comportamento, ao longo dos anos do período em estudo, que o dos veículos leves com ar-condicionado. Considerando o valor 8.000 para 2007, e

utilizando-se da mesma variação ao longo do tempo estimado para a produção de veículos leves novos com sistema de ar-condicionado, é possível avaliar a produção anual de ônibus novos com ar-condicionado para o período considerado, conforme mostra na Tabela 15.

A carga média de HFC-134a em sistemas de ar-condicionado de ônibus foi considerada como 5 kg.

Tabela 15 - Frota de ônibus novos com ar-condicionado e carga de HFC-134a

Ano	Produção de ônibus com ar-condicionado	Carga de HFC-134a
	Unidade	kg
1995	1.431	0
1996	1.884	9.420
1997	2.513	12.565
1998	2.151	10.755
1999	2.153	10.765
2000	2.949	14.745
2001	3.586	17.930
2002	3.954	19.770
2003	4.214	21.070
2004	5.549	27.745
2005	6.303	31.515
2006	6.813	34.065
2007	8.000	40.000

4.2.2.4 Unidades de Resfriamento de Líquidos (*chillers*) com HFC-134a

Os *chillers* com compressores centrífugos ou parafusos que utilizam o refrigerante HFC-134a não são produzidos no Brasil. As unidades instaladas são importadas da Europa, Ásia e EUA. Os *chillers* centrífugos de baixa pressão, que anteriormente utilizavam CFC-11, agora usam HCFC-123, enquanto os *chillers* centrífugos e parafuso para CFC-12 foram adaptados para utilizar HCFC-22, HCFC-123 ou HFC-134a, sendo apenas este último de interesse para este relatório.

Para a determinação número de *chillers* centrífugos que utilizam refrigerante HFC-134a importados por ano, foram feitos contatos com a ABRAVA. Essa associação não divulga o número e características de equipamentos produzidos e/ou importados, mas a capacidade de refrigeração

dos equipamentos comercializados por ano. A Tabela 16 apresenta a capacidade de resfriamento total de máquinas (*chillers*) novas instaladas, de 1995 a 2005.

Tabela 16 - Capacidade de refrigeração de *chillers* com compressor parafuso e centrífugo novos

Ano	Compressores parafuso		Compressores centrífugos	
	HCFC-22	HFC-134a	HCFC-123	HFC-134a
	TR*			
1995	27.680	5.000	33.500	7.000
1996	27.850	5.000	33.500	7.800
1997	26.500	5.000	35.000	8.500
1998	26.000	5.000	40.000	10.250
1999	25.800	6.850	38.750	12.500
2000	15.000	10.800	36.500	16.850
2001	12.000	11.500	35.850	19.750
2002	8.500	10.000	32.400	22.500
2003	6.500	9.500	29.750	22.500
2004	7.000	10.500	31.000	24.750
2005	7.280	11.250	32.000	27.300

* Tonelada de refrigeração, unidade para capacidade de refrigeração utilizada para equipamentos de refrigeração e ar-condicionado, equivalente a 3,5 kW, aproximadamente.

A carga de refrigerante em *chillers* centrífugo e parafuso foi estimada em 0,34 kg HFC-134a/kW resfriamento (A. D. Little). Assim, calcula-se o total de HFC-134a nesses equipamentos, conforme a Tabela 17.

Tabela 17 - Carga de HFC-134a em *chillers* centrífugo e parafuso

Ano	Uso de HFC-134a em compressores		
	Chiller Parafuso	Chiller Centrífugo	Total
	Kg		
1995	5.950	8.330	14.280
1996	5.950	9.282	15.232
1997	5.950	10.115	16.065
1998	5.950	12.198	18.148
1999	8.152	14.875	23.027
2000	12.852	20.052	32.904
2001	13.685	23.503	37.188
2002	11.900	26.775	38.675
2003	11.305	26.775	38.080
2004	12.495	29.453	41.948
2005	13.388	32.487	45.875

4.2.2.5 Caminhões frigoríficos com HFC-134a

Atualmente, dos 1.454.592 equipamentos rodoviários para o transporte de cargas em operação no Brasil, apenas 23.715 são veículos com câmaras ou baús frigorificados, conforme os dados da Agencia Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, que, no entanto, não divulga informações mostrando a evolução histórica da frota.

A alternativa simplificada utilizada para estimar a evolução anual da frota total de caminhões foi considerar os valores da frota obtidos para 1992 e 2005 e adotar um crescimento linear nesse período. Segundo pesquisa realizada pela Associação Nacional do Transporte de Cargas - ANTC e a / Truck Consultoria, a frota brasileira de caminhões passou de 1.051 milhão de veículos em 1992 para 1.436 milhão, em 2005. Então, a frota por ano poderia ser estimada pela seguinte equação:

$$\text{FROTAC} = 29615,3846 \times \text{ANO} - 57942846,2$$

Para estimar a frota de caminhões frigorificados e a carga de refrigerante HFC-134a, foram adotadas as seguintes premissas, estabelecidas a partir dos contatos e informações obtidas com profissionais deste mercado:

- 1) Participação percentual dos caminhões frigoríficos na frota total constante e igual à porcentagem obtida para 2009, 1,63%;
- 2) Evolução linear do percentual de caminhões com HFC-134a, considerando-se o valor inicial de 5% em 1996 e 30% em 2005;
- 3) Carga média de HFC-134a de 6 kg por caminhão.

Com essas hipóteses pôde-se calcular a carga anual de HFC-134a nos novos caminhões frigoríficos, conforme Tabela 18.

Tabela 18 - Frota frigorificada de caminhões e carga anual de HFC-134a

Ano	Caminhões					
	Frota Total	Frota Frigorificada	Frota c/ HFC-134a			Carga de HFC-134a em novos caminhões
			%	atual	acrécimos	
	Unidades			Unidades		kg
1994	1.110.231	18.097	-	-	-	-
1995	1.139.846	18.579	-	-	-	-
1996	1.169.461	19.062	5	953	953	5.718
1997	1.199.077	19.545	7,79	1.523	570	3.420
1998	1.228.692	20.028	10,56	2.115	592	3.552
1999	1.258.308	20.510	13,34	2.736	621	3.726
2000	1.287.923	20.993	16,12	3.384	648	3.888
2001	1.317.538	21.476	18,9	4.059	675	4.050
2002	1.347.154	21.959	21,68	4.761	702	4.212
2003	1.376.769	22.441	24,45	5.487	726	4.356
2004	1.406.385	22.924	27,23	6.242	755	4.530
2005	1.436.000	23.407	30	7.022	780	4.680

4.2.2.6 Bebedouros

Bebedouros, assim como os refrigeradores domésticos, foram convertidos para utilizar HFC-134a como refrigerante alternativo ao CFC-12. Não há estatísticas disponíveis sobre a produção anual de bebedouros. O Plano Nacional de Eliminação de CFCs (PNC), elaborado pelo MMA em 2000, apresenta uma estimativa de um total de quatro milhões de unidades utilizando CFC-12 no campo em 2000 com uma carga total de 200 toneladas de CFC-12 e, conseqüentemente, com uma carga média de refrigerante de 50 g. Por meio de pesquisas a outras fontes, foram encontrados dados de produção de bebedouros para o período 2001-2005, publicados pelo IBGE. Para o restante dos anos do período em estudo, 1995-2000, adotou-se uma hipótese de evolução da produção similar ao total dos refrigeradores e congeladores domésticos e comerciais e, dessa forma, foi estimada a produção anual de bebedouros com HFC-134a. A Tabela 19 apresenta uma estimativa da produção anual de bebedouros.

Tabela 19 - Produção anual de bebedouros com HFC-134a e carga estimada anual

Ano	Produção de bebedouros	Carga de HFC-134a
	Unidades	kg
1997*	161.057	8.053
1998*	194.776	9.739
1999*	154.809	7.740
2000*	404.043	20.202
2001	427.078	21.354
2002	356.391	17.820
2003	266.734	13.337
2004	247.003	12.350
2005	340.474	17.024

* Estimado

A Tabela 20 resume as cargas de HFC-134a no setor de refrigeração e ar-condicionado.

Tabela 20 - Cargas de HFC-134a no setor de refrigeração e ar-condicionado, de 1990 a 2005

Ano	Refrigeração doméstica e comercial	Automóveis	Ônibus	Unidades de resfriamento (chillers)	Caminhões frigoríficos	Bebedouros	Carga total
	Kg						
1990	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	14.280	-	-	14.280
1996	-	378.809	11.304	15.232	5.718	-	411.063
1997	293.458	497.510	15.078	16.065	3.420	8.053	833.584
1998	342.963	429.228	12.906	18.148	3.552	9.739	816.535
1999	268.252	429.452	12.918	23.027	3.726	7.740	745.116
2000	688.870	579.929	17.694	32.904	3.888	20.202	1.343.487
2001	684.382	700.101	21.516	37.188	4.050	21.354	1.468.591
2002	664.448	769.678	23.724	38.675	4.212	17.820	1.518.557
2003	823.296	818.697	25.284	38.080	4.356	13.337	1.723.049
2004	912.811	1.070.724	33.294	41.948	4.530	12.350	2.075.658
2005	892.113	1.213.102	37.818	45.875	4.680	17.024	2.210.612

4.3 Uso de HFCs em aerossóis

Os dados para o setor de aerossóis foram fornecidos, em parte, pela ABAS - Associação Brasileira de Aerossóis e Saneantes Domissanitários, como também retirados do ALICE-Web.

Como hipótese para utilização da metodologia, assumiu-se que a quantidade de gases vendidos em determinado ano seja igual à usada na produção de aerossóis nesse mesmo ano.

Segundo a ABAS, a quantidade média por tubo de aerossol usado no Brasil é de seis gramas de HFC. No Brasil, as quantidades de tubos utilizados para aerossóis foram fornecidas pela ABAS: 6,8 milhões de tubos importados e 3,5 milhões de produção nacional, em 2008. No ALICEWEB⁷ somente são fornecidas as quantidades de tubos por peso e não por unidade. Com o dado da ABAS, pôde-se encontrar o peso médio de cada tubo importado, 50g/tubo, possibilitando calcular as quantidades de tubos importados para os outros anos.

Outra premissa assumida, por falta de informações precisas, foi o ano inicial de utilização do HFC para aerossóis no Brasil. Assumiu-se o início das estimativas para o ano 1996, por ser este o primeiro ano apresentado no banco de dados do ALICEWEB. Todavia, desde 19 de setembro de 1988 o Ministério da Saúde proibiu com a Portaria nº 534, a fabricação e comercialização de produtos cosméticos, de higiene, perfumes e saneantes domissanitários sob a forma de aerossóis, que contivesse propelentes à base de CFC, ficando sua utilização permitida somente para inaladores de uso medicinal, como os antiastmáticos (que são tratados separadamente mais à frente). Ainda para o ano de 1996 foi assumido o valor médio dos sete anos subsequentes a este (1997 a 2003), porque, até 1996, os dados registrados no ALICEWEB consideravam as importações conjuntas de todos os tubos de alumínio menores que 300 litros, sem a identificação dos tubos de alumínio para aerossóis. A partir do ano de 1997 essa separação já pode ser percebida, sem, contudo, especificar as respectivas áreas de utilização. Segundo a ABAS, o Brasil não envasa aerossóis para uso medicinal com HFC-134a, também chamado de HFA, somente com CFC, o que permite afirmar que as quantidades de tubos importados e produzidos no Brasil são de utilização não-medicinal, tais como para uso em produtos de higiene, perfumaria, domissanitários, etc.

Com as premissas assumidas, puderam-se estimar as quantidades de HFCs usados para carregar os tubos importados Tabela 21.

⁷ Cód. 76129011 - Recipientes Tubulações de Alumínio, C = 700 cm³, Aerossóis.

Tabela 21 - Carga de HFC-134a em tubos importados

Ano	Importação tubos	Quantidade de tubos	Carga de HFC-134a
	kg	unidade	kg
1996	42.367	842.693	5.056
1997	38.132	758.457	4.551
1998	29.509	586.943	3.522
1999	22.697	451.450	2.709
2000	16.052	319.279	1.916
2001	53.934	1.072.764	6.437
2002	68.836	1.369.169	8.215
2003	67.407	1.340.746	8.044
2004	104.261	2.073.784	12.443
2005	79.717	1.585.596	9.514
2006	82.449	1.639.936	9.840
2007	58.626	1.166.089	6.997
2008	341.875	6.800.000	40.800
2009	357.029	7.101.418	42.609

Em relação à produção com tubos nacionais, a ABAS só dispõe da quantidade produzida em 2008: 3.500.000 tubos, que, com a mesma quantidade de carga estimada no cálculo anterior, corresponde a uma utilização de 21,0 t de HFC-134a nesse ano.

Em relação ao uso de MDIs - Inaladores de Dose Medida, importados para uso no tratamento de asma e outras doenças pulmonares, estimou-se que, de 2003 a 2007, houve um consumo médio de 2.350.000 por ano no país (MMA, 2008), o que equivale ao uso de 13,835 t de HFC-134a (HFA).

4.4 Uso de HFCs em extintores

A Du Pont, maior importadora nacional de HFCs⁸, estimou um montante anual de 90 t de HFCs para utilização em instalações fixas e/ou extintores portáteis, entre 2000 a 2009. Para os anos anteriores não foram obtidas informações. A Dupont estimou tal quantidade anual dividida em 28,8 t HFC-125 e 60,3 t HFC - 227ea, ambos para instalações fixas de extinção de incêndio; e 0,1 t HFC-23 e 0,8 t HFC - 236fa, estes para extintores portáteis. No entanto, pela imprecisão dos dados, preferiu-se não apresentá-los como emissões reais.

⁸ Identificou-se outra importadora de HFC para extintores no Brasil, a KIDDE do Brasil (importadora do FM-200 ou HFC - 227ea), contudo a quantidade importada é muito pequena quando comparada às 90 t anuais estimadas pela Du Pont. A KIDDE do Brasil apresentou um volume de importação de somente 43 t para todo o período de 1995 a 2009, ou seja, aproximadamente 3 t por ano, em média.

4.5 Uso de HFCs - emissões potenciais - Tier 1b

4.5.1 Setor de refrigeração e ar-condicionado

Foi utilizada a metodologia Tier 1b para estimar essas emissões. Ela leva em consideração o conteúdo de gases em equipamentos importados e exportados. Para esse cálculo, analisou-se apenas o setor de refrigeração e ar-condicionado.

⇒ Produção de HFCs

A produção de HFC-134a no país é nula.

⇒ Importação de HFCs

A importação de HFC-134a, além da que acontece em volume e mostrada na Tabela 3, precisaria ser acrescentada da quantidade contida em equipamento importados. A partir das consultas e pesquisas realizadas, a quantidade de HFC-134a contida na importação de produtos foi considerada muito pequena e foi negligenciada (os únicos produtos que poderiam ser considerados neste caso são os refrigeradores domésticos e os “MDIs”; e a quantidade de HFC-134a contida nesses produtos é muito pequena comparada com o valor de importação de HFC-134a em volume⁹).

⇒ Exportação de HFCs

A exportação de HFC-134a em *bulk* é zero e a quantidade exportada em produtos refere-se à exportação de refrigeradores domésticos que tem carga de fluido refrigerante constituída por HFC-134a.

A exportação de refrigeradores foi obtida no sistema ALICE-Web a partir do ano 1997, quando começaram a ser exportados refrigeradores contendo HFC-134a. Para estimar a parcela dos refrigeradores exportados com HFC-134a de 1997 a 2000, período no qual conviveram os usos de CFC-12 (em processo de substituição por HFC-134a) e HFC-134a, utilizou-se o procedimento adotado anteriormente, neste setor, em relação ao percentual de unidades que utilizam o HFC-134a, considerando-se também a mesma carga de 150g de gás. A Tabela 22 mostra esses dados.

⁹ A importação de HFC-134a contida nos MDIs é muito pequena (cerca de 0,35%) quando comparada com a importação em volume (*bulk*). Com relação à quantidade de HFC-134a presente nos refrigeradores importados, acredita-se que a situação seja similar.

Tabela 22 - Exportação de refrigeradores e carga de HFC-134a

Ano	Refrigeradores exportados	Uso de HFC-134a	Refrigeradores com HFC-134a	Carga de HFC-134a exportada
	Unidade	%	Unidade	kg
1997	223.066	31,18	69.552	10.433
1998	244.568	45,8	112.012	16.802
1999	332.827	40,26	133.996	20.099
2000	414.746	99,74	413.668	62.050
2001	467.194	100	467.194	70.079
2002	473.017	100	473.017	70.953
2003	1.249.250	100	1.249.250	187.388
2004	1.570.796	100	1.570.796	235.619
2005	1.108.869	100	1.108.869	166.330

4.5.2 Outros consumos não individualizados

Durante o final do período analisado, há a utilização de outras substâncias HFCs, em quantidade muito menor que o HFC-134a. Esses HFCs são utilizados como constituintes de diversos fluidos refrigerantes, misturas que contêm HFCs na sua composição. Esses fluidos refrigerantes, conhecidos como R-4XX, segundo a denominação ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*, são apresentados na Tabela 23. Considerando-se a ausência de informações adequadas sobre dados de atividades do setor de refrigeração e ar condicionado referentes à utilização desses fluidos refrigerantes, apenas foram consideradas as emissões potenciais, com base nos dados de importação de HFCs constituintes, fornecido pelo grupo de implementação do Protocolo de Montreal do Ministério de Meio Ambiente - MMA. As importações dos outros HFCs estão na Tabela 24.

Tabela 23 - Outros HFCs não individualizados

Fluido Refrigerante	Composição
R-401A	R-22/152a/124 (53,0/13,0/34,0)
R-401B	R-22/152a/124 (61,0/11,0/28,0)
R-401C	R-22/152a/124 (33,0/15,0/52,0)
R-402a	R-125/290/22 (60,0/2,0/38,0)
R-402B	R-125/290/22 (38,0/2,0/60,0)
R-403a	R-290/22/218 (5,0/75,0/20,0)
R-403B	R-290/22/218 (5,0/56,0/39,0)
R-404a	R-125/143a/134a (44,0/52,0/4,0)
R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45,0/7,0/5,5/42,5)
R-406A	R-22/600a/142b (55,0/4,0/41,0)
R-407A	R-32/125/134a (20,0/40,0/40,0)
R-407B	R-32/125/134a (10,0/70,0/20,0)
R-407C	R-32/125/134a (23,0/25,0/52,0)
R-407D	R-32/125/134a (15,0/15,0/70,0)
R-407E	R-32/125/134a (25,0/15,0/60,0)
R-408A	R-125/143a/22 (7,0/46,0/47,0)
R-409A	R-22/124/142b (60,0/25,0/15,0)
R-409B	R-22/124/142b (65,0/25,0/10,0)
R-410A	R-32/125 (50,0/50,0)
R-410B	R-32/125 (45,0/55,0)
R-411A	R-1270/22/152a)
R-411B	R-1270/22/152a (3,0/94,0/3,0)
R-412A	R-22/218/142b (70,0/5,0/25,0)
R-413A	R-218/134a/600a (9,0/88,0/3,0)
R-414A	R-22/124/600a/142b (51,0/28,5/4,0/16,5)
R-414B	R-22/124/600a/142b (50,0/39,0/1,5/9,5)
R-415A	R-22/152a (82,0/18,0)
R-415B	R-22/152a (25,0/75,0)
R-416A	R-134a/124/600 (59,0/39,5/1,5)
R-417A	R-125/134a/600 (46,6/50,0/3,4)
R-418A	R-290/22/152a (1,5/96,0/2,5)
R-419A	R-125/134a/E170 (77,0/19,0/4,0)

Obs. R significa refrigerante e pode significar CFC, HCFC ou HFC

Tabela 24 - Importação de outros HFCs

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	t					
HFC-125	7,07	39,21	50,75	54,79	120,74	124,90
HFC-143a	7,48	27,09	39,82	50,04	103,71	92,87
HFC-152a	0,14	29,54	8,13	23,77	54,26	174,76

5 Resultados

5.1 Emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22 - emissões reais

A Tabela 25 apresenta as emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22.

Tabela 25 - Emissões de HFC-23 pela produção de HCFC-22, no Brasil, de 1990 a 2005

Ano	Emissões de HFC-23
	t
1990	120,24
1991	137,52
1992	163,60
1993	172,28
1994	156,60
1995	153,04
1996	89,04
1997	95,32
1998	13,04
1999	97,16
2000	-
2001	-
2002	-
2003	-
2004	-
2005	-

5.2 Emissões pelo uso de HFCs - emissões reais - Tier 2

Com base na metodologia apresentada e nos dados recolhidos e expostos neste trabalho, pôde-se chegar à Tabela 26, que mostra as emissões reais (abordagem Tier 2) de HFC-134a, ocorridas nos setores de refrigeração, ar-condicionado e aerossóis.

Tabela 26 - Emissões reais de HFC-134a no Brasil, de 1990 a 2005

Ano	Importação de HFC-134a	Vendas		Carga total: refrigeração e ar-condicionado	Emissões		
		Aerossóis	Refrigeração e ar-condicionado		Aerossóis	Refrigeração e ar-condicionado	Total
		kg			t		
1990	865	0	865	0	0,00	0,43	0,43
1991	1.802	0	1.802	0	0,00	0,90	0,90
1992	8.427	0	8.427	0	0,00	4,21	4,21
1993	15.993	0	15.993	0	0,00	8,00	8,00
1994	136.905	0	136.905	0	0,00	68,45	68,45
1995	287.243	0	287.243	14.280	0,00	272,96	272,96
1996	1.243.299	5.056	1.238.243	411.063	2,53	827,18	829,71
1997	1.084.559	4.551	1.080.008	833.584	4,80	246,42	251,23
1998	1.613.955	3.522	1.610.433	816.535	4,04	793,90	797,93
1999	1.935.627	2.709	1.932.918	745.116	3,12	1.187,80	1.190,92
2000	1.814.410	1.916	1.812.494	1.343.487	2,31	469,01	471,32
2001	2.727.524	6.437	2.721.087	1.468.591	4,18	1.252,50	1.256,67
2002	2.763.658	8.215	2.755.443	1.518.557	7,33	1.236,89	1.244,21
2003	3.267.625	8.044	3.259.581	1.723.049	8,13	1.536,53	1.544,66
2004	3.218.763	12.443	3.206.320	2.075.658	10,24	1.130,66	1.140,91
2005	4.491.010	9.514	4.481.496	2.210.612	10,98	2.270,88	2.281,86

5.3 Emissões pelo uso de HFCs - emissões potenciais - Tier 1b

Com base na metodologia e dados expostos neste trabalho, calcularam-se as emissões potenciais (abordagem Tier 1b) de HFC-134a, conforme a Tabela 27. Outros gases HFC tiveram suas emissões potenciais estimadas, conforme a Tabela 28.

Tabela 27 - Emissões potenciais de HFC-134a

Ano	Produção	Importação	Exportação	Emissões potenciais
	kg			t
1990	-	865	-	0,87
1991	-	1.802	-	1,80
1992	-	8.427	-	8,43
1993	-	15.993	-	15,99
1994	-	136.905	-	136,91
1995	-	287.243	-	287,24
1996	-	1.243.299	-	1.243,30
1997	-	1.084.559	10.433	1.074,13
1998	-	1.613.955	16.802	1.597,15
1999	-	1.935.627	20.099	1.915,53
2000	-	1.814.410	62.050	1.752,36
2001	-	2.727.524	70.079	2.657,44
2002	-	2.763.658	70.953	2.692,71
2003	-	3.267.625	187.388	3.080,24
2004	-	3.218.763	235.619	2.983,14
2005	-	4.491.010	166.330	4.324,68

Tabela 28 - Emissões potenciais de outros HFCs

Ano	HFC-125	HFC-143a	HFC-152a
	T		
1990	-	-	-
1991	-	-	-
1992	-	-	-
1993	-	-	-
1994	-	-	-
1995	-	-	-
1996	-	-	-
1997	-	-	-
1998	-	-	-
1999	-	-	-
2000	7,07	7,48	0,14
2001	39,21	27,09	29,54
2002	50,75	39,82	8,13
2003	54,79	50,04	23,77
2004	120,74	103,71	54,26
2005	124,90	92,87	174,76

6 Diferenças em relação ao Inventário Inicial

Neste relatório foram incluídas as estimativas de emissões reais, as obtidas pela abordagem *Tier 2*, além de serem revistas as estimativas das emissões potenciais de 1990 a 1994, que foram apresentadas no Primeiro Inventário.

7 Referências bibliográficas

A. D. Little Report. The Alliance for Responsible Atmospheric Policy

ABAS, Associação Brasileira de Aerossóis e Saneantes Domissanitários, URL: www.as.org.br, acessado em 26/07/2009.

ABC, Associação Brasileira de Cosmetologia, URL: www.abc-cosmetologia.org.br , acessado em 28/07/2009.

ABRAPEX, Associação Brasileira do Poliestireno Expandido, URL: <http://www.abrapex.com.br/Geral.html>, acessado em 29/07/2009.

ABRIPUR, Associação Brasileira da Indústria do Poliuretano, URL: <http://abripur.com.br/BRA/index.php>, acessado em 29/07/2009.

AERCAMP, AERCAMP Indústria Envasadora de Produtos Aerossóis, URL: www.aercamp.com.br, acessado em 27/07/2009.

ALMASY, A. G., Novo Cenário para propelentes em Sistema Aerossol, Seminário realizado no Conselho Regional de Química, Gerente de P&D da Aercamp Ltda, 4 Região, São Paulo, SP, 2008, 37 p.

AMBIENTE, Ambiente - SP, URL: <http://www.ambiente.sp.gov.br/prozonesp/diretrizes/disc1303.htm>, acessado em 29/07/2009.

ANFAVEA Autoveículos - Produção, vendas internas e exportações

ANPI, Associação Nacional de Proteção Contra Incêndio, Segurança e Meio Ambiente, URL: <http://www.anpi.com.br/home.htm>, acessado em 29/07/2009.

APISC, Associação de Proteção contra Incêndios de Santa Catarina, URL: <http://www.apisc.com.br/home.htm>, acessado em 29/07/2009.

Associação Brasileira de Transporte Frigorificado - ABTF

ASSOCIACAO NACIONAL DOS FABRICANTES DE IMPLEMENTOS RODOVIARIOS

ASTECRS, Associação Técnica Sul Brasileira de Proteção Contra Incêndio do Rio Grande do Sul, URL: <http://www.astecrs.com/index.php>, acessado em 29/07/2009.

BNDES, O Transporte rodoviário de Cargas e o papel do BNDES. REVISTA DO BNDES, RIO DE JANEIRO, V. 14, N. 29, P. 35-60, JUN. 2008

BOMBEIROS.COM, Resolução nº157 CONATRAM - Extintor Automotivo Pó ABC, Legislação 22 de abril de 2004, URL: <http://www.bombeiros.com.br/br/utpub/legislacao.php>, acessado em 20/05/2010.

CBM, Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão, URL: <http://www.cbm.ma.gov.br/pagina.php?ldPagina=88>, acessado em 29/07/2009.

Climate Change: Tackling Non-CO2 Greenhouse Gases Christa Clapp, U.S. EPA

CRQ4, Conselho Regional de Química, URL: www.crq4.org.br, acessado em 20/07/2009.

EMBALAGENSCELULARES, Embalagens Celulares, URL: <http://embalagenscelulares.no.sapo.pt/>, acessado em 29/07/2009.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual - Produto.

IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories

IPCC, 1996 Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

MCT, Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento, Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima, Brasília - DF, Novembro de 2004, 276 p.

MCT, Relatório de Referência: Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais e por Uso de Solventes, Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - 2002, Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento, Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima, Brasília - DF, 2006, 95 p.

MMA, Estratégia Brasileira de Transição para Eliminação dos Inaladores de Dose Medida (MDIs) com CloroFluorCarbono (CFC), Secretaria de Mudança Climáticas e Qualidade Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, nov. 2008, 73p.

PEIXOTO, Roberto de Aguiar. Impacto Ambiental de Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado. Revista da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, ventilação e Aquecimento - ABRAVA, 1999.

PEIXOTO Roberto de Aguiar., Fluidos Refrigerantes Hidrocarbonetos -Uso Atual e Perspectivas Futuras, Núcleo de Ozônio da Diretoria de Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2006.

PEIXOTO, Roberto de Aguiar, Mudanças Climáticas: Inventário de Gases de Efeito Estufa, Instituto Mauá de Tecnologia, apresentação em Power Point, arquivo em PDF, São Paulo, 2009, 80 Slides.

Plano Nacional de Eliminação de CFCs (PNC) - MMA, 2004

POLIURETANOS.NET, Poliuretano.Net, URL: <http://www.poliuretanos.net/Cap2/23expansao.htm>, acessado em 29/07/2009

Programa de Substituição e Promoção de Acesso a Refrigeradores Eficientes MME 2009

PROZON, 1999. Programa Brasileiro de Eliminação da Produção e do Consumo das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio - PBCO, Revisão Geral, Ministério do Meio Ambiente.

QUIMICAEDERIVADOS, Química e Derivados, URL: www.quimicaederivados.com.br, acessado em 29/07/2009

RAMAAL, Sistemas Integrados de Detecção, Alarme e Combate a Incêndio, URL: www.ramaal.com.br/agentes.htm, acessado em 29/07/2009.

SINDICENDIO, Sindicato Nacional da Indústria, Comércio, Manutenção e Prestação de Serviços, de Material, Equipamentos e Instalação de Sistemas de Prevenção e Combate a Incêndio, URL: <http://www.sindincendio.hpg.com.br/>, acessado em 29/07/2009

Ways of Reducing Consumption and Emission of HFCs, PFCs and SF6. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2007.

ZANON, R.B.; & FRASSON, A.P.Z., Aerossóis no Contexto Farmacêutico, In: Revista Rx, n. 6, Sete/Out, 2008, pp 19 a 24.

Sites da web:

anfir@anfir.org.br

<http://www.revistatechibus.com.br/home.php?revista=8&edicao=17>

http://www.antt.gov.br/rntrc_numeros/rntrc_carrocerias_tipo.asp

www.fetranspor.com.br/revista_onibus/revista49_tecnologia.htm

<http://www.revistaaluminio.com.br/textos.asp?codigo=11118>

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbr/default.shtm>

www.thermoKing.com.br

www.denso.com.br

http://homologa.ambiente.sp.gov.br/prozonesp/docs/apostila_aspectos2005.pdf