



**Ações brasileiras
para a proteção da
camada de ozônio**

Ações brasileiras para a proteção da camada de ozônio



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidência da República

Dilma Vana Rousseff

Vice-Presidência

Michel Temer

Ministério do Meio Ambiente

Izabella Teixeira

Secretaria-Executiva do MMA

Francisco Gaetani

Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental

Carlos Augusto Klink

Departamento de Mudanças Climáticas

Adriano Santhiago de Oliveira

Gerência de Proteção da Camada de Ozônio

Magna Ludovice

Equipe técnica

Gabriela Teixeira Rodrigues Lira

Frank Amorim

Henrique Saule

Apoio Administrativo

Alex Silva

Equipe CT Comunicação

Direção de arte, projeto gráfico e diagramação

Clayton Gonçalves

Coordenação editorial

Cristina Ávila

Entrevistas

Ana Mendes e Cristina Ávila

Ilustrações

Heraldo Lima

Fotos

Ana Mendes

Arquivo institucional do MMA, Pnud e Giz

Revisão dos textos

Yana Palankof

Textos

Os textos publicados nesta obra são de autoria de técnicos de instituições que promovem a implementação do Protocolo de Montreal no Brasil, com adaptações.

Ministério do Meio Ambiente

SEPN, 505 Norte (W3 Norte), Edifício Marie Prendi Cruz - Térreo

CEP.: 70730-542 – Brasília-DF

Tel.: 5561 2028-2184 – Fax.: 5561 2028-1980

E-mail: cid@mma.gov.br

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

M59a Ministério do Meio Ambiente
 Ações brasileiras para a proteção da camada de ozônio / Ministério do Meio Ambiente.
 Brasília: MMA, 2014.
 144 p. : Il. Color.

ISBN 978-85-7738-198-2

1. Camada de ozônio. 2. Convenção de Viena. 3. Protocolo de Montreal. I. Ministério do Meio Ambiente. II. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. III. Departamento de Mudanças Climáticas. IV. Título.

CDU(2.ed.)551.510.534

Como citar na referência bibliográfica:

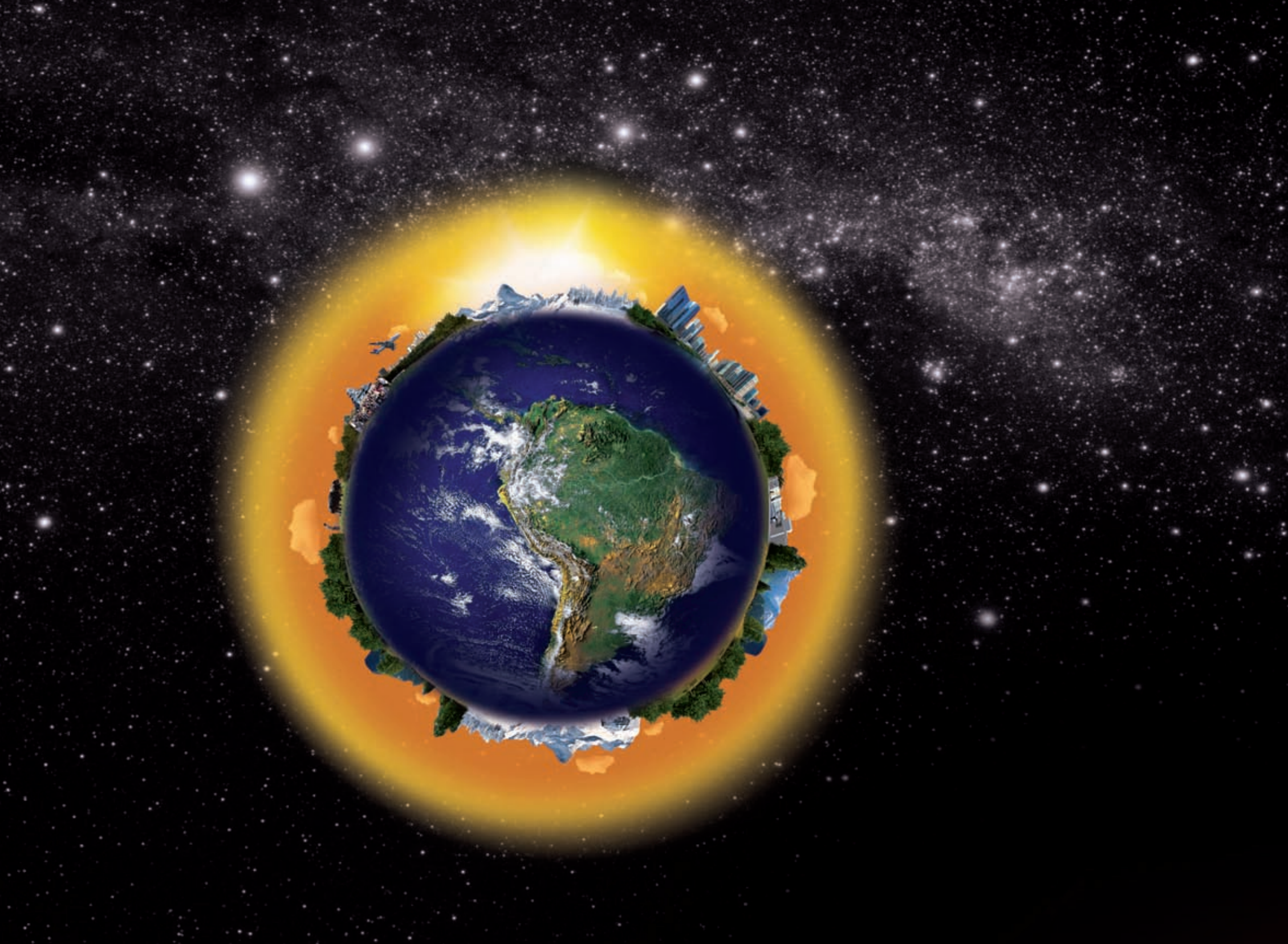
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ações brasileiras para a proteção da camada de ozônio**. Brasília: MMA, 2014. 144 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental
Departamento de Mudanças Climáticas
Gerência de Proteção da Camada de Ozônio

Ações brasileiras para a proteção da camada de ozônio

MMA
Brasília, 2014.





Agradecimentos

As mais de duas décadas de expressivos resultados do Protocolo de Montreal no Brasil contaram com a colaboração de milhares de pessoas, entre cidadãos comuns e especialistas, representantes de instituições governamentais, não governamentais, organismos internacionais e empresas privadas. Todos foram

essenciais para o êxito das ações implementadas e dignos de reconhecimento por cada uma das contribuições que tornaram possível o sucesso de políticas, iniciativas, encontros, cursos, palestras, audiências públicas, fóruns nacionais e internacionais, debates e negociações. No momento em que celebramos o su-

cesso da implementação do Protocolo de Montreal no Brasil, é importante que cada um que tenha ao longo dessas mais de duas décadas contribuído com sua parcela de esforço se sinta também homenageado e reconhecido pelo seu papel na construção desses resultados que ora apresentamos.

Sumário

Introdução	13
1 A camada de ozônio	27
1.1 <i>O buraco na camada de ozônio</i>	31
2 A Convenção de Viena e o Protocolo de Montreal	37
3 Substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs)	41
3.1 <i>O Protocolo de Montreal e o Protocolo de Quioto</i>	48
4 Consumo de SDOs no Brasil e ações para sua eliminação	51
4.1 <i>Adesão do Brasil ao Protocolo de Montreal</i>	51
4.2 <i>Consumo de SDOs no Brasil</i>	54
4.3 <i>Cronogramas de redução de SDOs</i>	55
4.4 <i>Clorofluorcarbonos (CFCs)</i>	57
4.5 <i>Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)</i>	61
4.6 <i>Brometo de metila</i>	65
4.7 <i>Halons</i>	68
4.8 <i>Tetracloroeto de carbono (CTC)</i>	70



5 Políticas, planos e programas	73
5.1 <i>Plano Nacional de Eliminação de CFCs</i>	82
5.1.1 <i>Histórico</i>	82
5.1.2 <i>Projetos executados pelo PNC</i>	86
5.2 <i>Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura</i>	96
5.3 <i>Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs</i>	106
5.3.1 <i>Histórico</i>	106
5.3.2 <i>Finalidade</i>	109
5.3.3 <i>Ações regulatórias</i>	110
5.3.4 <i>Projetos de conversão industrial no setor de espumas</i>	111
5.3.5 <i>Projetos para o setor de serviços de refrigeração e ar condicionado</i>	113
5.3.6 <i>Estratégias futuras</i>	118
6 Ações de controle executadas no Brasil	121
7 Pesquisas realizadas no Brasil sobre a camada de ozônio	125
7.1 <i>Atuação do Inpe</i>	125
7.2 <i>Antártica</i>	130
8 Desafios futuros	133
9 Referências	139

O Brasil aderiu ao Protocolo de Montreal em 1990, recebeu dois prêmios por seu desempenho e é referência na América Latina pela excelência no cumprimento das metas estabelecidas. O Protocolo de Montreal tem 197 Estados parte para a eliminação da produção e consumo de substâncias que destroem a camada de ozônio. Foi assinado em 16 de setembro de 1987 e entrou em vigor em 1º de janeiro de 1989. A vontade política das nações-partes, somada ao empenho dos setores econômicos, da comunidade científica e da sociedade, transformaram-no em modelo de cooperação para lidar com questões ambientais globais



Apresentação

O Protocolo de Montreal é um exemplo de sucesso dentre os múltiplos acordos multilaterais ambientais de que o Brasil é parte. A rara combinação de vontade política dos Estados parte somada ao empenho dos setores produtivos e da comunidade científica e tecnológica transformou-se em modelo de cooperação para enfrentar os grandes desafios ambientais globais. O Brasil tem orgulho de fazer parte desse sucesso e de se ter tornado referência mundial pela excelência no cumprimento das metas do Protocolo.

O Brasil esforça-se para o sucesso do Protocolo de Montreal desde sua assinatura, em 1987, por meio de políticas públicas e da adoção de instrumentos legislativos. Em nosso país, o Ministério do Meio Ambiente coordena o cumprimento dos compromissos assumidos pelo governo federal para a eliminação das substâncias destruidoras da camada de ozônio (SDOs), um processo de planejamento e execução com alta representatividade do qual participam instituições públicas, instituições científicas, empresas pri-

vadas, associações representativas dos setores envolvidos, indústria, comércio, serviços e trabalhadores profissionais de diversas áreas.

A estratégia brasileira resultou, em 2010, no cumprimento de uma de suas mais importantes metas: a eliminação total da produção e da importação dos clorofluorcarbonos (CFCs). Essas substâncias foram as principais causadoras da rarefação da camada de ozônio em determinadas regiões do planeta e deixaram de

ser produzidas no país em 1999, tendo sua importação reduzida gradualmente ao longo dos dez anos seguintes.

O êxito brasileiro na implementação do Protocolo deve-se a uma ação governamental que respeita e inclui cidadãos e o setor produtivo, criando condições para que o Protocolo de Montreal seja respeitado, tornando o país referência mundial em políticas e soluções para a proteção da camada de ozônio. Por suas iniciativas, o Brasil foi homenageado com dois prêmios concedidos pela ONU. O primeiro em 2007, por se destacar na eliminação antecipada do uso de CFCs, e o segundo em 2010, em reconhecimento pelas ações desempenhadas em prol da proteção da camada de ozônio.

O fim do consumo dos CFCs contou com o apoio financeiro do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal por meio da execução de 254 projetos que contemplaram a conversão tecnológica da indústria nacional, o treinamento de aproximadamente 24.600 trabalhadores do setor de serviços de refrigeração e ar condi-

cionado, a distribuição de 2 mil equipamentos de recolhimento de fluidos frigoríficos, a criação de cinco centros de regeneração e 120 unidades de reciclagem de SDOs, entre outras ações.

Outra ação de sucesso na implementação do Protocolo de Montreal no Brasil foi a criação do Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura, que resultou no treinamento de oitocentos técnicos agrícolas e na distribuição de aproximadamente mil equipamentos desenvolvidos em parceria com empresas de pesquisa para implementação de um novo sistema de esterilização do solo e substratos.

Hoje, o Brasil vive uma nova etapa no cumprimento das metas do Protocolo. Em 2012 iniciamos o Programa Brasileiro de Eliminação dos Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), utilizados pela indústria em alternativa aos CFCs. Os HCFCs apresentam menor potencial de destruição do ozônio em relação aos CFCs, mas, por ainda agredirem a camada de ozônio, tiveram seu cronograma de redução de consumo acelerado em 2007 pelas Partes do Protocolo de Montreal.

O Brasil iniciou a elaboração da estratégia de eliminação dos HCFCs em 2008. Entre 2009 e 2011, atendendo à política de transparência do governo federal, o projeto passou por ampla análise e discussão com os setores público e privado. O processo foi finalizado após consulta pública, aberta a manifestações da sociedade. Em 2011 foi aprovado pelo Comitê Executivo Interministerial para a Proteção da Camada de Ozônio (Prozon). Desde então, o Comitê Executivo do Fundo Multilateral para implementação do Protocolo já aprovou recursos da ordem de 20 milhões de dólares, a serem utilizados para implementação de sua primeira etapa até 2015.

O Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH) já se inicia com registros de redução no consumo dos hidroclorofluorcarbonos desde 2012, com previsão de total eliminação em 2040. Com base nas experiências de sucesso com a eliminação dos CFCs, serão executados projetos que possibilitarão novas conversões tecnológicas, implementação de políticas governamentais de controle da importação e da comercialização de HCFCs e de contenção de vazamentos e destinação final de gases contaminados.

A implementação do Protocolo de Montreal no Brasil apresenta ainda relevantes implicações em relação a outros programas, planos e políticas governamentais. Destaca-se, em particular, a forma como o PBH apoia a implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima, ao estimular ações para a diminuição do consumo dos HCFCs, substâncias que, em sua maioria, apresentam alto potencial de causar a mudança global do clima. Adicionalmente, o PBH apresenta interface com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, ao desenvolver ações

para destinação final adequada de fluidos refrigerantes e de equipamentos de refrigeração descartados.

Vivemos um momento de grandes desafios para a efetiva implementação dos principais acordos multilaterais ambientais, tanto no que se refere às negociações internacionais em torno desses regimes quanto à sua implementação em nível local. Por isso, a publicação das ações brasileiras para a implementação do Protocolo de Montreal cumpre o importante papel de ilustrar a forma pela qual

o consenso internacional em torno de um problema global, formado com base em evidências científicas, pode se traduzir em ações concretas de cooperação entre todos os países para a solução desse problema. Internamente, o Brasil assume com protagonismo seu papel nesse processo, apresentando resultados que se devem não a uma ação isolada do Estado, mas a uma necessária e colaborativa articulação entre todos os setores da sociedade. É essa história e esses resultados que temos orgulho em apresentar agora.

Izabella Mônica Vieira Teixeira
Ministra de Estado do Meio Ambiente

No cotidiano das cidades, diversos bens de consumo são produzidos com substâncias prejudiciais à camada de ozônio, mas o Brasil intensifica ações para sua eliminação



Introdução

As ações adotadas pelo governo federal, pelos governos estaduais, pelo setor privado e pela sociedade brasileira desde os anos 1980 para a proteção e a recuperação da camada de ozônio levaram o Brasil a uma posição de destaque entre os Estados parte da Convenção de Viena e do Protocolo de Montreal. Um dos principais consumidores de gases que prejudicam a camada de ozônio até 1995, o país passou a intensificar, desde o início da vigência do Protocolo, medidas para a eliminação dessas substâncias. Os resultados alcançados pelo Brasil revelaram o compromisso e a competência nacionais no cumprimento das obrigações estabelecidas por esse acordo.

As Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio (SDOs) são substâncias químicas sintetizadas pelo homem, algumas delas com capacidade de longa permanência na atmosfera e com potencial para reagir com as moléculas de ozônio. Essas SDOs são compostas

por hidrogênio, carbono, cloro, flúor ou bromo e têm aplicação em diversas atividades humanas: agentes de expansão na fabricação de espumas de poliuretano, propelente em aerossóis, solventes para limpeza de elementos de precisão e eletrônica, desinfecção de solos para o controle de pragas na agricultura, tratamentos quarentenários e de pré-embarque de mercadorias importadas e exportadas, matéria-prima de processos industriais e em equipamentos de refrigeração doméstica, comercial, industrial e automotiva.

As ações normativas adotadas pelo governo bem como o apoio à conversão tecnológica de cerca de duzentos projetos aprovados até 2012 a fundo perdido pelo Protocolo de Montreal no Brasil resultaram na eliminação de 100% do consumo nacional de clorofluorcarbonos (CFC), brometo de metila (com exceção do uso para quarentena e pré-embarque), halon e tetracloreto de

carbono (CTC), totalizando aproximadamente 11 mil toneladas Potencial de Destruição do Ozônio (PDO) eliminadas.

Atualmente, o Brasil executa o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), aprovado pelo Protocolo de Montreal em 2011, que visa a abolir gradualmente o consumo de hidroclorofluorcarbonos até 2040. O uso dessa substância iniciou-se como alternativa aos CFCs, visto que apresentam valores inferiores de PDO, e aumentou consideravelmente depois da eliminação total dos clorofluorcarbonos.

Nesta obra estão publicadas tabelas com as sete famílias das SDOs contempladas pelo Protocolo de Montreal, com os valores específicos do Potencial de Destruição do Ozônio (PDO) de cada uma delas. Essas tabelas contêm informações sobre a capacidade média de permanência das substâncias na atmosfera e seu potencial

de causar a mudança global do clima. As SDOs, além de serem prejudiciais à camada de ozônio, apresentam alto potencial de impacto negativo sobre o sistema climático global, contribuindo em escalas diferentes para o aumento da temperatura média da superfície da Terra. As ações brasileiras para a implementação do Protocolo de Montreal apresentam, assim, relevante contribuição para a proteção do referido sistema.

Essas quase três décadas de trabalho para eliminação das SDOs no Brasil foram construídas pelo governo federal em parceria com instituições internacionais e com o setor produtivo, o que resultou em grande volume de produção de conhecimentos e de documentos destinados ao intercâmbio de informações sobre o Protocolo de Montreal no Brasil. Essa troca de informações visa a promover a visibilidade do Protocolo de Montreal e dos resultados do seu Fundo Multilateral bem como apoiar o desenvolvimento e a implementação de estratégias nacionais e regionais de informação, educação e comunicação. Esses registros fazem parte dos arquivos do Ministério do Meio Ambiente e encontram-se, em grande parte, disponíveis em páginas da Internet, organizados por seções temáticas. Porém, o valioso acervo não com-





No cotidiano das cidades, diversos bens de consumo são produzidos com substâncias prejudiciais à camada de ozônio, mas o Brasil intensifica ações para sua eliminação

põe sequência que facilite a pesquisa histórica sobre a política brasileira de proteção da camada de ozônio.

Esta obra foi idealizada com o intuito de suprir essa demanda e se propõe a ser fonte de referência para cientistas, estudantes, profissionais das mais diversas áreas e todos os cidadãos interessados na obtenção segura de informações a respeito das ações brasileiras realizadas para o cumprimento do Protocolo de Montreal. Este livro propõe-se a apresentar, por meio de textos, gráficos, tabelas, fotografias e infografias, todo o desenrolar do complexo de iniciativas que começaram antes mesmo de o Brasil aderir ao Protocolo. Nos primeiros capítulos, o leitor é conduzido primeiramente a entender os conceitos utilizados sobre a camada de ozônio, com informações a respeito de sua composição química, produção e decomposição naturais na atmosfera, as causas antrópicas que levam à sua destruição, seus efeitos danosos para o planeta e as estratégias tecnológicas e políticas que levaram ao sucesso do Protocolo de Montreal.

Nestas páginas estão descritos os diagnósticos sobre o consumo brasileiro de SDOs, as legislações decorrentes da necessidade de cumprimento das metas junto ao Protocolo de Montreal, os programas e as atividades que envolveram indústrias e sociedade e fizeram o Brasil se tornar referência para os países da América Latina, que frequentemente encaminham técnicos em busca de cooperação e *expertise*.

O início da trajetória brasileira registra, por exemplo, no período entre 1989 e 1990, a solicitação do Secretariado do Protocolo de Montreal para que fosse desenvolvido pelo Ibama, com o apoio técnico da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), o Estudo de Caso do Brasil, que diagnosticou a realidade do país ante as SDOs. Esse trabalho, que contou com a colaboração de todos os setores envolvidos – instituições governamentais, iniciativa privada e sociedade civil –, serviu de base para a elaboração do primeiro programa de eliminação das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal. Para a materialização das decisões que seriam tomadas, publicou-se a Portaria Intermi-

nisterial nº 929, de 4 de outubro de 1991, do então Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, que criou o Grupo de Trabalho Interministerial para a Implementação do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, mais conhecido como Grupo de Trabalho do Ozônio (GTO).

O Programa Brasileiro de Eliminação da Produção e do Consumo das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (PBCO) foi encaminhado pelo GTO para aprovação em 1994, na 13ª Reunião do Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (FML), e contemplava um conjunto de cunho normativo, científico, tecnológico e econômico centrado em projetos de conversão industrial e diagnósticos de todos os segmentos produtores e usuários das SDOs no país.

Em julho de 2002, o Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (FML) aprovou o financiamento de US\$ 26,7 milhões para o Plano Nacional de Eliminação de CFCs, que definiu as estratégias que viriam a zerar o consumo de clorofluorcarbonos até 1º de

janeiro de 2010. Para atingir suas metas, ações de cunho normativo e investimentos nos setores de refrigeração, espuma, aerossóis, solventes, esterilizantes e inaladores de dose medida (MDIs) foram realizadas. A agência implementadora do PNC foi o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), que apoiou a conversão tecnológica das empresas que utilizavam CFC em suas linhas produtivas. A Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale (GIZ), atuou no treinamento de técnicos refrigeristas em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai). Oficiais de alfândega da Receita Federal do Brasil e servidores do Ibama foram capacitados para o combate ao comércio ilícito de SDOs. O módulo do Protocolo de Montreal no âmbito do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF) foi aperfeiçoado, facilitando o controle das importações e das exportações para manter o Brasil em cumprimento com as metas estabelecidas e para elaboração dos relatórios com os dados de consumo do país.

A partir do PNC, o Brasil implementou ações inovadoras não apenas relacionadas às grandes indústrias. O Programa auxiliou micro e pequenas empresas, como padarias, restaurantes, açougues e mercearias, a se adaptarem às novas regras mundiais, com a substituição e a manutenção correta de equipamentos de refrigeração. Também foram incentivadas boas práticas em todas as regiões do país para o recolhimento, a reciclagem e a regeneração de fluidos refrigerantes de modo ambientalmente correto e seguro.

O registro de todo esse processo – uma caminhada de êxito que se consolidou em face da adequação de políticas públicas governamentais aliada ao comprometimento dos demais setores da sociedade – está nesta obra. Os textos buscam refletir a riqueza dessa experiência, vivida no dia a dia em mais de duas décadas de dedicação de profissionais e de cidadãos brasileiros.

Os atuais esforços para implementação do Protocolo de Montreal concentram-se no Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH). Esse Programa tem, desde 2008, proposto inicia-

tivas e estratégias, por meio do Grupo de Trabalho para os HCFCs (GT-HCFCs), criado pela Portaria MMA nº 41, de 25 de fevereiro de 2010, e complementado pela Portaria MMA nº 319, de 30 de agosto de 2010, que conta com a participação de representantes dos setores público e privado envolvidos com o tema. Em 2011, após consulta pública para contribuição dos diversos interessados e envolvidos, a primeira etapa do PBH foi aprovada pelo Comitê Executivo Interministerial para a Proteção da Camada de Ozônio (Prozon). No mesmo ano foi aprovado pelo Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (ExCom), com recursos no valor de US\$ 19.597.166,00 doados a fundo perdido. O PBH foi então instituído no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima com a publicação da Portaria MMA nº 212, de 26 de junho de 2012.

Coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, por meio da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Am-

biental, o PBH tem apoio do Ibama e dos ministérios integrantes do Prozon e conta com as parcerias da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da GIZ, do PNUD, como agência implementadora líder, e, mais recentemente, da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi), que executam, em coordenação com o governo brasileiro, ações do Programa e administram os recursos financeiros doados pelo Fundo Multilateral por meio de projetos de cooperação técnica internacional.

O PBH tem por objetivo viabilizar o congelamento e a eliminação do consumo brasileiro de HCFCs, tendo como linha de base a média do consumo dos anos 2009 e 2010. As ações serão realizadas em duas etapas. A primeira até 2015, com o estabelecimento de diretrizes, objetivos e metas específicas para a redução do consumo em 16,6% da linha de base, por meio de conversão industrial, assistência técnica, treinamento e ações regulatórias nos setores de es-

pumas de poliuretano, refrigeração e ar-condicionado. A segunda etapa tem como meta a eliminação do restante do consumo de HCFCs até o ano 2040 nos setores remanescentes.

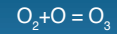
As ações previstas para a segunda etapa, após 2015, vão consolidar os trabalhos em prol da proteção da camada de ozônio, com rebatimentos positivos associados ao sistema climático global, buscando de maneira contínua as relações positivas que existem entre os dois regimes internacionais. A depender da métrica utilizada, em termos de mudança do clima, para a comparação entre diferentes gases, e com o propósito de fornecer uma ideia, a redução do consumo de HCFCs a ser alcançada entre 2013 e 2015 equivale a deixar de emitir para a atmosfera entre 737,1 mil e 4,9 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e). A título de comparação, em 2010, a indústria de alimentos e bebidas emitiu 4,7 milhões de toneladas de CO₂ provenientes da queima de combustíveis.

A camada de ozônio

Filtro natural que protege a vida na Terra

Atmosfera

Camada de gases constituída por troposfera, estratosfera e mesosfera.



A camada de ozônio se localiza cerca de 10% na troposfera e 90% na estratosfera, a uma distância entre 10 e 50 km da Terra.

ATMOSFERA

Mesosfera - Pode chegar a 85 km de altitude.

Estratosfera - Pode chegar a 50 km de altitude.

Troposfera - Próxima da Terra, tem espessura média de 12 km.



DESTRUIÇÃO DA MOLÉCULA DE OZÔNIO

Os gases contendo átomos de cloro (Cl), flúor (F) ou bromo (Br) emitidos pela atividade humana permanecem na atmosfera por vários anos e, ao serem transferidos para a estratosfera, sofrem a ação da radiação ultravioleta, liberando radicais livres que destroem as moléculas de ozônio.

FORMAÇÃO DO OZÔNIO ESTRATOSFÉRICO

A radiação ultravioleta de origem solar interage com a molécula de oxigênio (O_2), quebrando-a em dois átomos de oxigênio (O). O átomo de oxigênio (O) liberado une-se à molécula de oxigênio (O_2), formando assim o ozônio (O_3).

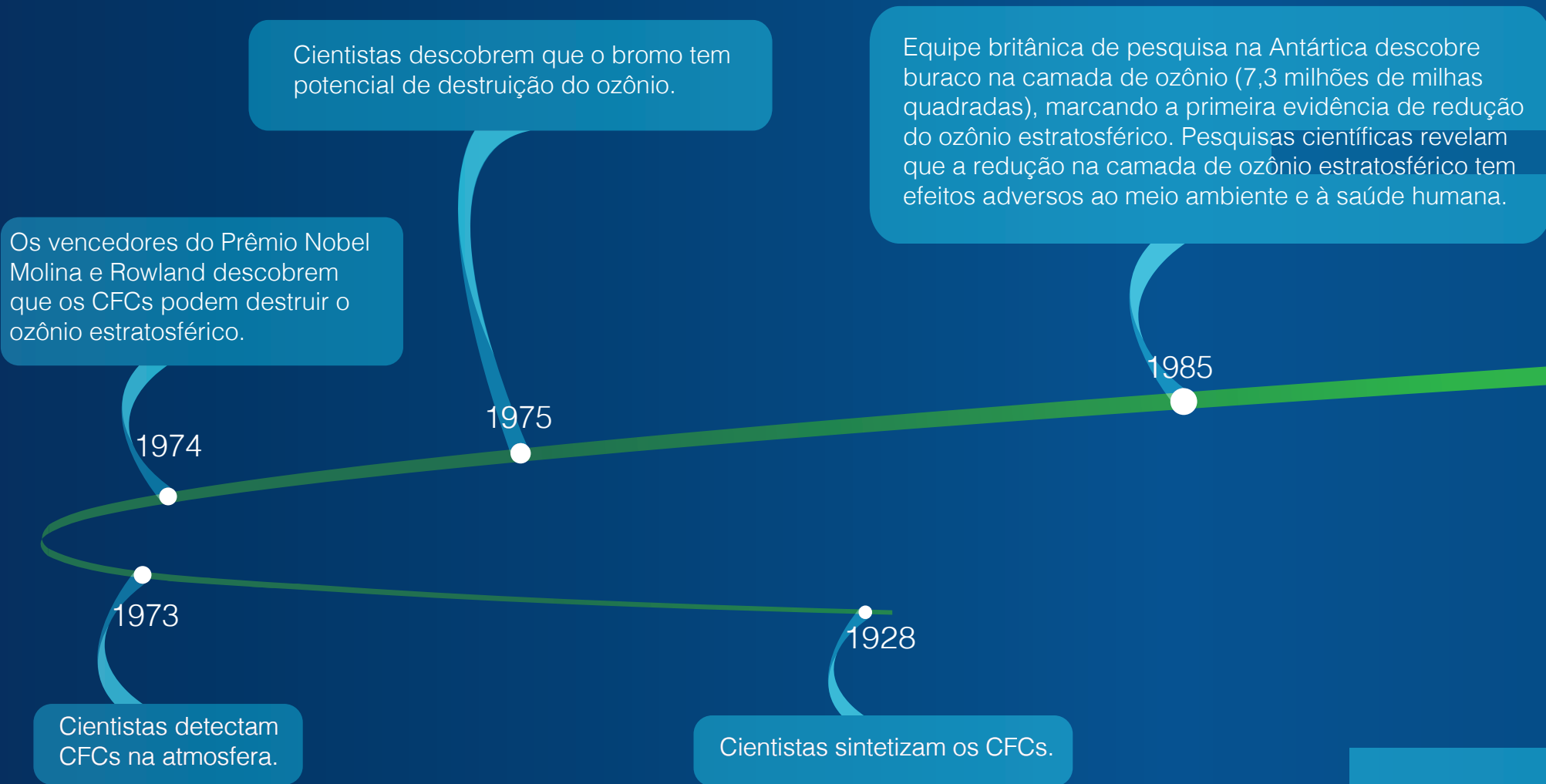
FORMAÇÃO DO OZÔNIO TROPOSFÉRICO

Na troposfera, o ozônio perde sua função de protetor e torna-se um gás poluente e tóxico, que contribui para o aumento da temperatura da superfície terrestre.

CAMADA DE OZÔNIO



Linha do tempo: uma caminhada através da história



Cientistas internacionais concordam que os CFCs estão reduzindo a camada de ozônio estratosférico nos hemisférios norte e sul.

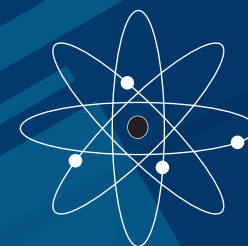
1991

A Agência Meteorológica Japonesa anuncia que o buraco na camada de ozônio estratosférico na Antártica está maior que nunca – mais de duas vezes o tamanho da própria Antártica.

2000

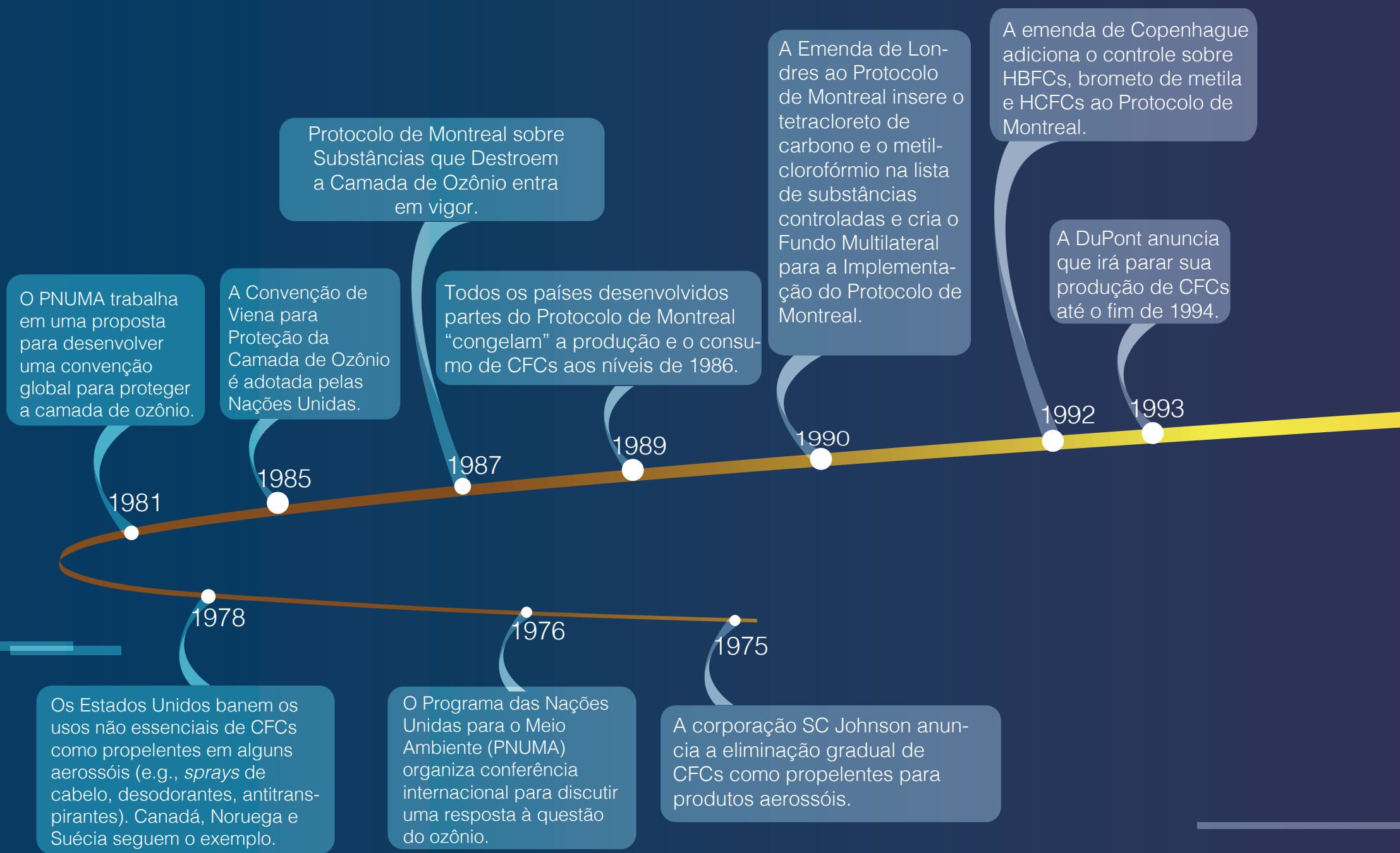
Prazo estimado para a recuperação da camada de ozônio.

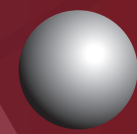
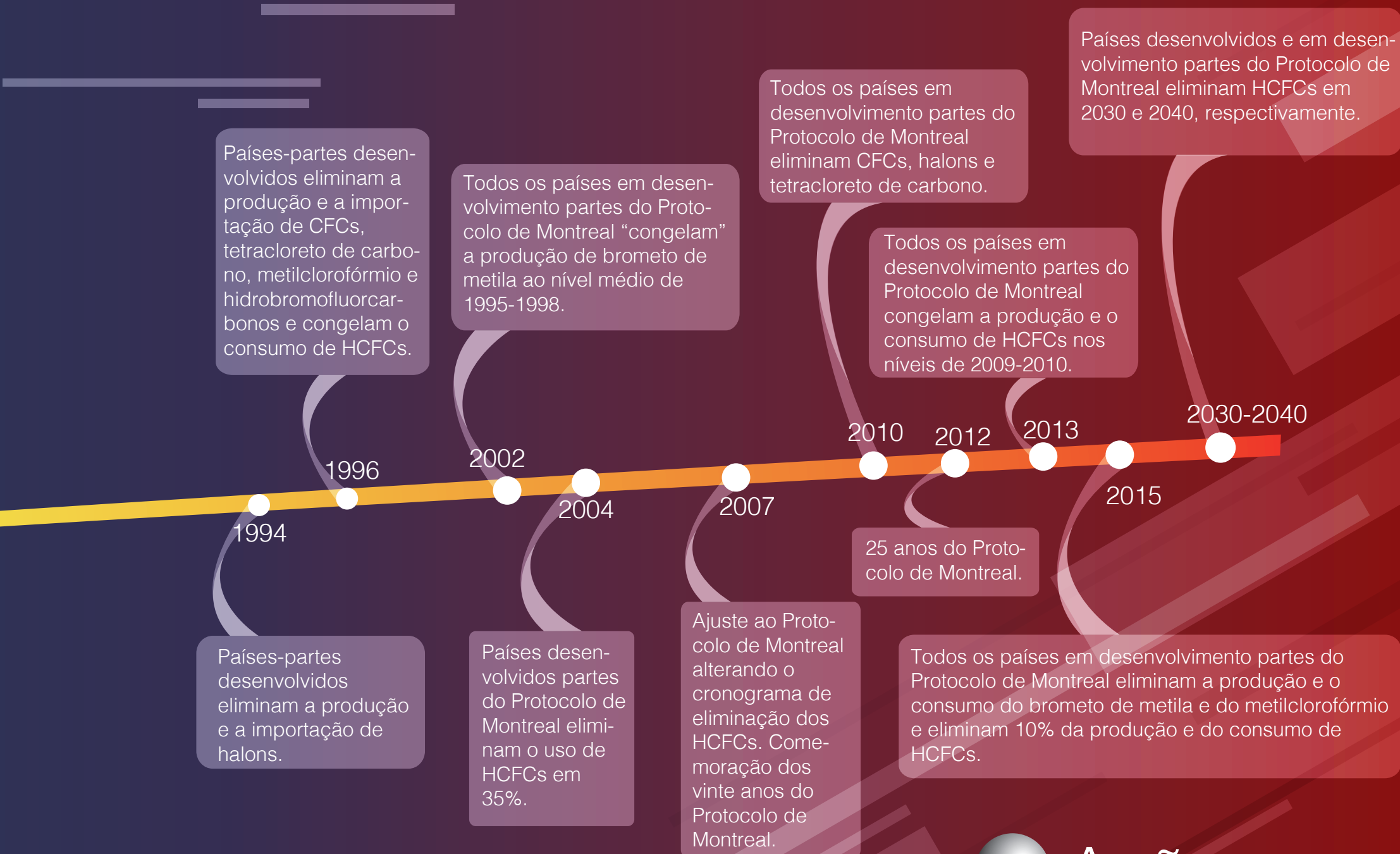
2050-2075



Ciência

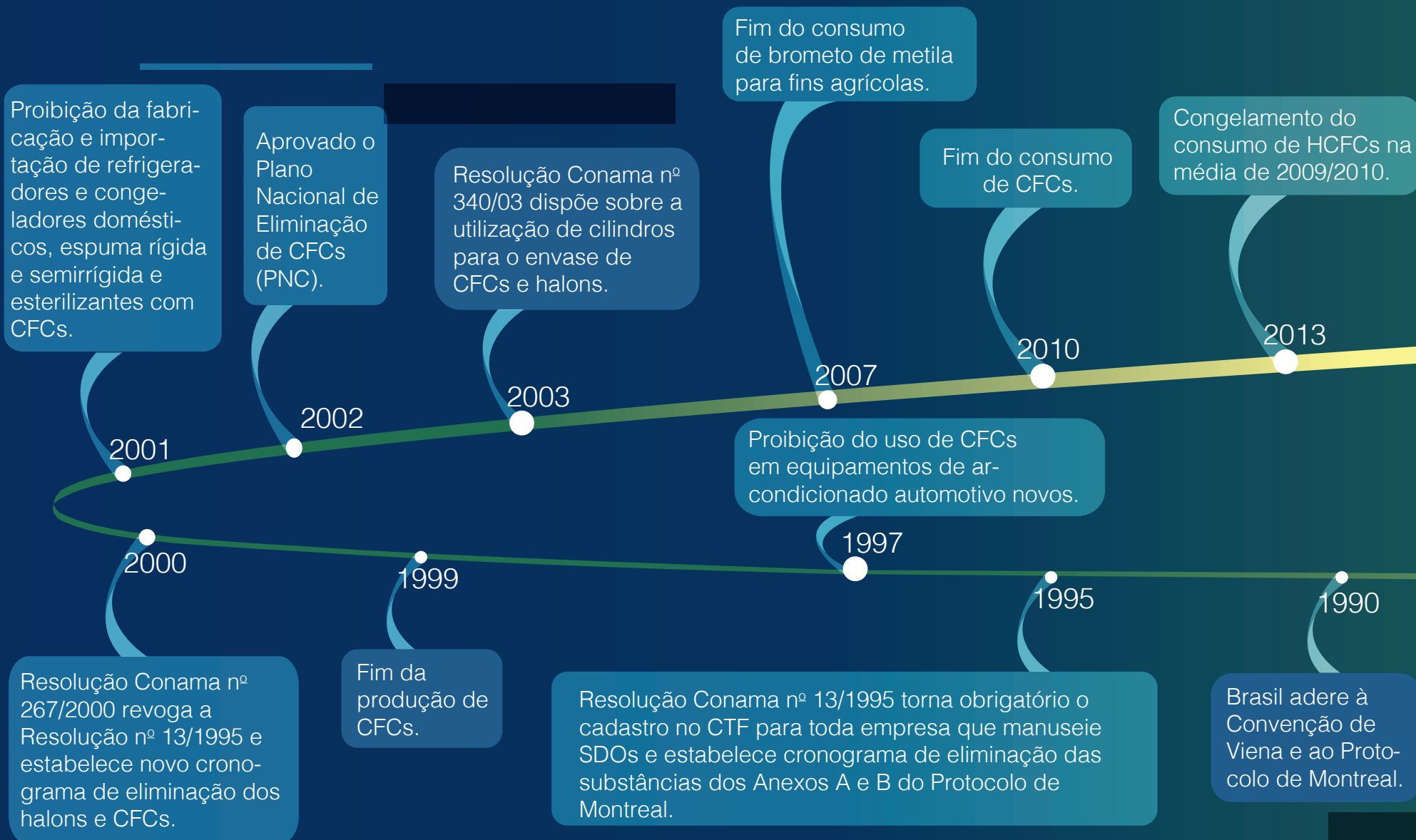
Linha do tempo: uma caminhada através da história





Ações

Linha do tempo: uma caminhada através da história



1988

Proibição da fabricação e da comercialização de produtos cosméticos, de higiene, de uso sanitário doméstico e perfume sob a forma de aerossóis que contenham CFCs.

Eliminação de 16,6% no consumo de HCFCs.

2015

Eliminação de 35% no consumo de HCFCs.

2020

Eliminação de 67,5% no consumo de HCFCs.

2025

Eliminação de 97,5% no consumo de HCFCs.

2030

Eliminação de 100% no consumo de HCFCs.

2040



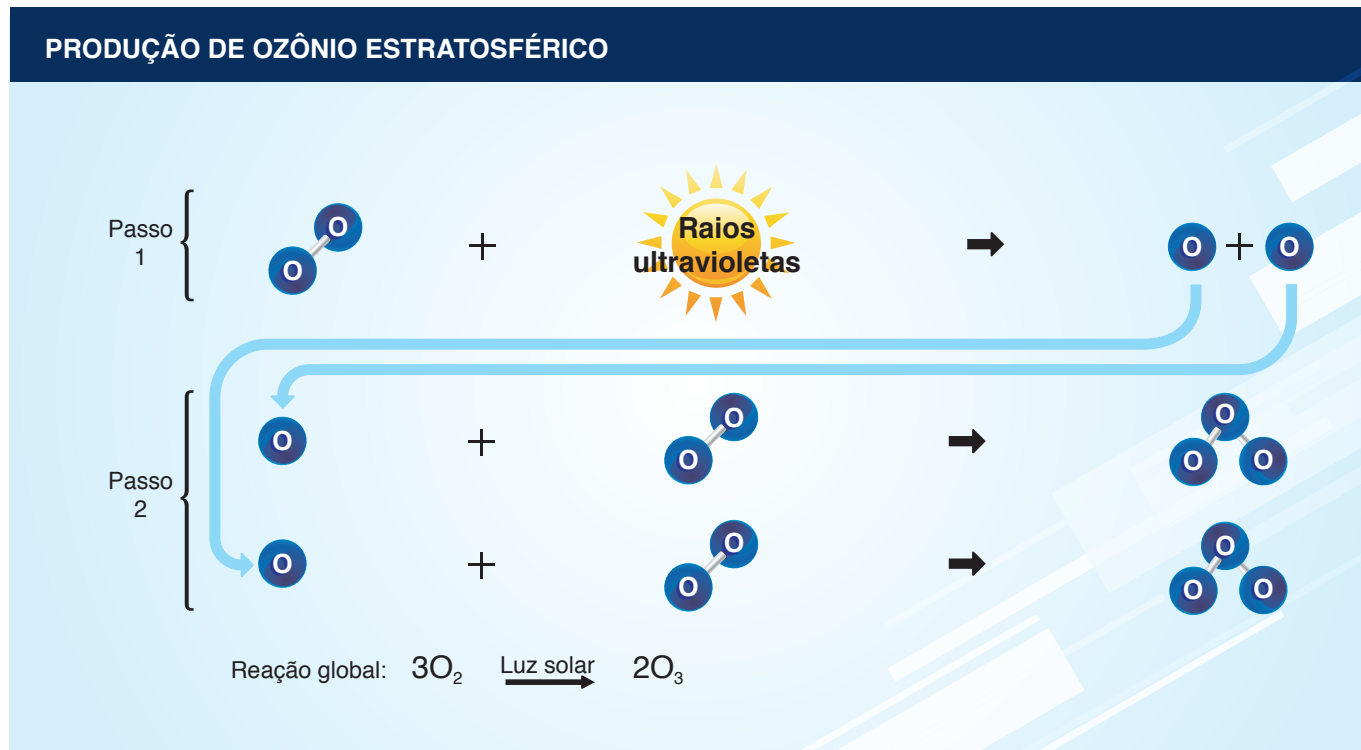
Brasil

Em toda a atmosfera existem moléculas de ozônio, mas cerca de 90% estão concentradas na estratosfera, em uma região entre 20 e 35 km de altitude



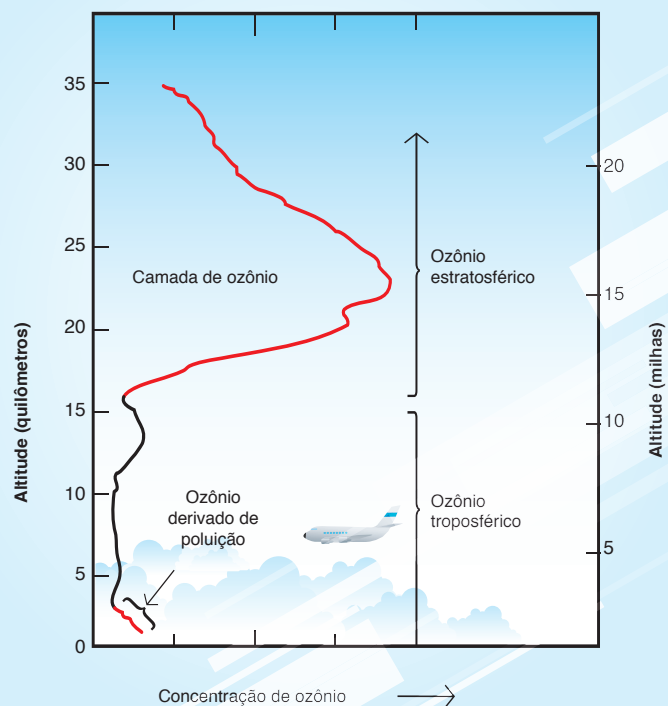
1 A camada de ozônio

A atmosfera é formada por diferentes gases e partículas. A parte gasosa é composta de 78,08% de nitrogênio (N₂) e 20,95% de oxigênio (O₂). Os 0,97% restantes são moléculas conhecidas como gases minoritários da atmosfera, que são de extrema relevância para a vida na Terra, como, por exemplo, o ozônio (O₃).



As moléculas de ozônio (O₃) são formadas quando a radiação ultravioleta, de origem solar, interage com as moléculas de oxigênio. O átomo de oxigênio liberado por essa reação une-se a uma molécula de oxigênio (O₂), formando assim uma molécula de ozônio (O₃).

OZÔNIO NA ATMOSFERA



As pessoas e os animais são protegidos por uma camada natural de gases na atmosfera que filtram o excesso de raios ultravioleta emitidos pelo sol

Embora encontradas em toda a atmosfera, cerca de 90% das moléculas de ozônio localizam-se na estratosfera, concentradas em uma região entre 20 e 35 km de altitude denominada camada de ozônio. Os 10% restantes são encontrados na troposfera, entre 10 e 16 km de altitude.

Mesmo em menor proporção, o ozônio troposférico é um gás poluente e contribui para o aumento da temperatura da superfície da Terra, juntamente com o óxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Adicionalmente, o ozônio troposférico é responsável por causar problemas



Raios ultravioleta em excesso prejudicam estágios iniciais do desenvolvimento de peixes, camarões e outras formas de vida aquáticas, influenciando no equilíbrio ecológico do planeta

respiratórios nos homens e nos animais, e por prejudicar o crescimento de vegetais ao reduzir a capacidade da flora de retirar o dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera, processo necessário para a realização da fotossíntese.

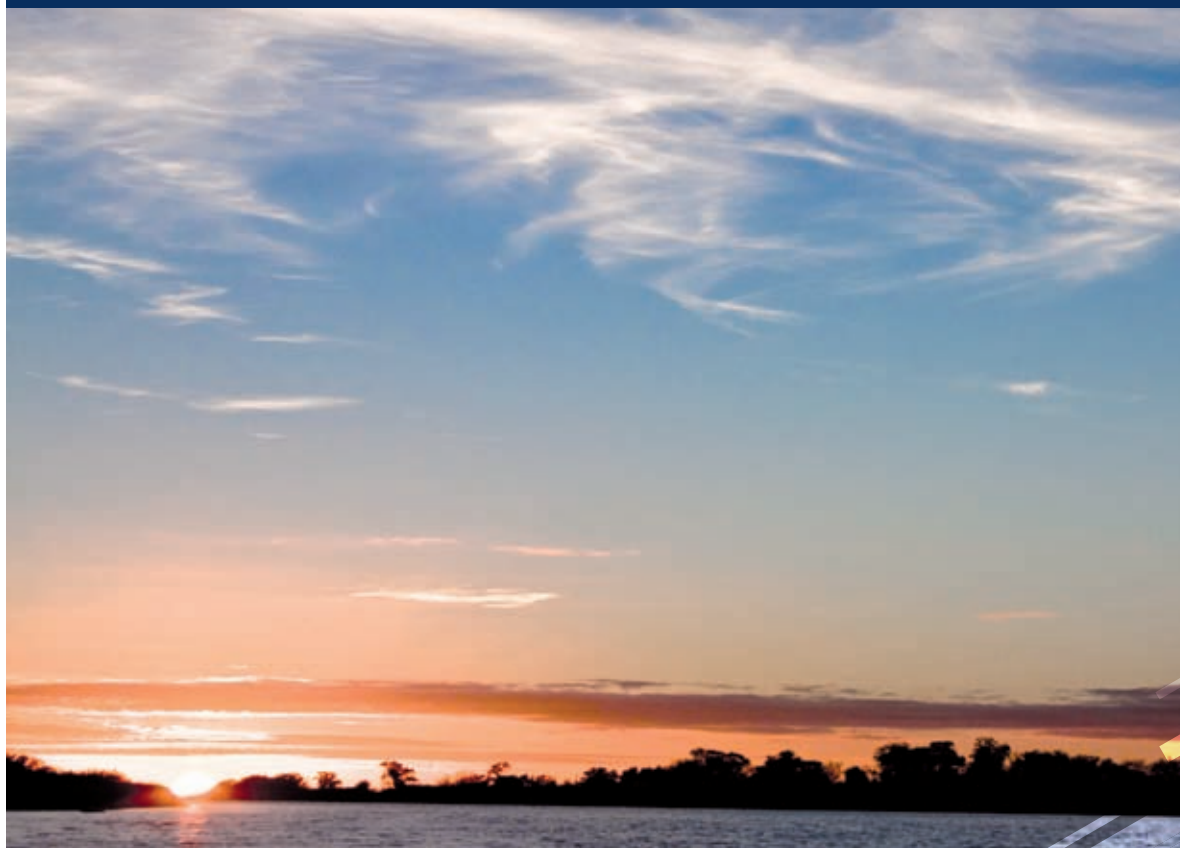
O ozônio estratosférico, por sua vez, apresenta papel inverso, ao servir de filtro à radiação ultravioleta do tipo B (UV-B) emitida junto com a luz solar. Os raios UV-B em excesso são nocivos à saúde humana, sendo associados à

supressão do sistema imunológico e ao desenvolvimento de câncer de pele, catarata e outras doenças oculares capazes de levar à perda da visão. Os animais também sofrem as consequências do aumento da radiação. Os raios ultravio-

letas prejudicam estágios iniciais do desenvolvimento de peixes, camarões, caranguejos e outras formas de vida aquáticas e reduzem a produtividade do fitoplâncton, base da cadeia alimentar aquática, provo-

cando desequilíbrios ambientais. Dessa forma, a camada de ozônio apresenta função protetora para o planeta, sendo vital para a manutenção da vida na Terra como a conhecemos atualmente.

FINA ESPESSURA PROTEGE O PLANETA

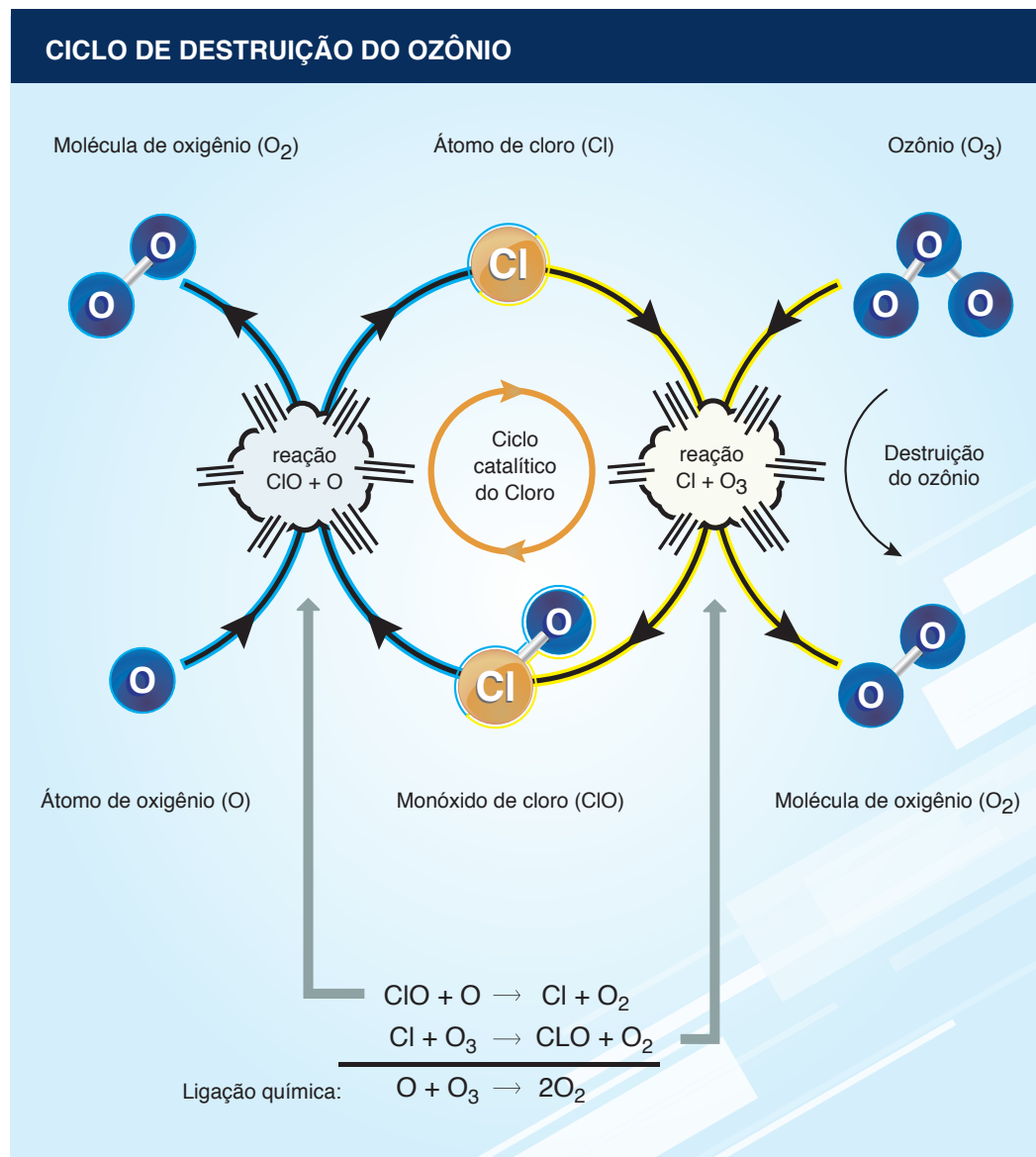


Na região de maior concentração de O_3 , em torno de 28 km de altitude, existem apenas cinco moléculas de ozônio para cada um milhão de moléculas de oxigênio. Curiosamente, se todas as moléculas de ozônio existentes na estratosfera fossem trazidas para a superfície terrestre, uniformemente distribuídas ao redor do globo e mantidas à temperatura de zero grau Celsius, a camada resultante teria uma espessura de 3 mm. Essa milimétrica camada, no entanto, é vital para a proteção da vida na Terra

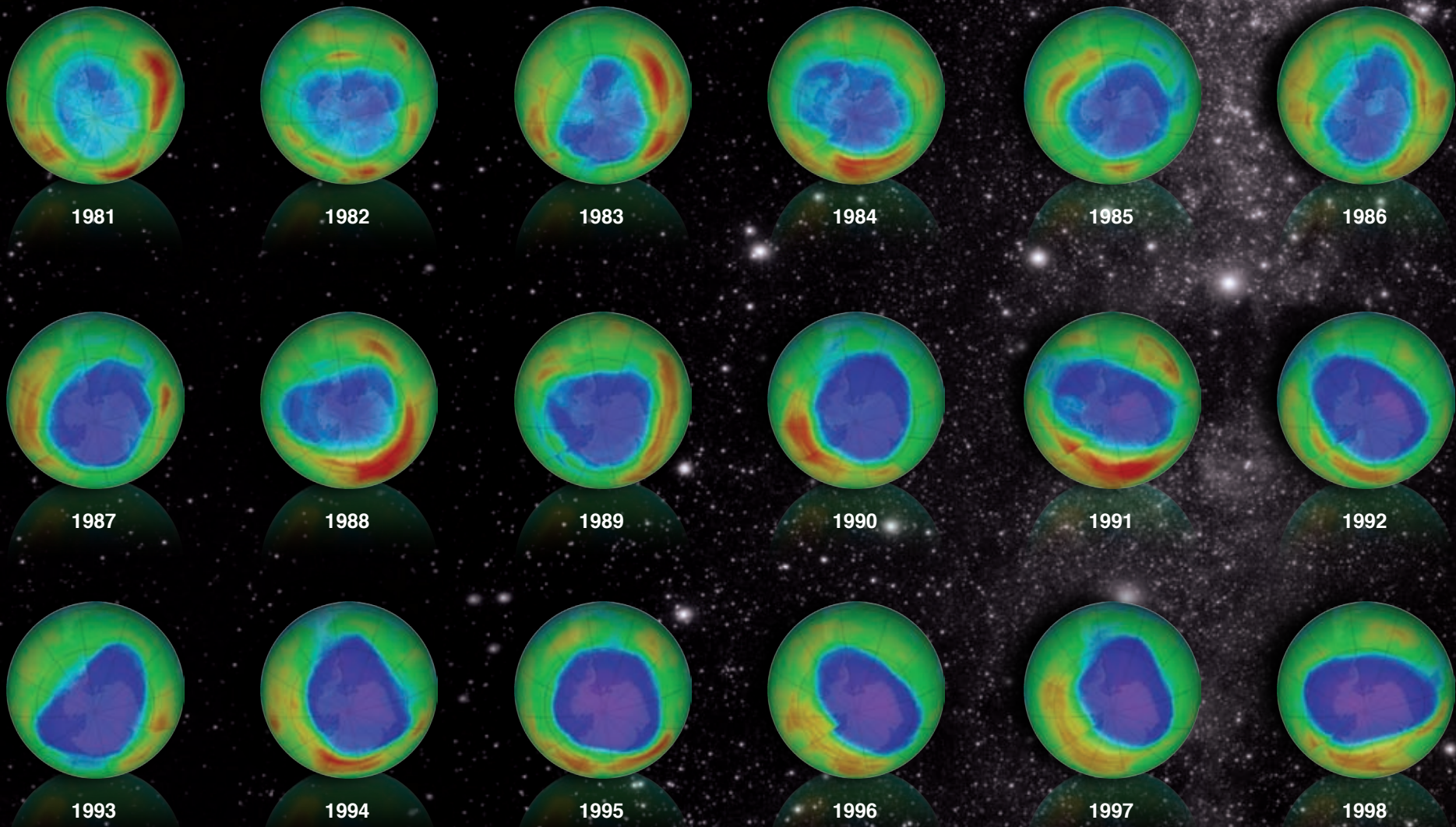
1.1 O “buraco” na camada de ozônio

Reações químicas naturais, provocadas pela radiação ultravioleta, destroem o ozônio da estratosfera superior, ocorrendo com maior frequência em latitudes tropicais e intermediárias, onde as radiações são mais intensas. Para cada molécula de ozônio destruída são formados um átomo e uma molécula de oxigênio. Alguns deles se recombinam para produzir ozônio novamente. A destruição e a produção de ozônio na natureza são equilibradas, de modo que a quantidade de ozônio na estratosfera apresenta pouca variação.

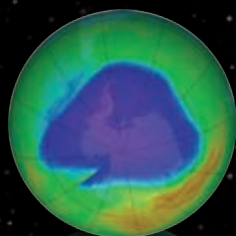
A camada de ozônio é estudada continuamente desde 1956, usando-se instrumentos de solo e, mais recentemente, satélites. Em 1974, os cientistas Mario Molina e Sherwood Rowland, da Universidade da Califórnia (EUA), propuseram que o ozônio estratosférico estaria sendo destruído em maior escala ao que ocorre naturalmente e que a diminuição da concentração do ozônio não seria decorrência apenas de um fenômeno natural.



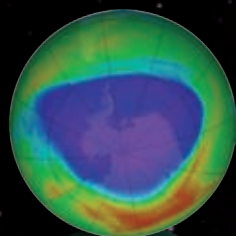
HISTÓRICO DA CAMADA DE OZÔNIO - 1981 ATÉ 2013



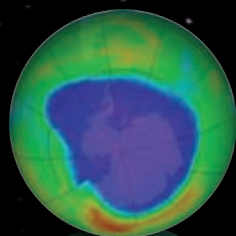
Estes mapas são observações da camada de ozônio coletadas em 16 de setembro de cada ano. A data aqui escolhida como referência foi declarada pela Organização das Nações Unidas como Dia Internacional de Preservação da Camada de Ozônio. Os registros são elaborados diariamente pela agência espacial norte-americana, a Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica (Nasa)



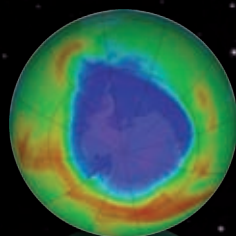
1999



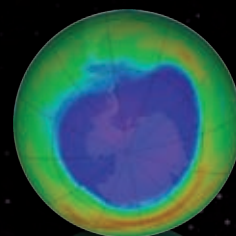
2000



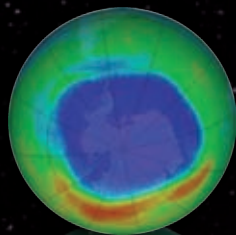
2001



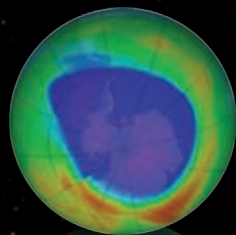
2002



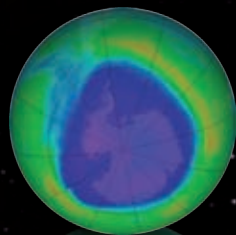
2003



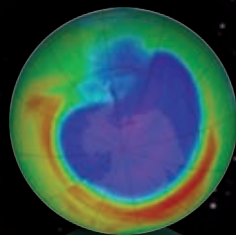
2004



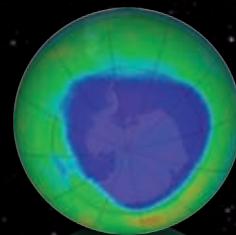
2005



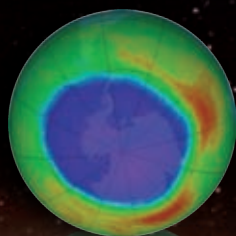
2006



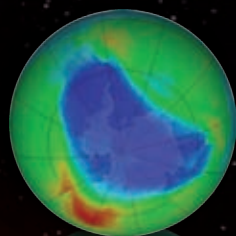
2007



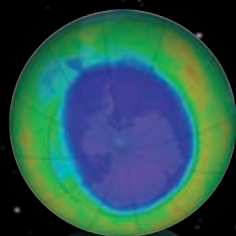
2008



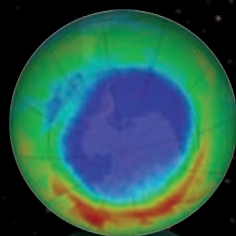
2009



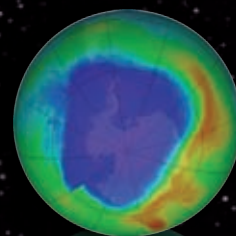
2010



2011

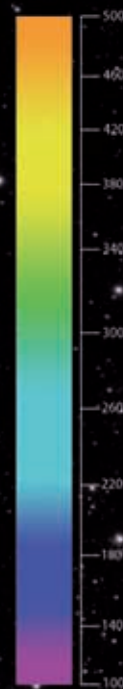


2012



2013

Mais ozônio



Menos ozônio

A presença de substâncias químicas halogenadas contendo átomos de cloro (Cl), flúor (F) ou bromo (Br) emitidas por atividades humanas tem um papel fundamental nesse processo.

Por não serem reativos ou rapidamente removidos pela chuva nem pela neve, gases contendo esses átomos ficam, em sua maioria, acumulados na baixa atmosfera. Quando sobem para a estratosfera sofrem ação da radiação ultravioleta (UV), liberando radicais livres que reagem com a molécula de ozônio (O_3), formando uma molécula de oxigênio (O_2) e uma molécula de óxido de cloro (ClO), por exemplo, o que resulta na destruição do O_3 .

O ClO tem vida curta e rapidamente reage com um átomo do oxigênio livre, liberando O_2 e um radical livre (Cl) que volta a destruir outra molécula de O_3 . Um único radical livre de cloro é capaz de destruir 100 mil moléculas de O_3 , o que provoca a rarefação da camada de ozônio e prejudica a filtragem da radiação UV-B. Reações semelhantes ocorrem com derivados do bromo e do flúor.

A revelação sobre os impactos dessas substâncias químicas sintéticas na camada de ozônio estimulou a intensificação de pesquisas e monitoramentos. Em meados dos anos 1980, cientistas da British Antarctic Survey, em Cambridge (Reino Unido), anunciaram um considerável decréscimo da concentração de ozônio sobre a Antártica, que foi denominado “buraco na camada de ozônio”. Desde então, tem-se registrado uma destruição gradual da camada de ozônio, e atualmente sua concentração está 3% mais baixa ao redor do planeta.

O fenômeno de destruição do ozônio sobre a Antártica tem acontecido anualmente ao final do inverno e da primavera no hemisfério sul. Nesse período, uma área de aproximadamente 31 milhões de quilômetros quadrados, maior que toda a América do Sul, ou 15% da superfície do planeta, recebe uma maior incidência da radiação UV-B. Em decorrência dessa descoberta, pesquisas subsequentes comprovaram a relação entre a rarefação da camada de ozônio e o decréscimo da qualidade de vida na Terra, trazendo prejuízos ao homem e

ao meio ambiente, como redução das colheitas e degradação do ecossistema marinho, devido ao aumento de mortalidade do fitoplâncton, alteração dos processos de fotossíntese e redução dos estoques pesqueiros.

A descoberta de quantidade expressiva de clorofluorcarbonos (CFCs) na estratosfera pelos cientistas Mario Molina e Sherwood Rowland é marco histórico para o Protocolo de Montreal. Em 28 de junho de 1974, esses cientistas publicaram um artigo na revista *Nature* em que demonstraram os danos que esses gases – com capacidade de permanecerem até 150 anos na atmosfera – representam à camada de ozônio. A importância principal do trabalho de Molina e Rowland foi revelar à comunidade científica o nível de acúmulo dos CFCs, mas outros pesquisadores já haviam alertado sobre o potencial de destruição da camada de ozônio pelas substâncias químicas com base em cloro e bromo, que nessa época eram largamente utilizadas na fabricação de espumas, embalagens de aerossóis e, especialmente, em equipamentos de refrigeração.

A descoberta do decréscimo da concentração de O_3 sobre a Antártica nos anos 1980 gerou a denominação “buraco na camada de ozônio”



O Protocolo de Montreal é o único acordo ambiental multilateral cuja adoção é universal, e em que todos os membros (197) assumiram metas para proteção da camada de ozônio



2 *A Convenção de Viena e o Protocolo de Montreal*

Em 1985, um conjunto de nações reuniu-se na Áustria manifestando preocupação técnica e política quanto aos possíveis impactos que poderiam ser causados com o fenômeno da redução da camada de ozônio. Nessa ocasião foi formalizada a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio. Em linhas gerais, o texto da Convenção enunciava uma série de princípios relacionados à disposição da comunidade internacional em promover mecanismos de proteção da camada de ozônio, listan-

do obrigações genéricas que conclamavam os governos a adotarem medidas jurídico-administrativas apropriadas que visassem a tal intento, sem especificar diretrizes a serem seguidas para reduzir o consumo das substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs).

A Convenção de Viena contribuiu para o surgimento, em 1987, do Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio. O documento assinado pelos Estados parte impôs obri-

gações mais específicas, enfocando a progressiva redução da produção e do consumo¹ das SDOs até sua total eliminação. Adicionalmente, impôs restrições ao comércio dessas substâncias e recomendou o desenvolvimento de tecnologias alternativas que reduzissem ou eliminassem os riscos à camada de ozônio. Atualmente, o Protocolo de Montreal é o único acordo ambiental multilateral cuja adoção é universal, com 197 partes que assumiram o compromisso de proteger a camada de ozônio.

¹ Para o Protocolo de Montreal, o “consumo” se refere à quantidade produzida, mais a quantidade importada, menos a quantidade exportada e a quantidade destruída das substâncias, em toneladas de potencial de destruição de ozônio (t PDO).

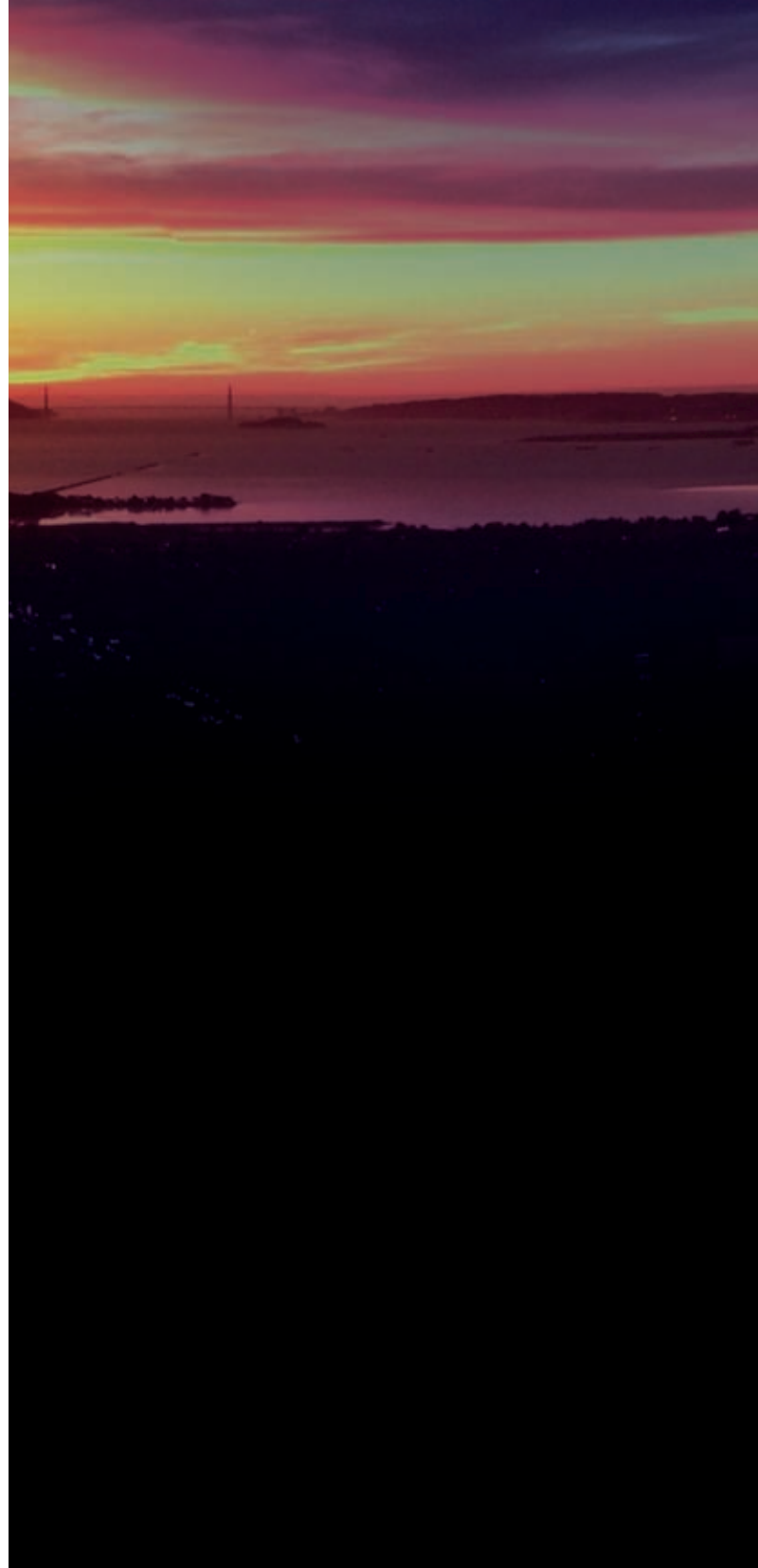
Estabelecendo o princípio das obrigações comuns, porém diferenciadas, o Protocolo de Montreal determina que os países desenvolvidos contribuam com recursos financeiros para apoiar a implantação das medidas para eliminação das SDOs nos países em desenvolvimento (artigo 5 do Protocolo de Montreal²).

Para tanto, em 1990 o Protocolo de Montreal instituiu o Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (FML) com o objetivo de financiar projetos a “fundo perdido” a fim de que os países em desenvolvimento cumprissem com os compromissos assumidos perante o Protocolo. Esse Fundo é mantido com recursos dos países desenvolvidos, e os projetos aprovados objetivavam a conversão tecnológica, o treinamento, a capacitação e o fortalecimento institucional de países em desenvolvimento. Seu gerenciamento é realizado

por um Comitê Executivo composto por representantes de 14 países-partes do Protocolo de Montreal eleitos anualmente, sendo sete países desenvolvidos e sete países em desenvolvimento. Para os países terem acesso aos recursos faz-se necessária a apresentação de Programa ou Projeto, estruturando as ações para o alcance das metas estabelecidas.

A vontade política dos Estados parte, somada ao empenho dos setores econômicos, da comunidade científica e da sociedade, transformou o Protocolo de Montreal em modelo de cooperação para lidar com questões ambientais globais.

² Qualquer parte que seja um país em desenvolvimento e que o consumo anual das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal seja menor que 300 g *per capita* na data de entrada em vigor da parte em questão no Protocolo de Montreal.





ATUALIZAÇÃO CONSTANTE

Um importante aspecto do Protocolo de Montreal é permitir revisões sob a forma de emendas e ajustes ao texto original, mediante decisões das partes fundamentadas em recomendações dos painéis técnicos e científicos de avaliação e assessoramento. Enquanto as emendas precisam ser ratificadas pelos países, os ajustes entram em vigor a partir da decisão tomada pelas partes durante as conferências e as reuniões (COPs e MOPs).

EMENDA DE LONDRES (1990) – Estabeleceu a completa eliminação dos CFCs, halons e tetracloroeto de carbono até o ano 2000 para os países desenvolvidos e até 2010 para os países em desenvolvimento. O metilclorofórmio foi inserido na lista de substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal, com previsão de eliminação em 2005 para os países desenvolvidos e em 2015 para os países em desenvolvimento. Esta emenda instituiu o Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (FML).

EMENDA DE COPENHAGUE (1992) – Antecipou para 1996, em vez de 2004, o cronograma de eliminação das substâncias já controladas pelo Protocolo de Montreal (CFCs, halons, tetracloroeto de carbono e metilclorofórmio). O brometo de metila, hidrobromofluorcarbonos e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) passaram a ser controlados pelo Protocolo de Montreal.

EMENDA DE MONTREAL (1997) – Incluiu o cronograma de eliminação dos HCFCs para os países em desenvolvimento e o prazo de eliminação do brometo de metila para os países desenvolvidos e em desenvolvimento – 2005 e 2015, respectivamente.

EMENDA DE PEQUIM (1999) – Incluiu controles mais severos sobre a produção e o comércio dos HCFCs. O bromoclorometano foi incluído como substância controlada pelo Protocolo de Montreal com eliminação estabelecida para 2004.



As indústrias de produção de espumas passaram por transformações tecnológicas significativas para eliminação do consumo de substâncias que destroem a camada de ozônio





3 Substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs)

As substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs) são substâncias químicas sintetizadas pelo homem que têm potencial para reagir com as moléculas de ozônio, sendo compostas por hidrogênio, carbono, cloro, flúor e/ou bromo.

A eliminação das SDOs é o objetivo do Protocolo de Montreal. O tratado é homologado pelos Estados parte, com artigos, emendas e anexos. Os artigos estabelecem todos os detalhes necessários ao seu cumprimento, com obrigações diferenciadas para países desenvolvidos e países em desenvolvimento. As emendas se constituem em decisões acrescidas ao longo dos anos, conforme necessidades globais de incorporação de novas SDOs e de novas iniciativas. Os anexos trazem as sete famílias de substâncias controladas.

As seguintes tabelas destacam informações a respeito das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal:

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS CONTROLADAS PELO PROTOCOLO DE MONTREAL

SDO		NCM	Composição	Nome genérico	Nome comercial comum
Classificação	Nome				
ANEXO A/I	CFC-11	2903.41.00	CFCl ₃	Triclorofluometano	R-11, Genetron-11, Freon-11
	CFC-12	2903.42.00	CF ₂ Cl ₂	Diclorodifluometano	R-12, Genetron-12, Freon-12
	CFC-113	2903.43.00	C ₂ F ₃ Cl ₃	Triclorotrifluoretano	Chlorofluorocarbon-113, Freon 113, Genetron 113, Halocarbon 113, Refrigerant 113, TTE
	CFC-114	2903.44.00	C ₂ F ₄ Cl ₂	Diclorotetrafluoretano	Daiflon 114; Freon 114; Forane 114; Genetron 114; Isceon 114
	CFC-115		C ₂ F ₅ Cl	Cloropentafluoretano	Daiflon 115; Freon 115; Forane 115; Genetron 115; Isceon 115
ANEXO A/II	Halon 1211	2903.46.00	CF ₂ BrCl	Bromoclorodifluorometano	Halon 1211
	Halon 1301		CF ₃ Br	Bromotrifluorometano, Trifluorabramametano	Freon FE 1301; Fluorocarbon-1301; Halon 1301
	Halon 2402		C ₂ F ₄ Br ₂	Dibromotetrafluoretano	-
ANEXO B/I	CFC-13	2903.45.10	CF ₃ Cl	Clorotrifluorometano, Monoclorotrifluorometano, Trifluorametil Cloreta	Freon 13; Frigen 13; Arcton 13; Genetron 503
	CFC-111	2903.45.20	C ₂ FCl ₅	Pentaclorofluoretano	-
	CFC-112	2903.45.30	C ₂ F ₂ Cl ₄	Tetraclorodifluoretano, 1,2-Diofluro-1, 1,2,2-Tetrafluoroetano	Fluorocarbono 112
	CFC-211	2903.45.41	C ₃ FCl ₇	Heptaclorofluorpropano	-
	CFC-212	2903.45.42	C ₃ F ₂ Cl ₆	Hexaclorodifluorpropano	-
	CFC-213	2903.45.43	C ₃ F ₃ Cl ₅	Pentaclorotrifluorpropano	-
	CFC-214	2903.45.44	C ₃ F ₄ Cl ₄	Tetraclorotetrafluorpropano	-
	CFC-215	2903.45.45	C ₃ F ₅ Cl ₃	Tricloropentafluorpropano	-
	CFC-216	2903.45.46	C ₃ F ₆ Cl ₂	Diclorohexafluorpropano	-
	CFC-217	2903.45.47	C ₃ F ₇ Cl	Cloroheptafluorpropano	-
ANEXO B/II	CTC	2903.14.00	CCl ₄	Tetracloroeto de Carbono	Sienkatanso; Carbon Tetrachloride

Continua...

...Continuação

SDO		NCM	Composição	Nome genérico	Nome comercial comum
Classificação	Nome				
ANEXO B/II	Metil Clorofórmio	2903.19.10	C ₂ H ₃ Cl ₃	1,1,1 tricloroetano	TCA, MCF; Baltane; Genklene P E Pt; Chemlok 252; Kandentriethane; Solvethane; Tree Bonde 1802; Eletro Solv; 1,1,1 – Tri; Arrow C 190 Lec; Cg Triethane
ANEXO C/I	HCFC-21	2903.49.19	CHFCI ₂	Diclorofluorometano	Fluorcarbon 21
	HCFC-22	2903.49.11	CHF ₂ Cl	Clorodifluorometano; Difluoroclorometano	Freon 22, R-22; R22; Refrigerant R22; Halocarbon 22, Forane-22; Frigen-22; Solkane-22; Genetron-22; R-22; Dymel-22; Formacel S; Flugene-22; Solkane-22; Arcton-22; Daiflon-22
	HCFC-31	2903.49.19	CH ₂ FCI	Monoclorofluorometano	-
	HCFC-121	2903.49.19	C ₂ HFCI ₄	Tetraclorofluoroetano	-
	HCFC-122	2903.49.19	C ₂ HF ₂ Cl ₃	Triclorodifluoroetano	-
	HCFC-123	2903.49.13	CHCl ₂ CF ₃	Diclorotrifluoroetano; 1,1-Dicloro-2,2,2-trifluoroetano,	Freon 123; R-123; Fluorocarbon 123; FC-123
	HCFC-124	2903.49.14	C ₂ HF ₄ Cl	Clorotetrafluoroetano; 2-Cloro-1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1-Cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano	Freon 124; R-124; Hydrochlorofluorocarbon 124; FC-124; R-124 a
	HCFC-131	2903.49.19	C ₂ H ₂ FCI ₃	Triclorofluoroetano	-
	HCFC-132	2903.49.19	C ₂ H ₂ F ₂ Cl ₂	Diclorodifluoroetano	-
	HCFC-133	2903.49.19	C ₂ H ₂ F ₃ Cl	Clorotrifluoroetano	-
	HCFC-141	2903.49.15	C ₂ H ₃ FCI ₂	Diclorofluoroetano	-
	HCFC-141b		CH ₃ CFCI ₂	Diclorofluoroetano; 1,1-dicloro-1-fluoroetano; 1-fluoro-1,1-dicloroetano	Freon 141b; R141b
	HCFC-142	2903.49.16	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	Clorodifluoroetano	-
	HCFC-142b		CH ₃ CF ₂ Cl	Clorodifluoroetano; 1-Cloro-1,1-difluoroetano; Difluoro-1-cloroetano; 1,1-Difluoro-1-cloroetano	Freon 142b; Freon142; R-142b
	HCFC-151	2903.49.12	C ₂ H ₄ FCI	Clorofluoroetano	-
	HCFC-221	2903.45. 90	C ₃ HFCI ₆	Hexaclorofluoropropano	-
	HCFC-222		C ₃ HF ₂ Cl ₅	Pentaclorodifluoropropano	-
	HCFC-223		C ₃ HF ₃ Cl ₄	Tetraclorotrifluoropropano	-
	HCFC-224		C ₃ HF ₄ Cl ₃	Triclorotetrafluoropropano	-
	HCFC-225	2903.49.17	C ₃ HF ₅ Cl ₂	Dicloropentafluoropropano	-
HCFC-225 ca	2903.49.17	CF ₃ CF ₂ CHCl ₂	Dicloropentafluoropropano	-	
HCFC-225 cb	2903.49.17	CF ₂ CICF ₂ CHCIF	Dicloropentafluoropropano	-	

Continua...

...Continuação

SDO		NCM	Composição	Nome genérico	Nome comercial comum
Classificação	Nome				
ANEXO C/I	HCFC-226	2903.45. 90	C ₂ H ₃ Cl ₃	Cloroexafluoropropano	-
	HCFC-231		C ₃ H ₂ FCI ₅	Pentaclorofluoropropano	-
	HCFC-232		C ₃ H ₂ F ₂ Cl ₄	Tetraclorodifluoropropano	-
	HCFC-233		C ₃ H ₂ F ₃ Cl ₃	Triclorotrifluoropropano	-
	HCFC-234		C ₃ H ₂ F ₄ Cl ₂	Diclorotetrafluoropropano	-
	HCFC-235		C ₃ H ₂ F ₅ Cl	Cloropentafluoropropano	-
	HCFC-241		C ₃ H ₃ FCI ₄	Tetraclorofluoropropano	-
	HCFC-242		C ₃ H ₃ F ₂ Cl ₃	Triclorodifluoropropano	-
	HCFC-243		C ₃ H ₃ F ₃ Cl ₂	Diclorotrifluoropropano	-
	HCFC-244		C ₃ H ₃ F ₄ Cl	Clorotetrafluoropropano	-
	HCFC-251		C ₃ H ₄ FCI ₃	Triclorofluoropropano	-
	HCFC-252		C ₃ H ₄ F ₂ Cl ₂	Diclorodifluoropropano	-
	HCFC-253		C ₃ H ₄ F ₃ Cl	Clorotrifluoropropano	-
	HCFC-261		C ₃ H ₅ FCI ₂	Diclorofluoropropano	-
	HCFC-262		C ₃ H ₅ F ₂ Cl	Clorodifluoropropano	-
HCFC-271	C ₃ H ₆ FCI	Clorofluoropropano	-		
ANEXO C/II	HBFC-22 B1	2903.49.20	CHF ₂ Br	Derivados do metano, etano ou propano, unicamente com Flúor e Bromo	-
			CHFBr ₂		-
			CH ₂ FBr		-
			C ₂ HF ₂ Br ₃		-
			C ₂ HF ₃ Br ₂		-
			C ₂ HF ₄ Br		-
			C ₂ H ₂ FBr ₃		-
			C ₂ H ₂ F ₂ Br ₂		-
			C ₂ H ₂ F ₃ Br		-
			C ₂ H ₃ FBr ₂		-
			C ₂ H ₃ F ₂ Br		-
			C ₂ H ₄ FBr		-
			C ₃ HFBr ₆		-
			C ₃ HF ₂ Br ₅		-
ANEXO C/III	Bromoclorometano	2903.49.90	CH ₂ BrCl	Bromoclorometano	
ANEXO E/I	Brometo de Metila	2903.30.21	CH ₃ Br	Brometo de Metila	

Fonte: Ibama, 2008 (Consolidação de dados da Tabela de Substâncias Ibama e do Manual do Protocolo de Montreal, 7ª edição)

As SDOs são destinadas a diversas aplicações e são responsáveis pela destruição da camada de ozônio, principalmente por permanecerem por longos períodos na atmosfera, interagindo e destruindo moléculas de ozônio da estratosfera. Durante décadas, desde sua síntese, as SDOs têm sido utilizadas na produção de espumas (como agente de expansão); na agricultura para desinfecção do solo (controle de pragas); em tratamentos quarentenários e de pré-embarque de mercadorias importadas e exportadas; em laboratórios; como matéria-prima de vários processos industriais; e na refrigeração doméstica, comercial, industrial e automotiva.

O Protocolo de Montreal dividiu as SDOs em sete famílias: clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), halons, brometo de metila, tetracloreto de carbono (CTC), metilclorofórmio e hidrobromofluorcarbonos (HBFCs). Cada substância possui valor específico de potencial de destruição do ozônio (PDO). Os CFCs, por exemplo, apresentam alto PDO, enquanto os HCFCs apresentam valores moderados.

As ações do governo brasileiro para regulação do consumo de SDOs e os projetos de conversão tecnológica executados no Brasil em parceria com o setor privado e agências de cooperação internacional, com o apoio financeiro do FML, permiti-

ram a eliminação do consumo dos CFCs, halon, CTC e brometo de metila na agricultura. Atualmente, as únicas SDOs consumidas no Brasil são o brometo de metila, para tratamentos quarentenário e de pré-embarque, e os HCFCs.

O QUE É O “POTENCIAL DE DESTRUIÇÃO DO OZÔNIO”?

O potencial de destruição do ozônio (PDO) é um parâmetro desenvolvido por Wuebbles, em 1981, que padroniza a avaliação dos efeitos de determinada substância sobre as moléculas de ozônio na estratosfera. O PDO de uma substância é definido como o cálculo, no estado estacionário, da destruição do ozônio por unidade de massa dessa substância dividido pela destruição do ozônio por unidade de massa do CFC-11. O fator de PDO é calculado pela equação abaixo:

$$PDO_x = \frac{\%K_x \tau_x}{\%K_{(CFC-11)} \tau_{(CFC-11)}}$$

em que K_x = constante de velocidade da reação entre a substância e o oxigênio atômico à temperatura de 278 K e τ_x = tempo de vida da substância x, em anos, na atmosfera. No cálculo do PDO, levam-se em consideração alguns fatores, tais como: estabilidade do produto, ritmo de difusão na atmosfera, quantidade de átomos com capacidade para destruir o ozônio por molécula, efeito da luz ultravioleta e de outras radiações sobre as moléculas.

Segundo o Protocolo de Montreal, o processo de destruição é aquele que, quando aplicado às substâncias controladas, resulta em uma transformação permanente ou na decomposição do todo ou de parte significativa desse todo.

O Brasil cumpriu com os compromissos assumidos perante o Protocolo de Montreal, e transformou vários bens de consumo comuns do cotidiano

COMPONENTES ELETRÔNICOS

A limpeza de componentes eletrônicos deixou de ser feita com produtos à base de tetracloreto de carbono.

PLANTAS ORNAMENTAIS

As flores passaram a ser cultivadas sem brometo de metila, reduzindo os riscos às pessoas e ao meio ambiente.

MEDICAMENTOS

Produtos que utilizavam clorofluorcarbonos como propelentes deixaram de ser produzidos.



AR-CONDICIONADOS

Os fluidos refrigerantes utilizados atualmente possuem menor potencial de destruição do ozônio.

ESTOFADOS

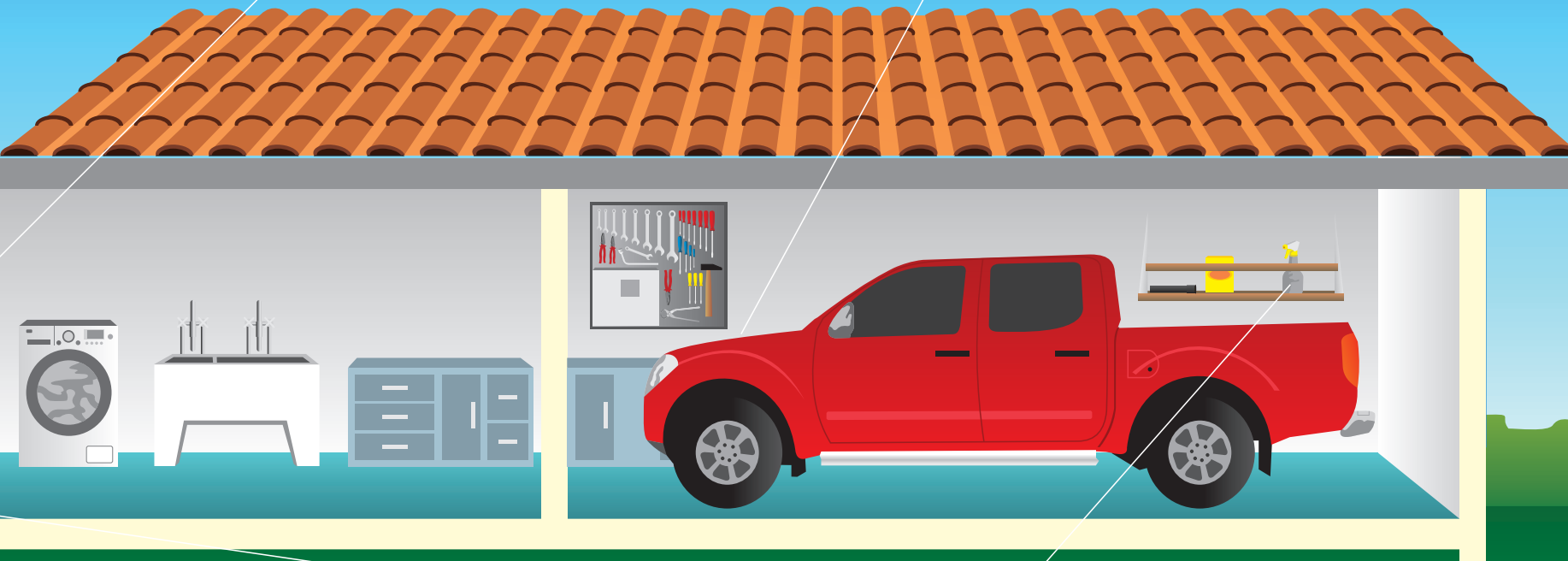
As espumas de poliuretano com SDOs vêm sendo substituídas por outras que não agredem a camada de ozônio e possuem menor potencial de aquecimento global.

EXTINTORES DE INCÊNDIO

Utilizavam os halons ou CFCs, substâncias entre as mais nocivas à camada de ozônio.

AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO

A indústria deixou de usar os CFCs adotando substâncias com zero potencial de destruição do ozônio.



GELADEIRAS

A adoção de novas tecnologias tem proporcionado a eliminação das substâncias destruidoras da camada de ozônio do circuito de refrigeração e da espuma de isolante térmico.

AERROSSÓIS

Os aerrossóis deixaram de utilizar CFCs como agente propelente.



O Protocolo de Montreal também contribui com as ações de proteção do sistema climático global

3.1 O Protocolo de Montreal e o Protocolo de Quioto

Algumas SDOs, como os CFCs e os HCFCs, além de serem prejudiciais à camada de ozônio, apresentam alto potencial de impacto negativo sobre o sistema climático global, contribuindo em escalas diferentes para o aumento da temperatura média da superfície da Terra. Como essas substâncias já eram controladas no âmbito do Protocolo de Montreal, não fizeram parte da lista de gases de efeito estufa associados aos compromissos quantificados de limitação e redução de emissões no contexto do Protocolo de Quioto.

O Brasil tem se engajado ativamente no fortalecimento do tratamento multilateral de questões ambientais, notadamente no âmbito do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e seu Protocolo de Quioto.

O país tem participado, de maneira relevante, das discussões sobre maximização dos benefícios climáticos da redução de substâncias que destroem a camada de ozônio no âmbito do Protocolo de Montreal, pois devem ser encontradas alternativas economicamente viáveis e tecnicamente comprovadas à utilização de gases prejudiciais ao sistema climático global.

Um elemento que preocupa o Brasil nas discussões sobre as relações dos dois Protocolos é que o uso do Potencial de Aquecimento Global (GWP, da sigla do original em inglês) como métrica para a comparação entre diferentes gases enfatiza sobremaneira a importância de gases de efeito estufa de curto tempo de permanência na atmosfera, com destaque para os HFCs. Há questões relevantes em aberto que precisam ser aprofundadas sobre a real relevância e o impacto de gases de efeito estufa de curto tempo

de permanência na atmosfera, devendo-se, em se tratando de mitigação da mudança do clima, evitar que se retire o foco da necessidade de redução das emissões de CO₂ de origem fóssil e de controle de alguns gases industriais de longo tempo de permanência na atmosfera.

O GWP é baseado no forçamento radiativo acumulado durante um determinado horizonte de tempo. O Potencial de Mudança da Temperatura Global (GTP, da sigla do original em inglês) é baseado na mudança da temperatura média da superfície global num ponto escolhido no tempo.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), várias métricas podem ser utilizadas para comparar as contribuições das emissões de diferentes substâncias para a mudança do clima, e nenhuma métrica sozinha pode comparar com precisão todas

as consequências de diferentes emissões, reconhecendo-se que todas têm limitações e incertezas. Assim, entende-se que as ações de mitigação da mudança do clima devem seguir a melhor ciência disponível. Entretanto, ressalta-se que, segundo o Relatório Técnico do IPCC, a métrica do GTP é a mais apropriada para políticas baseadas em metas.

Independentemente do necessário aprofundamento sobre as questões consideradas, destaca-se que as ações que visam à eliminação do consumo das SDOs contribuem para a proteção tanto da camada de ozônio como do sistema climático global.



O Brasil já esteve entre os maiores consumidores mundiais de CFCs até 1995 considerando os países em desenvolvimento

TABELA 2 – VALORES DE PDO, GWP E GTP DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS QUE DESTROEM A CAMADA DE OZÔNIO

Substância	Tempo de vida (anos)	PDO ¹	GWP ²	GTP ²
CFC-11 (CCl ₃ F) – Triclorofluoretano	45	1,0	4.660	2.340
CFC-12 (CCl ₂ F ₂) - Diclorodifluoretano	100	1,0	10.200	8.450
CFC-113 (C ₂ F ₃ Cl ₃) – 1,1,2 – Triclorotrifluoretano	85	0,8	5.820	4.470
CFC-114 (C ₂ F ₄ Cl ₂) - Diclorotetrafluoretano	190	1,0	8.590	8.550
CFC-115 (C ₂ F ₅ Cl) – Cloropentafluoretano	1020	0,6	7.670	8.980
Halon 1211 (CF ₂ BrCl)	16	3,0	1.750	297
Halon 1301 (CF ₃ Br)	65	10,0	6.290	4.170
Brometo de metila (CH ₃ Br)	0,8	0,6	2	<1
CTC (CCl ₄) – Tetracloroeto de carbono	26	1,1	1.730	479
HCFC-22 (CHF ₂ Cl) – Clorodifluoretano	11,9	0,055	1.760	262
HCFC-123 (C ₂ HF ₃ Cl ₂) – Diclorotrifluoretano	1,3	0,02	79	11
HCFC-124 (C ₂ HF ₄ Cl) – Clorotetrafluoretano	5,9	0,022	527	74
HCFC-141b (C ₂ H ₃ FCl ₂) – Diclorofluoretano	9,2	0,11	782	111
HCFC-142b (C ₂ H ₃ F ₂ Cl) – Clorodifluoretano	17,2	0,065	1.980	356
HCFC-225ca (C ₃ HF ₅ Cl ₂) – Dicloropentafluoropropano	1,9	0,025	127	18
HCFC-225cb (C ₃ HF ₅ Cl ₂) – Dicloropentafluoropropano	5,9	0,033	525	73

Fontes: TEAP – Protocolo de Montreal; MYHRE et al. (2013)

¹ Valores adotados pelo Protocolo de Montreal.

² Horizonte de tempo de cem anos.

PDO – Potencial de Destruição do Ozônio.

GWP (Global Warming Potential) – Potencial de Aquecimento Global.

GTP (Global Temperature Potential) – Potencial de Temperatura Global.

4 Consumo de SDOs no Brasil e ações para sua eliminação

4.1 Adesão do Brasil ao Protocolo de Montreal

Mesmo antes de sua adesão ao Protocolo de Montreal, o Brasil vem realizando, desde 1988, diversas ações para o controle e a eliminação de substâncias que destroem a camada de ozônio por meio de dispositivos legais e políticas públicas. Em 15 de dezembro de 1989, o Congresso Nacional aprovou

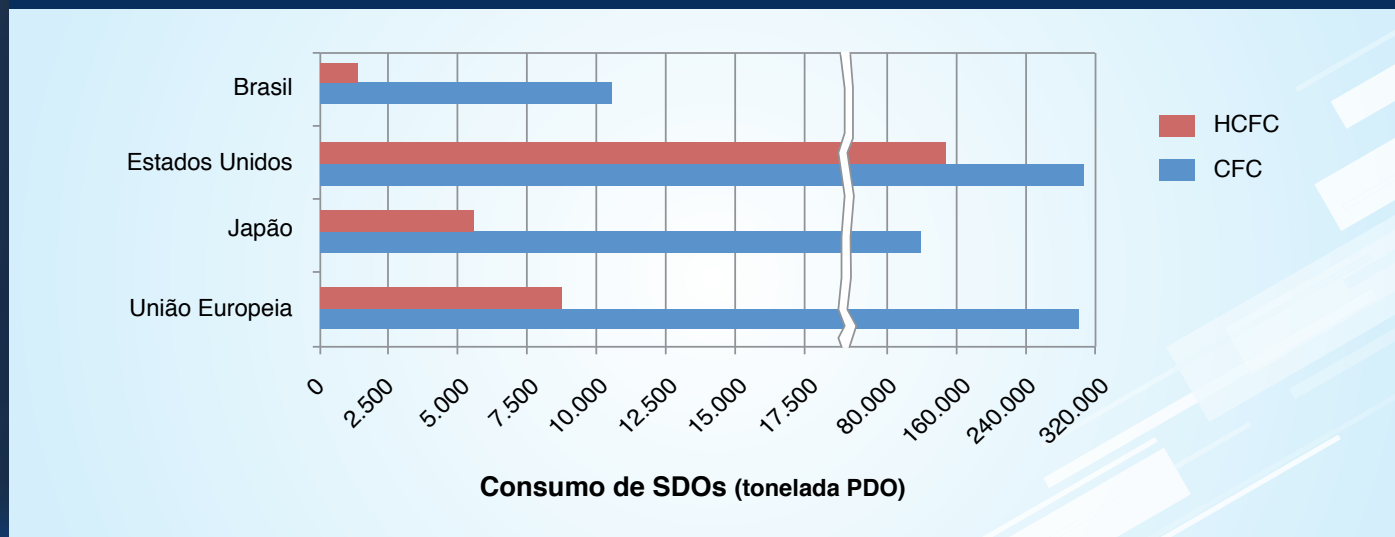
os textos da Convenção de Viena e do Protocolo de Montreal ao publicar o Decreto Legislativo nº 91. Menos de um ano depois o Decreto nº 99.280, de 7 de junho de 1990, promulgou o texto da Convenção de Viena e do Protocolo de Montreal no Brasil, assinalando os compromissos internacionais as-

sumidos pelo país para a eliminação das SDOs. Posteriormente, todas as emendas ao texto do Protocolo, a partir de reuniões realizadas em Londres (1990), Copenhague (1992), Montreal (1997) e Pequim (1999), foram ratificadas e promulgadas pelo Brasil.

O consumo de SDOs no Brasil e no mundo

Historicamente, os maiores consumidores das substâncias destruidoras do ozônio são os países desenvolvidos, liderados pelos Estados Unidos e Japão, seguidos pela União Europeia.

Comparação entre as linhas de base do consumo de HCFCs* e CFCs no Brasil e em PAÍSES DESENVOLVIDOS**



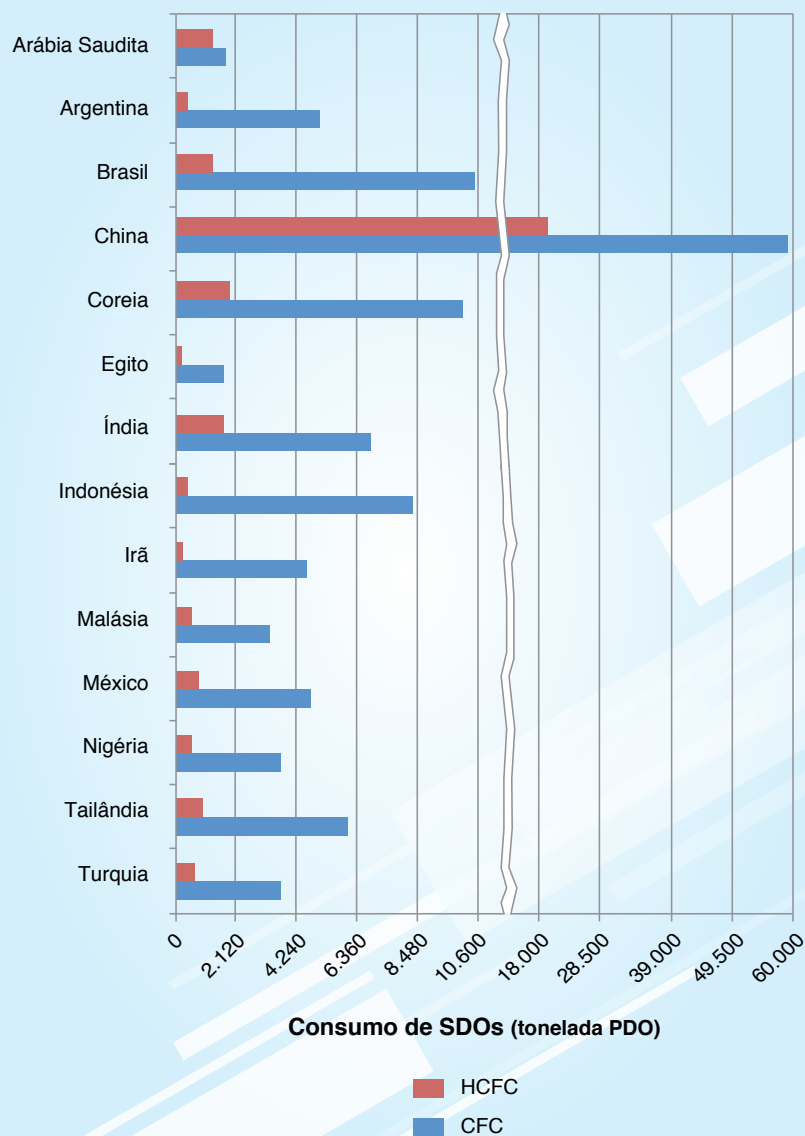
(*) Linha de base de HCFCs: países desenvolvidos com base no consumo de HCFC em 1989 + 2,8% do consumo de CFCs em 1989; países em desenvolvimento com base na média do consumo de HCFCs em 2009-2010.

(**) Linha de base de CFCs: países desenvolvidos com base no consumo de CFCs em 1986; países em desenvolvimento com base na média do consumo de CFCs em 1995-1997.

Até 1995 o Brasil era o país líder no consumo de CFCs na América Latina e o segundo maior consumidor da substância no grupo dos países em desenvolvimento, ficando atrás apenas da China.

Após a eliminação dos CFCs e a substituição por alternativas menos prejudiciais ao ozônio, o Brasil passou a apresentar alto consumo relativo de HCFCs. Em comparação com as respectivas linhas de base, até 2009 o país era o nono maior consumidor da substância no mundo e o quinto maior consumidor dentre os países em desenvolvimento.

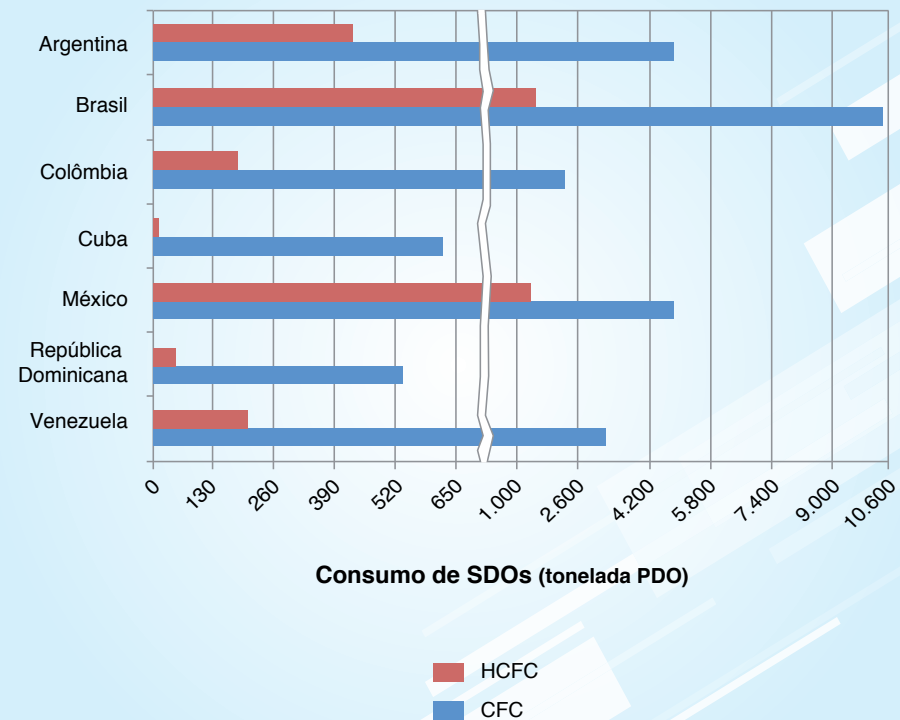
Comparação entre as linhas de base do consumo de HCFCs* e CFCs no Brasil e em PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO**



(*) Linha de base de HCFCs para países em desenvolvimento: média do consumo de HCFCs em 2009-2010.

(**) Linha de base de CFCs para países em desenvolvimento: média do consumo de CFCs em 1995-1997.

Comparação entre as linhas de base do consumo de HCFCs* e CFCs no Brasil e em PAÍSES DA AMÉRICA LATINA**



(*) Linha de base de HCFCs para países em desenvolvimento: média do consumo de HCFCs em 2009-2010.

(**) Linha de base de CFCs para países em desenvolvimento: média do consumo de CFCs em 1995-1997.

4.2 Consumo de SDOs no Brasil

No período em que aderiu ao Protocolo de Montreal, o Brasil produzia, importava e exportava SDOs, especialmente CFCs. Halons, utilizados em extintores de incêndio, e CFCs 113, 114 e 115, utilizados como solventes, eram importados pelo Brasil. Os excedentes da produção nacional de CFC-11 e CFC-12 eram exportados, principalmente para os países da América Latina.

Em 1999, empresas produtoras interromperam a fabricação de CFCs e CTC, tendo algumas convertido suas linhas de produção para a fabricação de HCFCs. Atualmente, o Brasil não produz nenhuma SDO, e a quantidade destruída e exportada é pequena. Portanto, o consumo de SDOs no país praticamente equivale à quantidade de substâncias importadas.

A média do consumo de CFCs no Brasil entre os anos 1995 e 1997, considerada a linha de base brasileira, foi de 10.525,8 tPDO. O Brasil saiu deste patamar para o de consumo zero em 2010. A partir de 2010, somente os HCFCs continuaram a ser consumidos, assim como o brometo de metila, apenas para tratamentos de quarentena e pré-embarque.

Fotos internet



4.3 Cronogramas de redução de SDOs

Cronograma de redução e eliminação das SDOs controladas pelo Protocolo de Montreal para os países em desenvolvimento, exceto os HCFCs

SDOs	Linha de base	01/jul./1999	01/jan./2002	01/jan./2003	01/jan./2005	01/jan./2007	01/jan./2010	01/jan./2015
CFC: Anexo A I	1995 – 1997	Congel.			50%	85%	100%	
Halon: Anexo A II	1995 – 1997		Congel.		50%		100%	
Brometo de metila: Anexo E	1995 – 1998		Congel.		20%			100%
Metilcloroformo: Anexo B III	1998 – 2000			Congel.	30%		70%	100%
Tetracloroeto de carbono: Anexo B II	1998 – 2000				85%		100%	

Cronograma de redução e eliminação da produção e do consumo de hidroclorofluorcarbonos – HCFCs a partir de 2007

	Linha de base	Congelamento	2010	2015 ¹	2020 ²	2025 ³	2030	2040
Países Artigo 5*	Consumo: média 2009/2010	2013		10,0%	35,0%	67,5%	97,5%	100,0%
	Produção: média 2009/2010							
Países Artigo 2**	Consumo de HCFC em 1989 + 2,8% do consumo de CFC em 1989	1996	75%	90%	99,5%		100%	
	Produção: média da produção de HCFC de 1989 + 2,8% da produção de CFC em 1989 + 2,8% do consumo de CFC em 1989							

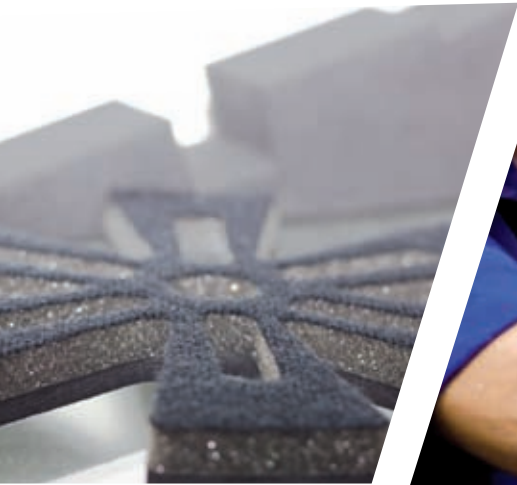
¹ Limite para as partes do Artigo 2 encaminharem a possibilidade ou necessidade de uso essencial de 5% para serviços.

² Limite para as partes do Artigo 5 encaminharem a possibilidade ou necessidade de uso essencial.

³ Limite para as partes do Artigo 5 revisarem a necessidade de 2,5% dos serviços.

* Países em desenvolvimento definidos pelo Artigo 5 do Protocolo de Montreal.

** Países desenvolvidos definidos pelo Artigo 2 do Protocolo de Montreal.



As espumas de poliuretano têm grande aplicação na indústria automobilística. A matéria-prima líquida é depositada em moldes para a fabricação de diferentes tipos de peças



4.4 Clorofluorcarbonos (CFCs)

Os clorofluorcarbonos (CFCs) são substâncias químicas sintéticas formadas por carbono, cloro e flúor. As aplicações mais comuns são apresentadas na tabela abaixo:

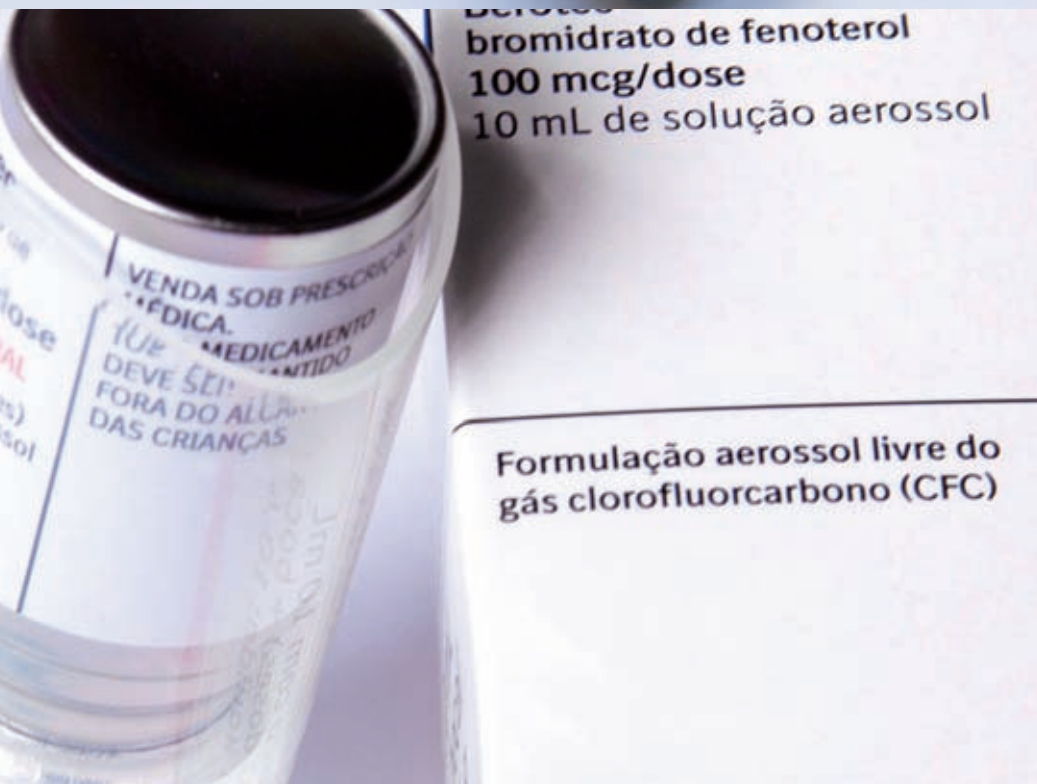
TABELA 3 – APLICAÇÕES DOS CFCs

Substância	Aplicações
CFC-11	<ul style="list-style-type: none">- Agente de expansão na fabricação de espumas de poliuretano- Propelente em aerossóis e medicamentos
CFC-12	<ul style="list-style-type: none">- Agente de expansão na fabricação de espumas de poliuretano- Propelente em aerossóis e medicamentos- Fluido na refrigeração comercial, doméstica e industrial- Em mistura com óxido de etileno como esterilizante
CFC-113	Solvente para limpeza de elementos de precisão e eletrônica
CFC-114	Propelente em aerossóis e medicamentos
CFC-115	Refrigeração comercial

Fonte: MMA/Ibama



Medicamentos também fizeram parte de ações do Protocolo de Montreal



Aerossóis e inaladores de dose medida – MDIs

O consumo de CFC como propelente em aerossóis sanitários, perfumes, inseticidas e outras aplicações foi banido por meio da Portaria Anvisa nº 534, de 19 de setembro de 1988, antes mesmo de o Brasil ter ratificado o Protocolo de Montreal.

Em virtude da Resolução Conama nº 267, de 14 de setembro de 2000, foi proibida a importação de CFCs a partir de janeiro de 2001, com exceção do CFC-12, que foi proibido somente em 2007. Entretanto, a importação de CFCs para fins medicinais na produção de inaladores de dose medida (MDIs) foi permitida até 2010 para o CFC-11, CFC-114 e CFC-12. Os MDIs faziam uso da mistura de CFC-11, CFC-12 ou CFC-114 como agente propelente, sendo utilizados por pacientes com asma ou doença pulmonar obstrutiva crônica.

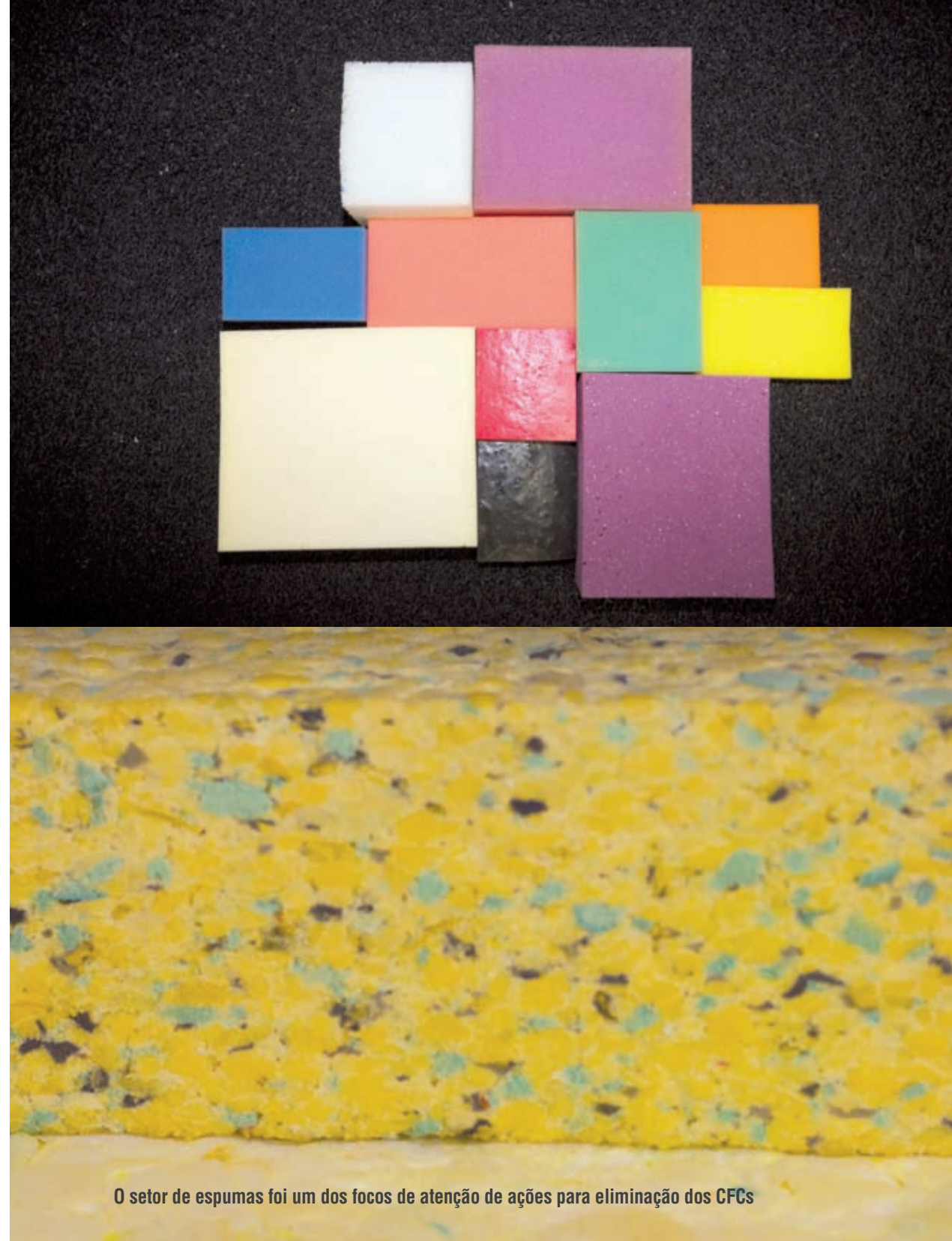
A Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa nº 88, de 25 de novembro de 2008, proibiu a produção e a importação de MDIs com CFCs a partir de 1º de janeiro de 2011 e obrigou os detentores de registro de MDIs com CFCs a fazerem constar, obrigatoriamente, em suas bulas e embalagens a advertência: “Este medicamento contém substâncias que agredem a camada de ozônio e por isso será substituído. Procure seu médico para orientações”.

Espumas, esterilizantes e solventes

O setor de espumas é composto por quatro subsetores: espumas rígidas, flexíveis, pele integral e moldada e de poliestireno. A partir de 1994, o FML financiou dezenas de projetos de conversão tecnológica para a substituição do uso de CFCs como agente de expansão do poliuretano. O CFC-11, usado na produção de espumas para refrigeração, foi substituído principalmente pelo HCFC-141b. Outras tecnologias utilizando cloro de metileno e água também foram implementadas no Brasil.

O setor de esterilizantes teve na mistura de CFC-12 com óxido de etileno a aplicação mais comum para a esterilização de produtos farmacêuticos e médico-hospitalares.

O uso de CFCs como solvente esteve concentrado nos processos de limpeza utilizados na indústria eletrônica e de engenharia de precisão. Os solventes mais utilizados foram o CFC-113 e o metilclorofórmio, além de pequena quantidade de tetraclo-

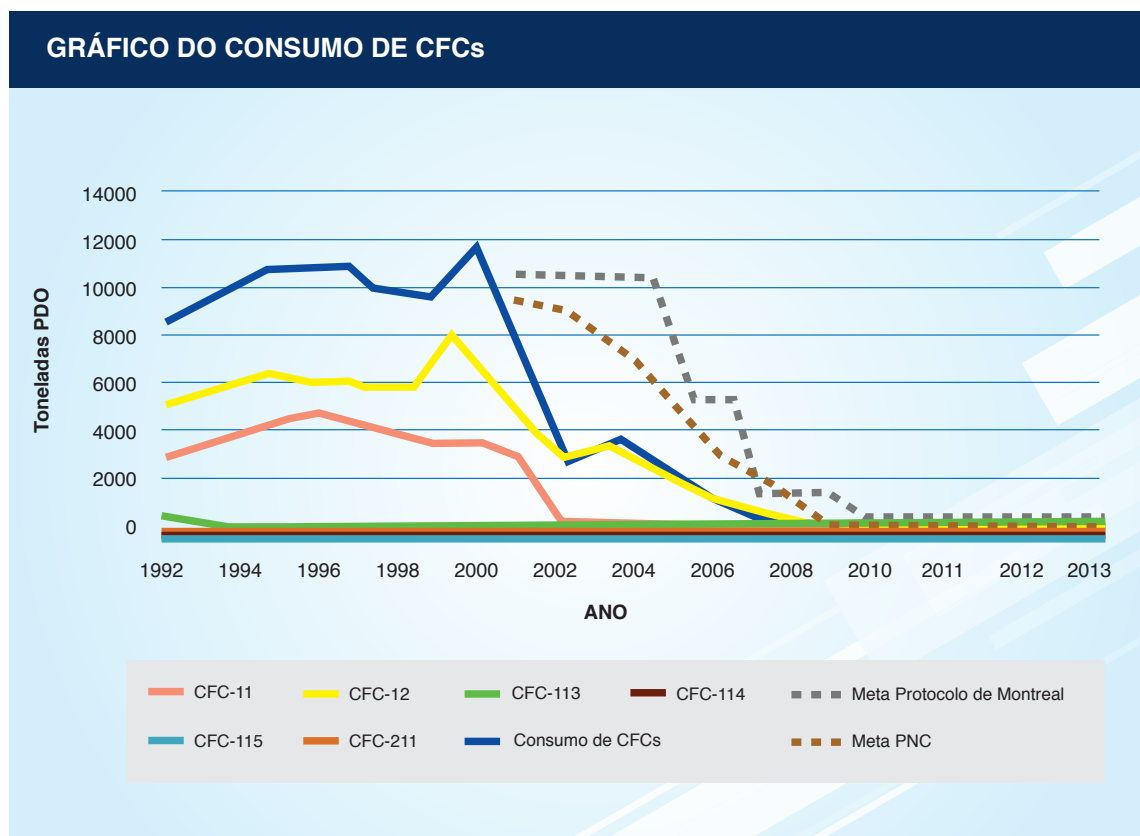




A indústria de espumas produz grande variedade de peças, de diversas densidades e usos

reto de carbono para aplicações laboratoriais. Em substituição aos CFCs, os produtos mais utilizados foram: solventes clorados (tricloroetileno e percloroetileno) para lavagem a seco, limpeza de metais e formulações; solução à base d'água como solvente primário e solventes orgânicos (álcool, cetonas, éteres estéreis) para limpeza eletroeletrônica.

A figura abaixo apresenta o histórico do consumo de CFCs no Brasil entre os anos 1992 e 2013, bem como as metas de redução propostas pelo Protocolo de Montreal e pelo Plano Nacional de Eliminação de CFCs (PNC). Observa-se uma grande queda no consumo de CFC-11 e CFC-12 a partir de 2001, assim como a eliminação total do consumo de CFCs a partir de 2010.



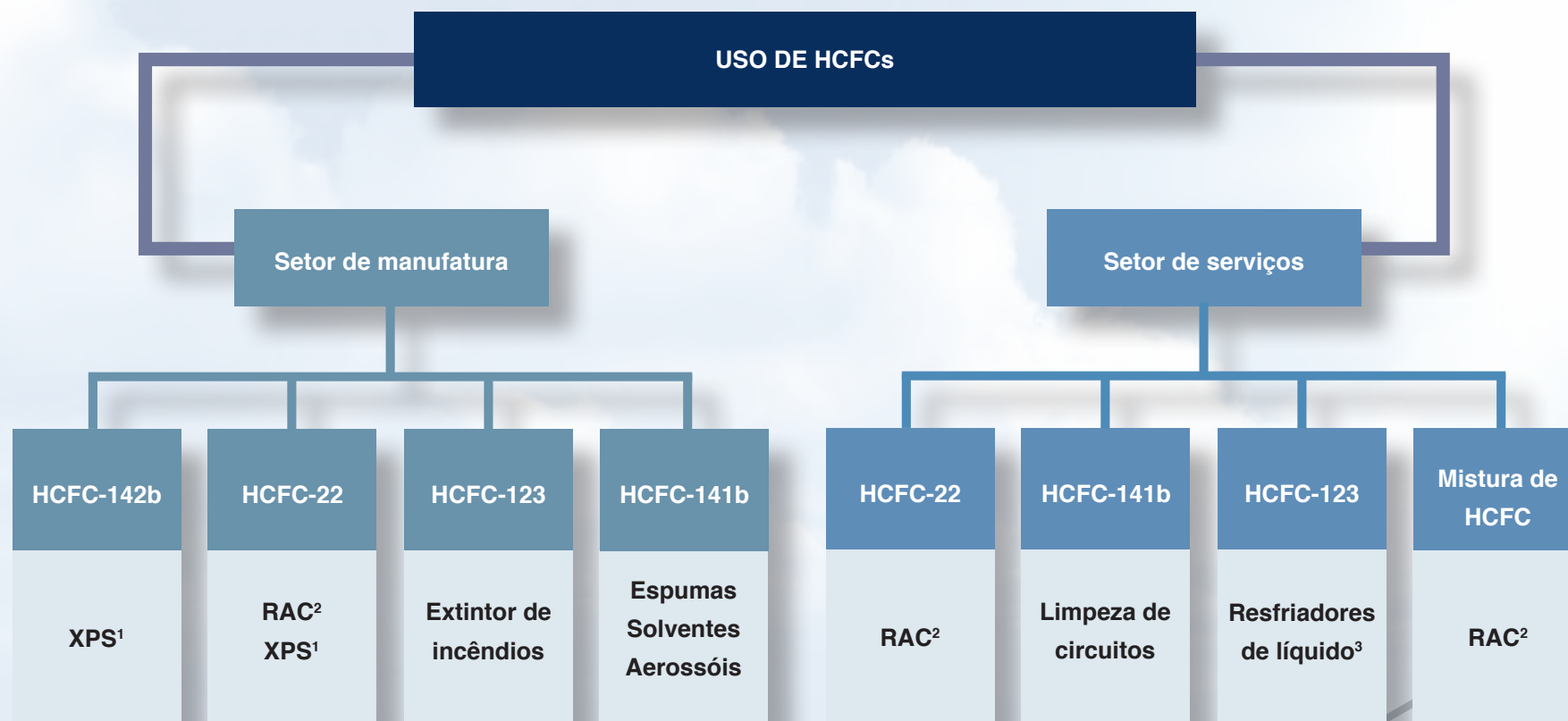
4.5 Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)

Os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) são substâncias artificiais formadas por hidrogênio, cloro, flúor e carbono. Seu uso iniciou-se como alterna-

tiva aos CFCs, visto que apresentam valores inferiores de PDO. O Brasil não produz HCFCs, apresenta baixos índices de exportação da substância, porém

as importações aumentaram consideravelmente desde a proibição dos CFCs. As aplicações mais comuns dos HCFCs são apresentadas a seguir.

As aplicações mais comuns dos HCFCs estão listadas no fluxograma abaixo:



¹ **XPS**: espuma rígida de poliestireno extrudado utilizada para isolamento térmico, conforto acústico e proteção mecânica.

² **RAC**: equipamento de refrigeração e ar condicionado.

³ **Resfriadores de líquido**: equipamentos utilizados para o resfriamento de líquido, normalmente água, que irá circular em uma instalação de ar condicionado. Também são conhecidos como *chillers*.

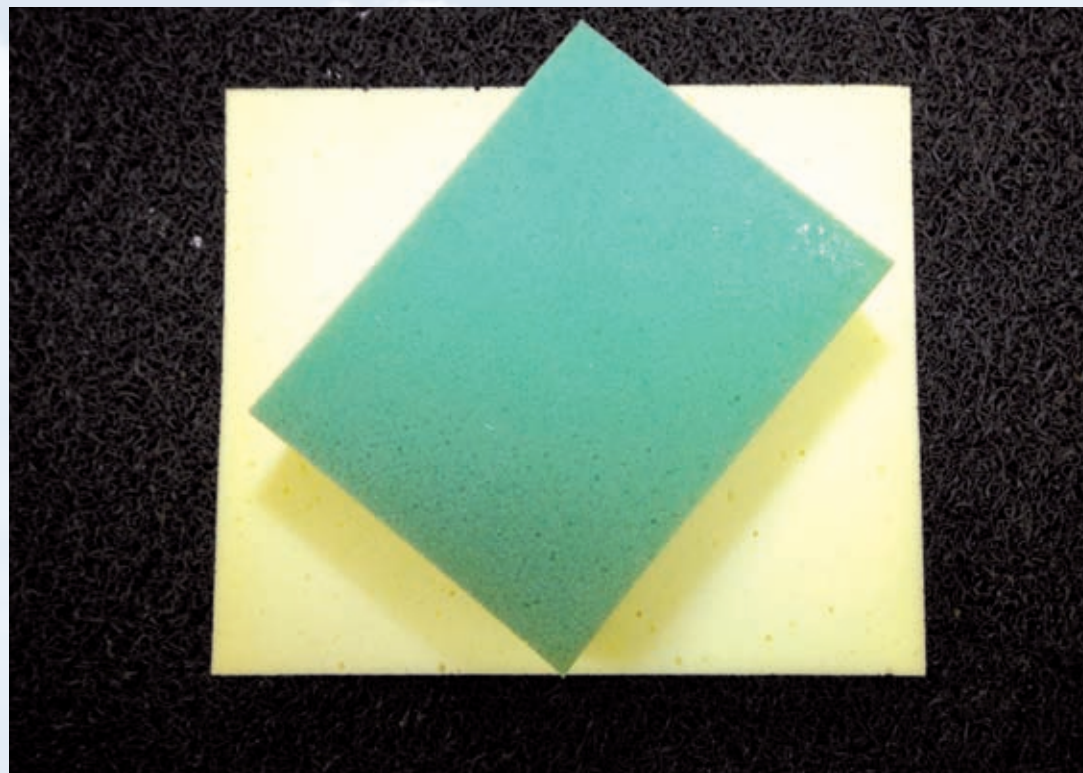
A utilização dos HCFCs no Brasil está concentrada em duas substâncias: HCFC-141b e HCFC-22. De acordo com dados do Sistema Integrado de Comércio Exterior (Siscomex)/Ibama, o consumo brasilei-

ro de HCFCs em 2012 foi de 1.387,87 toneladas PDO, dos quais 67% correspondem ao HCFC-22 e 32% ao HCFC-141b, ou seja, 99% do consumo brasileiro em PDO corresponde a essas duas substâncias.

ESPUMAS

Desde que foi eliminado o uso de CFCs no setor de espumas, o HCFC-141b tem sido utilizado como agente de expansão de espuma de poliuretano. Em menor quantidade, HCFC-22 e HCFC-142b também são empregados na fabricação de espuma de poliestireno extrudado.

Aproximadamente 32% do consumo de HCFC-141b no Brasil está relacionado com a fabricação de espumas isolantes para refrigeradores domésticos. O restante é utilizado em diversas aplicações, como, por exemplo, espuma de poliuretano rígida ou flexível e de pele integral.



REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO

O consumo de HCFC-22 no Brasil destina-se primordialmente ao uso como fluido refrigerante no setor de refrigeração e ar condicionado. Do total, aproximadamente 85% do consumo está concentrado na manutenção de equipamentos de refrigeração e ar condicionado, e apenas 15% na fabricação de novos equipamentos.

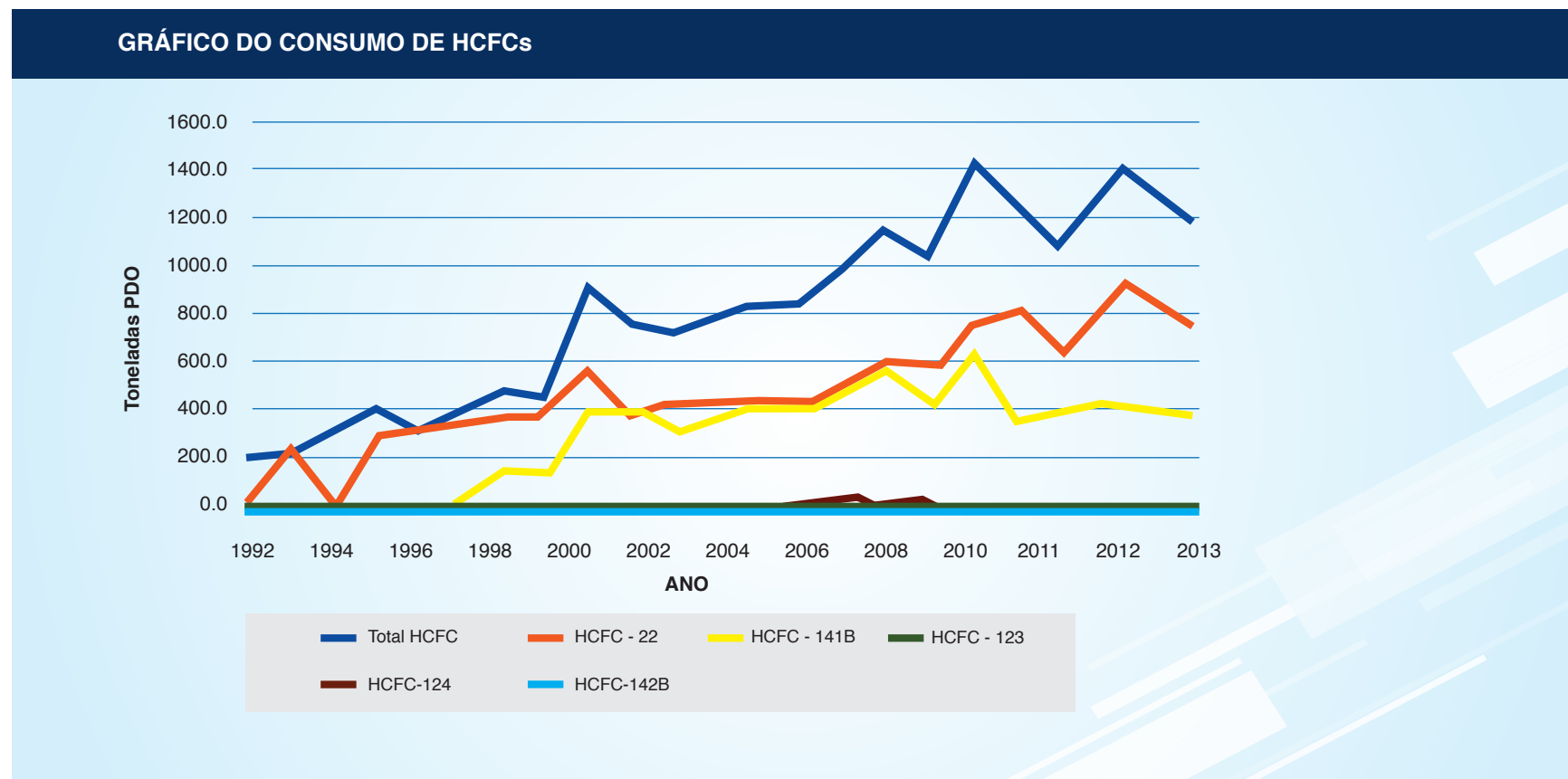


Paulo de Araújo/MMA

Histórico do consumo de HCFCs

Por meio da Instrução Normativa Ibama nº 207, de 19 de novembro de 2008, ficou estabelecido o limite máximo de importação de HCFCs por empresa para os anos de 2009 a 2012. Esse instrumento teve por objetivo evitar um aumento especulativo do consumo de HCFCs devido à antecipação do cronograma de eliminação dos HCFCs pelo Protocolo de Montreal em setembro de 2007. A figura

abaixo apresenta o consumo de HCFCs no Brasil entre os anos 1992 e 2013. A Instrução Normativa Ibama nº 14, de 20 de dezembro de 2012, dispôs sobre o controle das importações de HCFCs para os anos 2013, 2014 e 2015 com o objetivo de manter o Brasil em cumprimento com as duas primeiras metas do Protocolo de Montreal: o congelamento em 2013 e a redução de no mínimo 16,6% do consumo em PDO em 2015.



4.6 Brometo de metila

O brometo de metila é um composto orgânico halogenado, gás liquefeito sob pressão que pode ter origem natural ou sintética. Por ser extremamente tóxico e letal a insetos, patógenos (nematóides, fungos e bactérias), ervas daninhas e qualquer ser vivo presente no solo e na zona de penetração do gás, o brometo de metila foi amplamente utilizado como fumigante para desinfecção e es-

terilização de solo, controle de pragas, fumigação de cereais e frutas e tratamentos fitossanitários com fins quarentenários e de pré-embarque em produtos de origem vegetal.

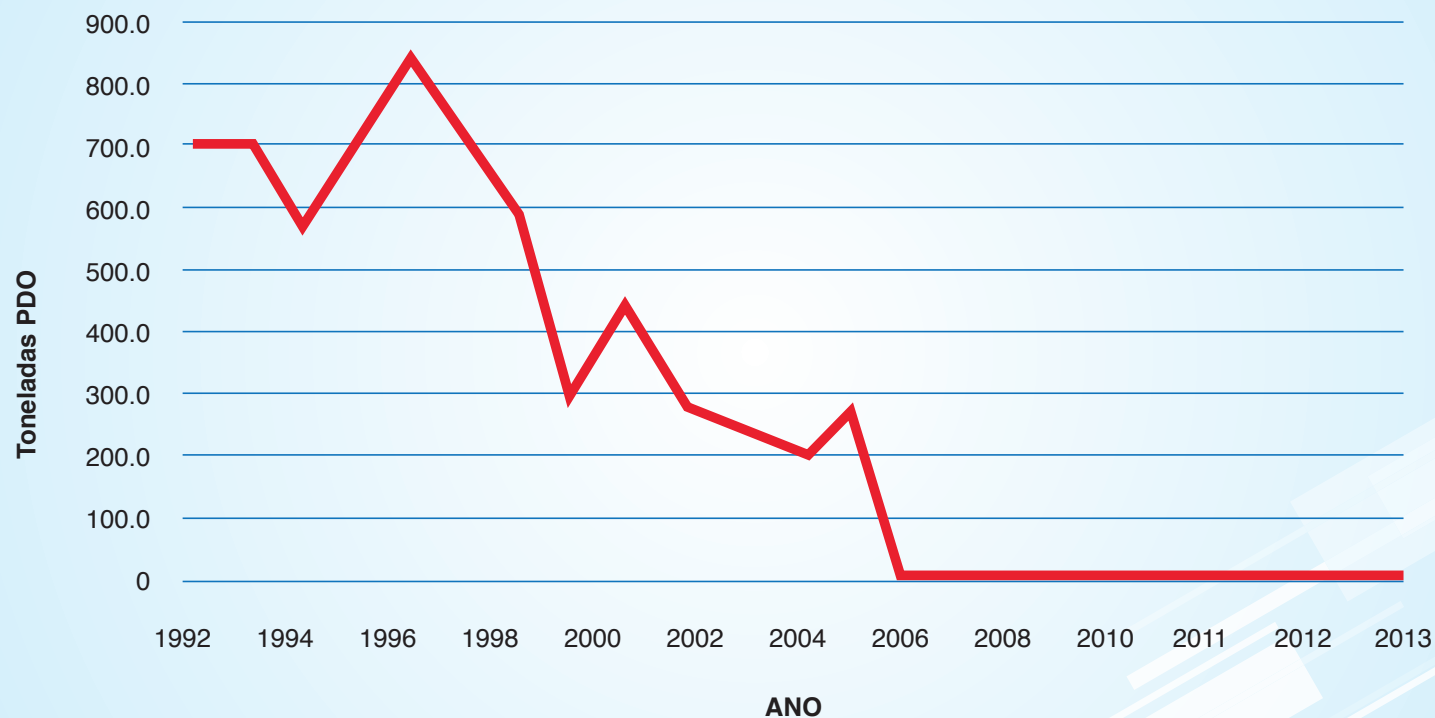
Em 1992, por meio da Emenda de Copenhague, o brometo de metila foi incluído na lista das SDOs do Protocolo de Montreal. O Brasil, como parte, assumiu

o compromisso de, em 2002, congelar o consumo de brometo de metila com base na média de consumo calculada entre os anos 1995 e 1998 e reduzir o consumo para 30% em 2005, havendo a obrigação de eliminá-lo completamente apenas em 2015 (com exceção do uso de quarentena e pré-embarque, no qual o brometo de metila ainda é permitido pelo Protocolo de Montreal).



O cultivo de flores no Brasil foi um dos setores que receberam apoio do Protocolo de Montreal

GRÁFICO DO CONSUMO DE BROMETO DE METILA



O governo brasileiro antecipou-se aos prazos estabelecidos pelo Protocolo de Montreal, restringindo a utilização do brometo de metila devido aos riscos à saúde humana e aos impactos ao meio

ambiente. A Instrução Normativa nº 1, de 10 de setembro de 2002, assinada em conjunto pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ibrama e Anvisa, estabeleceu prazos para

a eliminação do brometo de metila. Esse instrumento permitiu ao Brasil eliminar a substância em 2007, antecipando em oito anos a meta determinada pelo Protocolo de Montreal.

*O Brasil antecipou-se aos prazos de
eliminação do brometo de metila
para fins agrícola*





4.7 Halons

Os halons são substâncias produzidas artificialmente, compostos por bromo e cloro ou flúor, além de carbono. Esse composto químico se classifica entre os mais nocivos à camada de ozônio e foi largamente utilizado em extintores para todos os tipos de incêndio. O Protocolo de Montreal estabeleceu que, a partir de 2002, a quantidade permitida de consumo de halon seria fixada no valor referente à média do consumo dos períodos de 1995 a 1997, sofrendo redução de 50% a partir de 2005 e sendo totalmente proibida em 2010. Entretanto, a Resolução Conama nº 267, de 14 de dezembro de 2000, foi mais restritiva e permitiu, a partir de 2001, a importação de halons virgens (novos) somente para usos e/ou aplicações em extinção de incêndios na navegação aérea e marítima, em aplicações militares não especificadas, em acervos culturais e artísticos, em centrais de geração e transformação de energia elétrica e nuclear e em plataformas marítimas de extração de petróleo. Atualmente só é permitida a importação de halons regenerados (substância já utilizada e que sofreu tratamento para retornar às mesmas especificações do produto original).

Entre as SDOs previstas para eliminação pelo Protocolo de Montreal estava um composto químico utilizado para extinção de incêndio

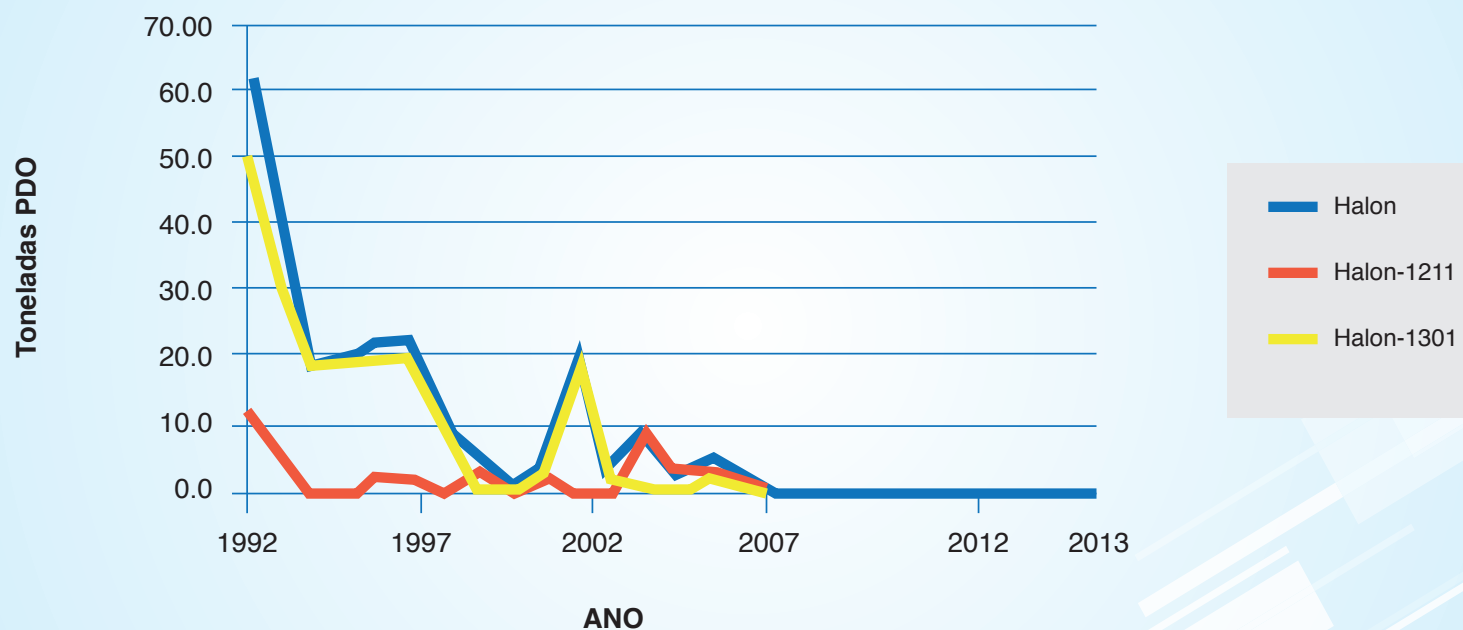
Foram empreendidos esforços na eliminação do halon-1211 e do halon-1301, com resultados que podem ser observados na figura abaixo. O Brasil recebeu assistência do Fundo Multilateral, em 1996, para implantação de um banco de halons, com o objetivo de suprir as necessidades do

mercado interno por meio da regeneração das substâncias contaminadas.

O halon-1211 e o halon-1301 regenerados são atualmente usados em extinção de incêndios na navegação aérea, em navios petroleiros, aplicações militares, acervos culturais e artísticos, centrais de regene-

ração e transformação de energia elétrica e nuclear e em plataformas marítimas de extração de petróleo. Essas aplicações são permitidas devido às características dessas substâncias de apagar incêndios sem deixar resíduos nem danificar sistemas, além de pequenas quantidades serem suficientes para extinguir focos de incêndio.

GRÁFICO DO CONSUMO DE HALON



4.8 Tetracloroeto de carbono (CTC)

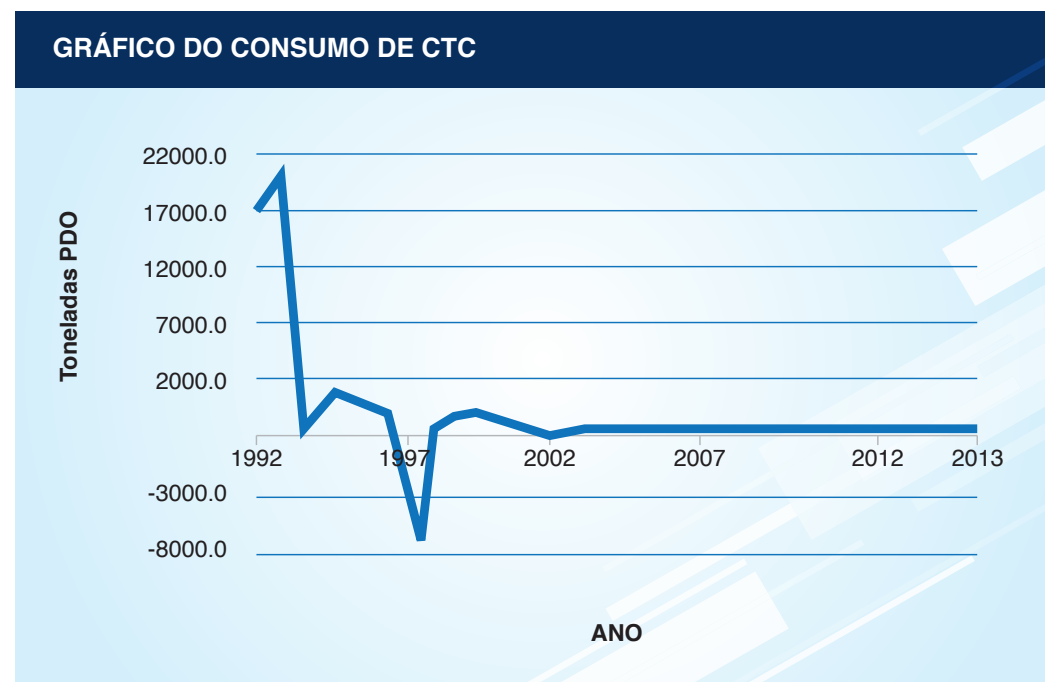
O tetracloroeto de carbono (CTC), composto formado por carbono e cloro, era utilizado como matéria-prima para produção de CFC, como solvente para limpeza e como agente de processos químicos em indústrias e laboratórios.

O Protocolo de Montreal definiu um cronograma para a eliminação do tetracloroeto de carbono (CTC) em países em desenvolvimento, estabelecendo a redução de 85% do consumo de CTC até 2005, com base na média de consumo entre os anos 1998 e 2000, e a total eliminação da substância até 2010.

Com a eliminação da produção de CFCs no país em 1999, eliminou-se também a utilização de CTC para tais fins. Desde 2003 a aplicação de CTC como agente de

TABELA 4 – CTC E SUAS APLICAÇÕES

Fórmula da substância	Uso
CCl ₄	Agente de limpeza (solvente)
	Agente de processos: <ul style="list-style-type: none"> ▶ matéria-prima para produção de CFC; ▶ eliminação de NCl₃ na produção de cloro; ▶ fabricação de monômero de cloreto de vinila (VMC); ▶ uso como reagente em laboratório.



limpeza (solvente) foi interrompida, principalmente por possuir toxidez relativamente alta para humanos. Com o intuito de cumprir com o cronograma estipulado pelo Protocolo, a partir de 2004 o Brasil cessou sua produção de CTC, tendo o consumo interno brasileiro se restringido apenas à utilização como agente de processo na produção do MVC (monômero de cloreto de nitrogênio). A partir de 2008 esses usos também foram eliminados.

Cilindro antigo de CFC. Entre outras utilizações, o CTC era usado como matéria-prima para a fabricação dos clorofluorcarbonos



bromidrato de fenoterol
100 mcg/dose
10 mL de solução aerossol

Formulação aerossol livre do
gás clorofluorcarbono (CFC)

VENDA SOB PRESCRIÇÃO
MÉDICA.
MEDICAMENTO
ANTIDO
TUE
DEVE SER
FORA DO ALCANCE
DAS CRIANÇAS

100 mcg/dose
100 doses)
10,4 g
Schering
Kenilworth



A primeira iniciativa brasileira para a proteção e a recuperação da camada de ozônio foi a publicação da Portaria nº 01, de 10 de agosto de 1988, que regulamentou as informações que deveriam ser inseridas nos rótulos de embalagens de aerossóis livres de CFC

5 *Políticas, planos e programas*

O Brasil iniciou os trabalhos para proteção e recuperação da camada de ozônio antes mesmo de aderir oficialmente ao Protocolo de Montreal. A primeira iniciativa brasileira para a proteção e a recuperação da camada de ozônio foi a publicação da Portaria nº 01, de 10 de agosto de 1988, da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. O órgão foi extinto em abril de 1999 com a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), vinculada ao Ministério da Saúde. Na época, a portaria regulamentou as informações que deveriam ser inseridas nos rótulos de embalagens de aerossóis livres de CFC. No mesmo ano, a Portaria nº 534, de 19 de setembro de 1988, do Ministério da Saúde, proibiu a fabricação e a comercialização de perfu-

mes e produtos cosméticos, de higiene e de uso sanitário e doméstico comercializados em embalagens de aerossóis contendo CFC. Em 2008, a Anvisa, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada nº 88, proibiu a partir de 1º de janeiro de 2011 a produção e a importação de medicamentos inaladores de dose medida que utilizassem CFCs.

No período entre 1989 e 1990, por solicitação do Secretariado do Protocolo de Montreal, foi desenvolvido pelo Ibama, com o apoio técnico da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Usepa), o Estudo de Caso do Brasil – versão 89/90, que diagnosticou a realidade do país ante as SDOs. Esse trabalho, que contou com a colaboração de

todos os setores envolvidos – instituições governamentais, iniciativa privada e sociedade civil –, serviu de base para a elaboração de um programa de eliminação das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal, a exemplo do que foi feito pela maioria dos Estados parte. Para a materialização das decisões que seriam tomadas futuramente publicou-se a Portaria Interministerial nº 929, de 4 de outubro de 1991, do então Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, que criou o Grupo de Trabalho Interministerial para a Implementação do Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio, mais conhecido como Grupo de Trabalho do Ozônio (GTO).

O GTO era composto pela Secretaria de Planejamento da Presidência da República e por sete Ministérios: da Indústria, Comércio e Turismo; das Relações Exteriores; da Ciência e Tecnologia; do Meio Ambiente e Amazônia Legal; do Planejamento; da Agricultura; e da Fazenda. O Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo atuou como Secretaria Executiva do Grupo. Participavam como convidados outros órgãos da administração pública, associações de

classe, representantes do setor privado e especialistas nos assuntos tratados nas reuniões. O GTO, que atuou entre 1991 e 1994, tinha como principais objetivos estabelecer diretrizes e coordenar a implementação do Protocolo de Montreal, elaborar o Programa Brasileiro de Eliminação da Produção e do Consumo das substâncias que destroem a camada de ozônio (PBCO) e analisar projetos que pleiteavam recursos do Fundo Multilateral.

A partir da experiência com o PBCO, foi possível aprovar a Resolução Conama 13/1995, que priorizou a conversão tecnológica industrial para a eliminação dos CFCs. Naquele mesmo ano foi instituído, por meio do Decreto de 19 de setembro de 1995, o Comitê Executivo Interministerial para Proteção da Camada de Ozônio (Prozon), coordenado pelo Ministério da Indústria, Comércio e Turismo, que atuou entre 1995 e 2001 com o objetivo de estabelecer diretrizes e coordenar as ações relativas à proteção da camada de ozônio.



Produtos de uso doméstico, sanitário, de higiene, cosméticos e perfumes deixaram de ser fabricados e comercializados em embalagens de aerossóis contendo CFC, a partir da Portaria nº 534, de 1988, do Ministério da Saúde

Em 11 de março de 1993, o Ibama publicou a Portaria nº 27, estabelecendo a obrigatoriedade do cadastramento no Instituto de todas as empresas produtoras, importadoras, exportadoras, comercializadoras e/ou usuárias de SDOs. Esse cadastramento foi realizado pelo sistema denominado Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Naturais, instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente existente desde 1981 (Lei nº 6.938).



PBCO

O Programa Brasileiro de Eliminação da Produção e do Consumo das substâncias que destroem a camada de ozônio (PBCO) foi encaminhado pelo GTO para aprovação do Fundo Multilateral em julho de 1994. Esse programa foi aprovado na 13ª Reunião do Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal e revisado em 1997.

O PBCO contemplava um conjunto de ações de cunho normativo, científico, tecnológico e econômico centrado nos projetos de conversão industrial e de diagnóstico de todos os segmentos produtores e usuários de SDOs do país, definindo estratégias para a eliminação da produção e do consumo das SDOs.

O Programa previu, da parte do governo, o estabelecimento de política para a definição de reduções das cotas de produção de SDOs para todas as empresas produtoras nacionais. Além disso, contemplou estratégias de limitação gradual e proibição de importações das substâncias controladas, bem como a proposição do aumento de taxas federais e estaduais aplicáveis ao seu comércio. As ações previam também estímulo à adoção de tecnologias alternativas, como a criação de linhas de crédito e incentivo tributário para tornar projetos de conversão tecnológica mais atrativos.

Adicionalmente, previa-se a realização de programas de treinamento de técnicos refrigeristas, a criação de certificação para estabelecimentos que fizessem o reparo em equipamentos de refrigeração e a implantação de programas de garantia de qualidade para gases reciclados e substâncias alternativas. A regulamentação para coibir vazamentos de SDOs durante a manutenção ou a operação de equipamentos e produtos que contivessem essas substâncias foi mais um dos objetivos estabelecidos no PBCO.

Ao final, o PBCO se constituiu em importante ação nacional norteadora dos passos seguintes que foram dados no sentido de eliminar o consumo das SDOs no país.

Pelo fato de contar com mais de seiscentas empresas sob controle, o órgão detectou a necessidade de aperfeiçoamento e sistematização de seu cadastro. Em 2 de maio de 1995, publicou a Portaria Ibama nº 29, que estabeleceu o fornecimento anual dos quantitativos de SDOs que cada empresa manipulou no período de um ano, caso esse valor excedesse uma tonelada. Em 2004, foi publicada a Instrução Normativa nº 37, que reforçou as determinações dos instrumentos anteriores.

Para reforçar o trabalho de eliminação das SDOs, no ano 2000 o Brasil revogou a Resolução Conama nº 13/1995 e adotou a Resolução Conama nº 267/2000, que proibiu o uso de CFC em novos produtos e passou a restringir a importação do CFC-12, instituindo cotas para o setor de manutenção de equipamentos e alguns usos essenciais, como fabricação de medicamentos, até a proibição total em 2010. Para respaldar o cumprimento das metas de eliminação do CFC-12, foi implementado o Plano Nacional de Eliminação de CFCs (PNC), que atuou de 2002 a 2013.

O Decreto de 6 de março de 2003 restabeleceu o Prozon, extinto em 2001, que atualmente é composto por representantes de sete ministérios: Ministério do Meio Ambiente (novo coordenador), Ministério das Relações Ex-

teriores, Ministério da Saúde, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Fazenda, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.



As empresas brasileiras consumidoras de substâncias prejudiciais à camada de ozônio passaram a controlar estoques e prestar informações ao Ibama

TABELA 5 – ATOS NORMATIVOS REFERENTES AO CONTROLE DE SDOS

Ano	Dispositivo	Órgão	Objeto
1981	Lei Federal nº 6.938/1990, de 31 de agosto de 1981	Presidência da República	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, cria o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais para registro de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, à produção, ao transporte e à comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora.
1988	Portaria nº 534, de 19 de setembro de 1988	Ministério da Saúde	Proíbe a fabricação e a comercialização de produtos cosméticos, de higiene, de uso sanitário doméstico e perfumes sob a forma de aerossóis que contivessem CFC.
1989	Decreto Legislativo nº 91, de 15 de dezembro de 1989	Congresso Nacional	Aprova os textos da Convenção de Viena para a proteção da camada de ozônio, de 1985, e do Protocolo e Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio, de 1987.
1990	Decreto Federal nº 99.280, de 06 de junho de 1990	Presidência da República	Promulga os textos da Convenção de Viena para a proteção da camada de ozônio e do Protocolo e Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio.
1991	Decreto Federal 181, de 24 de julho de 1991	Presidência da República	Promulga os ajustes ao Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio de 1987.

Continua...

Ano	Dispositivo	Órgão	Objeto
1991	Portaria nº 929, de 4 de outubro de 1991	Interministerial	Cria o Grupo de Trabalho do Ozônio (GTO), composto por órgãos do governo federal e por entidades da iniciativa privada, exercendo a função de comitê técnico-consultivo sobre ações para a proteção da camada de ozônio.
1992	Decreto Legislativo nº 32, de 16 de junho de 1992	Congresso Nacional	Aprova os textos das emendas ao Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio adotadas em Londres em 29 de junho de 1990.
1995	Resolução nº 13, de 13 de dezembro de 1995	Conama	Estabelece cronograma de eliminação do consumo das substâncias do Anexo A, de acordo com os diferentes usos.
1996	Decreto Legislativo nº 51, de 29 de maio de 1996	Congresso Nacional	Aprova os textos das emendas ao Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio adotadas em Copenhague em 25 de novembro de 1992.
1998	Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Presidência da República	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
1998	Decreto Federal nº 2.679, de 17 de julho de 1998	Presidência da República	Promulga os textos das emendas ao Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio adotadas em Copenhague em 25 de novembro de 1992.
1998	Decreto Federal nº 2.699, de 30 de julho de 1998	Presidência da República	Promulga os textos das emendas ao Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio adotadas em Londres em 29 de junho de 1990.
1999	Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999	Presidência da República	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e às atividades lesivas ao meio ambiente.

Continua...

...Continuação

Ano	Dispositivo	Órgão	Objeto
2000	Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000	Presidência da República	Altera a Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
2000	Resolução nº 267, de 14 de setembro de 2000	Conama	Estabelece cronograma de eliminação do uso e importação de substâncias constantes dos Anexos A e B do Protocolo de Montreal.
2002	Instrução Normativa nº 1, de 10 de setembro de 2002	Mapa, Anvisa e Ibama	Estabelece cronograma de eliminação do uso de brometo de metila para fins agrícolas.
2003	Decreto de 6 de março de 2003	Presidência da República	Cria o Comitê Executivo Interministerial para Proteção da Camada de Ozônio (Prozon), com a finalidade de estabelecer diretrizes e coordenar as ações relativas à proteção da camada de ozônio.
2003	Resolução nº 340, de 25 de setembro de 2003	Conama	Proíbe o uso de cilindros descartáveis na comercialização de CFC-12, CFC-114, CFC-115, R-502 e dos halons H-1211, H-1301 e H-2402, define procedimentos para o recolhimento e armazenagem e torna obrigatória a reciclagem.
2004	Instrução Normativa nº 37, de 29 de junho de 2004	Ibama	Estipula a obrigação de registro no Cadastro Técnico Federal (CTF) de todo produtor, importador, exportador, comercializador e usuário de quaisquer das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal.
2004	Decreto Legislativo nº 212, de 20 de maio de 2004	Congresso Nacional	Aprova o texto das emendas ao Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio, aprovadas em Montreal, em 17 de setembro de 1997 e em Pequim em 3 de dezembro de 1999.
2004	Decreto Federal nº 5.280, de 22 de novembro de 2011	Presidência da República	Promulga o texto das emendas ao Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio, aprovadas em Montreal, em 17 de setembro de 1997 e em Pequim em 03 de dezembro de 1999.

Continua...

...Continuação

Ano	Dispositivo	Órgão	Objeto
2008	Instrução Normativa nº 207, de 19 de novembro de 2008	Ibama	Dispõe sobre o controle das importações dos hidroclorofluorcarbonos – HCFCs e misturas contendo HCFCs durante os anos de 2009 a 2012.
2008	Resolução nº 88, de 25 de novembro de 2008	Diretoria Colegiada da Anvisa	Proíbe, a partir de 1º de janeiro de 2011, a produção e a importação de medicamentos inaladores de dose medida que utilizem CFC como gás propelente.
2010	Portaria nº 41, de 25 de fevereiro de 2010; Portaria nº 75, de 30 de março de 2010; e Portaria nº 319, de 30 de agosto de 2010	MMA	Estabelece o Grupo de Trabalho sobre HCFCs, com o objetivo de contribuir para a elaboração e a execução do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs e seus respectivos projetos.
2012	Portaria nº 212, de 26 de junho de 2012	MMA	Institui no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH).
2012	Instrução Normativa nº 14, de 20 de dezembro de 2012	Ibama	Dispõe sobre o controle das importações de hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) e de misturas contendo HCFCs, e dá outras providências.
2013	Instrução Normativa nº 6, de 15 de março de 2013	Ibama	Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP).

Parceria com os estados – As políticas públicas do governo federal para o cumprimento dos compromissos assumidos com a assinatura do Protocolo de Montreal foram executadas com a participação dos estados. Em 1988, a Lei nº 8.642, do Rio Grande do Sul, foi a primeira a proibir em nível estadual a comercialização de embalagens em spray com clorofluorcarbono. A iniciativa foi no mesmo ano seguida por Pernambuco e Ceará. Outra unidade da Federação também pioneira e muito atuante é São Paulo, que em 1994 criou o Grupo Ozônio SPCFC, primeiramente coordenado pela Cetesb, com o objetivo de realizar levantamento da utilização dos CFCs e HCFCs no mercado brasileiro, encerrando suas atividades em 1996. Dois anos depois foi constituído outro Grupo Ozônio, com o objetivo básico de orientar o mercado de refrigeração e ar condicionado e usuários em geral, contando com o MMA, o Ibama, a Cetesb, o Senai, a Abrava e de empresas ligadas ao setor. Em 1995, a Secretaria do Meio Ambiente e a Cetesb criaram o Programa de Prevenção à Destruição da Camada de Ozônio no Estado de São Paulo (Prozonesp).

PRÊMIO POR DÉCADAS DE SUCESSO



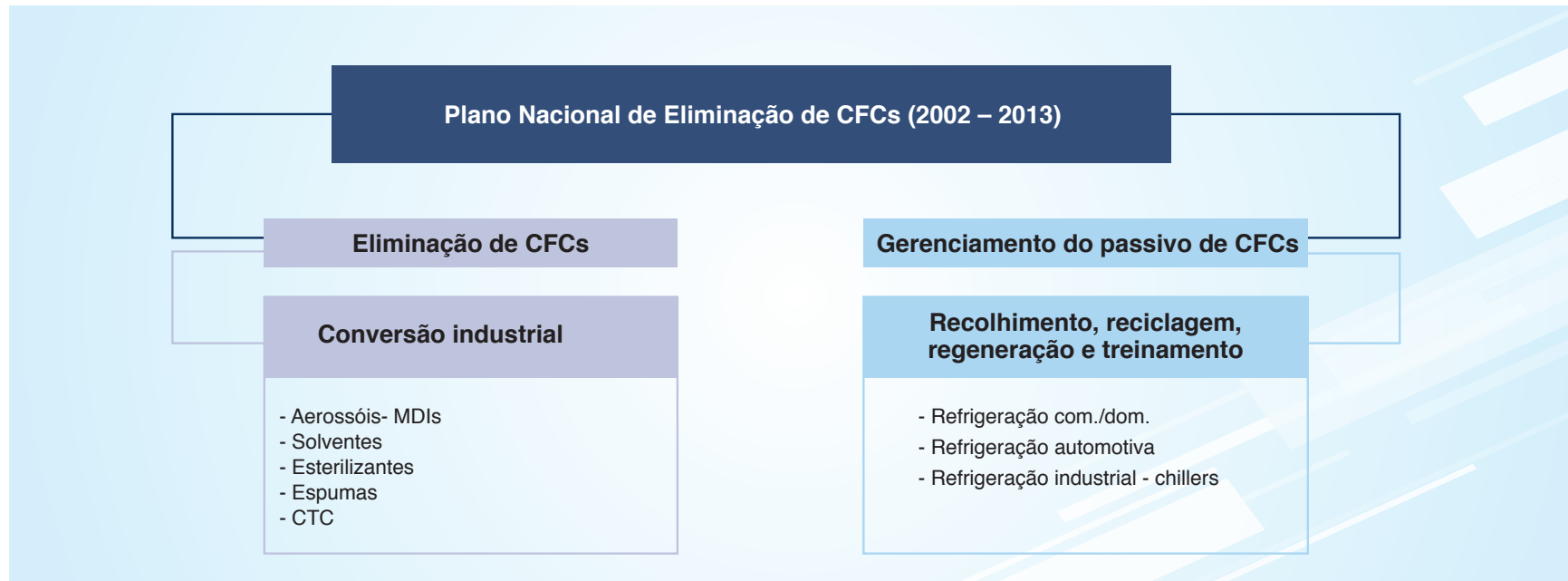
Em setembro de 2007, durante a 19ª Reunião das Partes, no Canadá, a Unidade Nacional de Ozônio do Ministério do Meio Ambiente foi premiada na categoria “Implementadores do Protocolo de Montreal”. O reconhecimento veio devido aos trabalhos desenvolvidos durante quase vinte anos de adesão ao tratado, destacando-se nessa trajetória a eliminação antecipada do consumo de CFCs no Brasil.

25 ANOS DO PROTOCOLO DE MONTREAL

Em setembro de 2010, por ocasião da comemoração dos 25 anos do Protocolo de Montreal, o Brasil recebeu uma placa de reconhecimento das ações desempenhadas em prol da proteção da camada de ozônio.



5.1 Plano Nacional de Eliminação de CFCs



5.1.1 Histórico

O Plano Nacional de Eliminação de CFCs (PNC), aprovado em julho de 2002 durante a 37ª Reunião do Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal - FML, representou o compromisso do governo Brasileiro em eliminar o con-

sumo dos clorofluorcarbonos (CFCs) em todos os setores no país até 1º de janeiro de 2010. Suas ações abrangeram investimentos nos setores de refrigeração, espuma, aerosóis, solventes, esterilizantes e inaladores de dose medida (MDIs). O PNC priorizou o banimento

de substâncias como CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114 e CFC-115 com foco em duas ações: 1) implementação de projetos de conversão tecnológica; e 2) gerenciamento do passivo existente em equipamentos antigos por meio da instalação de centrais de regeneração e

unidades de reciclagem, treinamento de técnicos refrigeristas e distribuição de equipamentos para recolhimento de CFC e posterior reciclagem e regeneração do gás.

O Brasil aprovou US\$ 26,7 milhões junto ao FML para eliminação dos CFCs. A agência líder na implementação do PNC foi o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), responsável pela conversão tecnológica das empresas que utilizavam CFC em suas linhas produtivas e pela distribuição de equipamentos de recolhimento, reciclagem e regeneração de CFCs. A Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da GIZ (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) atuou na implementação dos projetos de treinamento de técnicos refrigeristas por meio do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai). Oficiais de alfândega da Receita Federal do Brasil e servidores do Ibama foram capacitados para o combate ao comércio ilícito de SDOs.

Até 2002, um total de 3.475 toneladas de CFC foi eliminado por meio de projetos anteriores ao PNC, que foram aprovados e financiados pelo FML. O PNC foi responsável pela eliminação de outras 5.801 toneladas de CFC, somando um total de 9.276 toneladas de CFC eliminadas até 2010.

TABELA 6 – RECURSOS APROVADOS PELO FUNDO MULTILATERAL PARA ELIMINAÇÃO DOS CLOROFLUORCARBONOS

Setor	Total aprovado PNC (US\$)
Aerossóis	450.000
Solventes	551.000
Esterilizantes	500.000
Espumas	4.200.000
Refrigeração comercial	1.988.000
Centrais de regeneração	3.600.000
Equipamento para recolhimento	6.068.800
Treinamento de refrigeristas	3.742.400
Ar condicionado automotivo	1.600.000
Ar condicionado industrial	1.163.600
Treinamento dos fiscais da alfândega	141.200
Unidade de Implementação e Monitoramento	2.695.000
TOTAL	26.700.000



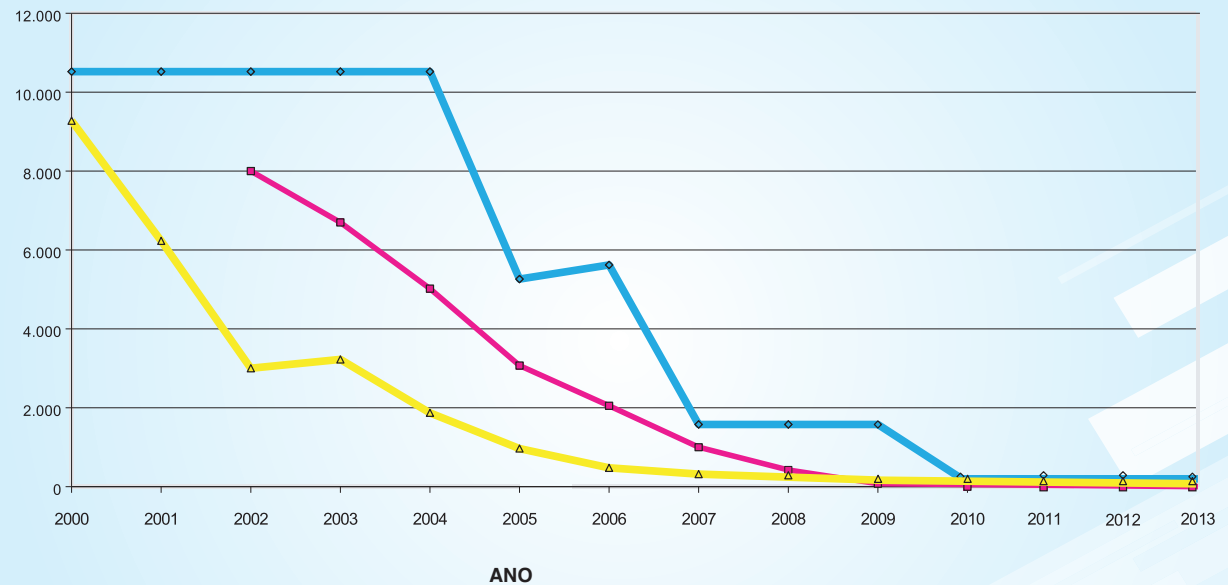
Os Centros de Regeneração de substâncias que destroem a camada de ozônio foram estabelecidos durante a vigência do Plano Nacional de Eliminação de CFCs





CONSUMO BRASILEIRO DE CFC *VERSUS* LIMITES DO PLANO NACIONAL DE ELIMINAÇÃO DE CFCs E DO PROTOCOLO DE MONTREAL

O PNC foi elaborado para auxiliar o Brasil a alcançar a meta de eliminar 9.276 t PDO do consumo de CFCs até 2010, em concordância com os prazos acordados com o Protocolo de Montreal.



- ◆ Limite de consumo de CFCs para o Brasil estabelecido pelo Protocolo de Montreal
- Limite de consumo de CFCs para o Brasil estabelecido após aprovação do PNC
- ▲ Consumo real de CFCs no Brasil

Equipamentos de refrigeração deixaram de ser fabricados com CFCs a partir de 2001 (Resolução Conama 267/00)

5.1.2 Projetos executados pelo PNC

I - CONVERSÃO TECNOLÓGICA

A inovação em processos industriais fez parte das ações de proteção da camada de ozônio. Os CFCs foram substituídos na indústria por substâncias alternativas, como os HCFCs (hidroclorofluorcarbonos) e os HFCs (hidrofluorcarbonos). As indústrias químicas, que pesquisavam novos compostos, e os fabricantes dos setores de espumas e refrigeração, principalmente os que aderiram às novas tecnologias, foram aliados do Governo brasileiro no decorrer do processo de conversão industrial. Os impactos positivos são evidentes em todos os setores de aplicação dos CFCs.

a) Setor de refrigeração comercial e doméstica

Quando o PNC foi aprovado, o Brasil havia proibido a manufatura de aparelhos de refrigeração que funcionassem à base de CFC desde 2001. A partir des-



Balcões frigoríficos deixaram de ser fabricados com CFC a partir de 2001

sa data, os equipamentos passaram a usar gases refrigerantes como HFC e HCFC. Este último foi utilizado como uma medida intermediária, por apresentar potencial de destruição do ozônio menor que o dos CFCs, já se prevenindo uma segunda etapa de conversões para futura eliminação dos HCFCs.

O PNC auxiliou no incentivo à substituição de equipamentos de refrigeração comercial obsoletos contendo CFCs e HCFCs em micro e pequenas empresas (padarias, restaurantes, mercearias e supermercados de pequeno porte com açougue). Esse in-

centivo se deu por meio de projeto piloto que contemplou a realização de diagnóstico sobre o funcionamento desses aparelhos para apresentar uma análise técnica sobre eficiência energética e de refrigeração, comparando os resultados obtidos pelos equipamentos obsoletos com CFCs e HCFCs aos dos equipamentos novos e modernos livres dessas substâncias. O objetivo do estudo foi auxiliar os proprietários de estabelecimentos comerciais na tomada de decisão quanto à substituição de equipamentos obsoletos com base em critérios técnicos e econômicos.

b) Setor de espumas

O consumo de CFCs para a fabricação de espumas para acolchoamentos, forrações e outras aplicações domésticas e industriais em 2000 foi de 3.860 toneladas. Para suprimir o uso dessas substâncias no setor, nove projetos para conversão de 106 empresas foram implantados com eliminação de 680 toneladas de CFCs. As indústrias passaram a utilizar como alternativa o HCFC-141b, substâncias à base de cloreto de metileno (CM) e com base em água.



Indústrias de espumas passaram a utilizar HCFC-141b, HFCs ou água como agentes de expansão em substituição aos CFCs

c) Setor automotivo

A Resolução Conama nº 13/1995 proibiu o uso do CFC-12 para todos os modelos de veículos lançados a partir de 1997, nacionais ou importados, e para qualquer veículo fabricado após 2001. Por iniciativa da indústria, o CFC-12 foi substituído pelo HFC-134a em todos os modelos novos de veículos fabricados a partir de 1999. A Resolução Conama nº 267/2000, que revogou a Resolução nº 13/1995, confirmou a proibição. No ano 2000, o consumo de CFC-12 para refrigeração veicular foi estimado em 660 toneladas, principalmente para manu-



Oficinas de automóveis foram preparadas para recolhimento de CFC em aparelhos de ar condicionado. Equipamentos foram financiados pelo Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal

tenções necessárias em decorrência de vazamentos ou lançamentos propositalmente de gases na atmosfera.

Para eliminar o passivo dessas substâncias, o PNC estabeleceu a estratégia de coletar e reciclar CFC-12 durante a manutenção de veículos. A tarefa envolveu o treinamento de refrigeristas e o fornecimento de 360 máquinas de recolhimento e reciclagem de CFC-12 e HFC-134a, de cilindros para armazenagem, além de ferramentas e equipamentos de segurança. Também foram promovidos cursos para 545 técnicos do setor, voltados a minimizar a quantidade de fluidos refrigerantes liberados na atmosfera.

d) Resfriadores de líquido

Em 2007, havia aproximadamente 700 resfriadores centrífugos (*chillers*) com CFC no Brasil, usados principalmente em grandes instalações de ar condicionado e na refrigeração industrial. O consumo desses gases pelo setor, em 2000, foi de 74 toneladas de CFC-11 e de CFC-12.

Um financiamento específico foi obtido junto ao FML, voltado ao recolhimento e à reciclagem de CFC 11 e 12 de equipamentos de refrigeração industrial e comercial de grande porte. O projeto inserido no PNC incluiu treinamento de mecânicos, fornecimento de máquinas de reciclagem e equipamentos complementares como tanques de armazenagem que foram instalados em centrais de regeneração.

e) Inaladores de dose medida (MDIs)

Um dos alvos do PNC foi o setor farmacêutico. O governo criou regulamentos específicos e desenvolveu atividades de divulgação sobre o processo de substituição dos medicamentos que utilizavam CFC, como os inaladores de dose medida (MDIs) (bombinhas dos portadores de asma). Foram realizados levantamentos de dados sobre o mer-



Ar condicionado central com resfriador de líquido, livre de SDOs

cado brasileiro entre 2003 e 2007 que mostraram haver produção, importação e exportação de MDIs com CFCs no país.

Com financiamento aprovado pelo FML, ações foram tomadas para conversão de processos aplicados por fabricantes nacionais para tecnologias sem uso de CFC e ainda para o desenvolvimento, a implementação e o gerenciamento de

uma estratégia para a eliminação gradual de MDIs com CFC. Para encaminhar essas ações, a Portaria nº 1.788, de 1º de agosto de 2006, do Ministério da Saúde, criou um Grupo de Trabalho voltado ao planejamento, ao gerenciamento, ao acompanhamento, ao monitoramento e à avaliação das ações de cumprimento do Protocolo de Montreal.

Como resultado, foi desenvolvida a Estratégia Brasileira de Transição de MDIs contendo CFCs para MDIs livres de CFCs por meio da conversão industrial para produção de inaladores de dose medida livres dessa SDO. A estratégia envolveu a participação do Ministério do Meio Ambiente, do Ministério da Saúde, do Ibama e da Anvisa, com o apoio do PNUD.

II - GERENCIAMENTO DE BANCOS DE SDOs

O recolhimento, a reciclagem e a regeneração de fluidos refrigerantes fazem parte da estratégia brasileira para eliminação e gerenciamento do passivo de SDOs. Essas ações englobam iniciativas para recolher, armazenar, transportar, tratar e reutilizar estas substâncias de modo ambientalmente correto e seguro.



Balcões frigoríficos em supermercados, padarias e açougues ainda contêm passivos de CFCs que precisam ser recolhidos e corretamente destinados

a) Máquinas recolhedoras

O PNUD, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, implementou o “Projeto Recolhedoras”, que permitiu a aquisição e a distribuição por todo o país de 2.000 máquinas recolhedoras de CFC-12 para empresas do setor de serviços. A distribuição atendeu

aos critérios estabelecidos pela Portaria 159/2004 do Ministério do Meio Ambiente. As exigências foram: registro no Cadastro Técnico Federal, ter ao menos um técnico capacitado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) em boas práticas de refrigeração e comprovar o consumo mínimo de 50 kg/ano de CFC-12.



Equipamento de recolhimento de fluidos refrigerantes

b) Unidades de reciclagem

Com o objetivo de promover a reciclagem de SDOs presentes em equipamentos de refrigeração doméstica e comercial, foram implantadas 120 unidades de reciclagem dos fluidos refrigerantes CFC-12, HCFC-22 e HFC-134a em cidades não atendidas pelas Centrais de Regeneração. As unidades de reciclagem foram distribuídas por todos os estados brasileiros.



Equipamento de reciclagem de fluidos refrigerantes

c) Centrais de regeneração

Após análise de mercado sobre o consumo de CFCs, o governo brasileiro instalou cinco centrais de regeneração no país para o tratamento de SDOs contaminadas. As centrais recebem as substâncias contaminadas que são recolhidas por profissionais e empresas do setor de refrigeração. Tais medidas per-

mitem o reaproveitamento de fluidos refrigerantes de equipamentos antigos. Cada planta tem capacidade para recuperar 250 toneladas anuais de gases, suficientes para abastecer milhares de refrigeradores domésticos e comerciais.

As centrais de regeneração estão aptas a tratar os fluidos refrigerantes CFC-12, HCFC-22, HFC-134a e misturas

(blends) de CFCs e HCFCs. O processo de regeneração é regulado pela Norma Internacional ARI-700. O fluido contaminado é tratado em equipamento com capacidade para filtrar partículas, retirar umidade, reduzir a acidez e separar gases não condensáveis e óleo.

O fluido refrigerante regenerado contribui para o não lançamento na atmosfera de substâncias danosas ao meio ambiente, reduz o consumo de fluidos virgens e proporciona maior vida útil aos equipamentos antigos em funcionamento.



Foram instaladas duas centrais de regeneração de fluidos refrigerantes em São Paulo, uma em Recife, uma no Rio de Janeiro e uma em Porto Alegre



RECOLHER, RECICLAR E REGENERAR!

RECOLHIMENTO – Recolher um fluido refrigerante significa removê-lo de um sistema e armazená-lo em um recipiente adequado. O recolhimento pode ser realizado nas fases líquida ou gasosa. O armazenamento deve ser feito em tanques ou cilindros retornáveis que atendam a normas de segurança e de manuseio. O gás recolhido pode ser tratado e reutilizado, reduzindo a demanda por fluidos novos (virgens) e, conseqüentemente, o consumo.

“Recolhimento passivo”: volta para pequenas quantidades de fluidos refrigerantes (refrigeradores domésticos, sistemas de ar condicionado de janela e pequenos *splits*). O funcionamento se dá pela diferença de pressão entre o aparelho e o equipamento de armazenagem do fluido (que pode ser uma bolsa recolhadora ou um cilindro com vácuo).

“Recolhimento ativo”: utiliza-se um equipamento externo que força a sucção do fluido refrigerante do sistema e o comprime (fase gasosa) em um cilindro pressurizado. O método garante até 99% de eficiência.



“Recolhimento passivo”: para pequenas quantidades de fluidos refrigerantes. O recolhimento contribui para evitar que substâncias nocivas à camada de ozônio sejam lançadas na atmosfera

RECICLAGEM – Reciclar um fluido refrigerante significa retirar impurezas do fluido contaminado, permitindo que seja reutilizado com segurança e eficácia no mesmo aparelho de origem ou em outro aparelho similar. A reciclagem proporciona a filtragem do fluido, retirando, por exemplo, partículas, óleo, umidade e gases não condensáveis. Normalmente a reciclagem é feita por estações de tratamento móveis que recolhem, reciclam e dão carga no sistema utilizando um mesmo equipamento. É importante notar que a reciclagem não separa fluidos misturados. Por isso, recomenda-se nunca misturar diferentes tipos de fluidos em um mesmo tanque ou cilindro no ato do recolhimento. Existem normas que disciplinam a reciclagem de fluidos. Essas normas servem para garantir a qualidade da reciclagem, bem como determinar níveis de segurança mínimos dos equipamentos de tratamento.



Laboratório para certificação de fluidos. A análise deve indicar 99,8% de pureza para a substância ser considerada regenerada

REGENERAÇÃO – A regeneração é um processo mais elaborado no tratamento de fluidos refrigerantes contaminados. Por meio dela o fluido atinge alto grau de pureza, similar ao de um fluido virgem. É importante notar que a regeneração não separa fluidos misturados, por isso se recomenda nunca misturar diferentes tipos de fluidos em um mesmo tanque ou cilindro no ato do recolhimento. Para receber a titulação de “regenerado”, o fluido refrigerante deve passar por teste laboratorial para atingir um nível de pureza de 99,8% (mesmo nível do fluido virgem ou recém-fabricado). Depois de regenerado, o fluido pode ser usado em qualquer aparelho de refrigeração. Deve-se sempre exigir o laudo ou certificado de teste laboratorial do fluido refrigerante. O documento assegura sua origem e qualidade e se reflete no bom funcionamento do aparelho de refrigeração.



Cilindros retornáveis de fluidos frigoríficos

III - DIFUSÃO DE INFORMAÇÕES

As ações brasileiras para a proteção da camada de ozônio são definidas a partir do diálogo constante com a sociedade, especialmente com as associações que representam a iniciativa privada. No âmbito do PNC, foram realizadas oficinas, audiências públicas, confecção de materiais de divulgação (panfletos, cartilhas, manuais) e oferecidos treinamentos específicos para categorias profissionais e servidores do governo. Foram realizados cinco seminários nas Regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste, Norte e Nordeste para apresentar substâncias e soluções tecnológicas alternativas aos CFCs.

a) Prevenção ao comércio ilícito

Com o fim da produção interna de CFCs em 1999, as importações tornaram-se as únicas fontes oficiais dessas substâncias no país. Controlar o trânsito transfronteiriço de CFC, misturas de CFC em outras substâncias e de produtos e equipamentos contendo essas substâncias foi imprescindível para a correta implementação do PNC e para que o

Brasil cumprisse as metas do Protocolo de Montreal. Dessa forma, foram treinados oficiais de alfândega da Receita Federal do Brasil e servidores do Ibama com o objetivo de evitar a entrada ilegal de SDOs no país. Esses profissionais passaram a ter o apoio do *Manual de fiscalização alfandegária de SDOs* e receberam kits para identificação de substâncias nocivas, auxiliando na identificação de cargas ilícitas.

b) Treinamento de técnicos em refrigeração

Por meio do PNC, 24.678 mecânicos e técnicos de refrigeração foram capacitados em boas práticas para realizar instalação e manutenção ambientalmente adequadas de sistemas e equipamentos de refrigeração doméstica e comercial com foco no gerenciamento, na conservação, na recuperação, na reciclagem e na armazenagem de CFC.



Conjunto para identificação de substâncias que destroem a camada de ozônio usado pela Receita Federal e pelo Ibama em fronteiras, portos e aeroportos para impedir o comércio ilícito

Com apoio do Senai e da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da GIZ, o treinamento de profissionais e de empresas registradas no Cadastro Técnico Federal do Ibama começou em agosto de 2004 nos estados que mais consumiam CFC – São Paulo e Rio de Janeiro. Para participar das capacitações, os técnicos refrigeristas precisavam atender às especificações da Portaria 158/2004 do Ministério do Meio Ambiente. Os técnicos participaram de cursos ministrados em escolas do Senai em todos os estados brasileiros. Com isso, os profissionais foram habilitados a evitar que os CFCs vazassem durante reparos em refrigeradores, o que prejudicaria a camada de ozônio.

Foram adquiridas unidades móveis para treinamento de refrigeristas, equipadas com ferramentas e componentes para ministrar cursos de forma descentralizada. A partir do seminário Treinamento de Capacitadores, realizado em julho de 2006 em São Paulo, foi criado um módulo de segurança em recolhimento de refrigerantes para as capacitações. O objetivo foi reforçar aspectos sobre manuseio de substâncias, armazenamento, medidas de segurança, preparação para o trabalho e atividades pós-execução dos serviços de manutenção em refrigeração. Os treinamentos foram atrelados à estratégia de reciclagem, que engloba o fornecimento de equipamentos para recolhimento e reciclagem de CFCs.

Foram desenvolvidas ações de apoio ao setor privado na elaboração de normas técnicas para contenção de vazamento de fluidos frigoríficos halogenados. Dessa forma, foram publicadas as seguintes normas ABNT: NBR 15960, que normatiza procedimentos de recolhimento, reciclagem e regeneração de fluidos frigoríficos; NBR 15833, que normatiza a manufatura reversa de aparelhos de refrigeração; e NBR 15976, que normatiza a redução de emissões de fluidos frigoríficos halogenados em equipamentos e instalações estacionárias de refrigeração.

RESULTADOS

>>> Eliminação de 10.525 toneladas PDO do consumo de CFC em 2010 referente ao consumo médio entre os anos 1995 e 1997.

>>> Apoio à conversão tecnológica de aproximadamente 200 empresas nacionais para eliminação do CFC em equipamentos de refrigeração e na fabricação de espumas de poliuretano.

>>> Apoio ao desenvolvimento de normas técnicas ABNT para o setor de refrigeração.

>>> Capacitação de 24.678 técnicos no curso de boas práticas em refrigeração.

>>> Apoio à implantação de um sistema de recolhimento, reciclagem e regeneração de SDOs em todo o país composto de cinco centrais de regeneração e 120 unidades de reciclagem para fluidos frigoríficos.

>>> Distribuição de 2 mil equipamentos de recolhimento de fluidos frigoríficos.

>>> Distribuição de 360 máquinas para recolhimento e reciclagem de fluido frigorífico para o setor de manutenção de ar condicionado automotivo.

>>> Elaboração da estratégia de eliminação dos inaladores de dose medida (MDIs) produzidos com CFCs.

5.2 Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura

O Programa de Eliminação do Brometo de Metila no setor de Flores e Plantas Ornamentais no Brasil foi conduzido por uma parceria entre Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido). A iniciativa foi baseada não apenas na eliminação do brometo de metila nos cultivos, mas também no fornecimento de alternativas para tratamento do solo e desinfecção de substratos.

O processo de eliminação do brometo de metila teve início mesmo antes da implementação do Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura. O setor de fumo foi o primeiro alvo para a eliminação dessa substância.



Estudo concluído em 2004 apontou as principais regiões e os usos mais comuns do brometo de metila, utilizado para a desinfecção de solo e substratos no cultivo de flores e plantas ornamentais, controle de formigas e outras pragas

Eliminação do brometo de metila no setor de fumo

O primeiro passo dado foi o desenvolvimento de um projeto demonstrativo visando à seleção de uma tecnologia de produção adequada à realidade brasileira e livre de brometo de metila. Esse trabalho foi concluído em abril de 2000, em que foram testadas 11 alternativas de produção. Ao final, foi selecionada como mais viável a alternativa de produção de mudas em bandeja de polietileno (*floating tray system*) com células preenchidas com substrato e colocadas em lâmina de água. O teste revelou excelentes resultados econômicos, compensando inclusive custos adicionais da fase inicial de produção.

Após a conclusão do projeto demonstrativo, o Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Mon-

treal (FML) aprovou a doação de US\$ 2.344.440,00 para a implantação da nova tecnologia no setor. Os investimentos foram destinados à compra de equipamentos para 143.715 agricultores familiares, abrangendo 240 mil hectares de área plantada onde se eliminou o brometo de metila.

O trabalho no setor de fumo foi desenvolvido sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), em parceria com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido), Embrapa, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Espagri), sindicatos e associações ligadas ao setor.

Eliminação do brometo de metila na floricultura

Em novembro de 2002, foram aprovados mais US\$ 40.000,00 no FML para a realização de levantamento detalhado sobre o uso remanescente de

brometo de metila no Brasil. O estudo concluído em 2004 apontou as principais regiões usuárias e os usos mais comuns da substância. De acor-



O Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura atuou para a substituição do agrotóxico no processo de desinfecção de solos e substratos no cultivo de flores

do com esses resultados, ainda havia consumo remanescente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Mato Grosso do Sul, principalmente para a desinfecção de solo e substratos no cultivo de flores e plantas ornamentais, controle de formigas e outras pragas.

Com base nesse estudo, em julho de 2005 o governo brasileiro submeteu o Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura ao FML, que aprovou cerca de US\$ 2.000.000,00 para a eliminação de aproximadamente 230 toneladas de brometo de metila no Brasil. No âmbito desse projeto foram distribuídas caldeiras a

vapor e injetoras de vapor a cooperativas e associações de produtores de flores e plantas ornamentais de São Paulo e Pernambuco. Foram adquiridos cerca de mil coletores solares para distribuição às cooperativas e associações, incluindo agricultores familiares e produtores de flores e plantas ornamentais nos dois estados.

EXEMPLO PIONEIRO

O Núcleo de Produção de Mudanças da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, situado em São Bento do Sapucaí, é um exemplo de um viveiro que adotou o tratamento térmico em substrato para produção de mudas de árvores frutíferas. Nesse viveiro, os primeiros solarizadores, assim denominados os coletores no local, foram construídos em 1994. Desde 1998 o brometo de metila foi totalmente eliminado e substituído pelo coletor. Do ponto de vista fitossanitário, as mudas produzidas em substrato tratado pelo novo sistema apresentam a mesma qualidade, mas melhor desenvolvimento.



CONVERSÃO TECNOLÓGICA

À luz dos projetos vinculados ao Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila na Floricultura, o agrotóxico foi substituído pelo tratamento térmico.

COLETOR SOLAR

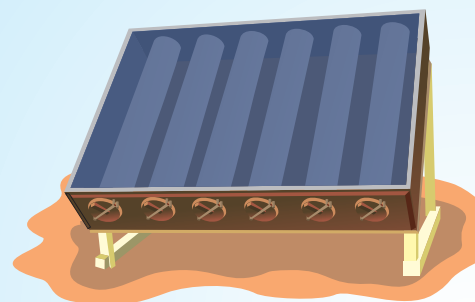
O equipamento para tratamento de substrato, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (Divisão de Engenharia Agrícola), consiste basicamente em uma caixa de madeira com tubos metálicos e uma cobertura de plástico transparente que permite a entrada dos raios solares. Cada coletor tem capacidade para tratar 120 litros de substrato por dia, colocado nos tubos por uma abertura superior, e após o tratamento de um dia de radiação plena é retirado pela parte inferior, por efeito da gravidade, podendo ser imediatamente utilizado. No caso do brometo, era necessário um período para aeração e eliminação dos resíduos do produto que eram tóxicos tanto para a planta como para o trabalhador que o manuseasse.



Arquivo Raquel Ghini

Equipamento desenvolvido pela Embrapa substitui o uso de brometo de metila pelo aquecimento solar no tratamento de substratos

FUNCIONAMENTO DO COLETOR SOLAR



1 Caixa de madeira com tubos metálicos e cobertura de plástico transparente que permite passagem de raios solares



2 Abertura superior permite que o agricultor coloque até 120 litros de substrato, que permanecem nos tubos do equipamento durante um dia de luz solar plena



3 Pela parte inferior da caixa, o trabalhador retira o substrato já desinfetado, que pode ser usado imediatamente para cultivo

Quando comparado com outros sistemas tradicionais de desinfecção (autoclaves, fornos a lenha ou aplicação de brometo de metila), o coletor solar apresenta diversas vantagens: não con-

some energia elétrica ou lenha, é de fácil manutenção e construção, não apresenta riscos para o operador e tem baixo custo de produção. Além disso, permite a sobrevivência de

microrganismos termotolerantes benéficos que impedem a reinfestação por patógenos, o que não ocorre nos tratamentos com brometo de metila e autoclaves, que esterilizam o solo.

CALDEIRAS E INJETORES DE VAPOR

Para o tratamento de solo, as associações receberam um kit formado por uma caldeira à lenha, com capacidade de produção de 600 kg/h de vapor, um injetor de vapor para aplicação no solo e mangueiras para o

funcionamento do equipamento. Esse sistema de injeção de vapor no solo permite atingir temperaturas de cerca de 70° C nos primeiros 20 cm de solo, onde são encontrados os principais patógenos.

No total, foram doadas 28 caldeiras a vapor e 27 injetores de vapor às associações para utilização pelos agricultores em um sistema de rodízio, de acordo com o consumo declarado de brometo de metila no período de 2002 a 2006.

FUNCIONAMENTO DAS CALDEIRAS



Preparo das mangueiras que vão levar o vapor para desinfecção do solo



Mantas de lona servem para não deixar escapar o calor da terra



A lenha é o combustível para esquentar a água nas caldeiras



A temperatura chega a 70° C nos primeiros 20 cm de solo, onde são encontrados os principais patógenos

TEMPERATURA SUBSTITUI BROMETO DE METILA

O calor foi escolhido como substituto do brometo de metila por não ser nocivo à saúde humana, não deixar resíduos e não afetar a camada de ozônio. As temperaturas elevadas são extremamente eficientes no controle de pragas e doenças, não eliminando microrganismos benéficos:



100° C
90° C

Algumas plantas daninhas resistentes ao calor
Virus resistentes ao calor

80° C
70° C

Maioria das sementes de daninhas; todas as bactérias fitopatogênicas; maioria dos vírus das plantas

60° C
50° C
40° C

Insetos de solo; maioria de bactérias fitopatogênicas; lavras, lesmas, centopeias, *fusarium*, *botrytis*, *rhizoctonia*, *pythium*, *sclerotium*, *sclerotinia*, *nematoides*



CAPACITAÇÃO DOS AGRICULTORES

O Programa englobou não só a doação de equipamentos com vistas à substituição do brometo de metila, mas também o acompanhamento técnico

e a capacitação dos agricultores. Esse acompanhamento técnico foi realizado entre 2007 e 2009 por uma equipe composta por um engenheiro agrônomo ge-

rente de projetos, dois técnicos em caldeira e cinco engenheiros agrônomos, um em cada região de abrangência do Programa.



Galpão para preparação de flores e plantas ornamentais, em Holambra (SP)

CAPACITANDO A EQUIPE TÉCNICA

Com a finalidade de prestar assistência técnica e realizar a capacitação dos agricultores para a substituição do brometo de metila pelas novas tecnologias em campo, os agrônomos e técnicos da equipe responsável pela condução do Programa foram capacitados nos assuntos listados abaixo:

TRATAMENTO DE SOLO COM VAPOR E USO DE INJETORES DE VAPOR

Duração: 6 dias

Conteúdo: Visita à Argentina, ao fabricante de injetores de vapor, para conhecimento teórico e prático sobre o funcionamento do equipamento e sobre o preparo e o tratamento de solo. Foram ainda visitados produtores que utilizavam o equipamento para tratamento de solo e substrato.

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CALDEIRA A VAPOR

Duração: 20 dias

Conteúdo: Os técnicos do Programa foram capacitados pelo fabricante das caldeiras a vapor no uso e na manutenção do equipamento. Agricultores receberam instruções em cursos, *workshops*, dias de campo e visitas técnicas, com abordagem de todas as etapas do processo de tratamento do solo.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Duração: 2 dias

Conteúdo: Orientações oferecidas por especialistas da Embrapa e do Comitê Técnico de Opções ao Brometo de Metila (Methyl Bromide Technical Options Committee, MBTOC) do Protocolo de Montreal sobre controle de pragas, doenças, material infestante, processos de armazenamento e de reutilização de solo ou substrato que evitam riscos de reinfestações.

PASTEURIZAÇÃO DE SUBSTRATOS E USO DE COLETORES SOLARES

Duração: 2 dias

Conteúdo: Treinamento sobre o uso dos coletores solares para pasteurização de substratos, determinação de local para instalação e manejo pós-tratamento, com observação de estratégias para evitar novas contaminações.



Utilização de caldeira a vapor para tratamento do solo

Após a equipe técnica ser capacitada, esta iniciou a capacitação dos agricultores. Cursos, *workshops*, dias de campo e visitas técnicas foram realizados por integrantes da equipe técnica, que treinavam tanto os agricultores como os funcionários em todo o processo de tratamento de solo e substrato. Foi ministrado um curso de 40 horas teóricas e 60 horas práticas para todos os produtores participantes do Programa, tendo como objetivo capacitá-

los quanto à segurança na operação de caldeiras, em cumprimento à Portaria NR nº 13 do Departamento de Segurança e Saúde do Trabalhador.

Todos os produtores contemplados pelo Programa receberam capacitação no uso do vapor no tratamento de solo e no manejo integrado de pragas, apresentando excelentes resultados ao fornecer soluções aos diferentes pro-

blemas encontrados no dia a dia do agricultor. A capacitação foi complementada com dias de campo com o fabricante do injetor e um *workshop* de manejo integrado de pragas com especialistas da Embrapa e do Comitê Técnico de Opções ao Brometo de Metila do Protocolo de Montreal, os mesmos que anteriormente haviam capacitado os integrantes da equipe de agrônomos e técnicos de campo.

RESULTADOS

O Programa Nacional de Eliminação do Brometo de Metila no setor da floricultura alcançou resultados expressivos, devido principalmente à aceitação pelos agricultores. Como exemplos desses resultados podemos citar:

- >>> 28 caldeiras, 27 injetores de vapor e 1.000 coletores solares para tratamento de solo e substrato foram distribuídos para associações de agricultores.
- >>> 1,2 milhão de m² de solo foram tratados com uso do vapor, equivalendo à eliminação de 108 toneladas de brometo de metila.
- >>> 21.000 m³ de substrato foram tratados com os coletores solares, equivalendo à eliminação de 22,4 toneladas de brometo de metila.
- >>> 1.468 visitas técnicas para treinamento e acompanhamento das atividades foram realizadas pelos agrônomos da equipe do Programa.
- >>> 800 pessoas (entre agricultores e funcionários) foram capacitadas em manejo integrado de pragas, operação de caldeiras e utilização dos equipamentos.
- >>> 548 visitas para avaliar o funcionamento dos equipamentos e capacitar agricultores e funcionários em seu manejo foram realizadas.
- >>> 165 agricultores foram contemplados com as novas alternativas para tratamento de solo, e atualmente difundem a tecnologia para outros agricultores que necessitam tratar o solo ou substrato.
- >>> 11 reuniões com associações e 7 *workshops* realizados.
- >>> 5 agrônomos capacitados em manejo de caldeiras, injetores de vapor, coletores solares e manejo integrado de pragas.



5.3 Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs

5.3.1 Histórico

Em setembro de 2007, o Protocolo de Montreal iniciou uma nova fase voltada para a eliminação da produção e do consumo dos HCFCs. Por meio da Decisão XIX/6, as partes do Protocolo optaram pela antecipação dos prazos de eliminação dos HCFCs, impondo aos Estados parte o comprometimento de cumprir um novo cronograma de eliminação dessas substâncias.

	Linha de base	Congelamento	2010	2015 ¹	2020 ²	2025 ³	2030	2040
Países Artigo 5*	Consumo: média 2009/2010	2013		10,0%	35,0%	67,5%	97,5%	100,0%
	Produção: média 2009/2010							
Países Artigo 2**	Consumo de HCFC em 1989 + 2,8% do consumo de CFC em 1989	1996	75%	90%	99,5%		100%	
	Produção: média da produção de HCFC de 1989 + 2,8% da produção de CFC em 1989							

¹ Limite para as partes do Artigo 2 encaminharem a possibilidade ou necessidade de uso essencial de 5% para serviços.

² Limite para as partes do Artigo 5 encaminharem a possibilidade ou necessidade de uso essencial.

³ Limite para as partes do Artigo 5 revisarem a necessidade de 2,5% dos serviços.

* Países em desenvolvimento definidos pelo Artigo 5 do Protocolo de Montreal.

** Países desenvolvidos definidos pelo Artigo 2 do Protocolo de Montreal.



Estabelecimentos comerciais utilizam o HCFC-22 como fluido refrigerante

O Brasil iniciou a elaboração da estratégia de eliminação dos HCFCs em 2008 para atender ao cronograma de eliminação definido pelo Protocolo de Montreal. Entre os anos de 2009 e 2011 a proposta de estratégia passou por amplo processo de debates e discussões. Para contribuir com a elaboração e a execução das ações

para eliminação dos HCFCs foi criado o Grupo de Trabalho HCFCs (GT-HCFCs) por meio das Portarias MMA nº 41, de 25 de fevereiro de 2010, e nº 319, de 30 de agosto de 2010, que conta com representantes dos setores público e privado envolvidos com o tema. O processo de debates e discussões foi finalizado somente após

a realização de consulta pública promovida pelo Ministério do Meio Ambiente, aberta à manifestação de qualquer interessado. Em fevereiro de 2011, o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH) foi aprovado pelo Comitê Executivo Interministerial para a Proteção da Camada de Ozônio (Prozon).

Em julho de 2011, durante a 64ª reunião, o Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (ExCom) aprovou recursos no valor de US\$ 19.597.166,00, a serem doados a fundo perdido para auxiliar na redução do consumo dos HCFCs no Brasil. O PBH foi então instituído no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima pela publicação da Portaria nº 212, de 26 de junho de 2012.

Coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), o PBH tem apoio do Ibama e dos Ministérios integrantes do Prozon e conta com as parcerias do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), como agência implementadora líder, da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da GIZ e, mais recentemente, da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido), que executam ações do Programa e por meio das quais são acessados os recursos financeiros doados pelo Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (FML).





Indústria de autopeças beneficiária do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs

5.3.2 Finalidade

O PBH tem por objetivo viabilizar o congelamento e a redução do consumo brasileiro de HCFCs, tendo como linha de base a média do consumo dos anos 2009 e 2010, de 1.327,30 t PDO. Nesse contexto, as ações previstas para a eliminação dos HCFCs no PBH estão divididas em duas etapas:

ETAPA 1 – Estabelecer diretrizes, objetivos e metas específicas para a redução do consumo de 220,3 t PDO (16,6 % da linha de base) até o ano 2015 por meio de atividades de conversão industrial, assistência técnica e ações regulatórias nos setores de espumas de poliuretano e de serviços de refrigeração.

ETAPA 2 – Estabelecer diretrizes para redução de 1.107,3 t PDO de HCFCs até o ano 2040 para todos os setores produtivos usuários dessas substâncias.

Na etapa 1, até 2015 será priorizada a conversão tecnológica

de indústrias do setor de espumas que utilizam o HCFC-141b como agente de expansão. A prioridade se deve ao alto poder de destruição do ozônio (PDO) dessa substância em relação a outros hidroclorofluorcarbonos e por haver alternativas econômica, tecnológica e ambientalmente viáveis já desenvolvidas. Adicionalmente, serão efetuados cortes no consumo de HCFC-22 no setor de serviços, com a implementação de melhor controle de vazamento em instalações de refrigeração de supermercados. Dessa forma, para a etapa 1 o PBH visa:

- I) eliminar o consumo de 1,5 t PDO de HCFC-22 em todos os setores por meio de ações regulatórias;
- II) eliminar o consumo de 168,8 t PDO de HCFC-141b no setor de espumas de poliuretano por meio de conversão tecnológica das empresas atuantes nesse setor;
- III) eliminar o consumo de 50 t PDO de HCFC-22 no setor de serviços.



Laboratório de empresa produtora de formulações de sistemas de espumas de poliuretano para a indústria de refrigeração. A iniciativa privada é parceira do governo no cumprimento de metas de eliminação dos HCFCs



Demonstração de reação provocada por agente de expansão na produção de espumas

5.3.3 Ações regulatórias

O marco inicial da estratégia de eliminação dos HCFCs foi a Instrução Normativa Ibama nº 207, de 2008, que possibilitou controlar as importações de HCFCs e misturas contendo a substância

no período entre 2009 e 2012. Com a necessidade de cumprir com as metas do Protocolo de Montreal para 2013 e 2015, o Ibama publicou a Instrução Normativa nº 14, de 20 de de-

zembro de 2012. Essa IN dispõe sobre o controle das importações de HCFCs e misturas contendo a substância com o intuito de diminuir o consumo dos HCFCs em 16,6% até 2015.

5.3.4 Projetos de conversão industrial no setor de espumas

Por meio de 32 projetos de conversão industrial serão eliminados 168,8 t PDO de HCFC-141b no setor de manufatura de espumas de poliuretano (PU) até 2015. Os recursos do FML serão aplicados na conversão de empresas de capital nacional que operam nos subsetores de espuma de poliuretano rígido (aplicação de painéis contínuos, aquecedores solares, recipientes térmicos (*thermoware*), revestimento em

canos e embalagens), espuma flexível moldada e pele integral.

O apoio técnico e financeiro provido pelo Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal auxiliará às empresas nos processos de conversão tecnológica para que suas atividades continuem competitivas e economicamente viáveis.

Os projetos são implementados de forma individual ou em grupo. Os projetos em grupo têm como característica serem gerenciados por uma casa de sistema que, após convertida, fica responsável por auxiliar na conversão de empresas que adquirem suas formulações. Os projetos individuais normalmente são realizados em empresas que apresentam consumo de HCFC-141b superior a 25 t PDO.



Produção de painéis contínuos utilizando hidrocarboneto em substituição ao HCFC-141b

SETORES CONTEMPLADOS NA PRIMEIRA ETAPA DO PBH

Na manufatura de espuma de poliuretano, a estratégia brasileira contempla a implementação de projetos de conversão industrial nos seguintes setores:

- a) setor de painéis contínuos de espumas de PU para a eliminação de 32,4 t PDO de HCFC-141b: projetos individuais;
- b) setores de espumas de pele integral e flexíveis moldadas para a eliminação de 47,56 t PDO de HCFC-141b: projetos individuais e em grupo;
- c) setores de espumas de pele integral e espumas flexíveis moldadas para a eliminação de 39,25 t PDO HCFC-141b: projetos em grupo (casas de sistema);
- d) setores de PU rígido: aquecedores solares, recipientes térmicos (*thermoware*), revestimento em canos (*pipe in pipe* – PIP) e embalagens para a eliminação de 49,60 t PDOs.

Em relação às tecnologias a serem adotadas, cabe às empresas a seleção daquela mais adequada às suas necessidades, observando os critérios do Protocolo de Montreal:

- ▶ potencial de destruição do ozônio igual a zero;
- ▶ potencial de aquecimento global (GWP) menor que 25. Caso a empresa opte por utilizar substâncias com alto GWP em substituição ao HCFC-141b, ficará responsável pela sua eliminação quando tecnologia adequada de baixo GWP estiver disponível.

No setor de serviço de refrigeração, a estratégia brasileira contempla ações de sensibilização e treinamentos relacionados às boas práticas na refrigeração para a redução dos vazamentos com base nas seguintes ações:

- a) treinamento de 4.800 técnicos que atuam na instalação e na manutenção de sistema de refrigeração em supermercados;
- b) treinamento de 100 técnicos que atuam na instalação e manutenção de aparelhos de ar condicionado split;
- c) elaboração de publicações técnicas e criação de website para divulgação de conteúdos;
- d) desenvolvimento e disponibilização de sistema online para armazenamento e gerenciamento de dados de consumo de fluidos frigoríficos;
- e) projetos demonstrativos de contenção de vazamentos em 5 supermercados.

SDO	Setor	Aplicação	Consumo a ser eliminado (t SDO) (Financiado pelo Fundo)	Consumo a ser eliminado (t PDO) (Financiado pelo Fundo)
HCFC-141b	Manufatura de PU	Painéis contínuos	294,10	32,4
		Pele integral / flexíveis moldadas	789,21	86,8
		PU rígido	450,91	49,6
Subtotal			1.534,22	168,8
HCFC-22	Ação regulatória	Refrigeração e ar-condicionado	26,70	1,5
	Serviços	Refrigeração e ar-condicionado	909,09	50,0
Subtotal			935,79	51,5
Total			2.470,01	220,3

5.3.5 Projetos para o setor de serviços de refrigeração e ar condicionado

Na primeira etapa do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), o gerenciamento de bancos de SDOs terá como prioridade o setor de serviços de refrigeração, que responde pela manutenção de equipamentos usados em diversos segmentos, com destaque para os supermercados na refrigeração comercial, que inclui sistemas frigoríficos de vários portes, unidades autônomas, *vending machines*, demonstradores (*displays*), balcões e ilhas refrigeradas. As ações também abrangem a refrigeração doméstica, com destaque para manutenção em aparelhos de ar condicionado tipo *split*.

OS MAIORES CONSUMIDORES

A manutenção em supermercados consumiu, em 2009, 6.054 toneladas métricas de HCFC-22. Isso equivale a 88% da quantidade consumida em serviços na refrigeração comercial. O restante corresponde aos demais usuários de equipamentos de refrigeração. Considerando que o consumo brasileiro de HCFC-22 em 2009 foi de cerca de 13.700 toneladas métricas, este valor corresponde a aproximadamente 44% do consumo brasileiro de HCFC-22.





O PBH prevê ações de treinamento e capacitação de profissionais do setor de serviços na área de refrigeração e ar condicionado (RAC). As ações previstas têm como objetivo:

- ▶ Aplicar boas práticas de refrigeração durante a instalação, a manutenção e o reparo de sistemas de refrigeração e ar condicionado, com a utilização de procedimentos adequados, incluindo questões de segurança.
- ▶ Aplicar as boas práticas no recolhimento e na reciclagem de fluidos frigoríficos, com utilização de ferramentas e procedimentos adequados.
- ▶ Executar projetos demonstrativos de contenção de vazamentos de HCFC-22 em sistemas de refrigeração de supermercados.

Nesse contexto, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da GIZ, com o apoio da Associação Brasileira de Supermercados (Abras), vem promovendo capacitação e treinamento de profissionais do setor para a realização das boas práticas na refrige-

ração comercial em supermercados. O programa também prevê a capacitação e treinamento de profissionais da refrigeração doméstica para a realização de instalação e manutenção de aparelhos de ar condicionado do tipo *split*. O objetivo principal é a difusão de técnicas que permitam a redução das perdas de fluidos frigoríficos e também da necessidade de manutenção dos equipamentos de refrigeração e ar condicionado, melhorando a eficiência e diminuindo os custos de operação e manutenção. Na primeira etapa do PBH, essa meta será atingida com a capacitação de 4.900 mecânicos e técnicos de refrigeração até 2015. A expectativa é diminuir o consumo em 51,5 toneladas PDO de HCFC-22.

As atividades ocorrerão em cinco estados das cinco regiões do país. A escolha das parcerias regionais levou em conta a capacidade técnica, a experiência e a infraestrutura local das instituições de ensino profissionalizante. Quarenta instrutores das instituições escolhidas foram treinados e terão a responsabilidade de ministrar cerca de 305 cursos.

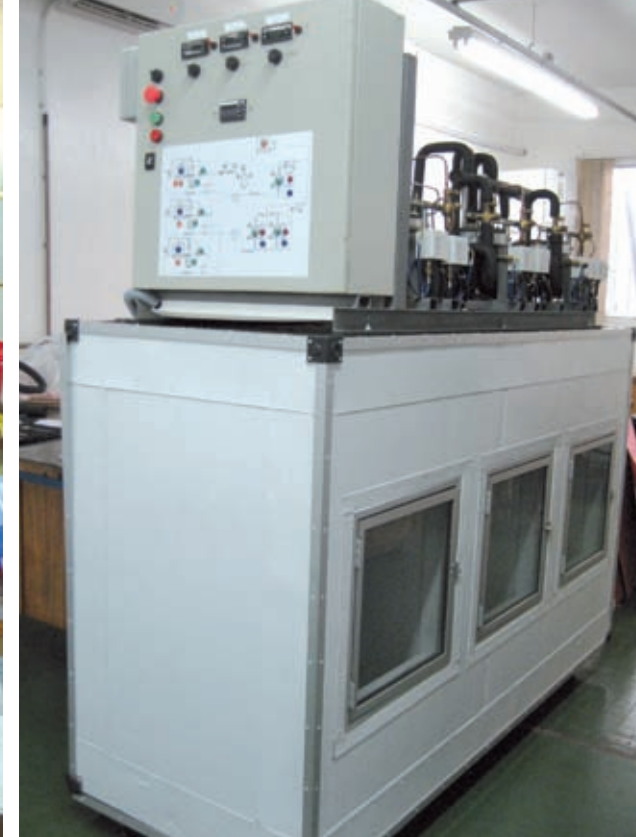


TABELA 7 – CURSOS A SEREM REALIZADOS POR REGIÃO/ESTADO

Região	Estado	Refrigeração Supermercados (1)	Ar condicionado Split (2)	Instituição profissionalizante
NORTE	Amazonas	384	20	Senai-AM
NORDESTE	Bahia	1.280	20	IFBA
CENTRO-OESTE	Goiás	384	20	Senai-GO
SUDESTE	São Paulo	752		A ser definido
	Minas Gerais	1.280	20	Senai-MG
SUL	Rio Grande do Sul	720	20	Senac/Senai-RS
BRASIL		4.800	100	

(1) Número de alunos a serem treinados para operação, manutenção e reparos de equipamentos de refrigeração e ar condicionado de supermercados.

(2) Número de alunos a serem treinados para instalação e manutenção de aparelhos de ar condicionado do tipo *split*.

Os cursos têm duração de 24 horas, sendo compostos por 85% de atividades práticas e 15% de teoria. Nos cursos são introduzidas e reforçadas técnicas e procedimentos que contribuem para a redução das perdas de fluidos frigoríficos para a atmosfera, muito comuns nas instalações de refrigeração de supermercados.

Para o adequado treinamento e capacitação, foi elaborado um manual de boas práticas com o objetivo de servir de guia e orientação para os profissionais do setor, visando a fortalecer a cultura de recolhimento, reciclagem e regeneração. O manual trata principalmente da detecção e da eliminação dos vazamentos de fluidos frigoríficos para atmosfera e descreve procedimentos e técnicas para essa finalidade. Trata de temas como segurança na refrigeração, manuseio de fluidos frigoríficos, manutenção preventiva e operação do sistema de refrigeração, com orientação para o acompanhamento contínuo e o registro de informações.

TABELA 8 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Norma	Título
ABNT NBR 16255/2013	Sistema de refrigeração para supermercados – diretrizes de projeto, instalação e operação.
ABNT NBR 16186/2013	Refrigeração comercial, detecção de vazamentos, contenção de fluido refrigerante, manutenção e reparos.
ABNT NBR 13598/2011	Vasos de pressão para refrigeração.
ABNT NBR 15976/2011	Redução das emissões de fluidos refrigerantes halogenados em equipamentos de refrigeração e ar condicionado – requisitos gerais e procedimentos.
ABNT NBR 15960/2011	Fluidos refrigerantes – recolhimento, reciclagem e regeneração (3R).
ABNT NBR 16069/2010	Segurança em sistemas refrigerantes.

A parceria entre MMA, GIZ e Abras será responsável pela realização de cinco projetos demonstrativos, contemplando um supermercado por região do Brasil. Os projetos visam apresentar procedimentos que melhorem a estanqueidade dos sistemas de refrigeração e ar condicionado com

a substituição de peças antigas e ineficientes e por meio da demonstração de rotinas de manutenção e operação que contribuam para diminuição ou eliminação dos vazamentos de HCFC-22. Os resultados publicados contribuirão para que o setor de supermercados possa adotar medidas semelhantes.

A Tabela 8 apresenta algumas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), elaboradas no âmbito do CB-55 (Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento).

5.3.6. Estratégias futuras

Para o período compreendido entre 2015 e 2040, será elaborada nova estratégia para continuidade do alcance das metas do Protocolo de Montreal, conforme cronograma apresentado no item 5.3.1. Algumas estratégias previstas estão listadas a seguir:

Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e tem como um de seus instrumentos a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Espera-se que, ao final da vida útil, os equipamentos domésticos que contêm SDOs sejam objeto de manufatura reversa e que as SDOs impuras sejam destinadas adequadamente.



O recolhimento de sucatas está previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, que prevê a responsabilidade compartilhada na destinação de produtos descartados



Detalhe do desmanche de geladeiras. Equipamentos domésticos que contêm SDOs devem passar pelo que se denomina manufatura reversa



Após separação, peças de ferro, aço, alumínio e plástico são trituradas e transformadas em matéria-prima para diversos setores industriais



Fotos: Indústria e Comércio; Fox de Reciclagem e Proteção ao Clima Ltda

Em apoio à PNRS foi implantado no Brasil uma planta industrial para a reciclagem de refrigeradores. O equipamento de reciclagem foi doado pelo governo alemão, por meio de um projeto de cooperação com o governo brasileiro. O equipamento é capaz de extrair o fluido refrigerante (CFCs, HCFCs, HCs, HFCs) contido no circuito de refrigeração e o agente de expansão contido na espuma de poliuretano de isolamento térmico (CFCs, HCFCs e HCs). Após a extração dessas substâncias, todos os materiais remanescentes (poliuretano, metais ferrosos, cobre, alumínio, materiais sintéticos, vidros, cabos, compressores, mercúrio, etc.) são separados e encaminhados para a reciclagem, destinação ou disposição final.

A segunda etapa do PBH tratará também do manejo e da destinação dos resíduos de SDOs recolhidos após manutenção ou descarte de produtos e equipamentos contemplando a infraestrutura necessária, normas, procedimentos, capacitação para o manuseio, identificação dos resíduos, armazenamento e transporte para destruição.

Ibama e Receita Federal têm aparatos legais e equipamentos para identificar substâncias que destroem a camada de ozônio e evitar o comércio ilícito



6 *Ações de controle executadas no Brasil*

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) é a instituição responsável pelo controle da produção, da importação, da exportação e do consumo das substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs) no país. O Instituto estabelece as cotas de importação das substâncias, é responsável pela anuência de licenças de importação e pelo cadastro de todas as pessoas físicas e jurídicas manipuladoras de SDOs, realiza o monitoramento do comércio e utilização des-

as substâncias e atua na fiscalização do setor, garantindo que o Brasil atenda aos limites estabelecidos pelo Protocolo e pela legislação brasileira.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, instituiu o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF), gerenciado pelo Ibama. O Cadastro tem por objetivo prover informações sobre pessoas físicas e jurídicas que interferem direta ou indiretamente no meio ambiente, impactando sua quali-

dade, assim como sobre as atividades potencialmente poluidoras que realizam e as matérias-primas, produtos e resíduos dos processos produtivos. As empresas importadoras e exportadoras de SDOs estão sujeitas ao controle do Ibama, que tem sob sua anuência todas as importações e exportações de SDOs e misturas, além de algumas substâncias alternativas às SDOs e outras classificadas como de “fuga” (assim consideradas pela possibilidade de encobrirem o comércio ilícito).

O CTF/Ibama estabelece as categorias (Tabela nº 9) nas quais as empresas que produzem, utilizam ou manuseiam as substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal devem estar cadastradas.

Desde 2009, todos os serviços do CTF/Ibama relacionados ao Protocolo de Montreal – como solicitação de importação, prorrogação de licenças, preenchimento e entrega de relatórios – contam com sistema informatizado próprio e são realizados por meio da internet.

TABELA 9 – CATEGORIA DAS EMPRESAS CONFORME ATIVIDADES E SERVIÇOS REFERENTES A SUBSTÂNCIAS CONTROLADAS PELO PROTOCOLO DE MONTREAL

Atividade	Categoria	Código	Descrição	TCFA*
Recolhedor, reciclador, regenerador, incinerador	Serviços de utilidade	17 – 56	Tratamento e destinação de resíduos industriais líquidos e sólidos – substância controlada pelo Protocolo de Montreal	Sim
Importador, exportador, comércio	Transporte, terminais, depósitos e comércio	18 – 10	Comércio de produtos químicos e produtos perigosos – produtos e substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal, inclusive importação e exportação	Sim
Transportador	Transporte, terminais, depósitos e comércio	18 – 20	Transporte de cargas perigosas – Protocolo de Montreal	Sim
Usuário	Outros serviços	21 – 3	Utilização de substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal	Não

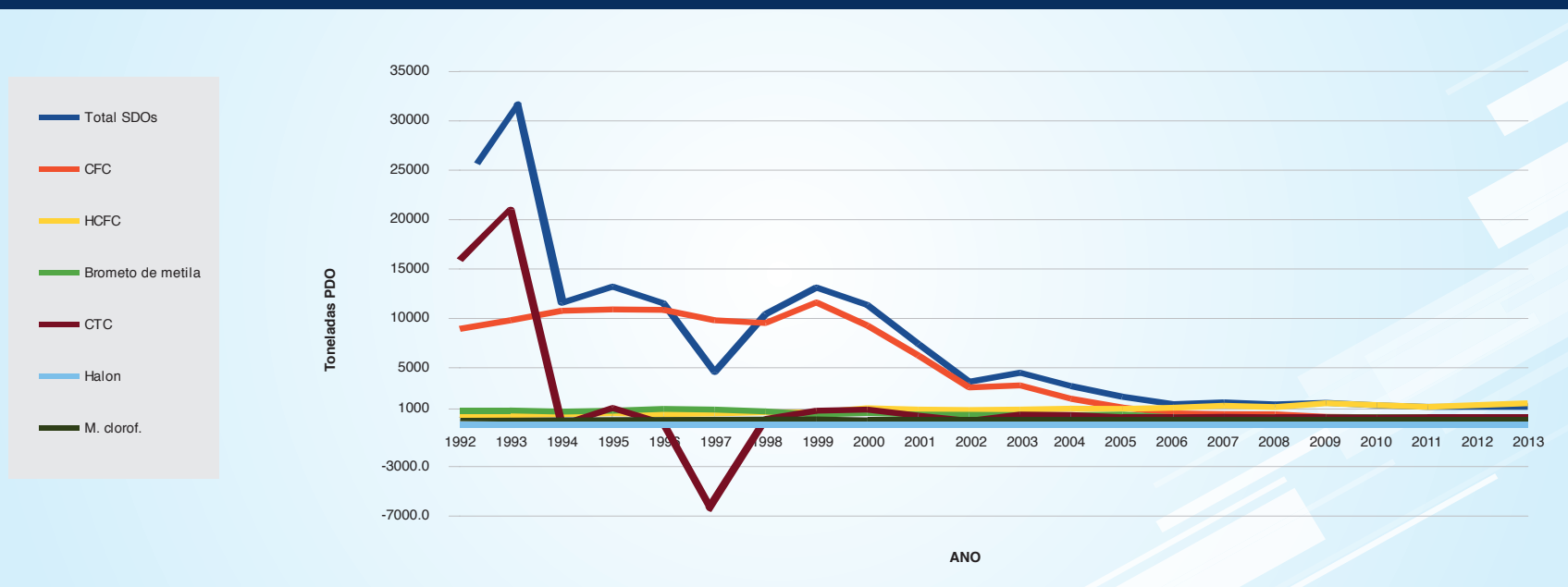
Fonte: CTF/Ibama

* TCFA: Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental

TABELA 10 – CONSUMO (tPDO) DE SUBSTÂNCIAS QUE DESTROEM A CAMADA DE OZÔNIO (SDOs) NO BRASIL

Ano	Total SDOs	CFC	HCFC	Brometo de Metila	CTC	Halon	M. Clorof.	HBFC
1992	26560	8933,6	220	688,2	15907	62	750	0
1993	32578	9817,8	219	686,6	20455	36	1364	0
1994	11572	10778,2	315	564,3	-759	20	655	0
1995	13214	10895,7	401	667	933	20	297	0
1996	11519	10872	304	844,6	-648	22	123	0
1997	4569	9809,7	373	756,6	-6397	22	4	0
1998	10420	9542,9	483	578,3	-195	10	0	0
1999	13126	11612	476	275,5	662	3	97	0
2000	11376	9275,1	903	430,7	767	0	0	0
2001	7412	6230,9	756	257,6	163	4,6	0	0
2002	3589	3000,6	716	238,5	-386	20	0	0
2003	4485	3224,3	766	218,6	274	2,1	0	0
2004	3150	1870,5	858	191,2	222	9	0	0
2005	2077	967,2	847	259,5	0	3	0	0
2006	1336	376,8	954	0	0	5	0	0
2007	1509	305,3	1151	0	50	1,6	0	0
2008	1305	284,3	1021	0	0	0	0	0
2009	1462	46,9	1416	0	0	0	0	0
2010	1207	-13,8	1239	0	-18	0	0	0
2011	1046	0	1046	0	0	0	0	0
2012	1388	0	1388	0	0	0	0	0
2013	1189	0	1189	0	0	0	0	0

GRÁFICO DO CONSUMO TOTAL DE SDOs (1992 / 2013)



Estação Antártica Comandante Ferraz, base científica brasileira localizada na baía do Almirantado, na ilha Rei George, Península Keller. Esse é um dos locais onde são feitas medições da camada de ozônio



7 Pesquisas realizadas no Brasil sobre a camada de ozônio

7.1 Atuação do Inpe

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), iniciou estudos científicos sobre a camada de ozônio em 1974, ano em que chegou ao Brasil o primeiro instrumento de medição, o espectrofotômetro Dobson, instalado em Cachoeira Paulista (SP). O mesmo modelo de equipamento foi também instalado, em 1978, na unidade do Inpe em Natal. Em 1985, o Inpe criou o Laboratório de Ozônio, em São José dos Campos (SP), passando a gerenciar dados que antes eram coletados e repassados para a Organização

Mundial de Meteorologia. Em 1995, seus pesquisadores detectaram o aparecimento do buraco na camada de ozônio sobre a América do Sul, em Punta Arenas, no Chile. Como recompensa pela descoberta, em 2004 o laboratório recebeu o “Prêmio Realização de Grupo”, oferecido pela Nasa, a Agência Espacial dos Estados Unidos da América.

Desde 1990 o Inpe monitora a concentração total da camada de ozônio com instrumentação de superfície e sensores alocados em balões capazes de medições a até 32 km de altura.

AS RADIAÇÕES ULTRAVIOLETAS

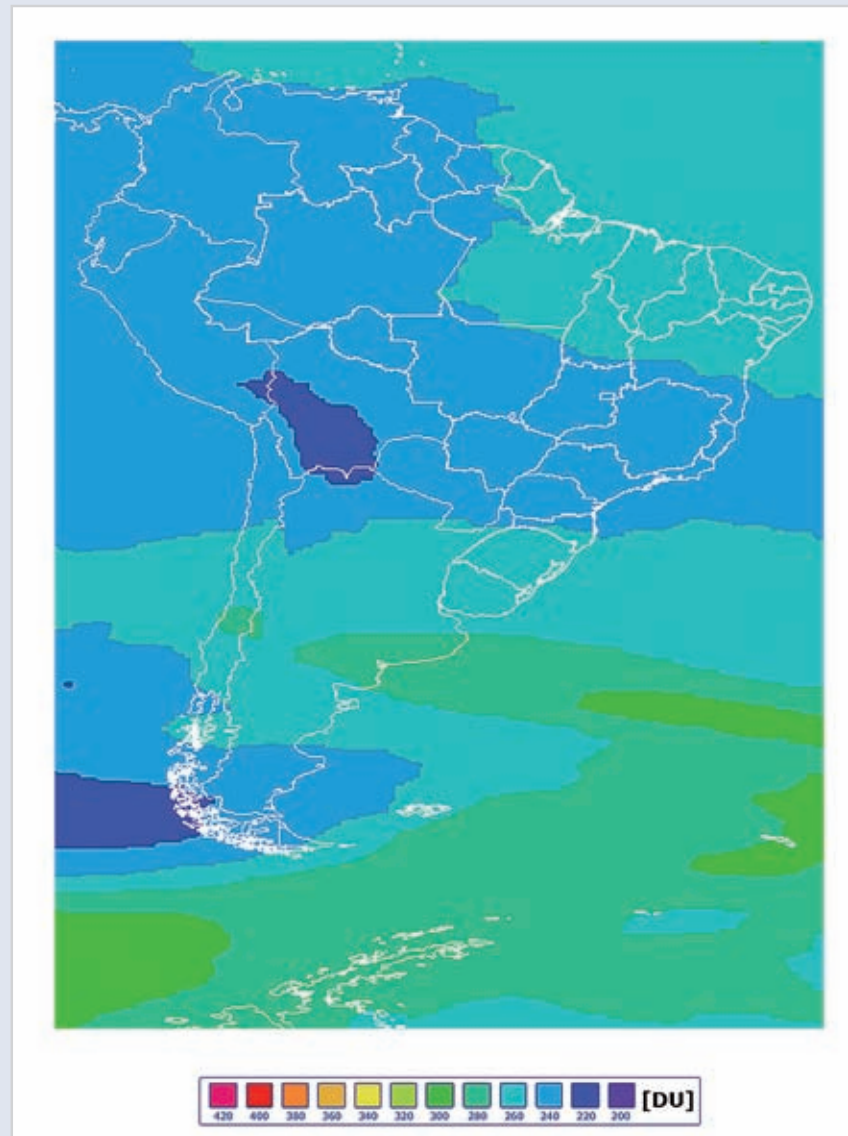
O índice ultravioleta (IUV) é a medida dos raios UV que incidem sobre a superfície da Terra, calculado a partir de dados sobre a concentração de ozônio na atmosfera, altitude da localidade, horário do dia, estação do ano, condições atmosféricas e tipo de superfície (areia, neve, água, concreto, etc.).

O IUV representa o valor diário da radiação ultravioleta. O valor máximo ocorre em torno do meio-dia local, horário de máxima intensidade de radiação solar. O índice UV varia em função da época do ano, com a latitude e com a cobertura de nuvens. Quando a previsão do índice UV é divulgada é sempre considerando as condições locais sem nuvens.

Além das aferições por sondas, realiza o monitoramento em tempo quase real do ozônio no Brasil, bem como de radiações ultravioleta (UV) por meio de sensoriamento remoto.

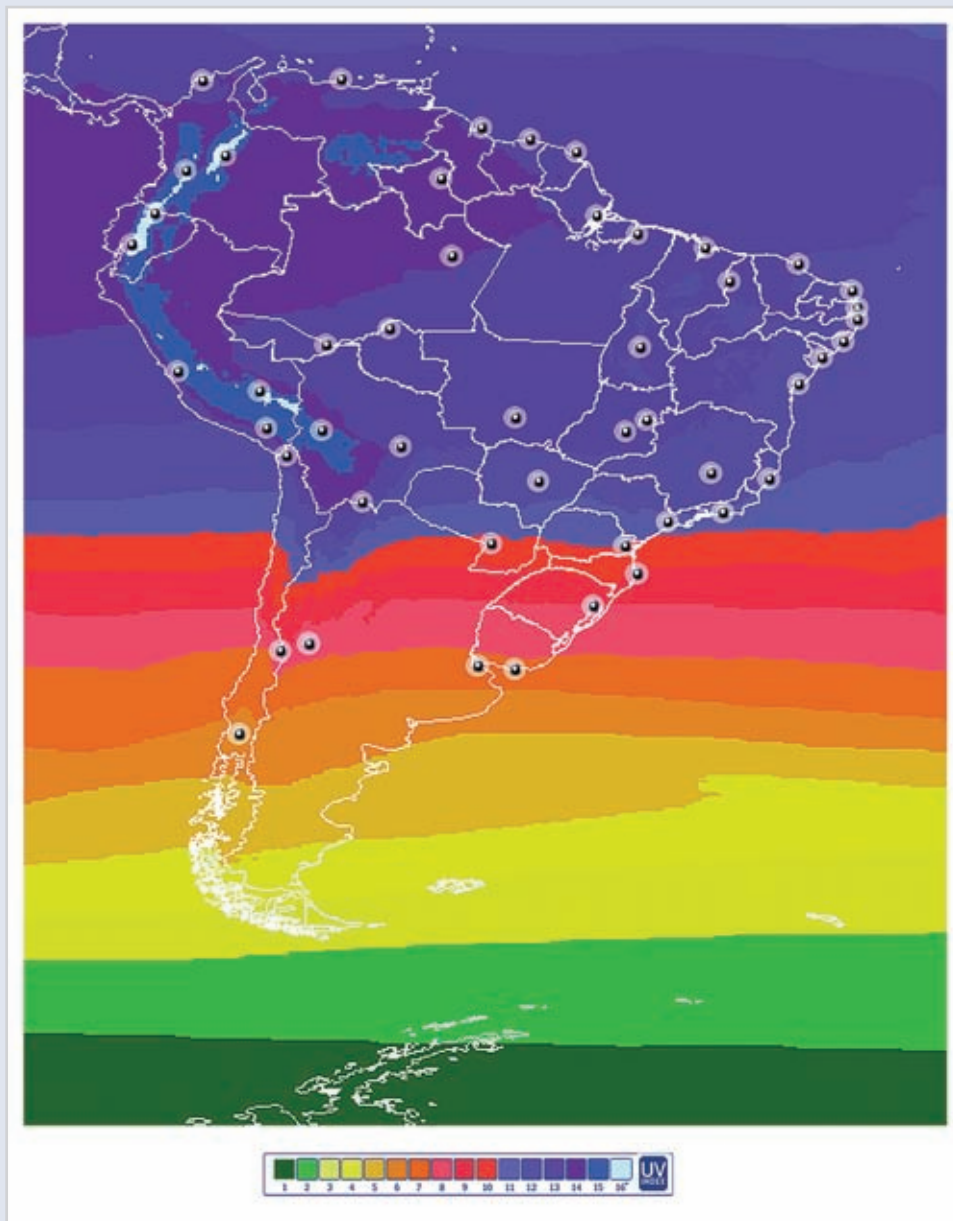
As medições da camada de ozônio são realizadas em várias latitudes brasileiras. Atualmente, são feitas em laboratórios das unidades do Inpe em Natal/RN (desde 1996), Cuiabá/MT (desde 1998), Cachoeira Paulista/SP (desde 1997), Santa Maria/RS (desde 1992) e na Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), base científica brasileira localizada na baía do Almirantado, na ilha Rei George, Península Keller. Também são realizadas medições em colaboração com a Universidade de Santa Maria (RS), Universidade de San Andrés, em La Paz (Bolívia) (desde 1996), Universidade de Magallanes, em Punta Arenas (Chile) e Base Aérea Militar de Rio Gallegos (Argentina), que monitora a camada de ozônio desde 2007. Uma nova infraestrutura tecnológica completa para análise e armazenamento de dados está sendo montada no Centro Regional do Nordeste do Inpe, em Natal.

MONITORAMENTO DO OZÔNIO E DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NO BRASIL



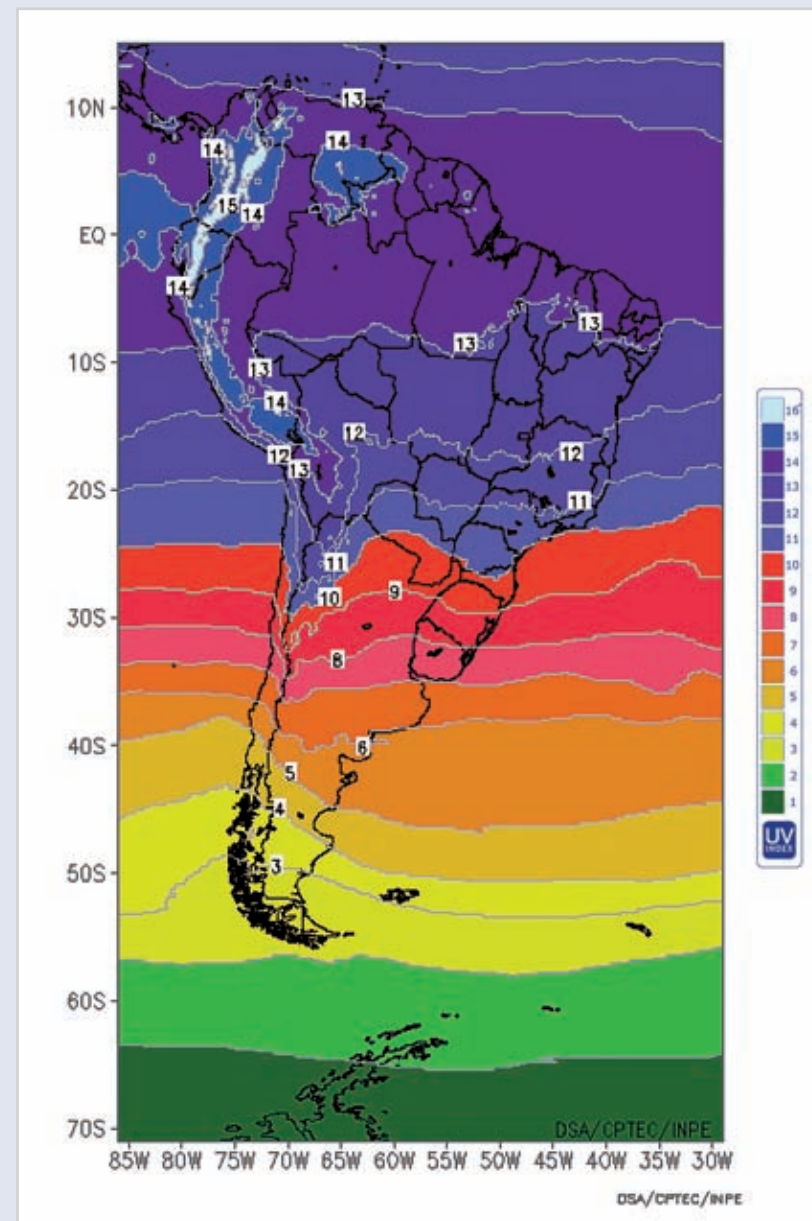
Fonte: Inpe, 2014

(a) Previsão do conteúdo de ozônio para o dia 25/03/2014 (Unidades Dobson - DU)



Fonte: Inpe, 2014

(b) Previsão do índice ultravioleta (IUV) máximo para o dia 25/03/2014



Fonte: Inpe, 2014

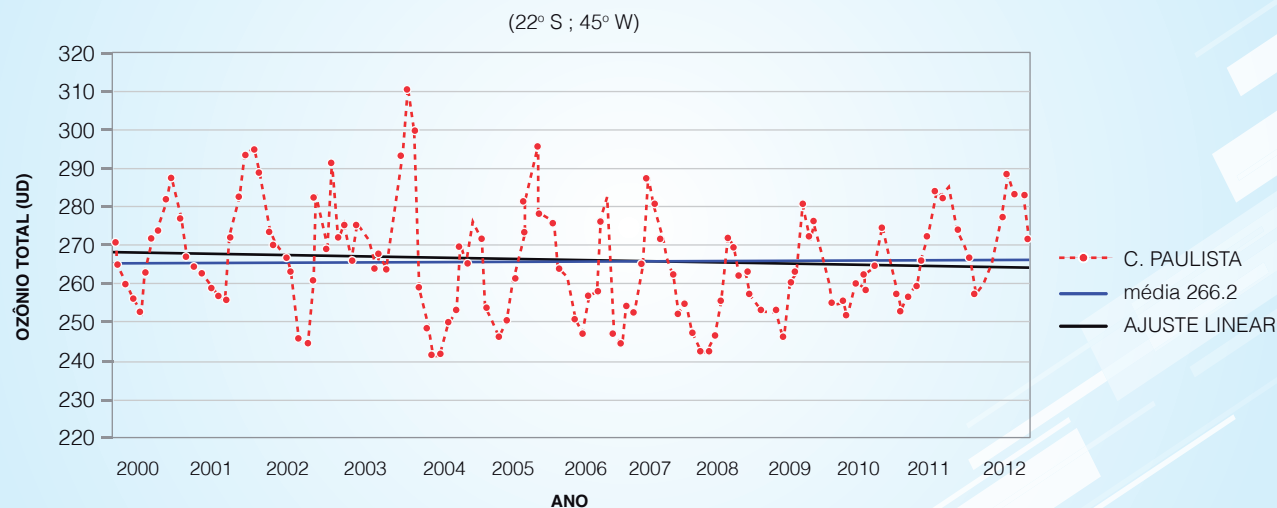
(c) Índice ultravioleta do dia 25/03/2014

VARIAÇÕES NA CAMADA DE OZÔNIO SOBRE O BRASIL

Análises do Inpe de 2000 a 2012 foram apresentadas na “9th Meeting of the Ozone Research Managers of the Parties to the Vienna Convention”, em Genebra, em maio de 2014 e fazem parte do “Report of the 9th Meeting of the Ozone Research Managers of the Parties to the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer”, 2014.

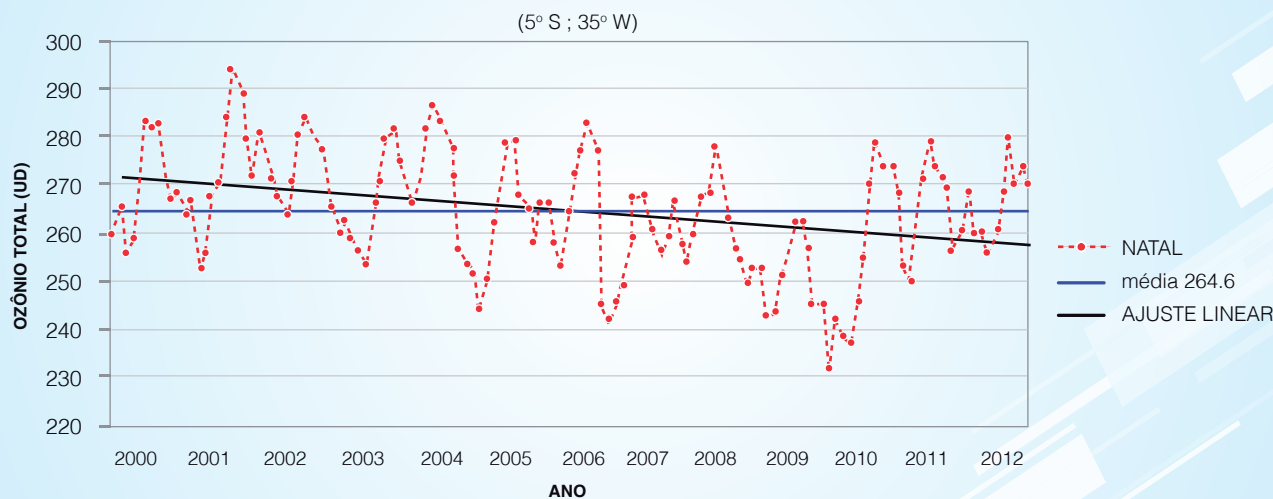
O documento mostra as médias mensais da concentração da camada de ozônio no período de 2000 a 2012 (linha preta e pontos vermelhos). De acordo com as figuras, é possível observar que a concentração da camada de ozônio sobre Natal varia bastante em torno da média. A tendência observada é de um pequeno decréscimo na concentração de O_3 nos últimos anos (linha preta). Isso também ocorreu na década de 1990, quando a camada de ozônio apresentou concentração de O_3 da média, tendo se recuperado em 2000. Sobre a região de Cachoeira Paulista, a concentração de O_3 ficou mais estável no decorrer dos anos de estudo.

GRÁFICO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL DA CAMADA DE OZÔNIO SOBRE CACHOEIRA PAULISTA, SP



Fonte: Inpe, 2014

GRÁFICO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL DA CAMADA DE OZÔNIO SOBRE NATAL, RN



Fonte: Inpe, 2014

INSTRUMENTOS

O Inpe monitora a camada de ozônio por instrumentos de solo e sondas acopladas em balões. São dois tipos de espectrofotômetros, o Dobson e o Brewer:

- ▶ O espectrofotômetro Dobson é um instrumento que mede a concentração total da coluna vertical do ozônio, usando medidas da variação da radiação UV, na atmosfera, em dois comprimentos de onda (305,5 nm e 325,4 nm). Opera desde novembro de 1974 pelo convênio entre Inpe e a Organização Meteorológica Mundial (OMM).
- ▶ O espectrofotômetro Brewer foi desenvolvido na década de 1970 como um substituto automático do Dobson. É um instrumento óptico que mede a concentração da coluna total do ozônio (O_3), do dióxido de enxofre (SO_2) e do dióxido de nitrogênio (NO_2). Mede também a radiação UV em vários comprimentos de onda.

Sistema de rastreamento de sondas de ozônio lançadas em balão:

- ▶ O sistema de radiossondagem é um sistema de telemetria que coleta informações transmitidas, via rádio, de sensores instalados em balões que podem atingir até 32 km de altitude. São coletados dados meteorológicos e a concentração do gás ozônio com a altitude.
- ▶ Esse sistema atualmente está instalado em Maxaranguape, RN, distante 40 km de Natal. Faz parte de uma cooperação entre a Agência Espacial Brasileira (AEB), o Inpe e a Nasa, participando do projeto de pesquisa Shadoz (Southern Hemisphere Additional Ozonesondes).

Fotos: Inpe



Instrumentos de solo para monitoramento da camada de ozônio. À esquerda Espectrofotômetro Brewer; acima Espectrofotômetro Dobson

Fotos: Inpe



Sistema de rastreamento por sondas de ozônio lançadas em balão

IMPORTÂNCIA AMBIENTAL E ECONÔMICA

A Antártica é a região mais preservada do planeta e uma das mais vulneráveis às mudanças ambientais globais. Alterações no meio ambiente antártico, ocorridas por causas naturais ou por atividades humanas, podem afetar o sistema terrestre como um todo. Por essa razão, pesquisas científicas desenvolvidas no continente têm reflexos ambientais, políticos e socioeconômicos para todos os países.

7.2 Antártica

Os maiores danos à camada de ozônio ocorrem nas altas latitudes (regiões próximas aos polos, incluindo a Antártica) durante a estação da primavera (setembro a novembro) devido à alta concentração das substâncias que destroem o ozônio (SDOs) nessas regiões. Com o acompanhamento histórico da camada de ozônio, os cientistas reportam que, na região equatorial, embora seja o local de maior produção do ozônio na estratosfera, ocorre um transporte intenso dessa substância em direção às latitudes mais altas. Este fenômeno demorou muitos anos para ser entendido e explica por que nas latitudes mais altas e próximas

aos polos (como na Antártica), embora receba menos radiação solar, a concentração da camada de ozônio é maior, assim como a concentração das SDOs.

Devido a esse cenário, O Inpe integra as parcerias do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA), criado pelo MCTI para a busca de excelência em atividades científicas de nível internacional sobre impactos locais e globais em áreas atmosféricas, territoriais e marítimas na Antártica. O INCT-APA é baseado na Universidade do Rio de Janeiro e tem a colaboração de 17 universidades federais e institutos de pesquisas de oito estados brasileiros (ES, PR, MG, RJ, RN, RS, SC, SP). Entre os temas estudados pelo Instituto estão as influências da atmosfera antártica e os impactos ambientais na América do Sul.

Registros dos últimos trinta anos revelam grande variação de clima na baía do Almirantado. As medições de temperatura evidenciam a tendência de aquecimento atmosférico (aumento médio anual de + 0,23 °C). Porém, desde 2007 a temperatura do ar apresenta declínio, marcado

por severos invernos. O verão de 2010 foi o mais frio das últimas décadas. As medidas da camada de ozônio também revelam grande variabilidade de concentração de O₃ na Península Keller, e a continuidade das observações de radiações UV-A e UV-B indicam crescimento da incidência dos raios ultravioletas durante a ocorrência do buraco da camada de ozônio.

O monitoramento da atmosfera e do oceano da Antártica e sua influência sobre a América do Sul estão sendo estudados em uma base consolidada por décadas na região, o que requer continuidade em longo prazo para melhor entendimento sobre as mudanças climáticas globais, a dinâmica da camada de ozônio e previsões do tempo de modo mais confiável.

É notório que a energia que provém do sol não é constante e pode causar variações no clima, na meteorologia global e no meio ambiente. Recentes estudos mostram que as radiações solares podem alterar as propriedades físico-químicas da atmosfera, influenciar no regime de ventos, na cobertura de nuvens, nas chuvas e na quantidade de radiações UV que atingem a superfície do planeta.

O entendimento sobre a interação entre a química da atmosfera e as mudanças climáticas é uma nova e instigante área de pesquisas. E a conexão entre atmosfera e radiações solares, especialmente as UV – que desencadeiam novas reações químicas e, por sua vez, dependem da temperatura, da circulação atmosférica e do clima –, está sendo hoje estudada de modo integrado e sistemático.

Alterações anuais

Medições da concentração de ozônio obtidas sobre a região da Península Keller desde 1990 mostram grande variabilidade anual na concentração de ozônio estratosférico, de 70% em 2006 para 55% em 2010, em comparação com os índices anteriores a 1980, considerados referência de normalidade. As reduções são significativas mesmo nos meses de dezembro, em que são registradas temperaturas mais altas, embora já se apresentem cenários de recuperação.

O aumento das radiações solares UV durante a presença do buraco de ozônio é confirmado por eventos extremos

sobre a Antártica e a América do Sul, incluindo o Sul do Brasil, onde em 2010 foi possível observar um decréscimo de 25% da concentração de ozônio em comparação aos índices registrados em 1980. A Região Sul é sujeita a reduções durante os meses de outubro e novembro, consideradas efeitos secundários do buraco na camada de ozônio sobre a Antártica. Isso demonstra que ainda há grande quantidade de substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs) na atmosfera antártica, e sua variação anual é consequência da temperatura da estratosfera no inverno polar.

Contínuas medições de UV-A e UV-B registraram o crescimento das radiações na América do Sul. Em 2009, a área em torno da EACF teve crescimento de radiações acima de 150%, comparadas com índices normais sem a presença do buraco na camada de ozônio. Em novembro de 2009, foi verificada uma extrema e persistente situação no Rio Gallegos. Foi a primeira vez que um evento extremo com essa duração foi observado em campo de estação subpolar, com um instrumento lidar. O re-

corde de baixa densidade da coluna de O_3 (com mínimo de 212 DU) persistiu mais de três semanas no Rio Gallegos. Análises estatísticas de trinta anos de informações de satélite do Multi Sensor Reanalysis (MSR) da base revelaram que essa foi uma perda de ozônio de rara ocorrência.

PERSPECTIVAS DA CAMADA DE OZÔNIO

Ainda são grandes os danos provocados na camada de ozônio sobre a Antártica. Em 2003, por exemplo, foi medida uma destruição de 65% sobre a região da EACF (62°S; 58°W), causando um aumento de 400% na radiação UV no período. Em 2006, o buraco alcançou um novo recorde, com uma dimensão máxima de 29,5 milhões de km² atingindo o sul do Chile, a Argentina e o Uruguai. A borda do buraco produziu efeitos secundários no sul do Brasil, transferindo ozônio da região em torno para dentro do buraco. Em 2007, o buraco foi 16% menor, mas ainda com grandes dimensões, mostrando a persistência de gases CFC e outras SDOs na alta atmosfera polar. As previsões teóricas indicam que a camada de ozônio retomará as concentrações de O_3 observadas antes de 1980 na década de 2060, caso persistam os esforços para eliminação das SDOs e nenhum novo fator ocorra para degradação da camada.



Nos próximos anos, as ações do Protocolo de Montreal estarão cada vez mais presentes nas rotinas das cidades

8 *Desafios futuros*

Vinte e cinco anos após a ratificação do Protocolo de Montreal pelo Brasil, o país pode comemorar os expressivos resultados de sua implementação e os avanços políticos, institucionais e tecnológicos que asseguram a continuidade das ações nele previstas. As principais substâncias que destroem a camada de ozônio foram eliminadas, a estrutura política, tecnológica e jurídica foi construída, e o governo federal detém hoje experiência e parcerias institucionais consolidadas para enfrentar o próximo grande desafio apresentado pelo Protocolo: a redução dos hidroclorofluorcarbonos em 16,6% até 2015 e sua eliminação até 2040. Para que o tratado de proteção à camada de ozônio

chegasse ao atual patamar de modelo para solução de problemas ambientais globais, foram necessárias ações bem articuladas – em nível nacional e internacional – bem como uma rara combinação de boa vontade política, evidências científicas, soluções tecnológicas e envolvimento efetivo dos atores não governamentais. Agora, para enfrentar os futuros desafios do Protocolo, os atuais índices de desenvolvimento econômico e social no país e no mundo posicionam o Brasil em situação cada vez mais confortável para lidar com os obstáculos e as barreiras que ainda precisam ser vencidas. O país está mais preparado para enfrentar os desafios que ainda restam.

Uma economia dinâmica e próspera é requisito essencial para o financiamento de ações e de desenvolvimento tecnológico exigido para o efetivo cumprimento do Protocolo de Montreal. Além disso, a melhoria dos indicadores sociais é também fundamental para que as populações assimilem as mudanças de comportamento necessárias para se atingir as novas metas. Contudo, esses e outros fatores positivos se constituem ao mesmo tempo em novos desafios.

O crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e a desejável ampliação de acesso aos bens de consumo por todos os segmentos da sociedade devem ser considerados nas políticas



A responsabilidade de descarte de materiais será cada vez mais compartilhada entre empresas, governos e consumidores

de desenvolvimento de todas as nações para tornar possível a qualidade de vida de todos, de maneira coerente e compatível com a conservação do meio ambiente para as presentes e as futuras gerações. E é nessa direção que o Brasil deve seguir. Nos próximos anos e décadas, a implementação do Programa Brasileiro de Eliminação

dos HCFCs tornará cada vez mais perceptíveis os impactos de políticas públicas que influenciarão rotinas domésticas e de trabalho e se refletirão na proteção da camada de ozônio e na qualidade do meio ambiente como um todo. Ao mesmo tempo, o Programa prevê claros benefícios para o meio ambiente e para a população do país.

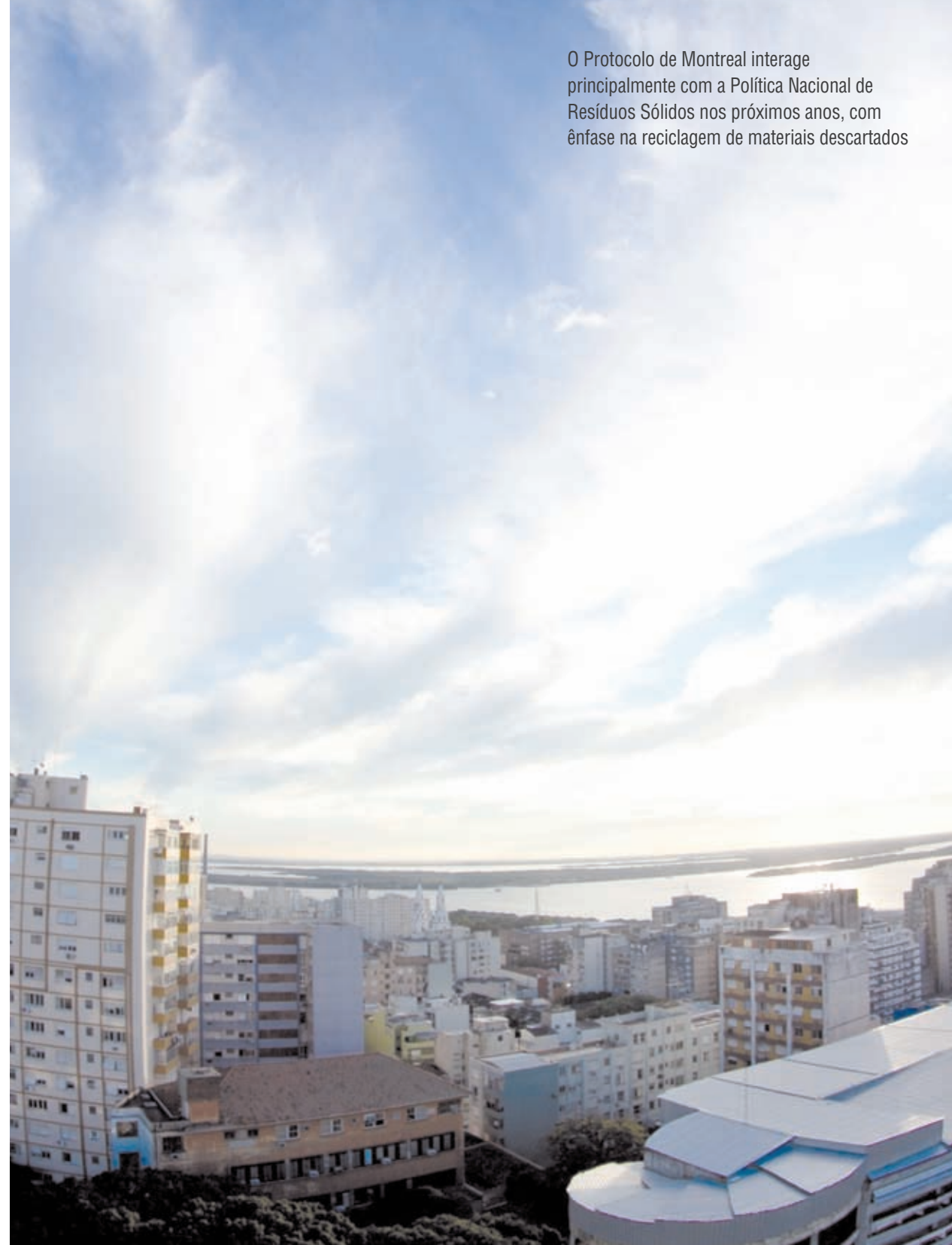
Uma premissa para a condução das ações brasileiras para a proteção da camada de ozônio é sua coordenação e associação às demais políticas nacionais de desenvolvimento, contemplando de maneira realista e equilibrada os pilares ambiental, econômico e social. No caso das políticas para mitigação de emissões de gases de efeito estufa, essa

relação é bem clara, uma vez que parte das SDOs são também gases de efeito estufa que apresentam alto potencial de impacto negativo sobre o sistema climático global, contribuindo em escalas diferentes para o aumento da temperatura média da superfície da Terra. A eliminação dessas substâncias, portanto, há de contribuir significativamente para a proteção do referido sistema.

O PBH interage também de forma direta com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cuja implementação se constitui hoje um grande desafio para a qualidade de vida e a conservação dos recursos naturais do país. Por isso, além dos projetos de conversão tecnológica que estão sendo desenvolvidos e do treinamento de profissionais do setor de serviços para a contenção de fluidos refrigerantes, que são ações específicas do Protocolo de Montreal, o PBH, conduzido pelo Ministério do Meio Ambiente, prevê iniciativas para consolidar a cultura da reciclagem e da regeneração das SDOs.

Da mesma maneira, a lei que institui a PNRS tem como um de seus instrumentos a coleta seletiva, os sistemas de

O Protocolo de Montreal interage principalmente com a Política Nacional de Resíduos Sólidos nos próximos anos, com ênfase na reciclagem de materiais descartados





Entre as metas do Protocolo de Montreal está a manutenção correta de equipamentos antigos e a troca por novos com maior eficiência energética

logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Isso significa que, ao final da vida útil, os equipamentos domésticos que contêm SDOs sejam objeto de manufatura reversa e que essas substâncias que destroem a camada de ozônio sejam destinadas adequadamente.

No período compreendido entre 2015 e 2040, o Brasil vivenciará experiências inovadoras que fazem parte dos objetivos do PBH. Na área de energia, por exemplo, há a lei que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética pelas empresas do setor elétrico. Nos dispositivos da referida lei consta a previsão da aplicação de 0,5% da receita

operacional líquida dessas empresas em projetos de eficiência energética, sendo 50% desse valor voltado para a população de baixa renda. Entre as ações a serem desenvolvidas, prevê-se a substituição de refrigeradores antigos e pouco eficientes por novos, livres de SDOs. Numa segunda etapa, o PBH prevê também a correta destinação dos HCFCs e do passivo de CFCs provenientes das centrais de regeneração e de unidades de reciclagem que não possam ser reaproveitados. Será necessário ainda assegurar que as instalações de novos equipamentos atendam cada vez mais às boas práticas incentivadas pelo PBH.

Enfim, o futuro reserva novos e grandes desafios. A história que esta publicação apresenta mostra que o Brasil está plenamente preparado para enfrentá-los e superá-los, com base nos fatores que ensejaram o êxito do país, até o momento, na implementação do Protocolo de Montreal: a combinação de vontade política, arranjos institucionais adequados e articulação entre todos os setores da sociedade brasileira.



O programa vigente de proteção à camada de ozônio tem ações previstas até 2040



9 Referências

AUCAMP, Pieter J.; BJÖRN, Lars Olof (Coord.). **Questions and Answers about the Environmental Effects of the Ozone Layer Depletion and Climate Change**: 2010 update. Environmental Effects Assessment Panel: 2010. United Nations Environmental Programme.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB); SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SMA). **Cuidado com os raios ultravioletas**. Programa Estadual de Prevenção à Destruição da Camada de Ozônio. Educação para Saneamento Ambiental e Mobilização, dez. 1995.

———. **Aspectos gerais sobre a proteção da camada de ozônio**: coletânea de informações. Brasil, abr. 2005.

FAHEY, D. W. **Twenty questions and answers about the ozone layer**, 2006. FUNDO MULTILATERAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO DE MONTREAL SOBRE SUBSTÂNCIAS QUE PREJUDICAM A CAMADA DE OZÔNIO. Informações do projeto. Plano Nacional para Eliminação Gradual de CFC.

GHINI, Raquel. Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas sadias. **Circular Técnica**, nº 4, maio 2004.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (IISD). **Earth Negotiations Bulletin**, v. 19, nº 88, 12 November 2012.

———. Thirtieth Meeting of the Open-ended Working Group of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer: 15-18 June 2010. Briefing Note on the Montreal Protocol OEWG-30. Genebra, 2010.

———. **Earth Negotiations Bulletin**, v. 19, nº 88, IISD Reporting Services.

KALYVA, Marie. **O Brasil e a proteção da camada de ozônio**. Brasília: MMA, 1997. Coordenação Marie Kalyva, eng^a. química (Projeto BRA/94/016); Liamarcia S. Hora, eng^a. química (Projeto BRA/94/016).

LEME, Neusa Paes; ALVALÁ, Plínio. **A camada de ozônio**. Inpe.

LUDUVICE, Magna. **A eliminação das substâncias destruidoras da camada de ozônio no Brasil**. In: SEMINÁRIO ATUALIZAÇÃO SOBRE AS ALTERNATIVAS AO HCFC-141B. Brasília, 6 de dezembro de 2011.

MELO, Claudio. **Uso de refrigerantes alternativos em refrigeração doméstica e equipamentos compactos de refrigeração comercial**. In: SEMINÁRIO DIFUSÃO DO USO DE FLUIDOS REFRIGERANTES ALTERNATIVOS EM SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO E CONDICIONAMENTO DE AR. Porto Alegre.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Eliminação do Brometo de Metila**: flores e plantas ornamentais. *Folder*. Brasília,

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. **O Brasil e a proteção da camada de ozônio**. Brasília, 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Departamento de Mudanças Climáticas. 7ª REUNIÃO DO GRUPO DE TRABALHO (GT HCFCs). **Memória de reunião**. Brasília, 10 de maio de 2012.

———. **Plano Nacional de Eliminação do Brometo de Metila**. Folder. Brasília,

———. **Painel Nacional de Indicadores Ambientais (PNIA)**. Indicadores Nacionais. Folha metodológica. Brasília,

———. **Plano Nacional de Eliminação de CFCs**. Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs. Magna Ludovice (Coordenadora), Recife-PE, 28 de maio de 2009.

———; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ALEMÃ (GTZ). **Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH)**. Proposta Preliminar para Consulta Pública. Brasília, novembro de 2010.

———; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ALEMÃ (GTZ). **Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH)**. Aprovado na 64ª Reunião do Comitê Executivo do Protocolo de Montreal. Brasília, agosto de 2011.

———; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Proteja a camada de ozônio**. Cadastro técnico federal: pela preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, 2005.

———. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA); AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ALEMÃ (GTZ). **Manual de ajuda para o controle das substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs)**. Brasília, 2009.

———; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA); PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **O Brasil e a proteção da camada de ozônio**: uma parceria bem-sucedida entre governo, setor produtivo e sociedade.

———. **Proteção à camada de ozônio e impactos na saúde**: o que devemos saber. Brasília [s.d.].

———. **Plano Nacional para Eliminação de CFCs**: projeto de recolhimento e reciclagem em ar condicionado automotivo. Brasília, s/d.

———. **Os HCFCs serão progressivamente eliminados**: sua empresa está se preparando? Mudar para melhor. Brasília, 2012.

———. **Proteja a camada de ozônio. A camada de ozônio protege você**. Folder. 2005.

MONTREAL PROTOCOL PROCESS AGENTS TASK FORCE. **Case Study #1 Use of CTC in the elimination of NCl₃ in the production of chlorine and caustic soda**, May 2001.

MYHRE, G., D. et al. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. STOCKER, T. F. et al. (Ed.) Cambridge: Cambridge University Press; New York: United Kingdom, 2013.

NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY ANTARCTIC ENVIRONMENTAL RESEARCH. **Annual Activity Report 2011**, ISSN - 2177-918X.

PERES, Lucas Vaz et al. **Identificação dos sistemas sinóticos atuantes durante o evento de efeito secundário do buraco de ozônio antártico sobre o sul do Brasil do dia 13 de setembro de 2007**. In: IV ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE METEOROLOGIA.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **O que é o Plano Nacional para Eliminação dos CFCs**, 2003.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Un éxito em ciernes**: Protocolo de Montreal relativo a las substancias que agotan la capa de ozono, 2007.

SAHAI, Y.; KIRCHHOFF, V. W. J.; PAES LEME, N. M. P. **Equatorial and low latitude total ozone measurements in Brazil**. In: QUADRENNIAL OZONE SYMPOSIUM, Sapporo, Japan, 2000, p. 619-620.

SECRETARIAT OF THE MULTILATERAL FUND FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MONTREAL PROTOCOL. **Creating a real change for the environment**. Canadá, 2005.

THOMPSON, Anne M. Southern Hemisphere Additional Ozonesondes (SHADOZ) ozone climatology (2005-2009): tropospheric and tropical tropopause layer (TTL) profiles with comparisons to OMI-based ozone products. **Journal of Geophysical Research**, v. 117, D23301, doi:10.1029/2011JD016911, 2012.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **The Montreal Protocol: Partnerships Changing the World**. UNDP, UNEP, UNIDO, World Bank. 1. ed.

———. Division of Technology, Industry & Economics Energy & OzonAction Unit. **The OzonAction Programme, under the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol**, 2000.

———. **Healing the ozone layer with small brushes**: 53 images from the 1998 UNEP Children's painting competition, 1998.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The Impact of Ozone-Depleting Substances on Climate Change**. Achievements in Stratospheric Ozone Protection. Washington D.C., April 2007. EPA-430-R-07-001.

25 ANOS DO PROTOCOLO DE MONTREAL. **Protegendo nossa atmosfera para as gerações futuras**. O Brasil e a proteção da camada de ozônio: uma parceria bem-sucedida entre governo, setor produtivo e sociedade. *Folder*.

SITES

- ▶ <http://www.inpe.br/>
- ▶ <http://www.crn2.inpe.br/lavat>
- ▶ http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=453
- ▶ <http://www.dge.inpe.br/ozonio/>
- ▶ http://www.inpe.br/crs/pan/pesquisas/camada_ozonio/oz_rad_uv.php
- ▶ http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1313
- ▶ <http://www.mma.gov.br>
- ▶ <http://www.protocolodemontreal.org.br>
- ▶ <http://www.mma.gov.br/clima/protECAo-da-camada-de-ozonio>
- ▶ http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao05012009025944.pdf
- ▶ http://www.mma.gov.br/pnia/Arquivos/Temas/Atmosfera_e_Mudancas_Climaticas_AMC/2_Camada_de_Ozonio/AMC_2_1/FM_AMC_2_1.pdf
- ▶ http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao06012009095557.pdf
- ▶ <http://www.mma.gov.br/clima/protECAo-da-camada-de-ozonio/historico-das-acoEs-brasileiras/gerenciamento-do-passivo-de-cfcs>
- ▶ http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao05012009031627.pdf
- ▶ <http://www.mma.gov.br/clima/protECAo-da-camada-de-ozonio>
- ▶ <http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/sites/protocolodemontreal.org.br/pt-br/site.php?secao=perguntaserespostas>
- ▶ <http://homolog-w.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=130&idMenu=10022>
- ▶ <http://www.pnud.org.br/ozone.unep.org>
- ▶ <http://ozone.unep.org/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>
- ▶ <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/SH.html>
- ▶ <http://ozone.unep.org/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>
- ▶ <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/SH.html>
- ▶ http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/6262-p-Protocolo_de_%20Montreal.pdf
- ▶ <http://www.protocolodemontreal.org.br>
- ▶ http://ozone.unep.org/new_site/sp/vienna_convention.php
- ▶ <http://solamigo.org/>



*Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.*

Ministério do
Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA