

# Relatório de Avaliação de 2010 do Painel de Avaliação Técnica e Econômica (TEAP)

Protocolo de Montreal sobre Substâncias  
que destroem a camada de ozônio

*Celebrando 25 anos de sucesso em 2012*



**PROTOCOLO DE MONTREAL**  
**SOBRE SUBSTÂNCIAS QUE DESTROEM**  
**A CAMADA DE OZÔNIO**



**PNUMA**

**RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE 2010 DO PAINEL DE  
AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E ECONÔMICA**



**PNUMA**  
**RELATÓRIO DE 2010 DO**  
**PAINEL DE AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E ECONÔMICA**

**Protocolo de Montreal**  
**sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio**

**PNUMA**  
**Relatório de Avaliação de 2010 do Painel de**  
**Avaliação Tecnológica e Econômica**

O texto deste relatório foi composto em Times New Roman.

Coordenação: **Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica**

Reprodução: PNUMA Nairóbi, Secretariado do Ozônio

Data: Fevereiro de 2011

Cópias impressas deste relatório estão disponíveis em:

SMI Distribution Service Ltd., Stevenage, Hertfordshire, UK,  
Fax: + 44 1438 748844

Este documento também está disponível em formato de documento portátil no site

<http://www.unep.org/ozone>

Sem direitos autorais envolvidos. Esta publicação pode ser copiada, resumida e citada livremente, com reconhecimento da fonte do material.

**ISBN: 9966-7319-7-0**

## **Exoneração de Responsabilidade**

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), os codiretores e membros do Painel de Avaliação Econômica e Tecnológica (TEAP), os diretores, codiretores e membros do Comitê de Opções Técnicas, os codiretores e membros das Forças-Tarefa do TEAP e as empresas e organizações que os empregam não endossam o desempenho, a segurança de trabalho ou a aceitabilidade ambiental das opções técnicas discutidas. Cada operação industrial exige consideração sobre a segurança dos trabalhadores e a eliminação de produtos contaminantes e resíduos. Além disso, conforme o trabalho evolui – incluindo avaliações de toxicidade adicionais – mais informações sobre efeitos sobre a saúde, o meio-ambiente e a segurança dos substitutos e alternativas serão disponibilizadas para uso na escolha entre as opções discutidas neste documento.

O PNUMA, os codiretores e membros do TEAP, os diretores, codiretores e membros do Comitê de Opções Técnicas e os codiretores e membros das Forças-Tarefa do Painel de Avaliação Econômica e Tecnológica, ao fornecer ou distribuir estas informações, não fazem qualquer garantia ou representação, seja expressa ou implícita, a respeito da precisão, da completude ou da utilidade, nem assumem qualquer responsabilidade de qualquer tipo resultante do uso ou confiança em qualquer informação, material ou procedimento contido neste documento, incluindo, mas não limitado a, quaisquer afirmações a respeito de saúde, segurança, efeito ambiental ou destino, eficácia ou desempenho, feitas pela fonte das informações.

A referência a qualquer empresa, associação ou produto neste documento é somente para fins de informação e não constitui uma recomendação de qualquer empresa, associação ou produto, seja expressa ou implícita, pelo PNUMA, pelos codiretores e membros do Painel de Avaliação Econômica e Tecnológica, pelos diretores e codiretores ou membros do Comitê de Opções Técnicas, pelos codiretores membros das Forças-Tarefa do TEAP ou pelas empresas ou organizações que os empregam.

## **Agradecimento**

O Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica, seus Comitês de Opções Técnicas e Econômicas e os codiretores e membros das Forças-Tarefa agradecem pelas extraordinárias contribuições de todos os indivíduos e organizações que apoiaram o Painel e os Comitês de Opções Técnicas. As opiniões expressas são as do Painel dos Comitês e das Forças-Tarefa e não refletem necessariamente os comentários de quaisquer organizações de fomento ou apoio.



**PNUMA**

**RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE 2010 DO PAINEL DE AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA  
E ECONÔMICA**

**SUMÁRIO**

**1 RESUMO EXECUTIVO**

- 1.1 PRINCIPAIS MENSAGENS
- 1.2 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS (CTOC)
- 1.3 ESPUMAS (FTOC)
- 1.4 HALONS (HTOC)
- 1.5 APLICAÇÕES MÉDICAS (MTOC)
- 1.6 BROMETO DE METILA (MBTOC)
- 1.7 REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO E BOMBAS DE CALOR
- 1.8 USOS MILITARES E NO ESPAÇO REMANESCENTES DE SDOS (RELATÓRIO DE PROGRESSO DO TEAP DE MAIO DE 2008)
  - 1.8.1 Usos militares e espaciais exclusivos de HCFCs
  - 1.8.2 Cooperação Internacional Continuada
- 1.9 RELATÓRIO DA FORÇA-TAREFA SOBRE GESTÃO AMBIENTALMENTE SEGURA DE BANCOS DE SUBSTÂNCIAS QUE DESTROEM O OZÔNIO (DECISÃO XX/7) 2009
- 1.10 RESPOSTA DO TEAP E DE SEU MTOC PARA A DECISÃO XX/4: PRODUÇÃO DE CAMPANHA PARA ALGUMAS PARTES DO ARTIGO 5 QUE FABRICAM INALADORES DE DOSE CALIBRADA COM CLOROFLUORCARBONOS (2009)
- 1.11 RELATÓRIO DE QUARENTENA E PRÉ-EMBARQUE (DECISÃO XX /6, RELATÓRIO DE NOVEMBRO DE 2009)
- 1.12 AVALIAÇÃO DOS HCFCs E DE ALTERNATIVAS AMBIENTALMENTE SEGURAS (DECISÃO XXI/9) MAIO DE 2010
  - 1.12.1 Métodos e métricas
- 1.13 ESTUDO DAS ALTERNATIVAS PARA REFRIGERANTES HCFC EM CONDIÇÕES DE ALTA TEMPERATURA AMBIENTE (DECISÃO XIX/8) MAIO DE 2010
- 1.14 DESCOBERTAS PARA VÁRIOS SETORES
- 1.15 FORÇA-TAREFA DE 2007 DO TEAP

**2 ABSTRACTS DOS RESUMOS EXECUTIVOS**

- 2.1 TOC PARA SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS
- 2.2 TOC PARA ESPUMAS RÍGIDAS E FLEXÍVEIS
- 2.3 TOC PARA HALONS
- 2.4 TOC PARA USOS MÉDICOS
  - 2.4.1 Inaladores de dose calibrada
  - 2.4.2 Produtos farmacêuticos com aerossóis além de IDCs
  - 2.4.3 Esterilizantes
- 2.5 TOC PARA BROMETO DE METILA
- 2.6 TOC PARA REFRIGERAÇÃO, AC E BOMBAS DE CALOR

**3 RESUMOS EXECUTIVOS DE TODOS OS TOCs**

- 3.1 COMITÊ DE OPÇÕES TÉCNICAS PARA SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS (CTOC)
  - 3.1.1 Agentes de Processo
  - 3.1.2 Usos laboratoriais e analíticos
  - 3.1.3 Matérias-primas
  - 3.1.4 Solventes
  - 3.1.5 Tecnologias de Destruição
  - 3.1.6 Emissões e Oportunidades para a Redução do Uso de Tetracloroeto de Carbono (CTC)
- 3.2 COMITÊ DE OPÇÕES TÉCNICAS PARA ESPUMAS
  - 3.2.1 Introdução
  - 3.2.2 Dinâmica do mercado de espumas
  - 3.2.3 Status de transição
  - 3.2.4 Cenários Futuros Prováveis



- 3.2.5 Bancos, Emissões e Destruição
- 3.2.6 Mensagens regionais específicas
- 3.3 COMITÊ DE OPÇÕES TÉCNICAS PARA HALONS
  - 3.3.1 Introdução
  - 3.3.2 Produção Global e Eliminação do Consumo de Halons
  - 3.3.3 Alternativas ao Halon na Proteção contra Incêndio
  - 3.3.4 Considerações Climáticas para Halons e Alternativas
  - 3.3.5 Bancos globais de Halon 1211 e 1301
  - 3.3.6 Banco mundial de Halon 2402
  - 3.3.7 Fornecimento global/regional e balanço da demanda
  - 3.3.8 Dependência continuada de halons
  - 3.3.9 Inventários mundiais estimados dos Halons 1211, 1301 e 2402
  - 3.3.10 Práticas para assegurar a pureza de halons reciclados
  - 3.3.11 Estratégias de redução da emissão de halons
  - 3.3.12 Destruição
- 3.4 COMITÊ DE OPÇÕES TÉCNICAS PARA USOS MÉDICOS
  - 3.4.1 Inaladores de Dose Calibrada
  - 3.4.2 Produtos farmacêuticos com aerossóis além de IDCs
  - 3.4.3 Esterilizantes
- 3.5 COMITÊ DE OPÇÕES TÉCNICAS PARA BROMETO DE METILA
  - 3.5.1 Missão e estrutura de relatório
  - 3.5.2 Comitê de Opções Técnicas para o Brometo de Metila (MBTOC)
  - 3.5.3 Medidas de controle do brometo de metila
  - 3.5.4 Tendências de produção e consumo
  - 3.5.5 Tendências de consumo a nível nacional
  - 3.5.6 Alternativas ao brometo de metila
  - 3.5.7 Impacto do registro sobre a disponibilidade de alternativas
  - 3.5.8 Alternativas para tratamentos de solo
  - 3.5.9 Alternativas para o tratamento de usos pós-colheita: estruturas de processamento de alimentos e commodities duráveis (não QPS)
  - 3.5.10 Taxa de adoção das alternativas
  - 3.5.11 Alternativas ao brometo de metila para aplicações de quarentena e pré-embarque (usos isentos)
  - 3.5.12 Progresso na eliminação do brometo de metila em Partes do Artigo 5
  - 3.5.13 Critérios econômicos
  - 3.5.14 Emissões decorrentes do uso de brometo de metila e sua redução
- 3.6 TOC PARA REFRIGERAÇÃO, AC E BOMBAS DE CALOR
  - 3.6.1 Refrigerantes
  - 3.6.2 Refrigeração doméstica
  - 3.6.3 Refrigeração comercial
  - 3.6.4 Sistemas industriais
  - 3.6.5 Transporte refrigerado
  - 3.6.6 Condicionadores e bombas de calor ar-ar
  - 3.6.7 Bombas de calor para aquecimento de água
  - 3.6.8 Chillers
  - 3.6.9 Ar condicionado de veículos
- 4 INFORMAÇÕES SOBRE OS MEMBROS DO TEAP E DOS TOCs
  - 4.1 DIVULGAÇÃO DE INTERESSES DO PAINEL DE AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E ECONÔMICA – JANEIRO DE 2011
  - 4.2 STATUS DA LISTA DE MEMBROS DO TEAP E DOS TOCs EM JANEIRO DE 2011

## **1 RESUMO EXECUTIVO**

Desde a Avaliação de 2006 do Paineiro de Avaliação Tecnológica e Econômica (TEAP), vários importantes desenvolvimentos técnicos vêm ocorrendo. A direção que alguns desses desenvolvimentos tomaram não poderia ter sido prevista em 2006. Cada um dos Comitês de Opções Técnicas do Paineiro – para Produtos Químicos (CTOC), para Espumas (FTOC), para Halons (HTOC), para Brometo de Metila (MBTOC), para Usos Médicos (MTOC) e para Refrigeração, Ar Condicionado e Bombas de Calor (RTOC) – emitiu um Relatório de Avaliação em 2010 que documenta esses novos desenvolvimentos bem como o progresso nas linhas descritas no Relatório de Avaliação do TEAP de 2006. Os Resumos Executivos desses relatórios formam o corpo do Relatório de Avaliação de 2010 do TEAP e seus Abstracts dos Resumos Executivos, junto aos resumos de outros capítulos, formam o Resumo Executivo do Relatório de Avaliação de 2010 do TEAP.

### **1.1 Principais mensagens**

- O Protocolo de Montreal está funcionando. Há progresso em todos os setores, e muitas aplicações foram eliminadas no mundo inteiro. No entanto, alguns usos laboratoriais e analíticos de IDCs ainda dependem de nova produção das substâncias dos Anexos A e B autorizadas pelas isenções de uso essencial; algumas aplicações de proteção contra incêndio, refrigeração e serviços de ar condicionado, além de outras aplicações menores, ainda dependem de substâncias dos Anexos A e B em bancos e recicladas; isenções para uso essencial de MB estão em contínuo declínio, mas usos não controlados de MB como matéria-prima continuam e usos de MB para quarentena e pré-embarque (QPS) continuam aumentando. É técnica e economicamente viável tanto em países do Artigo 5 quanto em países não incluídos no Artigo 5: coletar e destruir o excedente de SDO não necessário para usos importantes, reduzir as emissões de SDO e de HFCs que substituem SDO em equipamentos de refrigeração, ar condicionado e proteção contra incêndio e eliminar HCFCs mais rapidamente em equipamentos de refrigeração e ar condicionado novos em países do Artigo 5 se for disponibilizado financiamento para ir além da conformidade. Ações para acelerar a eliminação, reduzir emissões, e destruir SDO podem levar em consideração as necessidades de manutenção dos equipamentos existentes.
- O financiamento adequado para a proteção da camada de ozônio, ou, em alguns casos, o financiamento combinado para proteção do ozônio e do clima podem desencorajar o uso de HFCs com alto PAG em algumas aplicações, evitando uma segunda transição de HFCs para outras substâncias no âmbito do Protocolo de Kyoto e as complicações de um inventário cada vez maior de equipamentos com HFCs que exigem manutenção com HFCs que podem ser caros ou estar indisponíveis. O financiamento conjunto exigirá a continuidade da cooperação técnica e administrativa conforme os Protocolos forem modificados e particularmente quando as disposições do MDL forem modificadas em 2013, quando o Protocolo de Kyoto deverá ser atualizado.
- Estimativas “bottom up” do TEAP/CTOC para usos não controlados, como matérias-primas, são significativamente menores do que estimativas “top down” realizadas por meio da consideração de valores observados para concentrações estratosféricas e tempo de vida atmosférica estimada do CTC.
- A oportunidade de destruir SDOs indesejadas está passando.
- Um interesse considerável tem-se centrado no status da coleta e destruição potencial dos bancos de SDO com base nos possíveis benefícios para a camada de ozônio e para o clima das emissões de SDO evitadas que ainda permanecem em equipamentos, produtos e estoques. A janela de oportunidade está se esgotando (durante os próximos 10-15 anos, principalmente no setor de refrigeração) para o aumento da recuperação de SDO no fim da vida útil de equipamentos a fim de evitar possíveis emissões com a completa destruição de SDOs indesejadas. Poucos novos esforços de campo ocorreram desde a última avaliação, exceto no Canadá, na UE, no Japão e nos EUA.

Com a recente introdução de padrões de projeto de compensação que oferecem créditos de carbono pela destruição de determinadas SDO, a coleta e a destruição podem ser rentáveis com base no potencial de benefícios para a camada de ozônio e para o clima. A dificuldade é que, na maioria dos países, nem o incentivo econômico nem a infraestrutura estão disponíveis para dar apoio a essas atividades. O financiamento do custo total do esforço de coleta e destruição dos bancos de SDOs indesejadas ainda é um desafio e um obstáculo significativo para a demonstração da viabilidade desta oportunidade.

- A coleta e destruição é altamente rentável se tanto o valor de PAG quanto o de PDO forem pagos para a sociedade, mas não há incentivo econômico na maioria dos países;
  - A coleta e destruição não é rentável sem o pagamento de benefícios ambientais;
  - É contraproducente tornar obrigatória a coleta e destruição sem incentivos.
- Os desenvolvimentos técnicos que ocorreram entre 2006 e 2010, e que estão descritos neste Relatório de Avaliação de 2010 do TEAP, aumentaram a viabilidade técnica e econômica de cada um dos seguintes resultados tanto para países do Artigo 5 quanto para países não incluídos no Artigo 5:
- Acelerar a eliminação do consumo da maioria das SDOs,
  - Limitar o uso ou reduzir as emissões em muitas aplicações,
  - Coletar e destruir SDOs indesejáveis contidas em espumas, refrigeração e outros equipamentos,
  - Evitar o uso de HFCs com alto PAG durante a eliminação de HCFCs e
  - Reduzir o uso de HFCs com alto PAG em aplicações de ar condicionado móveis, nas quais as SDOs já foram eliminadas em todo o mundo para novos equipamentos.

*As principais descobertas dos setores dos TOCs podem ser resumidas da seguinte maneira:*

## **1.2 Substâncias Químicas (CTOC)**

- A colaboração com o Comitê Executivo (FML) irá promover a redução de usos de SDOs como agentes de processamento e suas emissões correspondentes por meio do monitoramento do processo de eliminação dos usos de agentes de processamento.
- O Secretariado do Ozônio e especialistas identificados pelo CTOC continuarão trabalhando com químicos analíticos em países do Artigo 5 e com organismos nacionais e internacionais que estabelecem métodos padrão com vistas à implementação de novos métodos não SDO.
- O conhecimento sobre o uso de matérias-primas SDO e emissões é incompleto.
- Talvez alguns usos de matéria-prima com tetracloreto de carbono (CTC) possam ser substituídos por processos de manufatura alternativos de substituição (not-in-kind) a partir de substâncias que não destroem a camada de ozônio (não SDO). As Partes podem considerar a avaliação periódica do CTOC das alternativas disponíveis e emergentes e de substitutos para usos de matéria-prima a fim de restringir os usos isentos.
- Mudanças regulamentares e técnicas podem continuar a ter impacto sobre aplicações de solventes que destroem a camada de ozônio que foram eliminadas anteriormente por meio da introdução de não SDOs. Novos processos de limpeza podem ser buscados para as aplicações que não tenham alternativas adequadas disponíveis.
- A eliminação de solventes que destroem a camada de ozônio em países do Artigo 5 exigirá: (1) acesso à informação e conhecimento sobre as alternativas aceitáveis, (2) assistência econômica e (3) identificação dos usuários de pequeno e médio porte.
- Esforços discutidos no relatório SAP de 2010 refinaram a compreensão da diferença substancial entre as emissões derivadas de CTC com métodos “top down” (concentrações atmosféricas e vida

útil), que são maiores, e as derivadas de métodos "bottom-up" (produção estimada, usos e emissões), que são menores e mais variáveis. O trabalho deverá continuar com todas as partes envolvidas (ciência, tecnologia e indústria) para identificar as causas das diferenças remanescentes nessas estimativas.

### **1.3 Espumas (FTOC)**

- As pressões por eficiência energética impulsionam cada vez mais a inovação em tecnologias de agentes de expansão no mundo todo. As misturas desempenham um papel cada vez mais importante e a abordagem de otimização ganha sofisticação. HFCs insaturados (HFOs) provavelmente estarão disponíveis comercialmente mais cedo do que inicialmente esperado (2013-2015) e demonstram melhor desempenho térmico que HFCs saturados em avaliações iniciais. No entanto, seu uso generalizado depende de validação adicional substancial, tanto em termos de desempenho quanto de custo.
- Preocupações persistem sobre a disponibilidade de substitutos com baixo PAG para HCFCs em países do Artigo 5. Ainda não está claro se hidrocarbonetos pré-misturados ou metanoato de metila podem fornecer soluções totalmente adequadas para PMEs, pois a gestão dos problemas de inflamabilidade relacionados a misturas pode exigir significativa reformulação. Para o metanoato de metila, isso poderia incluir a possibilidade de misturar parte do agente de expansão no fluxo de isocianato. Há preocupações adicionais no caso do metanoato de metila no sentido de que a realização de propriedades de espuma viáveis nas densidades desejadas pode ser um desafio para algumas aplicações no setor de PU rígido.
- A recuperação de espumas de eletrodomésticos tem hoje a melhor relação custo-benefício em termos climáticos com agentes de expansão com alto PAG (CFC). No entanto, essa rentabilidade será reduzida conforme ocorram mudanças nos produtos com uma tendência ao uso de espumas com menor PAG e baixo conteúdo de HCFCs. Os bancos de SDO em espumas instaladas em construções foram mais bem caracterizados, confirmando que o fluxo de espumas com SDO de construções estará em nível baixo na próxima década. Custos marginais de recuperação/destruição dependem das práticas de separação de resíduos de demolição, mas é provável que estejam bem acima de US\$ 100 por tonelada de CO<sub>2</sub> economizada para a maioria dos cenários.

### **1.4 Halons (HTOC)**

- Parece haver estoques suficientes de halon 1211 e 1301 para atender às necessidades conhecidas para o futuro previsível. Oferta e demanda desses halons parecem estar em equilíbrio, embora regionalmente os recursos não estejam uniformemente distribuídos. A situação do halon 2402 é diferente, pois a maior parte do banco muito menor de halon 2402 encontra-se na Federação Russa e na Ucrânia, mas há demanda significativa em Partes. Embora nenhuma das Partes tenha manifestado ser incapaz de atender às demandas de usos importantes de halon 2402, isso pode ocorrer no futuro próximo.
- Agora que não há produção mundial de halons para usos de proteção contra incêndio, a gestão do estoque remanescente torna-se crucial para assegurar que haja halons suficientes para aplicações que precisam deles. No entanto, várias Partes ainda não implementaram programas de gestão do banco de halons ou enfrentam desafios significativos com seus programas, em particular com a recuperação ou eliminação de halons que sofreram contaminação cruzada.
- O setor da aviação, por meio de sua agência das Nações Unidas, a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), endossou um cronograma para substituir os halons a bordo de aeronaves novas nos recipientes de lixo dos lavatórios, em extintores portáteis, em naceles de motores e em unidades de energia auxiliares. A proteção dos compartimentos de carga ainda é um desafio para o qual não há solução aceitável, mas a pesquisa sobre o tema continua.

## **1.5 Aplicações médicas (MTOC)**

- Um significativo progresso global vem ocorrendo na transição de Inaladores de dose calibrada (IDCs) com CFC para inaladores sem CFC. Alternativas tecnicamente satisfatórias para IDCs com CFC já estão disponíveis em quase todos os países do mundo para cobrir todas as classes principais de medicamentos usados no tratamento da asma e da doença pulmonar obstrutiva crônica.
- Espera-se que a maioria dos países do Artigo 5 e a Federação Russa concluam a transição de IDCs com CFC até o final de 2012. Uma notável exceção é a China, que planeja completar a eliminação de IDCs com CFC até 2016.
- Uma abordagem cautelosa para a produção de CFC para a fabricação de IDCs é aconselhável, uma vez que a transição está ocorrendo rapidamente. Seria possível concluir a eliminação de IDCs com CFC com uma gestão cuidadosa dos estoques existentes de CFC, desde que a fabricação de CFCs para fins farmacêuticos na China continue a suprir as próprias necessidades e as da Federação Russa.
- Alternativas técnica e economicamente viáveis também estão disponíveis para produtos de aerossóis médicos além dos IDCs. No entanto, existem alguns países em desenvolvimento que não concluíram a conversão de aerossóis médicos baseados em CFC para alternativas.
- Há uma variedade de métodos de esterilização comercialmente disponíveis que substituirão o uso de CFCs e HCFCs no setor com o passar do tempo. O uso de CFCs em misturas com óxido de etileno (EO) foi eliminado com sucesso em países não incluídos no Artigo 5 e em muitos países do Artigo 5. Uma eliminação ordenada dos HCFCs em esterilização para cumprir com os cronogramas de eliminação de HCFCs do Protocolo de Montreal é facilmente alcançável.

## **1.6 Brometo de Metila (MBTOC)**

- A eliminação do MB para usos controlados avança significativamente. O consumo global foi reduzido em 88% da linha de base agregada. A redução no consumo de MB para fumigação do solo é o setor que mais colabora para a redução do consumo global de MB. No entanto, o consumo de MB para controle de pragas em estruturas e para commodities também diminuiu significativamente.
- As Partes do Artigo 5 reduziram o consumo em aproximadamente 72% da linha de base, o que está bem adiantado em relação ao cronograma de eliminação, mas ainda são necessários esforços para garantir que a eliminação completa até o prazo de 2015 possa ser realizada.
- Até 2009, a eliminação de MB levou a uma queda de 60% em bromo antropogênico para MB na troposfera e a uma queda de 30% na carga de cloro efetiva derivada de MB na estratosfera. Devido ao curto período de vida atmosférica do MB (0,7 ano), a eliminação de MB tem um benefício rápido para a recuperação do ozônio.
- Existem alternativas técnicas para quase todos os usos controlados de brometo de metila.
- A eliminação para os usos restantes de MB será amplamente influenciada pelo registro e pelos controles regulamentares sobre várias importantes alternativas químicas (incluindo 1,3-dicloropropeno, clororopirina, iodeto de metila e SF) e pelos incentivos para alternativas não químicas e Manejo Integrado de Pragas.
- A implementação de películas de barreira na fumigação do solo tornou-se mais generalizada. Elas reduzem significativamente as taxas de dosagem e as emissões de brometo de metila e fumigantes alternativos.
- O registro recente do iodeto de metila nos EUA (agora incluindo a Califórnia) reduziu quantidades significativas do MB solicitado em Nomeações de Uso Essencial.
- Espera-se que os estoques de MB anteriores a 2005 se esgotem para os setores de uso não essencial e para os setores de uso essencial nos EUA nos próximos três anos.

- Uma proposta de regulamentação para a implementação do cancelamento do registro do fluoreto de sulfúrio (SF) para contato com alimentos nos Estados Unidos pode aumentar a pressão para o uso de MB para controle de pragas em processamento de alimentos e commodities de alimentos. O SF é uma alternativa importante para esses usos e a razão para o declínio no uso de MB.
- O uso crescente de MB para Quarentena e Pré-Embarque (QPS) está compensando os ganhos obtidos pela redução nos usos controlados para solos, estruturas e commodities. Parte desse aumento é devido ao uso do solo pré-germinado em setores de viveiro de propagação.
- O TEAP estima que as alternativas disponíveis atualmente e suas substitutas possam substituir de cerca 31% a 47% (1.937 para 2.942 toneladas) do QPS consumido em quatro categorias de uso para QPS investigadas. Uma vez que essas quatro categorias representam cerca de 70% do total do uso de brometo de metila para QPS em 2008, a tecnologia disponível pode substituir cerca de 22% a 33% do consumo total para QPS.
- Algumas partes abandonaram todos os usos da MB, incluindo QPS, enquanto outras Partes anunciaram sua intenção de parar todos os usos no futuro próximo.
- As Partes que consideram controles sobre o uso de MB isento devem considerar incentivos econômicos que estimulem o uso mínimo, a contenção, a recuperação e a reciclagem, bem como alternativas de substituição *not-in-kind* e substitutos para usos de QPS do MB.

## **1.7 Refrigeração e Ar Condicionado e Bombas de Calor (RTOC)**

- A eliminação global necessária dos HCFCs, e a necessidade de gerir a operação de vida útil de equipamentos baseados em CFCs e HCFCs, juntamente com as preocupações em reduzir o aquecimento global, impulsionam a transição de refrigerantes com substâncias que destroem a camada de ozônio (SDO). As opções técnicas são universais, mas leis, regulamentações, normas, economia, situações de concorrência e outros fatores locais influenciam as escolhas regionais e locais.
- Mais de 60 novos refrigerantes, muitos deles misturas, foram introduzidos para uso tanto em novos equipamentos quanto como fluidos de manutenção (para manter ou converter equipamentos existentes) desde o relatório de avaliação de 2006. O foco principal para o exame de novos refrigerantes está em hidrofluorcarbonos insaturados e hidroclorofluorcarbonetos insaturados. A abrangente questão da mudança do clima, bem como as mudanças em opções de refrigerante para refrigeração e ar condicionado, continuará a promover inovações em equipamentos. Os HFCs e opções não fluoroquímicas são cada vez mais utilizados na maioria dos setores, com ênfase na otimização da eficiência do sistema (expressa como Coeficiente de Performance - COP) e na redução das emissões de refrigerantes com alto Potencial de Aquecimento Global (PAG).
- Existem várias alternativas com PAG baixo e médio a serem consideradas como substitutas para HCFC-22. Estas incluem refrigerantes HFC com menor PAG (HFC-32, HFC-152a, HFC-161, HFC-1234yf e outros fluoroquímicos insaturados, bem como mistura deles), HC-290 e R-744 (CO<sub>2</sub>). O HC-290 e alguns dos refrigerantes HFC são inflamáveis e deverão ser aplicados de acordo com um padrão de segurança adequado. Um alto grau de contenção se aplica a todas as aplicações futuras de refrigerantes, tanto para diminuir o impacto sobre o clima quanto por razões de segurança. O último aspecto também irá aumentar a necessidade de promover tecnologias de redução de carga.
- Em equipamentos independentes de refrigeração comercial, os hidrocarbonetos (HC) e R-744 estão ganhando cotas de mercado na Europa e no Japão. Eles substituem o HFC-134a, que é a principal escolha na maioria dos países. Em muitos países desenvolvidos, o R-404A e o R-507A foram os principais substitutos para o HCFC-22, em supermercados. No entanto, devido a seu alto PAG, uma série de outras opções estão sendo introduzidas. Sistemas indiretos são a opção mais eficaz para a redução de emissões em novos sistemas centralizados para supermercados. Em

sistemas de dois estágios na Europa, o R-744 é usado no nível de baixa temperatura e o HFC-134a, R-744 e os HCs são usados no nível de temperatura média.

- Na refrigeração industrial, R-717 (amônia) e HCFC-22 ainda são os refrigerantes mais comuns; R-744 prevalece em sistemas em cascata de baixa temperatura, nos quais substitui principalmente R-717 (amônia), embora o volume de mercado seja pequeno.
- Em ar condicionado ar-ar, misturas de HFC, principalmente R-410A, mas até certo ponto também R-407C, ainda são os principais substitutos no curto prazo para o HCFC-22 em sistemas refrigerados a ar. O HC-290 também está sendo utilizado para substituir o HCFC-22 em sistemas de split de baixa carga e em condicionadores de ar de janela e portáteis em alguns países. A maioria dos países do Artigo 5 ainda usam o HCFC-22 como principal fluido refrigerante em aplicações de ar condicionado.
- Os fabricantes de automóveis e fornecedores estão avaliando várias opções de refrigerante para novos sistemas de condicionamento de ar de carros (e caminhões), incluindo R-744, HFC-152a e HFC-1234yf, todos com PAG abaixo do limiar da UE de 150. Essas opções podem alcançar eficiência de combustível comparável aos sistemas de HFC-134a existentes com desenvolvimento adequado de hardware e controle. O uso de hidrocarbonetos ou de misturas de hidrocarbonetos também é considerado, mas até agora não recebeu o apoio de fabricantes de veículos devido a questões de segurança. A decisão final sobre qual refrigerante deve ser escolhido para o condicionamento de ar de veículos será tomada com base no PAG das três opções acima, juntamente com considerações adicionais que incluem aprovação regulamentar, custos, confiabilidade do sistema, segurança, capacidade da bomba de calor e manutenção.

## **1.8 Usos militares e no espaço remanescentes de SDOs (Relatório de Progresso do TEAP de maio de 2008)**

O principal uso militar remanescente de SDOs é de halon em aplicações consideradas vitais para as operações sem alternativas de modificação técnica ou economicamente viáveis, ou ainda não orçadas ou sem cronograma de modificação ou retirada de uso. Como seus homólogos da aviação civil, algumas aeronaves militares continuam a ser produzidas com sistemas de proteção contra incêndios com halon. Os refrigerantes com CFCs ainda são utilizados em algumas embarcações navais (navios e submarinos), porque: as unidades de refrigeração foram projetadas especificamente para usar um refrigerante SDO específico, as unidades de refrigeração são dimensionadas de acordo com as necessidades da embarcação, a assinatura acústica da embarcação seria alterada se fosse utilizada uma alternativa e porque o custo de remoção e substituição da unidade seria proibitivo. Por exemplo, em alguns modelos de embarcações, o casco deve ser aberto a fim de remover e substituir a unidade. Para saber mais sobre as últimas descobertas do TEAP sobre usos militares e espaciais essenciais, consulte: TEAP, "Relatório de Avaliação de 2006 do Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica" Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Nairóbi, 2006, pp. 127-137.

As principais aplicações espaciais restantes para usos de SDOs estão nas espumas de isolamento térmico, na fabricação de motores de foguete sólido e na limpeza de montagens mecânicas eletrônicas e de precisão. Em países que não são Partes do Artigo 5, aplicações militares e espaciais ainda são supridas por meio da reciclagem de estoques existentes de SDOs, com poucos usos supridos por meio das Isenções de Uso Essencial anteriormente concedidas pelas Partes para a Polônia (CFC-113 para a limpeza de torpedos), para a Federação Russa (Halon 2402 para proteção contra incêndios; CFC-113 para aplicações aeroespaciais) e para os Estados Unidos (metil clorofórmio para a fabricação de foguetes civis e militares).

### **1.8.1 Usos militares e espaciais exclusivos de HCFCs**

A maior parte do uso atual de HCFCs por organizações militares e espaciais ocorre em aplicações que não são exclusivas, mas que podem ser vitais para as operações atuais. Pode-se esperar que

muitos dos usos comuns de HCFCs sejam substituídos pela mesma tecnologia implementada em setores civis. No entanto, há alguns usos de HCFCs em baixo volume que são exclusivos a organizações militares e espaciais e que são vitais para a segurança das operações. Esses usos exclusivos podem ser: 1) eliminados com a nova tecnologia, 2) supridos a partir de estoques ou de HCFCs recuperados ou 3) previstos no termos de uma Isenção de Uso Essencial (se tal for acordado pelas Partes).

Usos essenciais do HCFC para a missão incluem:

- Solventes HCFC-225 usados para limpar sistemas de oxigênio, dispositivos eletro-ópticos, sistemas de navegação de precisão e componentes similares, nos quais uma combinação de materiais deve ser compatível com o solvente e o solvente deve remover a sujeira deixando poucos resíduos. Pequenas quantidades de CFC-113 e HCFC-225 continuarão em uso para algumas atividades de limpeza *in situ* de sistemas de oxigênio com geometrias complexas.
- Os refrigerantes HCFC usado em ambiente de campo de batalha podem ser substituídos por HFCs não inflamáveis novos, ou possivelmente por HFCs levemente inflamáveis, mas não podem ser substituídos por refrigerantes não fluorcarbono, como hidrocarbonetos e amônia, devido a questões de inflamabilidade e segurança em ambiente de campo de batalha. Algumas forças militares consideram estender o uso de HCFCs em determinados equipamentos do campo de batalha por alguns anos usando refrigerantes reciclados, em vez de mudar para HFCs com alto PAG, a fim de dar tempo para que se atinja a maturidade técnica de sistemas de refrigeração de baixo PAG, como dióxido de carbono transcrito. Sistemas exclusivamente militares tendem a ter desenvolvimento e período de vida útil muito longos, com duração de meio século ou mais, tanto em países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento. Os sistemas são altamente integrados, seus projetos são altamente restritos em termos de espaço e peso e os custos de modificação são geralmente muito elevados.
- O HCFC-141b usado para espumas de isolamento térmico do tanque de oxigênio do Ônibus Espacial dos Estados Unidos (EUA) é vital hoje em dia, mas espera-se que seja eliminado quando a nave espacial de próxima geração substituir o Ônibus Espacial.

### ***1.8.2 Cooperação internacional continuada***

Esforços significativos foram realizados ao longo dos anos para aumentar a conscientização a respeito do Protocolo de Montreal e da disponibilidade de medidas que forças militares podem tomar para gerenciar a eliminação, incluindo: cinco workshops sobre o papel das forças militares na implementação do Protocolo de Montreal (1991, 1994, 1997, 2001 e 2008); projetos de cooperação tecnológica bilateral entre forças militares envolvendo México, Tailândia, Turquia e Malásia e workshops patrocinados pelo PNUMA na Índia e na Jordânia, os quais incluíram a participação militar regional.

Organizações militares e espaciais investiram esforços e fundos significativos e já fizeram grandes progressos para reduzir sua dependência de SDOs. Modificações em sistemas e práticas existentes têm sido realizadas sempre que há alternativas técnica e economicamente viáveis. Há muito poucos novos sistemas militares ainda baseados em SDO. Ao demonstrar a viabilidade das alternativas, especialmente de tecnologias emergentes, organizações militares e espaciais continuam a criar as condições adequadas para que o setor civil também realize a transição das SDOs para outras substâncias. Para aplicações militares e espaciais que ainda precisam de SDOs, operadores militares e espaciais de estoques de reserva trabalham diligentemente na prevenção de vazamentos e para garantir que SDOs sejam utilizadas apenas para aplicações vitais.

As seguintes ações minimizarão ainda mais as emissões de SDO a partir de usos contínuos e reduzirão a necessidade de nomeações de uso essencial:

- ✓ Promover a coleta e reciclagem contínua de SDOs;



- ✓ Empregar as melhores práticas para recuperação/reciclagem, reutilização, armazenamento e destruição de SDOs;
- ✓ Garantir a flexibilidade que possibilitará os envios transnacionais necessários para fornecer SDOs recicladas para necessidades vitais e
- ✓ Planejar para reduzir futura dependência de SDOs por meio do uso de alternativas e de outras opções.

## 1.9 Relatório da Força-Tarefa sobre Gestão Ambientalmente Segura de Bancos de Substâncias que Destroem o Ozônio (Decisão XX/7) 2009

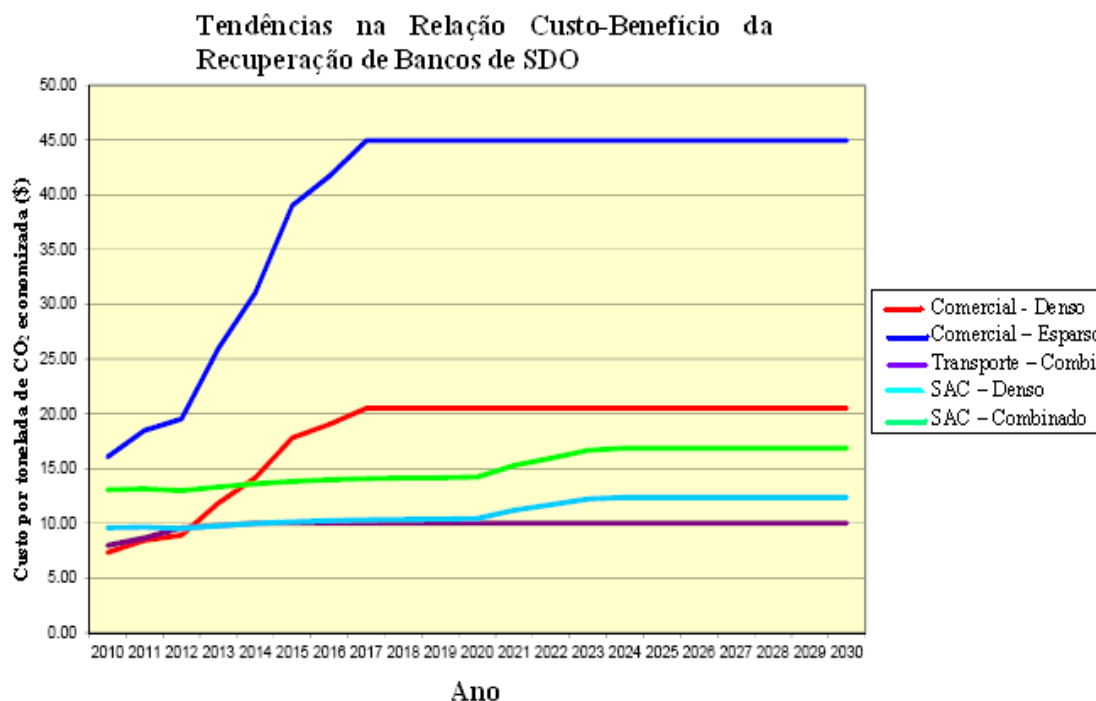
No período desde 2006, o TEAP continuou a avaliação das características dos Bancos de SDO identificados em seu trabalho anterior. Isso incluiu dois relatórios complementares preparados em resposta à Decisão XX/7, em 2009, bem como uma maior análise de dados antes do Workshop sobre a Gestão Ambientalmente Segura de Bancos realizado em Genebra em junho de 2010. Enquanto isso, TOCs individuais monitoraram a evolução em seus setores, a fim de avaliar a relação custo-benefício das medidas e prováveis tendências futuras. As principais conclusões desse trabalho foram:

- O Relatório Especial sobre Ozônio e Clima do IPCC/TEAP indicou tamanhos totais de bancos de SDOs e HFCs de 5,79 milhões de toneladas em 2002, com previsão de crescimento para 7,72 milhões em 2015. Nesse período, espera-se que as SDOs sejam reduzidas em 353 mil toneladas e que os HFCs cresçam em 2,41 milhões de toneladas.
- Estimativas mais recentes sobre os tamanhos reais dos bancos mostraram que os bancos de refrigerantes tinham aproximadamente 2,8 milhões de toneladas em 2006 e que os bancos de espumas tinham 3,53 milhões de toneladas no mesmo ano, com mais 444 mil toneladas de CFC-11 contidas nas espumas já em aterro.
- O Relatório da Fase 1 para a Decisão XX/7 mostrou que aproximadamente 85% desse total é alcançável, estando cerca de 47,5% (3 milhões de toneladas) do banco nas categorias de baixo a médio esforço.

<b>Região</b> <i>(todos em quilotoneladas)</i>	<b>Tipo de SDO</b>	<b>Esforço baixo</b>	<b>Esforço médio</b>	<b>Esforço alto</b>
Países desenvolvidos	CFCs	123,82	239,76	1009,08
	HCFCs	631,86	308,23	838,73
	Halons	44,32	15,00	-
Países em desenvolvimento	CFCs	160,79	225,80	154,27
	HCFCs	563,49	645,72	347,22
	Halons	22,24	28,95	-
<b>Global</b>		<b>1546,52</b>	<b>1463,46</b>	<b>2349,30</b>

- Futuros trabalhos sobre a relação custo-benefício das medidas para recuperar SDO em bancos sugere que, do ponto de vista do clima, os bancos de baixo esforço poderiam ser recuperados a um custo médio de cerca de US\$ 15 por tonelada de CO<sub>2</sub>-eq., enquanto os bancos de médio esforço poderiam exigir investimentos médios equivalentes a US\$ 35 por tonelada de CO<sub>2</sub>-eq. No entanto, o custo efetivo da recuperação e destruição aumentará com o tempo em vários setores em função da redução do PAG médio do conjunto de produtos nos fluxos de resíduos.
- Entre os bancos alcançáveis, a refrigeração comercial oferece a oportunidade de recuperação de maior potencial, mas o custo-benefício em termos do clima é um pouco pior do que em alguns outros setores porque a principal SDO utilizada no setor sempre foi o HCFC-22 (PAG = 1780).
- O setor de ar condicionado fixo representa o maior banco de refrigerantes em termos de

tonelagem (48% do total), mas é de magnitude semelhante ao da refrigeração comercial em termos climáticos. A natureza e a propriedade dispersa de condicionadores de ar dificulta a formulação de estratégias de recuperação eficazes.



- A análise do TEAP dos últimos quatro anos buscou diferenciar os bancos situados em áreas densamente povoadas (urbanas) e áreas escassamente povoadas (rurais). Um impacto sobre o custo resultante dos maiores desafios de recuperação é corretamente esperado, embora a magnitude desse impacto seja estimada apenas no presente.

- Embora produtos com espuma em eletrodomésticos e construções representem os maiores bancos, suas emissões são relativamente baixas. Além disso, sua recuperação e destruição é vista como tecnicamente mais desafiadora do que para refrigerantes. A maioria das espumas estão atualmente na categoria de alto esforço.

- Mesmo as espumas de isolamento de construção mais acessíveis deverão levar a custos de gerenciamento de banco acima de US\$ 100 por tonelada de CO<sub>2</sub> economizado. A cifra dependerá em grande medida das práticas de gestão de resíduos de demolição estabelecidas para a região. No entanto, o tempo de vida relativamente longo de edifícios irá resultar em baixos níveis de agentes de expansão que atingem o fluxo de resíduos na próxima década. A distribuição estatística sobre o tempo médio de vida útil de construções também pode significar que disposições a respeito de recuperação/destruição podem ser necessárias até em torno do ano de 2050 para capturar uma alta proporção do banco acessível.

- Outro ponto desconhecido na avaliação das opções de recuperação para SDO é o nível de degradação anaeróbica que ocorrerá em aterros (gerenciados). Isso poderia claramente afetar as emissões de linha de base e resultar em menor benefício resultante de medidas de fim de vida.

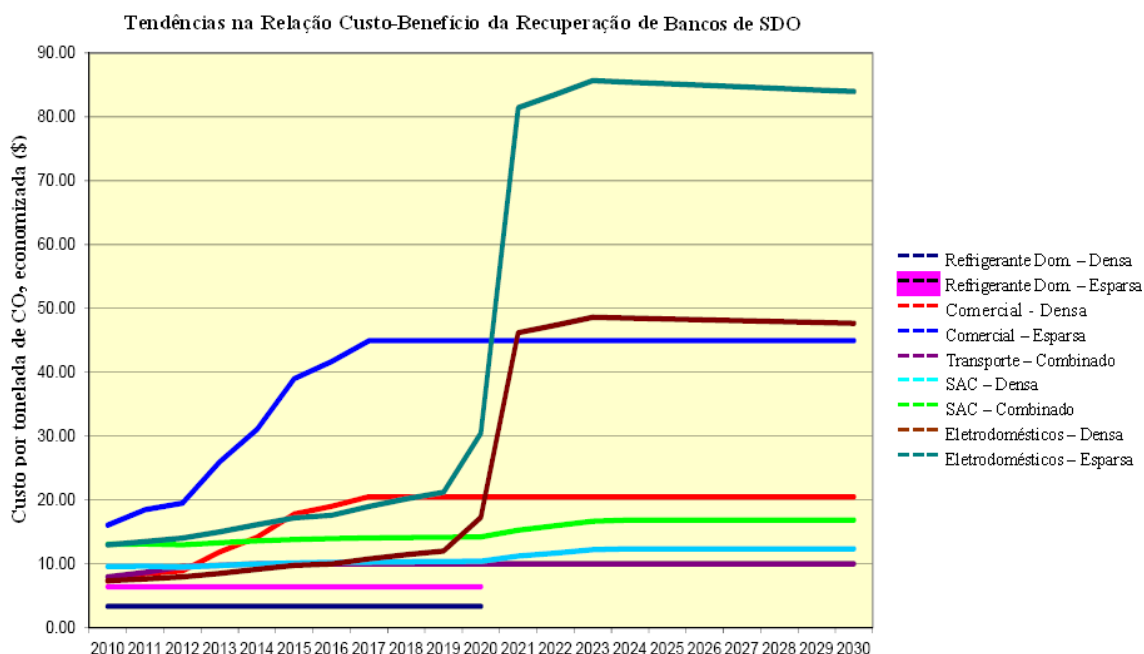
- Para eletrodomésticos, a grande oportunidade de alcançar benefícios climáticos significativos está nos próximos 5-10 anos. À medida que o conjunto de produtos passe de produtos com CFC para produtos com HCFC/HFC, estima-se que os custos de recuperação/destruição aumentarão substancialmente em termos do clima (ver abaixo).

<i>Setor</i>	<i>Esforço baixo</i>	<i>Esforço médio</i>	<i>Esforço alto</i>
Refrigeração doméstica – Refrigerante	PD	PE	

Refrigeração doméstica – Agente de expansão	PD	PE	
Refrigeração comercial – Refrigerante	PD	PE	
Refrigeração comercial – Agente de expansão	PD	PE	
Transporte refrigerado – Refrigerante	PD/PE		
Transporte refrigerado – Agente de expansão	PD/PE		
Refrigeração industrial – Refrigerante	PD/PE		
Ar condicionado fixo – Refrigerante	PD	PE	
Outros ar condicionados fixos – Refrigerante	PD	PE	
Ar condicionado móvel – Refrigerante	PD	PE	
Painéis revestidos de aço – Agente de expansão		PD	PE
Espumas de XPS – Agente de expansão			PD/PS*
Boardstock de PU – Agente de expansão			PD/PE*
PU spray – Agente de expansão			PD*/PE*
Bloco de PU – Tubo		PD	PE
Bloco de PU – Placa		PD	PE
Outras espumas de PU – Agente de expansão			PD/PE*
Halon – Supressão de incêndios	PD	PE	

PD = Áreas com população densa, PE = Áreas com população escassa

\* Ainda não comprovado tecnicamente



- Embora os mercados de carbono possam ter um papel a desempenhar no financiamento de atividades futuras de gerenciamento de bancos de SDO, o preço relativamente baixo do carbono, juntamente com a falta de protocolos internacionalmente reconhecidos para a validação/verificação significa que apenas as medidas com a melhor relação custo-benefício podem ser apoiadas no momento.
- Para halons, a maior parte do banco, com exceção de materiais contaminados, está sendo gerenciada para reutilização. Seria, portanto, inadequado considerar a recuperação/destruição quando usos futuros vitais futuros são previstos e, caso contrário, Isenções de Uso Essencial para a produção e o consumo precisariam ser concedidas.
- Embora os halons tenham altos PAGs diretos, eles não foram incluídos em nenhum dos dois protocolos voluntários de destruição de SDO em função da incerteza relacionada a seus PAGs indiretos. Devido ao fato de que os halons contêm bromo e são potentes substâncias destruidoras do ozônio, estima-se que seus PAGs indiretos possam ser inferiores a zero. Se créditos de redução de

GEE forem fornecidos no futuro pela destruição de halons usados, isso poderia ter um impacto significativo sobre o custo de halons reciclados e sobre sua disponibilidade para usos importantes. À luz dos dados publicados recentemente sobre os PAGs indiretos de halons (Young et al. Atmos. Chem. Phys., 2009), é recomendável que as Partes considerem solicitar ao Painel de Avaliação Científica um esclarecimento sobre a extensão dos benefícios para o clima, se houver, resultantes da destruição de halons em banco.

- Existem algumas aplicações importantes de proteção contra incêndio, tais como em compartimentos para a tripulação de veículos blindados, nas quais as únicas opções atuais são o uso de halon reciclado ou de HFC com alto PAG. Do ponto de vista do impacto ambiental total, é melhor reutilizar um halon já produzido reciclado ou produzir um HFC com alto PAG para a aplicação? Esse é um desafio que as Partes devem considerar.
- Existe a preocupação de que o estabelecimento de regimes de gerenciamento de bancos de halons ativos esteja ocorrendo muito lentamente em Partes do Artigo 5.
- De maneira geral, espera-se que os fluxos de SDO para o fluxo de resíduos atinjam o pico global de 200.000-225.000 toneladas por ano no período de 2018-2020. A inclusão de substitutos de SDO na lista de substâncias gerenciadas fará com que esse número cresça para 400.000-450.000 toneladas por ano em 2030 e que continue a crescer depois. No entanto, espera-se que haja capacidade de destruição suficiente para a gestão dessas quantidades com relativa facilidade. O aspecto mais desafiador estará relacionado à logística de obter os materiais para as instalações. Esse desafio pode levar à implantação de unidades de destruição localizadas e de menor escala em algumas regiões.

#### **1.10 Resposta do TEAP e de seu MTOC para a Decisão XX/4: produção de campanha para algumas Partes do Artigo 5 que fabricam inaladores de dose calibrada com clorofluorcarbonos (2009)**

Em sua 17ª. Reunião, as Partes discutiram as dificuldades enfrentadas por alguns países do Artigo 5 com relação à eliminação de CFCs usados na fabricação de IDCs. Na Decisão XVII/14 as Partes expressaram preocupação de que países do Artigo 5 que fabricam IDCs com CFC possam ter dificuldades para eliminar essas substâncias sem incorrer em perdas econômicas para seus países e também com o risco de que, para algumas Partes do Artigo 5, o consumo de CFC em IDCs para 2007 possa exceder as quantidades permitidas para todos os usos de CFC.

As Partes consideraram a questão novamente em sua 18ª. Reunião e, na Decisão XVIII/16, solicitaram: "que o TEAP avalie e relate o progresso no OEWG 27 e apresente um relatório à 19ª. Reunião das Partes sobre a necessidade, a viabilidade, o momento ideal e as quantidades recomendadas para uma produção em campanha limitada de clorofluorcarbonos exclusivamente para inaladores de dose calibrada tanto em Partes que operam de acordo com o parágrafo 1 do Artigo 5 quanto em Partes não previstas no parágrafo 1 do Artigo 5".

O TEAP e seu MTOC incluíram sua resposta à Decisão XVIII/16 no Relatório de Progresso do TEAP de abril de 2007. O 27º. Grupo de Trabalho Aberto discutiu a possibilidade de manter o sistema atual de produção "*just in time*", mas não chegou a um consenso; da mesma forma, não foi alcançado consenso na 19ª. Reunião das Partes.

No Relatório de Progresso de 2008 do TEAP, o MTOC analisou novas informações disponibilizadas pelo Secretariado do Fundo Multilateral, por agências de execução, por países e por fontes da indústria e considerou questões relacionadas com a transição de IDCs com CFC em Partes que fabricam IDCs com CFC e também em países do Artigo 5 que importam IDCs.

As Partes consideraram a questão de uma produção em campanha final de CFCs (para IDCs que receberam isenção de uso essencial) em sua 20ª. Reunião e, nos termos da Decisão XX/4, solicitaram ao Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica (TEAP) que apresentasse um relatório, em sua 21ª. Reunião, a respeito de prazos, armazenamento, distribuição, gestão, minimização da possibilidade de produção excessiva ou insuficiente, arranjos contratuais e minimização da produção de resíduos de

CFCs para usos não farmacêuticos e opções para seu descarte, que deve ser precedido por um relatório preliminar para o 29º. Grupo de Trabalho Aberto. Uma produção em campanha coordenada final para usos essenciais de IDCs foi recomendada anteriormente pelo TEAP e por seu Comitê de Opções Tecnológicas para Usos Médicos (MTOC), quando se entendeu que, depois de 2009, apenas o produtor de CFC na Espanha forneceria a maioria dos CFCs necessários para países do Artigo 5 e que a China iria suprir as próprias necessidades.

No entanto, as circunstâncias mudaram quando a CE proibiu a produção de CFC a partir de 01 de janeiro de 2010, tornando difícil que o TEAP e seu MTOC pudessem prever onde CFCs para uso essencial aprovados pelas Partes seriam obtidos a partir de 2010. Portanto, em 2009, o TEAP e seu MTOC não puderam fornecer às Partes uma resposta detalhada à Decisão XX/4 e solicitaram às Partes que esclarecessem a situação da produção de CFCs.

O relatório delineou as opções possíveis para o fornecimento futuro de CFCs de grau farmacêutico a granel para atender à demanda de fabricação de IDCs e a requisitos estimados para CFCs depois de 2009. As opções consideradas nesse relatório incluíam o fornecimento de CFCs de grau farmacêutico por uma única fonte de produção ou por várias unidades de produção.

O TEAP e seu MTOC sugeriram que as Partes considerassem um calendário fixo para a produção de CFC em uma única instalação ou em várias instalações para evitar a produção aberta de CFCs. Também se sugeriu que os estoques remanescentes, que seriam destruídos, fossem usados como possível fonte de CFCs de grau farmacêutico. O TEAP e seu MTOC advertiram que, se as Partes não resolvessem as incertezas relacionadas à produção de CFC, o resultado padrão poderia ser que a produção de IDCs com CFC parasse no final de 2009 em muitos países. O TEAP e seu MTOC recomendaram que as Partes considerassem a fonte de produção de CFCs para as isenções de uso essencial concedidas para IDCs e que buscassem vigorosamente oportunidades para usar estoques que do contrário seriam destruídos como fonte.

O TEAP e seu MTOC enfatizaram que, dados os riscos e incertezas associados ao fornecimento de longo prazo de CFCs de qualidade adequada depois de 2009, a mais alta prioridade para o abastecimento contínuo de inaladores de dose calibrada era completar a transição assim que possível e garantir a introdução rápida de alternativas livres de CFC.

As Partes tomaram medidas para garantir o fornecimento adequado de CFC de grau farmacêutico por meio da Decisão XXI/4 e da Decisão 60/47 do Comitê Executivo. A Decisão XXI/4 solicitava que as Partes informassem ao Secretariado sobre CFCs de grau farmacêutico em estoque existentes em 2010, a fim de disponibilizá-los para suprir as necessidades de uso essencial para o ano de 2010. A 60ª. Reunião do Comitê Executivo, de 12 a 15 de abril de 2010, decidiu modificar os acordos do setor de produção para a China e para a Índia a fim de permitir a produção de CFC para a exportação de CFCs de grau farmacêutico para 2010, com uma revisão anual, com o objetivo de atender aos requisitos de uso essencial de outros países, desde que os países exportadores tivessem sistemas de verificação e relatórios especificados estabelecidos. Com alternativas tecnicamente satisfatórias para IDCs com CFC disponíveis no momento em quase todos os países do mundo e com a redução no consumo de CFCs, as incertezas relacionadas à produção de CFC de grau farmacêutico do final dos anos 2000 foram resolvidas, e a possível crise de abastecimento de CFC para IDCs foi evitada.

### **1.11 Relatório de Quarentena e Pré-Embarque (Decisão XX /6, relatório de novembro de 2009)**

Entre 1999 e 2007 a produção relatada de MB para QPS permaneceu aproximadamente constante em base anual e aproximadamente no mesmo nível (11.000 toneladas métricas por ano desde 1995) que o consumo relatado.

O consumo para QPS nos países do Artigo 5 vem aumentando desde 2000, especialmente na região asiática, enquanto que em países não incluídos no Artigo 5, este diminuiu.

Cinco grandes categorias de uso para QPS foram identificadas: frutas e legumes frescos, grãos, solo

para fumigação pré-germinação *in situ*, toras inteiras e madeira e material de embalagem de madeira. Foi percebida uma discrepância de cerca de 1.300 toneladas entre o consumo total representado pelo brometo de metila realmente utilizado e o consumo total em países que não são Partes do Artigo 5 em 2007.

Os usos classificados como uso para QPS por algumas Partes, mas não por outras, são: a) café para exportação (Vietnã); b) salgadinhos de arroz e mandioca para exportação (Tailândia, Vietnã) e c) solo para a produção de material de alta propagação de saúde (EUA). As partes forneceram uma explicação sobre o motivo pelo qual essas situações se qualificam para serem tratadas como usos de QPS.

O desenvolvimento de alternativas ao brometo de metila para aplicações de quarentena em *commodities* ainda é um processo difícil, mas existem alternativas tecnicamente eficazes aprovadas e em uso para pelo menos algumas das principais categorias de uso de quarentena atual. A substituição dos usos para tratamento pré-embarque é mais fácil de realizar. Várias técnicas de tratamento de solo e sistemas sem solo podem gerar materiais de propagação produzidos com alto status fitossanitário.

As emissões de brometo de metila de fumigações podem ser minimizadas por meio da recaptura e da adoção das melhores práticas, tanto diretamente, com o melhor uso do fumigante, quanto indiretamente, minimizando a necessidade de recuar depois de falhas do tratamento.

Algumas Partes descontinuaram o uso do brometo de metila para QPS ou anunciaram sua intenção de fazê-lo em um futuro próximo.

À luz das informações disponíveis sobre as categorias de uso do brometo de metila para fins de QPS, sobre as alternativas disponíveis e sobre as principais pragas, o QPSTF pôde fazer estimativas preliminares de usos e quantidades que poderiam ser substituídas por alternativas.

## **1.12 Avaliação dos HCFCs e de Alternativas Ambientalmente Seguras (Decisão XXI/9) Maio de 2010**

O TEAP propôs uma definição de PAG baixo, médio e alto.

A última tabela completa com valores de PAG para uma grande variedade de substâncias naturais e sintéticas pode ser encontrada no 4º. Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo de Trabalho I. O Potencial de Aquecimento Global é baseado no forçamento radiativo integrado ao longo de um período específico de tempo, devido a uma emissão de pulso de uma unidade de massa de gás. O Protocolo de Kyoto adotou valores de PAG para um horizonte de tempo de 100 anos, mas as avaliações científicas do IPCC geralmente apresentam PAGs para três horizontes de tempo: 20, 100 e 500 anos.

Os termos "alto PAG" ou "baixo PAG" são de natureza comparativa. As SDO mais comumente utilizadas, representando mais de 95% do uso global dessas substâncias, têm PAGs (horizonte de tempo de 100 anos) entre 700 e 4.000, com um valor médio de pouco mais de 2.000. A proposta do TEAP é classificar os PAGs de 100 anos de gases de efeito estufa como "baixos", se forem menores que 300, "moderados", se forem maiores que 300 e menores que 1.000, e "altos", se forem maiores que 1.000.

### **1.12.1 Métodos e métricas**

Métodos e métricas podem identificar e quantificar os benefícios da tecnologia superior na proteção do ozônio e do clima. Os resultados dependem da exatidão e da integridade dos dados de entrada, da adequação das premissas e da sofisticação do modelo. A escolha definitiva da tecnologia será baseada na destruição do ozônio e também no impacto sobre clima, saúde, segurança, viabilidade dos custos e disponibilidade.

Escolher a substância com PAG mais baixo pode nem sempre ser a melhor abordagem, pois as

emissões de GEE na fabricação do produto e o uso de energia do produto muitas vezes são o fator preponderante na pegada de carbono do ciclo de vida. Quando disponíveis, os cálculos LCCP são o método mais abrangente para determinar as emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa no nível do produto. Os modelos LCCP precisam de um maior desenvolvimento para que sejam transparentes, adaptáveis ao clima local e a situações de intensidade de carbono de eletricidade. Quando os modelos LCCP não estão disponíveis, são inadequados ou quando os dados necessários para aplicá-los ainda não estão disponíveis, outros métodos e métricas podem ser úteis.

### **1.13 Estudo das Alternativas para Refrigerantes HCFC em Condições de Alta Temperatura Ambiente (Decisão XIX/8) Maio de 2010**

No curto prazo, as regiões com climas quentes devem ser capazes de contar com os refrigerantes e tecnologias atualmente disponíveis no mercado para substituir o HCFC-22 (R-407C, R-410A e HC-290).

No entanto, ao substituir produtos com HCFC-22 por aqueles que utilizam R-410A ou R-407C, o engenheiro de aplicação deverá considerar a capacidade reduzida na temperatura ambiente de design ao dimensionar o equipamento para a carga de refrigeração do design. O engenheiro de aplicação deve consultar os dados de aplicação publicados pelo fabricante na tomada de decisões de dimensionamento. Na maioria dos casos, os equipamentos com R-410A ou R-407C só precisam ter o tamanho de 5-10% maior que o de equipamentos com HCFC-22 para compensar a menor capacidade em temperaturas ambiente de até 50°C. O aumento de custo com os equipamentos de maior tamanho será de cerca de 3% para um aumento de 10% na capacidade.

É provável que o HFC-32 se torne um substituto a longo prazo para o R-410A. Ele tem um PAG de aproximadamente 32% daquele do R-410A e apresenta muito melhor desempenho em ambientes com temperatura elevada do que o R-410A. Além disso, as alterações de design necessárias para passar do R-410A para o HFC-32 devem ser pequenas.

O HFC-134a e o HC-600a pareceriam atraentes do ponto de vista de que têm desempenho semelhante ao do HCFC-22 em alta temperatura ambiente. No entanto, ambos os refrigerantes são de baixa pressão. O uso desses refrigerantes de baixa pressão exigiria grande reelaboração do design dos componentes do sistema de base para atingir a mesma capacidade e eficiência do sistema com HCFC-22. Portanto, HFC-134a e HC-600a não são considerados opções com boa relação custo-benefício para substituir o HCFC-22, em aplicações unitárias de ar condicionado.

Várias alternativas com PAG baixo para refrigerantes HFC estão em desenvolvimento. Entretanto, como esses refrigerantes estão nos estágios iniciais de desenvolvimento, é prematuro listá-los como opções às alternativas atuais de HCFCs, especialmente em altas temperaturas ambientes.

No longo prazo, conforme tecnologias não PDO e de baixo PAG forem desenvolvidas para substituir os atuais produtos HCFC-22, R-407C e R-410A, equipamentos projetados para operar com eficiência e capacidade aceitáveis em condições ambientais extremas devem tornar-se amplamente disponíveis tanto em países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento.

### **1.14 Descobertas para vários setores**

Estas são descobertas para vários setores:

Substitutos técnicos e economicamente viáveis estão disponíveis para quase todas as aplicações de HCFCs, embora os custos de transição ainda sejam uma barreira para as pequenas empresas, particularmente nos países em desenvolvimento.

- A eliminação acelerada de HCFCs pode levar a outros benefícios de eficiência energética se os equipamentos existentes, menos eficientes, forem retirados de uso mais cedo.
- Uma parcela considerável dos 3,5 milhões de toneladas de PDO das SDOs contidas em bancos está disponível para coleta e destruição a custos que podem ser justificados por benefícios na redução de emissões de SDO e de gases de efeito estufa.

- As Partes que pensam em realizar coleta e destruição devem considerar incentivos para a coleta que evitem o uso prolongado de equipamentos ineficientes, ventilação intencional ou descarte do produto. Nesse contexto, a classificação das atividades de recuperação e destruição de SDO, como projetos de compensação de carbono, poderia justificar uma investigação mais aprofundada.
- Desde 2002, o TEAP e seus TOCs realizam um extenso trabalho de coordenação com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) a respeito da proteção ao clima e para refinar e melhorar as estimativas de bancos e emissões de SDO. As Partes devem considerar se uma maior coordenação fornecerá maiores informações técnicas úteis a respeito de políticas e, em caso afirmativo, como tal coordenação pode ser estimulada.

## **1.15 Força-Tarefa de 2007 do TEAP**

O Protocolo de Montreal de 1987 incluiu um artigo específico (Artigo 6) para avaliação periódica e revisão:

*"A partir de 1990, e pelo menos de quatro em quatro anos, as Partes avaliarão as medidas de controle previstas no Artigo 2, com base em informações científicas, ambientais, técnicas e econômicas disponíveis. Pelo menos um ano antes de cada avaliação, as Partes deverão convocar painéis apropriados de peritos qualificados nos domínios em causa e determinar a composição e os termos de referência de tais painéis. Um ano depois de sua convocação, os painéis deverão relatar suas conclusões, por meio do Secretariado, para as Partes".*

Os quatro painéis originais do Protocolo de Montreal – 1) Painel para Avaliação Científica, 2) Painel para Avaliação Ambiental, 3) Painel para Avaliação Tecnológica e 4) Painel para Avaliação Econômica – foram informalmente organizados na Haia na “Conferência do PNUMA sobre Ciência e Desenvolvimento, Dados sobre CFC, Questões Jurídicas e Substâncias e Tecnologias Alternativas” de outubro de 1988 e foram formalizados na Primeira Reunião das Partes, realizada em Helsínque, em maio de 1989.

Depois de 1990, o Painel para Avaliação Científica mudou seu nome para "Painel de Avaliação Científica" (SAP); o Painel para Avaliação Ambiental mudou seu nome para "Painel de Avaliação de Efeitos Ambientais" (EEAP) e o Painel para Avaliação Econômica uniu-se ao Painel para Avaliação Tecnológica e, juntos, receberam o nome "Painel de Avaliação Econômica e Tecnológica" (TEAP).

Os membros permanentes do TEAP incluem seus codiretores, os codiretores dos Comitês de Opções Técnicas e membros especialistas sênior. Em todo ano, seus membros temporários incluem os codiretores das Forças-Tarefa ativas.

Mais de 175 especialistas trabalham no TEAP e em seus TOCs e órgãos subsidiários. Desde sua criação, mais de 900 especialistas de cerca de 65 países participaram do processo de avaliação.

Cerca de 50% dos membros do TEAP/TOC/Forças-Tarefa são da indústria, 25% do governo, 15% de universidades, 5% de ONGs e o restante é composto por membros de institutos de pesquisa, hospitais ou que não indicam filiação. Cerca de um terço são de Partes do Artigo 5 e dois terços são de países que não são Partes do Artigo 5.

Listas de membros do TEAP e de seus TOCs são fornecidas no último capítulo deste relatório.



## **2 ABSTRACTS DOS RESUMOS EXECUTIVOS**

### **2.1 TOC para Substâncias Químicas**

#### *Status Atual*

Após avaliação das informações fornecidas pelas Partes, 17 usos de agente de processo foram adicionados à Tabela A (Anexo da Decisão XXII/8) e 12 usos foram excluídos da Tabela A uma vez que os processos foram abandonados ou modificados. Os relatórios sobre emissões a serem incluídas na Tabela B são bastante incompletos.

Há muito poucos usos identificados de SDO em procedimentos laboratoriais e analíticos em países não incluídos no Artigo 5, mas o uso (especialmente de CTC) como reagente químico continua e será difícil de substituir. Ainda há algum uso em vários países do Artigo 5.

Uma lista completa dos usos conhecidos de SDOs como matérias-primas foi compilada. Com o uso dos volumes sugeridos pelos membros do CTOC e seguindo diretrizes para os cálculos de emissões sugeridas pelo IPCC para o UNFCCC, foram geradas estimativas de emissões provenientes dessas matérias-primas.

Em 2009, o CTOC identificou 176 instalações de destruição em 27 países, incluindo novas tecnologias que não constam no Relatório da Força-Tarefa de 2002. A maioria das instalações de destruição são baseadas em combustão em fornos dedicados ou equipamentos como fornos de cimento e há alguma adoção de tais tecnologias nos países do Artigo 5.

O TEAP/CTOC fez uma ampla revisão sobre as emissões de CTC, concluindo que existe uma discrepância significativa entre as emissões comunicadas e as concentrações atmosféricas observadas nos termos das Decisões XVI/14 e XVIII/10.

#### *O que ainda precisa ser feito*

Um melhor método padrão de comunicação das emissões precisa ser acordado de forma que a Tabela B (Anexo da Decisão XXII/8) forneça uma imagem mais confiável das emissões decorrentes do uso de agentes de processo. Quando o CTOC e o FML produzirem um relatório conjunto em 2011 de acordo com a Decisão XXI/3 (5), outras exclusões da Tabela A e uma atualização mais completa das eliminações ou das sugestões de eliminação será possível.

São necessários conselhos de especialistas, além do apoio financeiro modesto para alternativas que já foram identificadas para teste em países do Artigo 5, juntamente com os procedimentos atuais que envolvem SDOs. Novos métodos padrão precisam ser desenvolvidos.

Faltam relatórios sobre o uso de SDOs como matérias-primas. Além disso, no momento atual, a maior parte da produção de matérias-primas SDO é para HFCs, cuja produção não é relatada em um banco de dados acessível publicamente. Caso as Partes desejem quantificar as emissões de matéria-prima, serão recomendados relatórios de SDOs usadas em aplicações de matéria-prima. A opinião de especialistas sugere que as diretrizes do IPCC são os valores máximos e as emissões reais podem ser menores em instalações com boa gestão. Melhores mecanismos de controle de emissões precisam ser desenvolvidos.

O principal desafio é a eliminação completa de solventes SDO nos países do Artigo 5. Alternativas preferíveis foram identificadas e estão geralmente disponíveis. Outro obstáculo a superar é o impacto econômico sobre os usuários de pequeno e médio porte, que compõem uma parte considerável do mercado restante de solventes SDO.

Recentemente, foi solicitada a avaliação de várias tecnologias emergentes para a destruição de SDOs e HFCs. Em conformidade com a Decisão XXII/10, elas serão revisadas quando detalhes técnicos estiverem disponíveis.

Ainda não foram concluídos os estudos sobre a produção e o consumo de CTC com especial ênfase em usos como matéria-prima com o objetivo de estimar as emissões e tentar conciliá-las com os valores calculados por cientistas atmosféricos.

### *O caminho a seguir*

A lista das Partes com usos aprovados como agente de processo poderia ser fornecida ao Secretariado do Ozônio, de modo que os pedidos de informações possam ser tratados e acompanhados, em vez de incluir esses pedidos em comunicações globais.

Seria útil para a eliminação de SDOs em usos laboratoriais e analíticos que o Secretariado do Ozônio e especialistas identificados pelo CTOC trabalhassem com organismos de normalização nacionais e internacionais para estabelecer novos métodos padrão de análise sem o uso de SDOs. O TEAP e o CTOC manterão as Partes informadas a respeito dos avanços nessas frentes.

Países desenvolvidos, em seus relatórios de estoque, relatam ao UNFCCC os dados de emissões para HFCs. Assim, as discussões com o UNFCCC podem auxiliar no desenvolvimento de novas fontes estimadas de dados para a produção de HFCs (que podem ter utilizado SDOs como matéria-prima em sua preparação). O relato de volumes de SDO para cada uso como matéria-prima pelas Partes por meio do Secretariado do Ozônio pode permitir uma quantificação mais completa dessa atividade.

Mudanças regulatórias continuarão afetando o uso de solventes. Em alguns casos, isso pode exigir a troca de solventes e/ou equipamentos ou um novo processo de limpeza. A definição de alternativas com baixo PAG (Potencial de Aquecimento Global) e alto PAG, proposta pelo TEAP, pode ajudar os usuários a selecionar solventes mais apropriados.

A revisão periódica das tecnologias de destruição disponíveis será necessária para fornecer orientações técnicas atualizadas para a destruição de substâncias que destroem o ozônio, como CFCs, halons e brometo de metila, bem como para HFCs.

Mais estudos serão necessários para melhorar e conciliar cálculos *bottom-up* e *top-down*, para procurar outras fontes de emissão de CTC não declaradas, para analisar criticamente os dados de inventário do PNUMA e, possivelmente, para revisar novamente a vida atmosférica do CTC.

## 2.2 TOC para Espumas Rígidas e Flexíveis

### *Status atual*

A eliminação de HCFCs está virtualmente concluída em todos os países não incluídos no Artigo 5, sendo o setor de XPS da América do Norte o último grande setor a fazer a transição. Nesse caso, a escolha tecnológica foram os HFCs saturados, refletindo os exigentes requisitos de processo e a variedade de produtos da indústria de XPS na região. A experiência dessa transição fez com que a indústria se tornasse cautelosa em relação a compromissos com quaisquer outras transições a médio prazo, uma vez que a comprovação de novas alternativas nessas aplicações envolve uma dose de esforço extra substancial.

O crescimento nas espumas de isolamento térmico continua a ser estimulado por requisitos de eficiência energética cada vez mais rígidos para eletrodomésticos e construções. Embora os hidrocarbonetos ainda sejam a principal solução nos países não incluídos no Artigo 5, há pressão em alguns setores para otimizar ainda mais essas soluções por meio de misturas. Embora o ciclopentano continue desempenhando um importante papel na otimização do desempenho das misturas, outros componentes como HFCs não saturados (u-HFCs ou HFOs) e metanoato de metila também estão em avaliação no momento. Trabalhos preliminares sobre HFCs não saturados (HFOs) sugerem que eles proporcionam melhor desempenho térmico que suas contrapartidas saturadas, embora ainda seja necessário realizar trabalho toxicológico para que essas substâncias sejam comercializadas. Nesse meio tempo, há indícios de que algumas empresas que fabricam eletrodomésticos em países em desenvolvimento já misturam HFCs saturados com hidrocarbonetos para cumprir com requisitos energéticos.

A eliminação de HCFC nos países do Artigo 5 ainda é uma grande fonte de desconforto. Em diversos setores, especialmente no de espumas de poliuretano rígidas, alternativas identificadas anteriormente com baixo Potencial de Aquecimento Global (PAG) ainda precisam passar em testes de campo mais completos. Isso é especialmente importante porque muitas das empresas que devem adotar essas tecnologias são PMEs e têm pouca, se alguma, capacidade interna de otimizar as formulações. Há preocupações de que essas medidas para a gestão da inflamabilidade do metanoato de metila possam exigir uma reformulação por parte das casas de sistema com polióis mais compatíveis com aplicações em espumas rígidas a fim de reduzir o risco. Entretanto, em um número de casos limitado, pode ser mais produtivo misturar metanoato de metila no componente de isocianato para obter as propriedades de espuma necessárias ao mesmo tempo em que se evitam misturas inflamáveis.

O gerenciamento de bancos de SDO em espumas para eletrodomésticos atualmente é tratado por várias estruturas reguladoras e voluntárias e usa diversas tecnologias totalmente automáticas, semiautomáticas e manuais. Embora haja indícios de que abordagens totalmente automatizadas fornecem o potencial de recuperação mais abrangente, as curvas de redução de custo relevantes sugerem que alguns processos semiautomáticos terão um papel na gestão contínua de bancos de SDO, especialmente em áreas onde as densidades populacionais são baixas ou o investimento é restrito.

Foram realizados esforços para complementar a caracterização de inventários de espumas em várias regiões. O fluxo de espumas que contêm SDO no fluxo de resíduos de demolição de construções atualmente é baixo e é provável que continue assim por ao menos mais uma década para a maioria dos tipos de produto. Embora a economia da recuperação varie de acordo com a região e seja influenciada por quadros mais amplos de gestão de resíduos de demolição, mesmo as circunstâncias mais favoráveis levam a custos superiores a, em média, US\$ 100 por tonelada de

CO<sub>2</sub> economizada. Será necessário que haja outras inovações a longo prazo para que a recuperação a partir dessa fonte se torne economicamente viável.

### *O que ainda precisa ser feito*

No âmbito dos Planos de Gestão de Eliminação de HCFC (HPMPs), decisões devem ser tomadas em curto prazo a respeito da escolha de alternativas para HCFCs nos países do Artigo 5. A priorização do “pior primeiro” incorporada na Decisão XIX/6 dá grande ênfase a lidar com aplicações de HCFC-141b nas primeiras fases da implementação. No entanto, alguns países acham mais fácil gerenciar seus problemas de conformidade por meio da implementação de transições do setor de espumas de acordo com a facilidade de implementação de cada projeto e a magnitude de seu impacto. O que falta é então compensado por outros setores.

Ainda é necessário caracterizar o desempenho de espumas feitas com alternativas com baixo PAG no campo de aplicações pretendido. Este é um exercício contínuo, mas é especialmente importante para tecnologias que não têm histórico significativo de uso em países não incluídos no Artigo 5. O papel dos Projetos-Piloto promovidos sob o quadro do Fundo Multilateral é especialmente relevante neste caso e o trabalho do PNUD a respeito do metanoato de metila, por exemplo, já abriu caminho para um uso mais amplo nos setores de espumas flexíveis moldadas e de pele integral.

Em países não incluídos no Artigo 5, o principal interesse futuro é o de melhorar a eficiência energética. No entanto, pode surgir pressão adicional de propostas para que ocorra a redução do uso de HFCs saturados. Além das iniciativas assinaladas no próprio Protocolo de Montreal, há crescente interesse em incorporar essa medida como parte da nova versão do Regulamento de F-Gases na Europa. Isso pode servir para fortalecer esforços de pesquisa em países não incluídos no Artigo 5 a respeito de soluções com baixo PAG e, especialmente, na busca do uso inteligente de misturas. Esse trabalho pode trazer outros benefícios para países do Artigo 5, mas é improvável que eles surjam a tempo para incorporação nos HPMPs relevantes.

Continuará havendo considerações a respeito das estratégias mais apropriadas para a gestão de bancos de SDO em espumas, com especial atenção à garantia de que a captura de CFC de bancos existentes baseados em eletrodomésticos seja otimizada antes que essas oportunidades sejam perdidas. Isso pode envolver a necessidade de analisar maneiras eficientes de transferir as tecnologias existentes em países não incluídos no Artigo 5 para ambientes do Artigo 5. Os mecanismos de financiamento mais adequados a tal ação ainda estão em discussão, mas é necessário chegar a uma conclusão em breve para aproveitar as oportunidades.

### *O caminho a seguir*

Embora gere menos emissões que os setores de refrigeração e ar condicionado, o setor de espumas ainda representa um banco substancial de SDO de vida longa, fornecendo oportunidades para a gestão futura. A urgência de iniciativas de gestão varia de acordo com o setor, mas decisões finais a respeito de políticas dependerão das curvas de redução de custo geradas em uma ampla gama de outras medidas de proteção à camada de ozônio e ao clima. Ainda deve ser estabelecido se a recuperação de SDO de construções se tornará uma opção viável em função da natureza dispersa das fontes envolvidas e dos esforços necessários para a recuperação. Para o desafio imediato de eliminar o uso de HCFC em países do Artigo 5, há uma série de obstáculos. A urgência de ultrapassá-los serve apenas para tornar a situação ainda mais complexa e é possível que várias soluções não comprovadas tenham de ser adotadas a curto prazo, com o risco de efeitos negativos para empresas e investidores. Uma consequência desse fato pode ser que as empresas venham a escolher minimizar os riscos com a escolha de soluções técnicas comprovadas, mas não ideais, como soluções com alto PAG ou menor eficiência energética, com o objetivo de fazer uma segunda conversão quando soluções mais adequadas estiverem estabelecidas.

## 2.3 TOC para Halons (HTOC)

### *O status atual, os problemas atuais*

Os modelos do HTOC estimam o banco global de halons para o final do ano de 2010 da seguinte forma: halon 1301 em 42.500 MT, halon 1211 em 65.000 MT e halon 2402 em 2.300 MT. As Partes não indicaram ao Secretariado do Ozônio incapacidade de obter halons para satisfazer suas necessidades, embora algumas Partes tenham expressado preocupações a respeito do custo aos membros do HTOC.

Desde 1 de janeiro de 2010, a produção de halon 1301 ocorre unicamente na China e na França para uso como matéria-prima na fabricação do pesticida Fipronil.

Até o momento, ainda não foi desenvolvida uma alternativa com todas as características benéficas do halon para a substituição. No entanto, novos agentes e tecnologias continuam a ser desenvolvidos. Em particular, um hidrobromofluorcarbono insaturado (HBFC) está sendo testado para aplicações de aviação.

A formação de bancos de halons é uma parte crucial da gestão dos halons, mas houve um atraso no estabelecimento de programas de formação de bancos e gestão em todas as Partes do Artigo 5.

As emissões, a transformação e o consumo de halon 2402 como agente de processo pela indústria química russa reduziu substancialmente o banco total de halon 2402, e novos usos em aplicações não tradicionais são motivo de preocupação para o HTOC.

O HTOC continuou seu trabalho com a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) – Decisão de referência XXI/7 – resultando no desenvolvimento de uma resolução revisada, contendo novas datas para a substituição de halons acordadas pela indústria, que foi aprovada na 37ª. Assembleia da ICAO em setembro de 2010 como a Resolução A37/9.

Os halons ainda são utilizados por organizações militares em muitas aplicações da linha de frente onde as alternativas não são técnica ou economicamente viáveis no momento. No entanto, as forças militares de muitas Partes dedicam esforços e recursos consideráveis para reduzir e futuramente eliminar o uso de halons, sempre que técnica e economicamente viável.

### *O caminho a seguir, rumo ao futuro*

Agora que não há produção mundial de halons para usos de proteção contra incêndio, a gestão do estoque remanescente torna-se crucial para assegurar que haja halons suficientes para aplicações que precisam deles. Assim, a reciclagem de halons está se tornando ainda mais importante para garantir que estoques adequados de halons estejam disponíveis para atender às necessidades futuras das Partes.

A destruição de halons para créditos de carbono pode não fornecer os benefícios climáticos previstos.

A experiência na Europa, onde se verificou que halons contaminados estavam sendo utilizados na

indústria da aviação civil, destacou a necessidade de que usuários finais estejam cientes da pureza de qualquer halon recuperado ou reciclado que venham a comprar.

Embora não haja falta aparente de halon 2402 reciclado a nível global, atualmente há escassez em algumas regiões, da qual as Partes podem desejar tratar.

Sistemas de bancos nacionais ou regionais que mantêm bons registros podem minimizar a incerteza em relação ao inventário armazenado e à disponibilidade de estoque. As Partes poderiam incentivar tais esquemas de bancos de halon nacionais para garantir que as necessidades consideradas essenciais por uma Parte sejam atendidas.

### ***Futuro***

Apesar da introdução de novas alternativas ao halon e dos notáveis progressos em fazer a transição para elas, os halons ainda serão necessários no futuro previsível.

Aplicações de aviação estão entre os usos mais exigentes de halons e precisam de cada uma de suas características benéficas. Dada a vida de 25-30 anos de aeronaves civis, essa dependência continuará muito além do momento em que halons reciclados estiverem facilmente disponíveis.

Muitas pesquisas, desenvolvimentos e testes praticamente eliminaram a necessidade de halons nos novos modelos de veículos blindados, aeronaves militares e navios militares. No entanto, muitos sistemas herdados continuarão a precisar de halons até o fim da vida útil do equipamento.

Dutos de petróleo e gás existentes e instalações de produção em climas inóspitos continuarão a usar halons para o combate a incêndios e para a prevenção de explosões, uma vez que o *retrofit* para as alternativas disponíveis não é técnica e/ou economicamente viável. Quando um agente de inertização ainda for necessário nos espaços ocupados, o halon será substituído por um hidrofluorcarboneto (HFC) com alto PAG ou por uma cetona fluorada, sempre que as temperaturas permitirem.

Em algumas aplicações, a única alternativa ao halon ainda será um HFC com PAG alto.

Para outras aplicações comerciais/industriais, os halons não são mais necessários e os sistemas continuarão a ser tirados de uso e substituídos por sistemas que utilizem agentes alternativos. No entanto, o custo para a reengenharia e substituição de alguns sistemas herdados pode ser alto e, em muitos casos, a menos que a indústria seja obrigada a fazer isso, halons reciclados do banco de halons continuarão a ser utilizados para manter o sistema.

## **2.4 TOC para Usos Médicos**

### **2.4.1 Inaladores de dose calibrada**

#### ***Status atual***

Em 2009, cerca de 2.300 toneladas de clorofluorcarbonetos (CFCs) foram usadas mundialmente para a fabricação de inaladores de dose calibrada (IDCs) para asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Isso representa uma redução de 50% no uso global de CFC desde a última

avaliação.

Um significativo progresso global vem ocorrendo na transição de IDCs com CFC para inaladores livres de CFC. Alternativas tecnicamente satisfatórias para IDCs com CFC já estão disponíveis em quase todos os países do mundo para cobrir todas as classes principais de medicamentos usados no tratamento da asma e da DPOC.

Até 2010, todos os países desenvolvidos tinham eliminado o uso de CFCs em IDCs, exceto a Federação Russa, que ainda precisa realizar a conversão da fabricação, e os Estados Unidos, que estão bastante avançados em sua eliminação.

Apesar dos desafios iniciais, como acesso a transferência de tecnologia e barreiras econômicas, a maioria dos países em desenvolvimento estão bastante avançados em seus planos de transição para eliminar o uso de CFCs. Estima-se que o consumo de CFC pelos países do Artigo 5 atingiu seu pico em 2008 e 2009, com cerca de 1.700 toneladas, e agora parece estar diminuindo.

Em Partes do Artigo 5, houve progressos substanciais no desenvolvimento e na comercialização de IDCs livres de CFC acessíveis, com IDCs baseados em hidroclorofluorcarbonos (HFC) atingindo preços mais competitivos em comparação com IDCs com CFC. Como resultado, existe agora uma gama adequada de alternativas livres de CFC tecnicamente satisfatórias e acessíveis para substituir IDCs com CFC para beta-agonistas (em particular, salbutamol) e para corticosteróides inalados (em particular, a beclometasona) disponíveis em muitos países em desenvolvimento. Levando essas questões em consideração, os IDCs com CFC para salbutamol e beclometasona já podem ser considerados não essenciais na maioria dos países importadores.

### ***O que ainda precisa ser feito?***

As previsões atuais são de que a maioria dos países do Artigo 5 e a Federação Russa concluirão a transição de IDCs com CFC até o final de 2012. Uma notável exceção é a China, que planeja completar a eliminação de IDCs com CFC até 2016.

### ***O caminho a seguir***

Seria possível concluir a eliminação de IDCs com CFC com uma gestão cuidadosa dos estoques existentes, desde que a fabricação de CFCs para fins farmacêuticos na China continue a suprir as próprias necessidades e as da Federação Russa. Uma abordagem cautelosa à produção de CFC é aconselhável, uma vez que a transição ocorre rapidamente e a produção de CFC excedente às necessidades reais deve ser evitada. Caso contrário, futuramente pode ser necessária uma destruição com alto custo.

## **2.4.2 Produtos farmacêuticos com aerossóis além de IDCs**

### ***Status atual***

Alternativas técnica e economicamente viáveis estão disponíveis para todos os produtos médicos com aerossol. A fabricação da maioria dos aerossóis médicos com CFC em países que não são Partes do Artigo 5 cessou por volta de 1996 e perto do final de 2009 em Partes do Artigo 5.

### ***O que ainda precisa ser feito?***

Existem alguns países em desenvolvimento que não concluíram a conversão de aerossóis médicos baseados em CFC para alternativas. Na China, alguns dos tradicionais fabricantes de aerossóis têm encontrado dificuldades técnicas na conversão para alternativas, com novas formulações que não satisfazem os padrões de qualidade relevantes. Com o prazo de eliminação de CFCs estabelecido para 2010 nos países em desenvolvimento, qualquer consumo atual de CFC para aerossóis médicos só poderia ter como fonte os estoques existentes anteriores a 2010.

### *O caminho a seguir*

As autoridades governamentais chinesas estão se coordenando com as empresas para resolver questões técnicas pendentes. A conversão total do setor de aerossóis médicos na China, excetuando IDCs, provavelmente será concluída em 2012. A eliminação mundial de aerossóis médicos com CFC ocorrerá como parte de cada plano nacional das Partes do Artigo 5.

## **2.4.3 Esterilizantes**

### *Status atual*

O uso de CFCs em misturas com óxido de etileno (EO) na esterilização foi eliminado com sucesso em países não incluídos no Artigo 5 e em muitos países do Artigo 5. Acredita-se que o uso global total de CFCs para a esterilização em 2010 foi próximo de zero. O uso global estimado de HCFCs em misturas de substituição foi de cerca de 500 a 700 toneladas métricas em 2010, o que equivale a menos de 25 toneladas de PDO em todo o mundo. O uso de EO/HCFC em países não incluídos no Artigo 5 está em declínio e restrições regulatórias estão sendo introduzidas. O uso de EO/HCFC em países do Artigo 5 é de cerca de 200 a 400 toneladas.

### *O que ainda precisa ser feito?*

Há uma variedade de métodos de esterilização comercialmente disponíveis que substituirão o uso de substâncias que destroem a camada de ozônio no setor com o passar do tempo.

### *O caminho a seguir*

Uma eliminação ordenada dos HCFCs em esterilização para cumprir com os cronogramas de eliminação de HCFCs do Protocolo de Montreal é facilmente alcançável em países do Artigo 5. Até 2030, os esterilizantes atuais devem estar prontos para a substituição por tecnologias alternativas disponíveis que não utilizam substâncias destruidoras do ozônio. Os departamentos de compra de hospitais devem considerar a eliminação de HCFCs e a futura redundância de equipamentos de esterilização que utilizam EO/HCFC na tomada de decisões de investimento futuras.

## **2.5 TOC para Brometo de Metila**

### *O que já foi alcançado*

A produção global para usos de brometo de metila regulamentados pelo Protocolo foi reduzida em 87%, de 66.430 toneladas relatadas em 1991 para 8.928 toneladas em 2009. Menos de 5% da



produção ocorre em países do Artigo 5, atingindo um máximo de 2.397 toneladas em 2000 e caindo para 29% (403 toneladas) em 2009.

O consumo global de brometo de metila para usos controlados informado para 1991 foi de 64.420 toneladas e permaneceu acima de 60 mil toneladas até 1998. Esse número caiu para 8.148 toneladas em 2009. Historicamente, nas regiões não incluídas no Artigo 5, 90% do brometo de metila foi usado para a fumigação pré-germinação do solo e 10% para produtos armazenados e estruturas.

Desde 2003, nove países que não são Partes do Artigo 5 solicitaram “uso essencial” depois de 2005 para fins diferentes de QPS. Das 106 solicitações iniciais para 18.700 toneladas em 2003, as CUNs foram reduzidas a 36 solicitações para 1.453 toneladas em 2012. Muitos países não incluídos no Artigo 5 alcançaram a eliminação total e outros notificaram a intenção de eliminar seu uso após 2011 e 2012. Para os usos restantes, ocorreu eliminação ou redução substancial na maioria dos setores.

Os países do Artigo 5 também reduziram seu consumo de linha de base do brometo de metila de 15.870 toneladas (média de 1995-1998) para 4.405 toneladas, ou 28% da linha de base. Várias Partes do Artigo 5 anteriormente incluídas entre os maiores usuários agora relatam a completa eliminação e outras fizeram reduções bastante significativas no consumo desde 2005.

O MBTOC conseguiu identificar alternativas para mais de 95% dos usos controlados em 2009. Situações em que não foram identificadas alternativas representam menos de 1.000 toneladas de brometo de metila. No entanto, restrições regulamentares locais a alternativas, e não viabilidade técnica, podem restringir a adoção.

A redução do consumo de brometo de metila para fumigação do solo foi o fator que mais contribuiu para a redução do consumo mundial de brometo de metila, com uma queda de 85% nas quantidades utilizadas.

Os setores restantes mais difíceis incluem plantações de morango e viveiros, plantas ornamentais, frutíferas perenes e culturas de vinha (principalmente replantadas) e outros tipos de materiais para viveiros de plantas. Alguns usos anteriormente considerados no âmbito de processo CUN foram reclassificados como QPS por um país. As culturas que ainda utilizam brometo de metila em Partes do Artigo 5 são semelhantes, mas as quantidades utilizadas em viveiros são menores.

Um progresso significativo na adoção de alternativas químicas e não químicas para substituir o brometo de metila como fumigante pré-germinação do solo foi possível por causa do melhor desempenho de novas formulações de fumigantes novos e existentes e de um aumento na adoção de alternativas não químicas, ou seja, plantas enxertadas sobre porta-enxertos resistentes. Uma alternativa importante para os demais usos, o iodeto de metila, foi registrada em vários países. Algumas substâncias químicas inicialmente promissoras apresentadas no relatório passado – como brometo de propargil, azida de sódio e óxido de propileno – tiveram pouco desenvolvimento e não são mais consideradas possíveis alternativas ao brometo de metila.

A eliminação em países do Artigo 5 foi alcançada principalmente por meio de projetos de investimento do FML, que demonstraram que uma variedade de alternativas semelhantes àquelas em uso nos países não incluídos no Artigo 5 pode ser adotada com sucesso. Custos e diferentes disponibilidades de recursos podem levar à preferência por diferentes alternativas.

Estruturas de processamento de alimentos que atualmente utilizam brometo de metila incluem moageiras de farinha, fábricas de massas, de alimentos e de rações para animais. Essas estruturas são fumigadas para o controle de pragas nos produtos armazenados (alimentos).

As principais alternativas para a desinfestação de moageiras e de instalações de processamento de alimentos são o fluoreto de sulfúrio sozinho ou com calor suplementar ou apenas o tratamento de calor. O controle total de pragas estruturais em algumas situações pode ser obtido sem a fumigação total da instalação, por meio de uma abordagem de MIP mais vigorosa. Uma combinação de calor, fosfina e dióxido de carbono também tem sucesso em situações de pragas específicas.

Para *commodities*, fosfina, fluoreto de sulfúrio e atmosfera controlada (AC) são as principais técnicas utilizadas para controlar as pragas. Cada um desses métodos é amplamente utilizado para controlar pragas de frutas secas e nozes, grãos, cacau e outros alimentos armazenados. O fluoreto de sulfúrio é utilizado quando os insetos são resistentes à fosfina.

Em janeiro de 2011, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA dos EUA) propôs um regulamento que acabaria por eliminar as aprovações anteriores de fluoreto de sulfúrio em alimentos e estruturas de processamento de alimentos, nos casos em que houvesse contato com alimentos. Os níveis de flúor na dieta total, incluindo água, são considerados prejudiciais à saúde pela EPA dos EUA. Porém, a Austrália informou que a exposição total ao flúor na Austrália não ultrapassa os padrões de saúde humana.

A produção global de brometo de metila para fins de QPS está relativamente estável nos últimos 10 anos, com uma média de 11.000 toneladas.

A média de consumo global para QPS está relativamente constante nos últimos 11 anos e em 2009 foi de 11.197 toneladas. O consumo para QPS nas Partes do Artigo 5 vem aumentando constantemente nos últimos 10 anos, enquanto que em países que não são Partes do Artigo 5 este está diminuindo. O consumo relatado para QPS foi 39% maior que o consumo para outros fins em 2009.

Alternativas tecnicamente viáveis também foram identificadas para muitas aplicações de QPS, em particular nos setores de maior uso de madeira e embalagens de madeira, grãos, toras e solo pré-germinado, que usam 70% do brometo de metila consumido. Há, no entanto, usos para QPS ou casos particulares em que tais alternativas não são possíveis no momento.

A substituição do brometo de metila para QPS é uma questão complexa que requer a consideração de risco de biossegurança e regulamentos complexos para o uso de brometo de metila e de alternativas. As aprovações são baseadas em pragas e produtos específicos e muitas vezes requerem longas negociações bilaterais. O MBTOC estima que as alternativas disponíveis atualmente e suas substitutas possam substituir cerca de 31% a 47% (1.937 para 2.942 toneladas) do QPS consumido em quatro categorias de uso para QPS investigadas. Uma vez que essas quatro categorias representam cerca de 70% do uso total de brometo de metila para QPS em 2008, a tecnologia disponível pode substituir cerca de 22% a 33% do consumo total para QPS.

Cerca de 1.300 toneladas de consumo não foram identificadas para uso principalmente por uma Parte ao longo do período de 2003-2007, na comparação entre uma análise “*bottom-up*” e o consumo total declarado de acordo com dados do Artigo 7.

Em média 75% do brometo de metila aplicado é emitido a partir de aplicações. Películas de barreira podem reduzir as taxas de doses e as emissões para menos de 50%, mas sua adoção para

os usos restantes de brometo de metila é, infelizmente, limitada. As aplicações estruturais, para *commodities* e para QPS emitem entre 50 e 95% do brometo de metila aplicado. A grande queda no consumo levou a uma queda de 70% na quantidade de bromo na troposfera e a uma queda de 30% na carga efetiva de cloro na estratosfera. Devido à meia-vida curta do brometo de metila (0,7 anos) na estratosfera, a redução no uso de brometo de metila é uma das poucas reduções na emissão de gases SDO controlados que terão efeito rápido sobre a recuperação do ozônio.

### ***O que ainda precisa ser feito***

As alternativas químicas em geral, incluindo o brometo de metila, apresentam problemas relacionados a sua adequação a longo prazo para o uso. Na UE, o uso de brometo de metila foi totalmente parado (para todos os usos, incluindo QPS) em 2010, principalmente devido a questões de saúde; nos EUA e em vários outros países, o brometo de metila e outros fumigantes estão envolvidos em uma rigorosa análise que pode afetar futuros regulamentos sobre seu uso.

Para os usos restantes de solo pré-germinado em viveiros e em alguns outros setores (morango), é importante que estudos com alternativas sejam realizados para medir os limiares patogênicos e risco de propagação de doenças e que uma revisão contínua das regulamentações seja realizada para permitir a substituição do brometo de metila sempre que possível. Nesses casos, as combinações de produtos existentes e alternativas mais sustentáveis e não químicas precisam ser consideradas mais profundamente.

Ainda é necessário trabalho para obter uma melhor compreensão dos impactos econômicos e sobre o risco de pragas da eliminação do brometo de metila. Embora a literatura forneça um ponto de partida útil para os tipos de análise necessários, ela precisa ser estendida para Partes do Artigo 5 e para uma ampla gama de usos de brometo de metila, tais como o efeito de remover uso de brometo de metila para aplicações de quarentena.

Para tratamentos de QPS, as Partes são instadas a continuar os esforços para minimizar o uso e as emissões de brometo de metila por meio da contenção e recuperação e de metodologias de reciclagem na medida do possível.

As áreas em que as alternativas técnicas se mostram mais difíceis incluem algumas situações específicas de viveiro nas quais a certificação é necessária e situações em que os regulamentos impedem o uso de todas as alternativas, como a produção de morango na Califórnia.

Em aplicações pós-colheita, o MBTOC não identificou alternativas tecnicamente eficazes para apenas três usos: tâmaras frescas com alta umidade, queijo infestado no armazenamento e produtos de carne de porco curada tradicionais do Sul em armazéns nos EUA. Além disso, não é certo que existam alternativas tecnicamente eficazes e práticas que protejam suficientemente objetos históricos imóveis e componentes de museu, quando infestados com fungos.

### ***O caminho a seguir***

Para usos de solo pré-germinado, a penetração continua no mercado de iodeto de metila, misturas de alternativas e o uso de outros métodos contribuirão para o declínio no uso de brometo de metila para viveiros.

É altamente recomendável que todos os usos restantes de brometo de metila para pré-germinação sejam aplicados com películas de barreira. Nos casos em que as legislações proibem seu uso, ou quando os agricultores estão relutantes em usar películas de barreira, o MBTOC solicita que sejam

apresentados dados que deem suporte às razões.

Uma maior reflexão sobre as alternativas adotadas em países que não são Partes do Artigo 5 para substituir o brometo de metila é desejável para a avaliação e o registro (se necessário) em partes do Artigo 5 para limitar a necessidade de nomeações de Uso Essencial em países do Artigo 5 a partir de 2015.

Em aplicações pós-colheita, pesquisas estão em andamento para identificar e avaliar alternativas técnica e economicamente viáveis para o controle de pragas em tâmaras frescas de alta umidade, queijo infestado no armazenamento e produtos de carne de porco curada tradicionais do Sul dos EUA em armazéns. Além disso, são necessárias maiores informações a respeito de alternativas tecnicamente eficazes e práticas que protejam suficientemente objetos históricos imóveis e componentes de museu, quando infestados com fungos.

Nos EUA, novos regulamentos foram propostos para implementar a remoção de contato com alimentos para o fluoreto de sulfúrio. Avaliações do potencial de aumento na necessidade de voltar a usar brometo de metila, ou, de preferência, cenários tecnicamente eficazes e economicamente viáveis para evitar o retorno ao uso de brometo de metila, seriam úteis para o MBTOC.

As Partes poderiam dar maior consideração à adoção de alternativas para os setores de uso importante em QPS (madeira e materiais de embalagem de madeira, grãos, toras), apesar da isenção existente para esse uso de acordo com o Protocolo de Montreal. Esforços para melhorar o conhecimento sobre os demais usos de brometo de metila ajudarão a promover o sucesso da eliminação.

É recomendado rever razões técnicas e regulamentares para a listagem de determinados usos de solo pré-germinado sob isenções para QPS.

## **2.6 TOC para Refrigeração, AC e Bombas de Calor**

### ***Status atual***

A eliminação global necessária dos HCFCs, e a necessidade de gerir a operação de vida útil de equipamentos baseados em CFCs e HCFCs, juntamente com as preocupações em reduzir o aquecimento global, impulsionam a transição de refrigerantes com substâncias que destroem a camada de ozônio (SDO). As opções técnicas são universais, mas leis, regulamentações, normas, economia, situações de concorrência e outros fatores locais influenciam as escolhas regionais e locais. As principais soluções atuais são resumidas abaixo.

*Refrigerantes:* Mais de 60 novos refrigerantes, muitos deles misturas, foram introduzidos para uso tanto em novos equipamentos quanto como fluidos de manutenção (para manter ou converter equipamentos existentes) desde o relatório de avaliação de 2006. O foco principal para o exame de novos refrigerantes está em hidrofluorcarbonos insaturados e hidroclorofluorcarbonos insaturados. Outros refrigerantes ainda estão em desenvolvimento para permitir a conclusão das eliminações programadas de SDOs. É dado foco significativo a alternativas, incluindo componentes de mistura, que oferecem menor potencial de aquecimento global (PAG) para tratar das mudanças climáticas, exigindo maior atenção que no passado aos candidatos inflamáveis ou de baixa inflamabilidade.

Pesquisas continuam a complementar e melhorar os dados físicos, ambientais e de segurança sobre refrigerantes, a fim de permitir a triagem e para otimizar o desempenho de equipamentos.

*Refrigeração doméstica:* A conversão da produção de novos equipamentos para o uso de refrigerantes não SDO está essencialmente concluída. Mais de um terço das unidades produzidas mundialmente agora usam o refrigerante HC-600a; o restante utiliza HFC-134a. As emissões de CFC a partir do banco de 150 mil toneladas de refrigerante doméstico decorrem principalmente da eliminação em fim de vida útil dos aparelhos, devido à alta confiabilidade dos equipamentos. Aproximadamente 70% dos CFCs residuais atualmente encontram-se nos países do Artigo 5.

*Refrigeração comercial:* Os hidrocarbonetos (HCs) e R-744 (CO<sub>2</sub>) estão ganhando cotas de mercado para equipamentos independentes na Europa e no Japão. Eles estão substituindo o HFC-134a, que é a principal escolha na maioria dos países incluídos e não incluídos no Artigo 5. Para unidades condensadoras e sistemas de supermercado, o maior banco de refrigerantes consiste de HCFC-22, que representa cerca de 60% do banco de refrigerantes comerciais no mundo. Nos países desenvolvidos, os principais substitutos do HCFC-22 em supermercados são R-404A e R-507A, embora uma série de outras opções sejam usadas. Na Europa, o R-744 é usado em nível de baixa temperatura e HFC-134a, R-744 e HCs são utilizados no nível médio de temperatura como alternativas para R-404A e R-507A em função de seu alto PAG.

*Refrigeração industrial:* R-717 e HCFC-22 são os refrigerantes mais comuns para novos equipamentos; considerações de custo levaram ao uso de HFC em novos sistemas pequenos. O R-744 ganha em sistemas em cascata de baixa temperatura, nos quais substitui principalmente R-717 (amônia), embora o volume de mercado seja pequeno para tais sistemas. O banco de refrigerantes SDO consiste de 20.000 toneladas de CFCs e 125.000 toneladas de HCFCs e HFCs. As taxas anuais de emissão de SDO estão na faixa de 10 a 25% do total da carga de refrigerantes em banco. O R-717 ainda é o principal refrigerante em grandes sistemas industriais, especialmente naqueles para processamento e armazenamento de alimentos e bebidas.

*Transporte refrigerado:* O HCFC-22 tem uma participação baixa em contêineres intermodais e equipamentos rodoviários, uma elevada percentagem dos vagões ferroviários (mercado em declínio) e uma parte muito grande em embarcações marítimas. Atualmente, quase todos os novos sistemas utilizam fluidos refrigerantes HFC (R-404A e HFC-134a). Refrigerantes não fluorados foram comercializados em pequena escala a bordo de embarcações marítimas (R-717, R-744) e testados em contêineres marítimos, trailers (R-744) e caminhões (HC-290). Estima-se que os bancos de refrigerantes tenham 2.700 toneladas de CFCs e 27.200 toneladas de HCFC-22. A taxa de vazamento anual está na faixa de 20-40%, dependendo da aplicação específica.

*Condicionadores ar-a-ar e bombas de calor:* Misturas de HFC, principalmente R-410A, mas até certo ponto também R-407C, ainda são os principais substitutos no curto prazo para o HCFC-22 em sistemas refrigerados a ar. O HC-290 também é utilizado para substituir o HCFC-22 em sistemas de split de baixa carga e em condicionadores de ar janela e portáteis em alguns países. A maioria dos países do Artigo 5 ainda usam o HCFC-22 como principal fluido refrigerante em aplicações de ar condicionado. O banco de refrigerante para condicionadores de ar unitários é superior a 1 milhão de toneladas de HCFC-22.

*Bombas de calor aquecidas com água:* Bombas de calor ar-a-água tiveram crescimento significativo no Japão, na Austrália, na China e na Europa nos últimos cinco anos, principalmente em função dos incentivos governamentais na Europa e no Japão e, em anos anteriores, nos EUA. O HCFC-22 atualmente é usado principalmente em países do Artigo 5. As misturas HFC R-410A e R-407C são atualmente utilizadas na Europa e em outros países. Aquecedores de água com bomba

de calor a base de R-744 foram introduzidos no mercado no Japão em 2001 e apresentam um crescimento constante desde então, novamente influenciados por subsídios significativos. O HC-290 está sendo aplicado, mas seu uso na Europa vem diminuindo devido à introdução da Diretiva de Equipamento Pressurizado. O R-717 é utilizado principalmente para sistemas de bomba de calor de grande capacidade.

*Chillers:* O uso de HCFC-22 foi descontinuado em novos equipamentos nos países desenvolvidos, mas ainda ocorre em países do Artigo 5. Ambos HCFC-123 e HFC-134a são utilizados em chillers centrífugos. HFC-134a e R-410A são as opções mais comuns em sistemas menores, com compressores de deslocamento e parafusos; o uso limitado de R-407C está em declínio. A aplicação de HCs e R-717 em chillers é menos comum e extremamente rara, sendo uma fração do total em chillers de grande porte.

*Ar condicionado de veículos:* Atualmente, todos os novos automóveis de passageiros equipados com AC do mundo utilizam HFC-134a; a transição do CFC-12 foi concluída para novos sistemas, mas não em carros antigos ainda em uso, especialmente em países do Artigo 5. Cerca de um quinto do total das emissões globais de refrigerante são de sistemas de Ar Condicionado Móvel (cerca de 60% se apenas as emissões de refrigerante HFC forem consideradas). Isso inclui as emissões na produção, no uso, na manutenção e em fim de vida. Até o momento, os fabricantes de automóveis e fornecedores já avaliaram diversas opções de refrigerante para novos sistemas de ar condicionado de automóveis (e caminhões), incluindo R-744, HFC-152a e HFC-1234yf. Essas três opções têm PAG abaixo do limiar da UE de 150 e podem atingir eficiência de combustível comparável à de sistemas existentes com HFC-134a com hardware e desenvolvimento de controle adequados. O uso de hidrocarbonetos ou de misturas de hidrocarbonetos também é considerado, mas até agora não recebeu o apoio de fabricantes de veículos devido a questões de segurança. A maioria dos sistemas de ar condicionado em novos ônibus e trens estão equipados com os refrigerantes HFC-134a ou R-407C; testes de frota de sistemas com R-744 em ônibus estão em andamento.

### ***O que ainda precisa ser feito***

Mais de 100 refrigerantes, incluindo misturas, são comercializados no presente, embora cerca de 20 constituam a esmagadora maioria a nível mundial e até mesmo essa quantidade deva cair conforme os usuários gradualmente migrem para as opções preferidas. Os fabricantes de refrigerantes estão em processo de desenvolvimento de novos candidatos, enquanto os fabricantes de equipamentos testam, selecionam e qualificam novos refrigerantes, bem como lubrificantes e outros materiais associados. As opções técnicas para ar condicionado e refrigeração devem evoluir ao longo dos próximos anos conforme os designers vão substituindo o HCFC-22 por alternativas não SDO e dando ênfase ao desenvolvimento de alternativas com PAG baixo para R-410A e R-407C. Há várias alternativas com baixo e médio PAG que podem ser consideradas como substitutas para o HCFC-22. Estas incluem refrigerantes HFC com PAG menor (HFC-32, HFC-152a, HFC-161, HFC-1234yf e outros fluoroquímicos insaturados, bem como mistura deles), HC-290 e R-744. O HC-290 e alguns dos refrigerantes HFC são inflamáveis e deverão ser aplicados de acordo com um padrão de segurança adequado, como o IEC-60335-2-40, que estabelece níveis máximos de carga e requisitos de ventilação.

Várias cadeias comerciais têm feito grandes progressos na contenção de refrigerantes em sistemas de supermercado. Sistemas indiretos são a opção mais eficaz para a redução de emissões e, na Europa, estão ganhando cota de mercado em novos sistemas centralizados para supermercados. O desenvolvimento técnico de alternativas em refrigeração industrial deve dar prioridade a R-717 e R-744 no futuro próximo. Uma quantidade significativa de pesquisas, desenvolvimentos e testes será necessária antes que HFCs insaturados possam ser implantados em grandes sistemas

industriais. Ainda assim, o alto preço do refrigerante será um impedimento para a adoção. Em bombas de calor para aquecimento de água, espera-se que sejam desenvolvidas opções com menor PAG. Na refrigeração de transporte, espera-se uma rápida eliminação dos HCFCs restantes devido ao tempo de vida relativamente curto de contêineres intermodais, vagões ferroviários e veículos rodoviários (10-15 anos) e embarcações (<25 anos). Dependendo das emissões de CO<sub>2</sub> associadas à produção de eletricidade e da eficiência energética dos sistemas, existe um grande potencial para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> geradas por sistemas de aquecimento operados por combustíveis fósseis, substituindo-os por bombas de calor. A decisão sobre qual refrigerante será eventualmente selecionado para o condicionamento de ar de veículos será tomada com base em considerações adicionais juntamente com o Potencial de Aquecimento Global das opções alternativas atuais (R-744, HFC-152a e HFC-1234yf). Estas incluem a aprovação regulamentar, custos, confiabilidade do sistema, segurança, capacidade de bomba de calor e manutenção.

Em todo o mundo, uma quantidade significativa de equipamentos de refrigeração instalados ainda usa CFCs e HCFCs. Consequentemente, continuará havendo demanda por manutenção de CFCs e HCFCs. A demanda por refrigerantes para as necessidades de manutenção pode ser minimizada por meio de manutenção preventiva, contenção, recuperação e reciclagem. A gestão dos bancos de CFC e HCFC nos países em desenvolvimento é uma questão importante. Uma etapa fundamental para abordar os temas de conservação de refrigerantes acima é a formação completa de instaladores e técnicos de manutenção, juntamente com a certificação e regulamentação. Os países onde os programas foram bem-sucedidos tinham regulamentos abrangentes que exigiam a recuperação e reciclagem ou a destruição do refrigerante.

### *O caminho a seguir*

A abrangente questão da mudança do clima, bem como as mudanças em opções de refrigerante para refrigeração e ar condicionado, continuará a promover inovações nesse tipo de equipamento. Muitas das opções de refrigerante com PAG mais baixo são inflamáveis, aumentando a necessidade de promover tecnologias de redução de carga. Os HFCs e opções não fluoroquímicas são cada vez mais utilizados na maioria dos setores, com ênfase na otimização da eficiência do sistema (COP) e na redução das emissões de refrigerantes com alto PAG. Um alto grau de contenção se aplica a todas as aplicações futuras de refrigerantes, tanto para diminuir o impacto sobre o clima quanto por razões de segurança. O mercado competitivo provavelmente resultará em opções de refrigerante para todas as aplicações comuns e também em produtos especializados ou na adaptação de equipamentos para ajustar novos refrigerantes a todas as aplicações. No entanto, os indícios iniciais são de que provavelmente haverá eficiência reduzida em vários usos importantes. É interessante notar que a fabricação para refrigeração, ar condicionado e bombas de calor para a exportação é crescente e deverá crescer ainda mais nos países do Artigo 5.

Na refrigeração doméstica, e, em menor medida, em equipamentos comerciais independentes, uma nova tendência é a conversão de HFC-134a para HC-600a. Os países não incluídos no Artigo 5 concluíram a conversão de refrigerantes SDO na refrigeração doméstica há aproximadamente 15 anos; equipamentos mais antigos agora se aproximam do fim de seu tempo de vida útil, o que resulta em uma redução na demanda por refrigerantes SDO em países que não fazem parte do Artigo 5. A demanda por manutenção para refrigerantes SDO para refrigeração doméstica em países do Artigo 5 deve permanecer forte por mais de 10 anos, como resultado de sua conversão posterior para refrigerantes não SDO. Em equipamentos comerciais independentes em países do Artigo 5, o uso de HCs deve ter um aumento. Para sistemas centralizados de duas temperaturas, R-744 é uma opção para o nível de temperatura mais baixo; no futuro próximo, haverá a escolha para o nível médio de temperatura entre os novos HFCs com PAG baixo, de um lado, e R-744 ou HCs, de outro.

Na refrigeração industrial, há bancos substanciais de CFCs nos países do Artigo 5 e HCFCs tanto em países do Artigo 5 quanto em países não incluídos no Artigo 5 que precisam ser tratados. Países do Artigo 5 que estão abandonando o uso de HCFCs (HCFC-22) podem migrar para HFCs saturados, HFCs insaturados (se comprovados para uso em sistemas industriais), R-717 e R-744, ou para outras soluções *not-in-kind*. Na refrigeração de transporte, os HFCs substituirão HCFCs e se tornarão um refrigerante dominante em navios de passageiros e pequenos navios de todas as categorias. A indústria está trabalhando para o uso de refrigerantes não fluorados em contêineres marítimos, trailers (R-744) e caminhões (R-290); ambos estão atualmente em fase de desenvolvimento e testes. Em condicionadores de ar ar-ar e bombas de calor, HFCs, misturas de HFC e HC-290 são os refrigerantes com maior probabilidade em curto prazo de substituir o HCFC-22 na maioria das aplicações de ar condicionado. Diferentemente dos países não incluídos no Artigo 5, a demanda por refrigerantes de manutenção na maioria dos países do Artigo 5 consistirá de HCFC-22 e misturas de serviço baseadas em HFC; essa tendência é impulsionada pela longa vida útil do equipamento e também se deve aos custos da conversão de campo para fluidos refrigerantes alternativos. Em bombas de calor para aquecimento de água, o HFC-32, HFCs insaturados, como HFC-1234yf, ou misturas com este refrigerante serão estudados para uso futuro, levando em conta o desempenho, os custos e as normas de segurança necessárias em relação a sua inflamabilidade leve.

O candidato preferido entre os fabricantes de automóveis do mundo para os futuros sistemas de ar condicionado de veículos parece ser o HFC 1234yf. Um fabricante anunciou a intenção de introduzir esse refrigerante na produção de carros de série em 2013. OEMs indicam que eles projetarão sistemas MAC com HFC 1234yf de forma que esses sistemas possam ser usados com segurança também com HFC-134a.



### **3 RESUMOS EXECUTIVOS DE TODOS OS TOCS**

#### **3.1 Comitê de Opções Técnicas para Substâncias Químicas (CTOC)**

##### **3.1.1 Agentes de processo**

Nos últimos quatro anos, mais de setenta aplicações de agentes de processo foram avaliadas pelo CTOC (ver anexo 1). As Partes aprovaram 17 usos de agente de processo, que foram adicionados à Tabela A. Além disso, 12 usos foram excluídos da Tabela A porque os processos foram abandonados ou modificados, muitas vezes (mas nem sempre) como resultado de projetos do FML (Decisões XIX/15 e XXI/3).

Ainda em 2009, indicações para o status de agente de processo ainda estavam sendo recebidas conforme as Partes tomavam conhecimento das atividades dos setores de sua indústria química em que as substâncias controladas eram utilizadas. Os relatórios sobre emissões na Tabela B são bastante incompletos.

Um melhor padrão de comunicação das emissões precisa ser atingido para que a Tabela B forneça uma imagem mais confiável das emissões decorrentes do uso de agentes de processo. Quando o CTOC e o FML produzirem um relatório conjunto em 2011 de acordo com a Decisão XXI/3 (5), outras exclusões da Tabela A e uma atualização mais completa das eliminações ou das sugestões de eliminação será possível.

A lista das Partes com usos aprovados como agente de processo pode ser fornecida ao Secretariado do Ozônio, de modo que os pedidos de informações possam ser tratados e acompanhados, em vez de incluir esses pedidos em comunicações globais.

##### **3.1.2 Usos laboratoriais e analíticos**

Há muito poucos usos identificados de SDO em procedimentos laboratoriais e analíticos em países não incluídos no Artigo 5. Ainda há algum uso em vários países do Artigo 5.

São necessários conselhos de especialistas, além do apoio financeiro modesto para alternativas que já foram identificadas para teste em países do Artigo 5, juntamente com os procedimentos atuais que envolvem SDO. Novos métodos padrão precisam ser desenvolvidos.

Pareceres emitidos por especialistas para os técnicos em nível de laboratório são os mais valiosos. Eles podem ser ampliados por meio de reuniões nacionais ou regionais, por prestação de consultoria por meio eletrônico e via transferência de informações envolvendo oficiais do ozônio. Seria útil para a eliminação de SDOs em usos laboratoriais e analíticos que o Secretariado do Ozônio e especialistas identificados pelo CTOC trabalhassem com organismos de normalização nacionais e internacionais para estabelecer novos métodos padrão de análise sem o uso de SDOs. O TEAP e o CTOC manterão as Partes informadas a respeito dos avanços nessas frentes.

### **3.1.3    *Matérias-primas***

Uma lista completa dos usos conhecidos de SDOs como matérias-primas foi compilada. Com o uso dos volumes sugeridos pelos membros do CTOC e seguindo diretrizes para os cálculos de emissões sugeridos pelo IPCC para o UNFCCC, foram geradas estimativas de emissões provenientes dessas matérias-primas.

Os volumes utilizados no relatório foram estimados a partir de conhecimento de especialistas e não podem ser confirmados diretamente. Os relatos sobre o uso SDOs como matérias-primas é bastante imperfeito. Além disso, no momento atual, a maior parte da produção de matérias-primas SDO é de HFCs cuja produção não é relatada em uma fonte de dados pública. Para aperfeiçoar a estimativa de uso e emissões, será necessário identificar fontes públicas mais completas ou que todas as Partes relatem seu uso de matéria-prima. Além disso, as diretrizes do IPCC não representam bem as emissões reais durante o uso de SDO como matéria-prima. A opinião de especialistas sugere que as diretrizes do IPCC são os valores máximos e as emissões reais podem ser menores em instalações com boa gestão. Melhores mecanismos de controle de emissões precisam ser considerados.

Países desenvolvidos, em seus relatórios de estoque, relatam ao UNFCCC os dados de emissões para HFCs. Assim, as discussões com o UNFCCC podem auxiliar no desenvolvimento de novas fontes estimadas de dados para a produção de HFCs (que podem ter utilizado SDOs como matéria-prima em sua preparação). O relato de volumes de SDO para cada uso como matéria-prima pelas Partes por meio do Secretariado do Ozônio pode permitir uma quantificação mais completa dessa atividade.

### **3.1.4    *Solventes***

Mais de 90% dos usos de solvente SDO com base no pico de consumo de 1994-95 foram reduzidos por meio da migração para tecnologias *not-in-kind* e da conservação. Os menos de 10% restantes do mercado de SDO são compartilhados por várias alternativas de solvente *in-kind*.

O principal desafio é a eliminação completa de solventes SDO nos países do Artigo 5. Alternativas preferíveis foram identificadas e estão geralmente disponíveis. Outro obstáculo a superar é o impacto econômico sobre os usuários de pequeno e médio porte que compõem uma parte considerável do mercado restante de solventes SDO.

Mudanças regulatórias continuarão afetando o uso de solventes. Em alguns casos, isso pode exigir a troca de solventes e/ou equipamentos ou um novo processo de limpeza. A nova ideia da definição de alternativas de baixo PAG e alto PAG, proposta pelo TEAP, pode causar um efeito profundo sobre o uso de solventes.

### **3.1.5    *Tecnologias de destruição***

Em 2009, o CTOC identificou 176 instalações de destruição em 27 países, incluindo novas tecnologias que não constam no Relatório da Força-Tarefa de 2002.

Recentemente, foi solicitada a avaliação de várias novas tecnologias. Em conformidade com a Decisão XXI/10, elas serão revisadas quando detalhes técnicos estiverem disponíveis.

A revisão periódica das tecnologias de destruição disponíveis será necessária para fornecer orientações técnicas atualizadas para a destruição de substâncias que destroem o ozônio, como CFCs, halons e brometo de metila, bem como para HFCs.

### **3.1.6 Emissões e Oportunidades para a Redução do Uso de Tetracloreto de Carbono (CTC)**

O TEAP/CTOC fez uma ampla revisão sobre as emissões de CTC, concluindo que existe uma discrepância significativa entre as emissões comunicadas e as concentrações atmosféricas observadas nos termos das Decisões XVI/14 e XVIII/10.

Ainda não foram concluídos os estudos sobre a produção e o consumo de CTC com especial ênfase em usos como matéria-prima com o objetivo de estimar as emissões e tentar conciliá-las com os valores calculados por cientistas atmosféricos.

Não foram obtidas novas informações sobre a emissão de CTC a partir das atividades do CTOC no ano de 2010. Mais estudos serão necessários para melhorar e conciliar cálculos *bottom-up* e *top-down*, para procurar outras fontes de emissão de CTC não declaradas, para analisar criticamente os dados de inventário do PNUMA e, possivelmente, para revisar novamente a vida atmosférica do CTC.

## **3.2 Comitê de Opções Técnicas para Espumas**

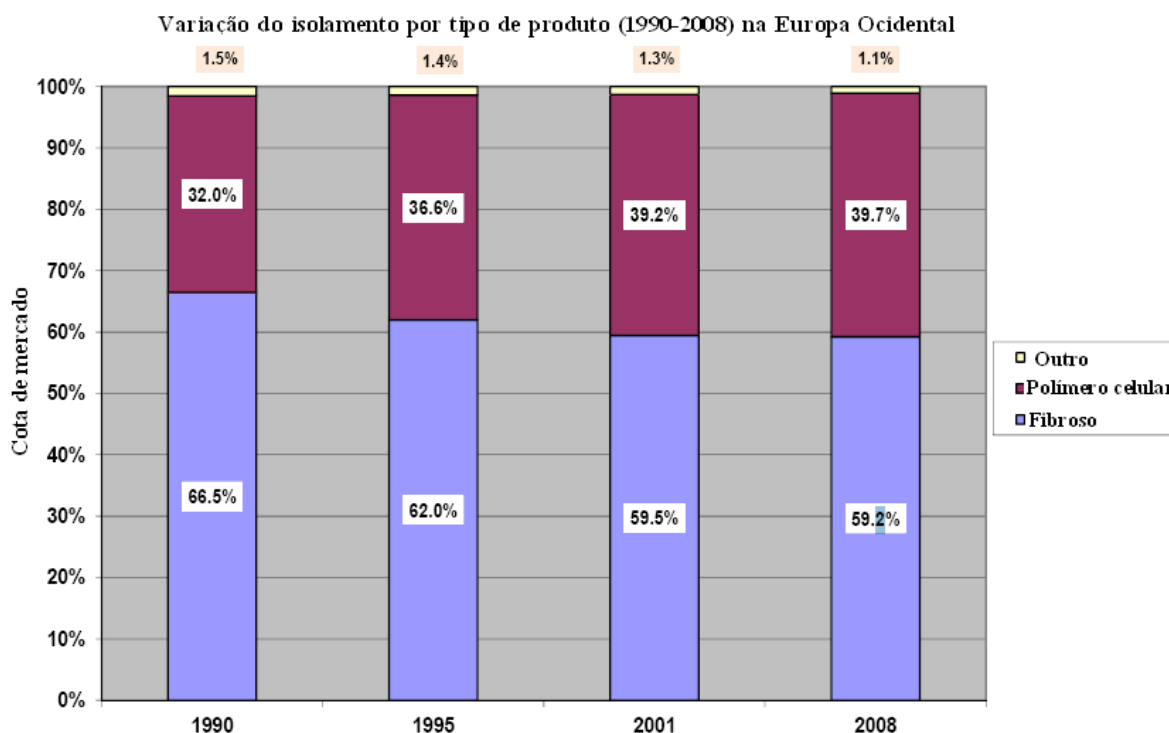
### **3.2.1 Introdução**

O setor de espumas está enfrentando seu período de maior incerteza desde a decisão inicial de eliminar CFCs no início de 1990. Embora uma grande proporção da indústria já tenha decidido pelos hidrocarbonetos como agente de expansão de escolha, há pressões crescentes para melhorar o desempenho térmico das espumas, especialmente no setor de eletrodomésticos. Além disso, há pressões para limitar o uso futuro de hidrofluorcarbonetos saturados (s-HFCs) e para reduzir seu uso sempre que possível. Por fim, há o cronograma determinado para a eliminação do uso de HCFC nos países do Artigo 5, mas ainda há grandes incertezas a respeito das alternativas ideais. Essas três tendências estão gerando tensões sem precedentes no setor e há uma divergência de opiniões significativa sobre o caminho mais adequado a tomar. As seções a seguir fornecem maiores informações sobre os problemas enfrentados.

### **3.2.2 Dinâmica do mercado de espumas**

O crescimento nas espumas de isolamento térmico continua a ser impulsionado por requisitos de eficiência energética cada vez mais rígidos para eletrodomésticos e construções. Limitações de espaço no ambiente construído (por exemplo, dimensões de cavidades) causaram transições dramáticas de produtos fibrosos para produtos de espuma em alguns mercados a fim de cumprir com os requisitos de desempenho térmico. Entretanto, em grande medida, a fibra manteve sua parcela no mercado em

função do crescimento no setor de reformas residenciais em que o custo é uma questão premente. Outra tendência de diminuição no uso de espumas em países que não estão incluídos no Artigo 5 se deve à mudança que está ocorrendo da fabricação de eletrodomésticos e equipamentos de refrigeração para outras regiões onde os custos de fabricação são mais baixos. A extensão mais recente de um gráfico para a Europa Ocidental apresentado em relatórios anteriores indica que essa combinação de fatores levou apenas a uma pequena alteração líquida no equilíbrio geral entre espuma e fibra apesar da turbulência de setores individuais.



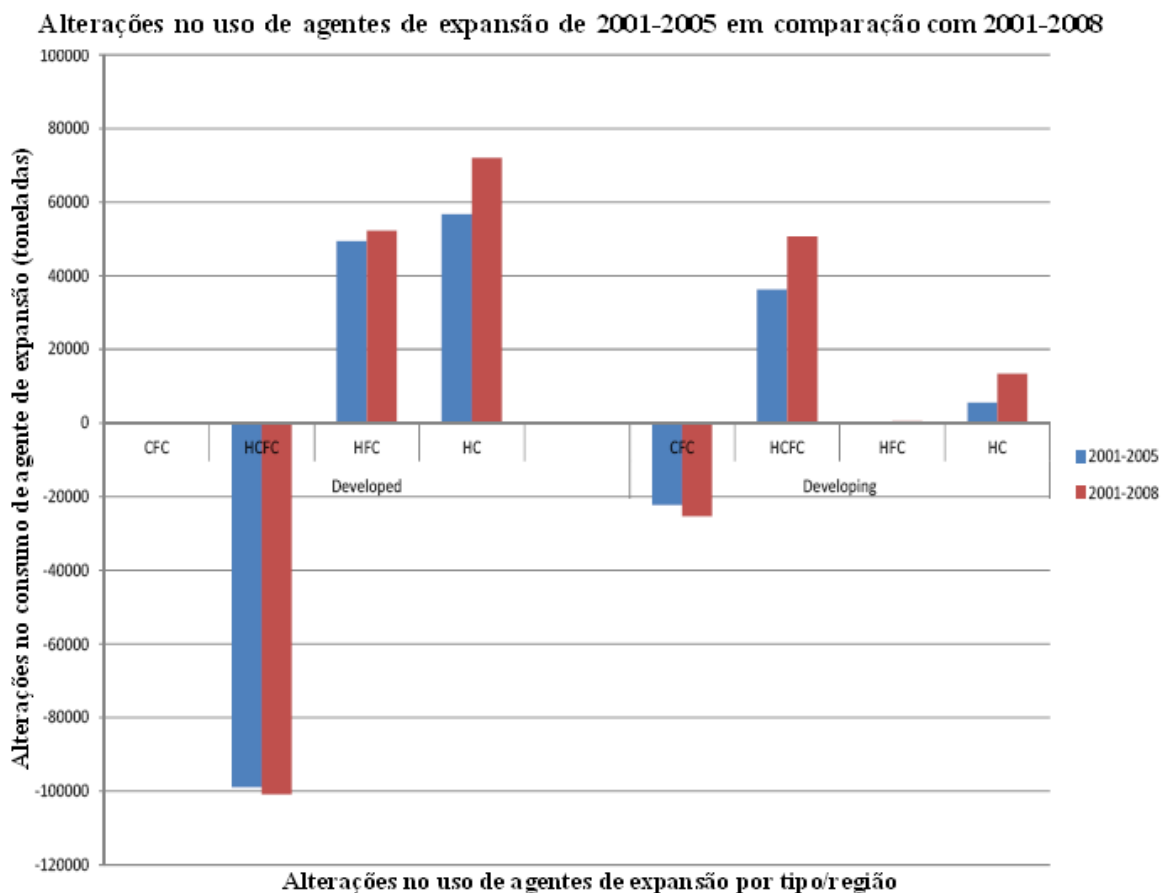
No entanto, a mesma região viu um crescimento geral em vendas de isolamento térmico para o setor de construção doméstica e comercial de mais de 20% no período entre 2001 e 2008, apesar do impacto da crise global em 2008, assim orientando a demanda para agentes de expansão apropriados. Isso provavelmente é representativo de outras regiões que não estão incluídas no Artigo 5 e que respondem aos indutores paralelos da política sobre mudanças climáticas e segurança energética.

Nos países do Artigo 5, a transformação da demanda por isolamento térmico ficou ainda mais clara que nos países não incluídos no Artigo 5 devido à crescente base de manufatura para equipamentos globais e ao reconhecimento de que a eficiência energética em construções pode fazer uma grande contribuição para o combate ao aquecimento global em países do Artigo 5. Como exemplo, acredita-se que o uso da Espuma de PU spray na China tenha crescido para 70.000-80.000 toneladas, tornando-a o segundo maior mercado do mundo para a espuma de PU spray, depois apenas do mercado dos Estados Unidos.

### 3.2.3 *Status de transição*

No ano de 2010, a eliminação de HCFCs estava virtualmente concluída em todos os países não incluídos no Artigo 5, sendo o setor de XPS na América do Norte o último grande setor a fazer a transição. Nesse caso, a escolha tecnológica foram os HFCs saturados, refletindo os exigentes requisitos de processo e a variedade de produtos da indústria de XPS na região. A experiência dessa

transição fez com que a indústria se tornasse cautelosa em relação a compromissos com quaisquer outras transições a médio prazo, uma vez que a comprovação de novas alternativas nessas aplicações envolve uma dose de esforço extra substancial. Como mostra o gráfico abaixo, o principal crescimento em agentes de expansão entre 2005 e 2008 ocorreu com os hidrocarbonetos, embora também tenha havido uso adicional de HFCs. Por outro lado, apenas um declínio adicional muito pequeno no uso de HCFCs ocorreu, chamando atenção para o fato de que o setor de XPS na América do Norte não era capaz de tratar de seu uso de HCFCs no período até 2008, mas que era capaz de fazê-lo depois disso (ver acima).



Nos países do Artigo 5, a eliminação do uso de CFC remanescente foi realizada, sendo os HCFCs o principal substituto dessas aplicações residuais. O crescimento também continuou no uso de hidrocarbonetos, em grande medida em função de um maior aumento na base de produção de eletrodomésticos nessas regiões.

De modo geral, a comparação entre os períodos 2001-2005 e 2001-2008 ilustra que as alterações nos últimos quatro anos foram relativamente moderadas quando comparadas àquelas dos quatro anos anteriores. Embora os hidrocarbonetos continuem sendo a principal solução nos países não incluídos no Artigo 5, há pressão em alguns setores para otimizar ainda mais essas soluções por meio de misturas. Embora o ciclopentano continue desempenhando um importante papel na otimização do desempenho das misturas, outros componentes como HFCs não saturados (u-HFCs ou HFOs) e metanoato de metila também estão em avaliação no momento. Trabalhos preliminares sobre HFCs não saturados sugerem que eles proporcionam melhor desempenho térmico que suas contrapartidas saturadas, embora ainda seja necessário realizar trabalho toxicológico para que essas substâncias sejam comercializadas. Nesse meio tempo, há indícios de que algumas empresas que fabricam eletrodomésticos em países em desenvolvimento já misturam HFCs saturados com hidrocarbonetos

para cumprir com requisitos energéticos.

No âmbito dos Planos de Gestão de Eliminação de HCFC (HPMPs), decisões devem ser tomadas em curto prazo a respeito da escolha de alternativas para HCFCs nos países do Artigo 5. A priorização do “pior primeiro” incorporada na Decisão XIX/6 dá grande ênfase a lidar com aplicações de HCFC-141b nas primeiras fases da implementação. No entanto, alguns países acham mais fácil gerenciar seus problemas de conformidade por meio da implementação de transições do setor de espumas de acordo com a facilidade de implementação de cada projeto e a magnitude de seu impacto. O que falta é então compensado por outros setores.

#### **3.2.4      *Cenários Futuros Prováveis***

Em termos gerais, as escolhas técnicas futuras, tanto em países do Artigo 5 como em países que não estão no Artigo 5, continuam incertas. Isso torna especialmente difícil prever qual será exatamente o conjunto de agentes de expansão no período até 2020 e o impacto que pode ter na composição de bancos nesse ano.

Como observado acima, a eliminação de HCFCs nos países do Artigo 5 ainda é uma grande fonte de desconforto. Em diversos setores, especialmente no de espumas rígidas de poliuretano, alternativas identificadas anteriormente com baixo Potencial de Aquecimento Global (PAG) ainda precisam passar em testes de campo mais completos. Isso é especialmente importante porque muitas das empresas que devem adotar essas tecnologias são PMEs e têm pouca, se alguma, capacidade interna de otimizar as formulações. Há preocupações de que essas medidas para a gestão da inflamabilidade do metanoato de metila possam exigir uma reformulação por parte das casas de sistema com polióis mais compatíveis com aplicações em espumas rígidas a fim de reduzir o risco. Entretanto, em um número de casos limitado, pode ser mais produtivo misturar metanoato de metila no componente de isocianato para obter as propriedades de espuma necessárias ao mesmo tempo em que se evitam misturas inflamáveis.

Ainda é necessário caracterizar o desempenho de espumas feitas de alternativas com baixo PAG no campo de aplicações pretendido. Este é um exercício contínuo, mas é especialmente importante para tecnologias que não têm histórico significativo de uso em países não incluídos no Artigo 5. O papel dos Projetos-Piloto promovidos sob o quadro do Fundo Multilateral é especialmente relevante neste caso e o trabalho do PNUD a respeito do metanoato de metila, por exemplo, já abriu caminho para um uso mais amplo nos setores de espumas flexíveis moldadas e de pele integral. Em países não incluídos no Artigo 5, o principal interesse futuro é o de melhorar a eficiência energética. No entanto, pode surgir pressão adicional de propostas para que ocorra a redução do uso de HFCs saturados. Além das iniciativas assinaladas no próprio Protocolo de Montreal, há crescente interesse em incorporar essa medida como parte da nova versão do Regulamento de F-Gases na Europa. Isso pode servir para fortalecer esforços de pesquisa em países não incluídos no Artigo 5 a respeito de soluções com baixo PAG e, especialmente, na busca do uso inteligente de misturas. Esse trabalho pode trazer outros benefícios para países do Artigo 5, mas é improvável que eles surjam a tempo para incorporação nos HPMPs relevantes.

Para o desafio imediato de eliminar o uso de HCFC em países do Artigo 5, há uma série de obstáculos. A urgência para ultrapassá-los serve apenas para tornar a situação ainda mais complexa e é possível que várias soluções não comprovadas tenham de ser adotadas a curto prazo, com o risco de efeitos negativos para empresas e investidores. Uma consequência desse fato poderia ser

que as empresas escolhessem minimizar os riscos com a escolha de soluções técnicas comprovadas, mas não ideais, como soluções com alto PAG ou menor eficiência energética, com o objetivo de fazer uma segunda conversão quando soluções mais adequadas estiverem estabelecidas.

### **3.2.5 Bancos, Emissões e Destruição**

O gerenciamento de bancos de SDO em espumas para eletrodomésticos atualmente é tratado por várias estruturas reguladoras e voluntárias e usa diversas tecnologias totalmente automáticas, semiautomáticas e manuais. Embora haja indícios de que abordagens totalmente automatizadas fornecem o potencial de recuperação mais abrangente, as curvas de redução de custo relevantes sugerem que alguns processos semiautomáticos terão um papel na gestão contínua de bancos de SDO, especialmente em áreas onde as densidades populacionais são baixas ou o investimento é restrito.

Foram realizados esforços para complementar a caracterização de inventários de espumas em várias regiões. O fluxo de espumas que contêm SDO no fluxo de resíduos de demolição de construções atualmente é baixo e é provável que continue assim por ao menos mais uma década para a maioria dos tipos de produto. Embora a economia da recuperação varie de acordo com a região e seja influenciada por quadros mais amplos de gestão de resíduos de demolição, mesmo as circunstâncias mais favoráveis levam a custos superiores a, em média, US\$ 100 por tonelada de CO<sub>2</sub> economizada. Será necessário que haja outras inovações a longo prazo para que a recuperação a partir dessa fonte se torne economicamente viável.

Continuará havendo considerações a respeito das estratégias mais apropriadas para a gestão de bancos de SDO em espumas, com especial atenção à garantia de que a captura de CFC de bancos existentes baseados em eletrodomésticos seja otimizada antes que essas oportunidades sejam perdidas. Isso pode envolver a necessidade de analisar maneiras eficientes de transferir as tecnologias existentes em países não incluídos no Artigo 5 para ambientes do Artigo 5. Os mecanismos de financiamento mais adequados a tal ação ainda estão em discussão, mas é necessário chegar a uma conclusão em breve para aproveitar as oportunidades.

Embora gere menos emissões que os setores de refrigeração e ar condicionado, o setor de espumas ainda representa um banco substancial de SDO de vida longa, fornecendo oportunidades para a gestão futura. A urgência de iniciativas de gestão varia de acordo com o setor, mas decisões finais a respeito de políticas dependerão das curvas de redução de custo geradas em uma ampla gama de outras medidas de proteção à camada de ozônio e ao clima. Ainda deve ser estabelecido se a recuperação de SDO de construções se tornará uma opção viável em função da natureza dispersa das fontes envolvidas e dos esforços necessários para a recuperação.

### **3.2.6 Mensagens regionais específicas**

#### ***Países desenvolvidos***

O crescimento no uso de espumas para eletrodomésticos e agentes de expansão continuará amplamente com condutores econômicos gerais, uma vez que os mercados estão amplamente saturados. Entretanto, pode haver novas mudanças em local de manufatura e estas podem influenciar as tendências regionais de consumo de agentes de expansão.

Os hidrocarbonetos agora estão quase completamente otimizados para eletrodomésticos, mas o impulso incessante para a eficiência energética estimula maior foco no ciclopentano como componente de misturas e também promove interesse em HFCs não saturados (HFPs), que estão demonstrando melhor potencial de desempenho térmico que os HFCs líquidos atuais. Pode ser que haja alguma transição de hidrocarbonetos para misturas de HC/u-HFC no futuro, além de uma possível transição, na América do Norte, dos HFCs líquidos diretamente para HFCs não saturados ao longo do tempo, dependendo da futura política de HFCs nos Estados Unidos.

O crescimento na demanda por agentes de expansão para aplicações em construção é impulsionado pela eficiência energética em construções novas e existentes; houve uma desaceleração na construção de novos prédios devido à recessão global, mas a modificação (*retrofit*) continua com espuma em spray e outros produtos de espuma (placas, etc.). No entanto, o crescimento na demanda por espumas de isolamento foi acentuado nos últimos dez anos, com mudanças nas cotas de mercado entre isolamento por espuma e fibras em função da demanda por espumas com maiores espessuras e de um mercado de construção relativamente dinâmico.

Os hidrocarbonetos são o agente de expansão dominante no setor de construção, com a exceção da espuma em spray, nas quais os s-HFCs ainda prevalecem por motivos de segurança, embora seja provável que haja uma maior proliferação de misturas – possivelmente com u-HFCs (HFPs) e/ou metanoato de metila – especialmente quando os requisitos de espessura para isolamento pareçam estar se tornando insustentáveis.

Em poliestireno extrudido, o futuro de longo prazo para a escolha de agente de expansão ainda não está claro, com uma variedade significativa de tecnologias em uso no momento. O surgimento de u-HFCs (HFOs) pode se mostrar interessante como substituto para HFCs gasosos, especialmente como componente de misturas. É provável que a pressão em prol da transição seja maior na Europa, onde o Regulamento de F-Gases encontra-se atualmente em revisão. Entretanto, na América do Norte não há planos de transição para os próximos 10 anos, pois a transferência para HFCs gasosos acaba de ser implementada.

### ***Países em desenvolvimento***

As taxas de crescimento econômico em diversos países em desenvolvimento importantes provavelmente impulsionarão a demanda por eletrodomésticos e outros bens de consumo nos próximos anos, a qual deve se refletir no crescimento esperado para a demanda por agentes de expansão.

Uma vez que o mercado de eletrodomésticos está se tornando muito globalizado, acredita-se que a escolha de agente de expansão para o futuro deva seguir os mesmos padrões dos países desenvolvidos.

Alguns fabricantes de eletrodomésticos consideram mudar do ciclopentano para misturas de ciclopentano e HFCs a fim de cumprir com novos padrões de eficiência energética e para melhor cumprir com os padrões energéticos para produtos exportados para países desenvolvidos.

O foco nos materiais de isolamento para o mercado da construção e, especialmente, para produtos de espuma varia substancialmente de acordo com a região em desenvolvimento, sendo influenciado



principalmente por aspectos climáticos e pela capacidade de investir em infraestrutura.

Há evidências de um esforço considerável para renovar residências existentes na China, e isso impulsionou a demanda por espuma de poliuretano spray como uma das opções técnicas com maior eficiência energética. Foi observado também um crescimento substancial em XPS.

Há muito menor clareza a respeito da escolha de agente de expansão para empresas de pequeno e médio porte no setor de construção e diversas opções de tecnologia, incluindo hidrocarbonetos pré-misturados, metanoato de metila, CO<sub>2</sub> (água), s-HFCs líquidos e u-HFCs, podem ser usadas em alguma medida.

Embora o metanoato de metila tenha aprovação SNAP da EPA dos Estados Unidos para aplicações de espuma de PU spray, ainda não está claro se o mercado verá os problemas de inflamabilidade como suficientemente distintos dos hidrocarbonetos para justificar a adoção. É provável que haja algum uso de metanoato de metila nas aplicações de pele integral em que o uso de CO<sub>2</sub> (água) ainda não esteja estabelecido.

Embora a comercialização dos vários u-HFCs (HFPs) em consideração provavelmente venha a ocorrer um pouco antes do que se esperava anteriormente (talvez em 2013-2015), essas tecnologias provavelmente chegarão tarde demais para a maioria das transições de HCFC-141b. Portanto, podem ser necessárias transições em duas etapas para tirar proveito de suas propriedades. Uma vez que os custos de investimento provavelmente serão mínimos para tais tecnologias, uma estratégia em duas etapas pode ser apropriada quando fatores econômicos permitirem.

O trabalho em tecnologias de “três vias” para espuma spray (por exemplo, CO<sub>2</sub> supercrítico e u-HFCs gasosos) pode permitir uma transição antecipada em alguns casos, embora as implicações quanto ao investimento ainda se encontrem em avaliação.

### **3.3 Comitê de Opções Técnicas para Halons**

#### **3.3.1 Introdução**

Os seguintes resumos de setor mostram que, apesar da introdução de novas alternativas a halons e de notáveis progressos em mudar para elas, ainda há necessidade de halons. Assim, a reciclagem de halons está se tornando ainda mais importante para garantir que estoques adequados de halons estejam disponíveis para atender às necessidades futuras das Partes.

#### **3.3.2 Produção Global e Eliminação do Consumo de Halons**

A partir de 1 de janeiro de 2010, a produção e o consumo de halons, conforme definidos pelo Protocolo de Montreal, cessaram para proteção contra incêndios. Além disso, não há produção de halons para usos essenciais desde 2000 (conforme autorizado pela Decisão VIII/9). No entanto, o halon 1301 (CF<sub>3</sub>Br) ainda é produzido na China e na França para uso como matéria-prima na fabricação do pesticida Fipronil. A quantidade total da produção de matéria-prima de halon nesses

países não é conhecida pelo HTOC, mas aumenta anualmente na China desde 2005.

Desde 2006, nove Partes relataram produção negativa de halons para proteção contra incêndios, indicando que elas estão destruindo halons. Além disso, os dois últimos produtores de halons para proteção contra incêndios, a China e a República da Coreia do Sul, não relataram exportações em 2008 ou 2009. No entanto, alguns halons podem ter sido exportados como extintores de incêndio e/ou sistemas de extinção de incêndio. Apenas oito Partes que operam nos termos do Artigo 5 relataram a importação de novos halons em 2008, uma redução em relação às dezesseis Partes no ano de 2006. O comércio global de halons reciclados é robusto, mas, como seria de esperar, o comércio de halons reciclados por Partes do Artigo 5 é limitado, uma vez que estas foram autorizadas a importar novos halons até 2009.

Agora que não há produção mundial de halons para usos de proteção contra incêndio, a gestão do estoque remanescente torna-se crucial para assegurar que haja halons suficientes para aplicações que precisam deles.

### **3.3.3 Alternativas ao Halon na Proteção contra Incêndio**

Desde a Avaliação de 2006, houve algumas alterações em padrões nacionais e internacionais de proteção contra incêndios que afetam algumas das medidas de desempenho e orientações para o uso de agentes alternativos. Ocorreu algum nível de harmonização, novas concentrações mínimas foram recomendadas para determinados riscos de reignição e novos procedimentos foram desenvolvidos para determinar os níveis de exposição segura de funcionários às alternativas.

Alternativas à base de hidrofluorcarbonos (HFCs) continuam a prevalecer no mercado *in kind* de alternativas gasosas para aplicações de *flooding*, enquanto alternativas baseadas em hidroclorofluorcarbonos (HCFC)-123 prevalecem para o mercado *in kind* muito menor de *streaming*. Ainda não foi desenvolvida uma alternativa com todas as características benéficas do halon a ser substituído. No entanto, novos agentes e tecnologias continuam a aparecer no mercado para aplicações específicas. Os mais recentes são produtos pirotécnicos que geram nitrogênio ou misturas de nitrogênio e vapor de água e hidrobromofluorcarbonos insaturados (HBFCs).

A seleção do melhor método de proteção contra incêndios, na ausência de halons, é muitas vezes um processo complexo. Tanto os agentes de extinção de incêndio gasosos alternativos, as chamadas alternativas *in kind*, quanto as alternativas *not in kind* podem substituir o halon, mas a decisão é impulsionada pelos detalhes sobre riscos a serem prevenidos, pelas características do agente gasoso ou método alternativo e pela filosofia de gestão de riscos do usuário.

### **3.3.4 Considerações Climáticas para Halons e Alternativas**

HFCs, HCFCs e, em menor escala, perfluorcarbonos (PFCs) são comercializados como substitutos para halons. O desenvolvimento desses produtos químicos para uso em aplicações de supressão de incêndios e explosões foi fundamental para alcançar a eliminação da produção de halon determinada pelo Protocolo de Montreal. Em algumas aplicações, agentes baseados em HFC são as únicas alternativas para halons.

A atualização feita pelo Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica (TEAP) do Relatório

Especial sobre Ozônio e Clima do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)/TEAP concluiu que o potencial de redução de gases de efeito estufa (GEE) oriundos da proteção contra incêndios é pequeno, em parte devido ao nível relativamente baixo de emissões e a uma transição significativa para alternativas *not in kind*. No entanto, em 2009 e novamente em 2010, foram propostas emendas que acrescentariam HFCs ao Protocolo de Montreal e, lentamente, eliminariam sua produção. As Partes devem considerar que quaisquer emendas ou ajustes futuros em relação a HFC incluam disposições a respeito de usos na proteção contra incêndios que não têm alternativas além de substâncias que destroem o ozônio (SDO) ou de HFCs com alto potencial de aquecimento global (PAG).

Existem algumas aplicações importantes de proteção contra incêndio, tais como em compartimentos para a tripulação de veículos blindados, nas quais as únicas opções atuais são o uso de halon reciclado ou de HFC com alto PAG. Do ponto de vista do impacto ambiental total, é melhor reutilizar um halon já produzido reciclado ou produzir um HFC com alto PAG para a aplicação? Esse é um desafio que as Partes devem considerar.

### **3.3.5 Bancos globais de Halon 1211 e 1301**

A formação de bancos de halons é uma parte fundamental da gestão de halons. Programas de Banco de Halon devem estar acessíveis a todos os usuários de halons ou o risco de aceleração nas emissões atmosféricas aumentará conforme os usuários fiquem com estoques redundantes.

Houve um atraso inesperado na criação de programas de formação e gestão de bancos de halons nas Partes do Artigo 5 no mundo todo. Operações de bancos de halons podem desempenhar um papel importante na garantia da qualidade e da disponibilidade de halons reciclados, na gestão do uso de halons até reduzi-lo a zero e na assistência com dados de emissões, fornecendo estimativas regionais, mais precisas que as estimativas globais. Sistemas de bancos nacionais ou regionais que mantêm bons registros oferecem a oportunidade de minimizar a incerteza em relação ao inventário armazenado e à disponibilidade de estoque. As Partes poderiam incentivar tais esquemas de bancos de halon nacionais para garantir que as necessidades consideradas essenciais por uma Parte sejam atendidas.

Diversas Partes ainda não implementaram programas de gestão de bancos de halons ou estão enfrentando desafios significativos com seus programas. Alguns dos obstáculos incluem a falta de um ponto de foco para a gestão de halons, infraestrutura insuficiente, segmentação dos usuários de halon, como as forças militares e a indústria, sem compartilhamento de informações ou recursos, falta de conscientização dos usuários sobre questões ambientais e falta de políticas de apoio. Há empresas disponíveis mundialmente para comprar e "limpar" halons com contaminação cruzada. No entanto, em algumas Partes, em função de uma proibição à exportação de halons, os halons com contaminação cruzada são um passivo financeiro e há relatos de que são emitidos para a atmosfera.

### **3.3.6 Banco mundial de Halon 2402**

O halon 2402 havia sido produzido quase exclusivamente na antiga URSS e, no momento da eliminação da produção, o banco de halon 2402 era muito pequeno e insuficiente para sustentar as aplicações existentes. Como consequência, as Partes permitiram que a Federação Russa

continuasse a produzir quantidades limitadas de halon 2402, de 1996 até o final de 2000, no âmbito do processo de uso essencial.

As aplicações de halon 2402 são um caso especial porque o equipamento que o utiliza era quase exclusivamente fabricado na antiga URSS até sua dissolução e na Federação Russa e na Ucrânia depois disso. Esse equipamento é constituído principalmente por equipamentos militares e aeronaves civis que foram vendidos dentro da antiga União Soviética, na Europa Oriental e no Sudeste e Leste da Ásia.

A Federação Russa e a Ucrânia, tradicionalmente reconhecidas como fontes potenciais de halon 2402 para outras Partes, ainda possuem uma grande capacidade instalada de halon 2402, mas estima-se que seus mercados atualmente sejam bem equilibrados, sem excedentes disponíveis para clientes externos. Isso é um problema para as Partes cuja base instalada é muito pequena e, consequentemente, cujo banco de halon 2402 é limitado. Algumas dessas Partes conseguiram estabelecer instalações de reciclagem e banco com a assistência do GEF. É também um problema para usuários maiores, como a Índia, que tradicionalmente contavam com o suprimento da Federação Russa e nunca estabeleceram um banco próprio. Sempre que possível, essas Partes estão migrando para outros halons ou alternativas.

As emissões, a transformação e o consumo de halon 2402 como agente de processo pela indústria química russa reduziu substancialmente o banco total de halon 2402, e novos usos em aplicações não tradicionais são motivo de preocupação para o HTOC. Embora não haja falta aparente de halon 2402 reciclado a nível global, atualmente há escassez em algumas regiões, da qual as Partes podem desejar tratar.

### **3.3.7 *Fornecimento global/regional e balanço da demanda***

Com base em uma revisão da situação em um grande número de Partes, com exceção da aviação, concluiu-se que, de maneira geral, os halons foram substituídos por alternativas para todas as novas aplicações em que os halons eram tradicionalmente usados. No entanto, a demanda por halons reciclados ainda é elevada para aplicações existentes em algumas Partes. Até o momento, porém, as Partes não indicaram ao Secretariado do Ozônio ser incapazes de obter halons para suprir suas necessidades, embora algumas Partes tenham expressado preocupações relativas a custo aos membros do HTOC. O HTOC conclui, portanto, que a demanda atual está sendo atendida pela oferta disponível, embora a extensão das necessidades contínuas indique que pode haver problemas globais ou regionais no futuro.

### **3.3.8 *Dependência continuada de halons***

A produção de halons para fins de proteção contra incêndio parou no final de 1993 em países que não são Partes do Artigo 5 e no final de 2009 em todas as Partes. No entanto, muitas Partes permitem o uso de halons reciclados para a manutenção dos equipamentos existentes. Isso permitiu que os usuários mantivessem seu investimento inicial em equipamentos e que os halons continuassem a ser utilizados em aplicações para as quais alternativas ainda não são técnica e/ou economicamente viáveis. Especificamente, estes incluem aviação civil, uso militar e sistemas herdados em produção de petróleo e gás em climas frios, salas de preenchimento de aerossóis, silos de grãos, produção de papel e usinas de processamento de leite em pó.

As aplicações de halon na aviação estão entre os usos mais exigentes de todos os três halons e

exigem cada uma de suas características benéficas, incluindo dispersão e supressão em baixas temperaturas, mínimo perigo tóxico para passageiros, tripulação de voo e pessoal de manutenção de solo e baixos requisitos de peso e espaço para o hardware. Embora métodos alternativos de combate a incêndios para situações no solo venham sendo implementados, o status do halon no setor de aviação civil deve ser avaliado em três contextos diferentes: aeronaves existentes, novas aeronaves de modelos existentes e novos modelos de aeronaves. Todos eles ainda dependem do halon para a maioria de suas aplicações de proteção contra incêndio. Dada a vida útil de 25 a 30 anos prevista para aeronaves civis, essa dependência provavelmente persistirá além do momento em que halons reciclados estarão prontamente disponíveis. Assim, o tempo disponível para fazer a transição para alternativas ao halon pode ser muito menor do que muitos imaginam na indústria da aviação civil.

Outro desenvolvimento crucial desde o último relatório de avaliação é a constatação de que halons contaminados estão sendo utilizados na indústria da aviação civil, conforme relatado pela Autoridade da Aviação Civil do Reino Unido (CAA) para a Agência Europeia para a Segurança da Aviação (EASA), em 2009, gerando preocupações a respeito da aceitabilidade dos bancos de halons restantes.

As alternativas ao halon disponíveis para a aviação civil mainline são essencialmente as mesmas relatadas na Avaliação de 2006 do HTOC, com a ressalva de que um HBFC insaturado com "baixo PAG", conhecido como 3,3,3-trifluoro-2-bromo-prop-1-eno ou 2-BTP está em fase de testes de adequação para extintores portáteis.

Como prosseguimento do trabalho do HTOC com a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) – referência Decisão XXI/7 – o HTOC continuou sua cooperação com a OACI no desenvolvimento de uma resolução revisada, contendo novas datas para a substituição de halon acordadas pela indústria e adotadas na 37ª Assembleia da ICAO em setembro de 2010, na forma da Resolução A37/9. Além das datas da ICAO para a substituição de halon, a União Europeia introduziu uma legislação em 2010 que tem "datas-limite" e "datas finais" quando todos os sistemas ou extintores de halon em uma aplicação específica – incluindo a aviação civil – deverão ser retirados de serviço.

Os halons ainda são utilizados por organizações militares do mundo todo em muitas aplicações da linha de frente onde as alternativas não são técnica ou economicamente viáveis no momento. Estas incluem os sistemas existentes em compartimentos para a tripulação e o motor de veículos blindados de combate, naceles de motores, unidades de energia auxiliares, extintores portáteis, porões de carga, porões secos e o espaço de vapor do tanque de combustível de algumas aeronaves militares, e espaços de máquinas, salas de bomba de combustível, salas de armazenamento de líquidos inflamáveis, salas operacionais, centros de comando e no convés de voo de alguns navios de guerra. No entanto, as forças militares de muitas Partes dedicam esforços e recursos consideráveis para reduzir e futuramente eliminar o uso de halons, sempre que técnica e economicamente viável. Muitas pesquisas, desenvolvimentos e testes praticamente eliminaram a necessidade de halons nos novos modelos de veículos de combate blindados, aeronaves militares e navios militares. Para aplicações em que uma alternativa aceitável ainda não foi implementada, os procedimentos operacionais e de manutenção e treinamento podem e têm sido aperfeiçoados para minimizar as emissões e preservar o suprimento limitado de materiais recicláveis disponíveis.

O suprimento de halons de sistemas e extintores convertidos ou desativados, tanto de organizações militares quanto do mercado aberto, foram colocados em bancos por várias Partes para sustentar suas atuais necessidades militares.

Dutos existentes de petróleo e gás e instalações de produção em climas inóspitos ainda usam halons para combater incêndios e prevenir explosões. Para novas instalações, as empresas estão adotando uma abordagem de design inerentemente seguro para evitar ou minimizar os riscos, tais como a liberação de hidrocarbonetos. Quando um agente de inertização ainda é necessário nos espaços ocupados, o halon foi substituído pelo HFC-23 ou pela fluorocetona (FK)-5-1-12, quando

as temperaturas permitem, como parte do projeto de proteção das instalações. Como o HFC-23 é a única alternativa em que temperaturas muito baixas são encontradas, a questão mencionada em 3.2.4 é relevante: um agente com PAG tão alto deve deixar de ser destruído para substituir um halon reciclado existente?

Para outras aplicações comerciais/industriais, os halons não são mais necessários e os sistemas estão sendo tirados de uso gradualmente e substituídos por sistemas que utilizam agentes alternativos. No entanto, o custo para a reengenharia e substituição de alguns sistemas herdados pode ser alto e, em muitos casos, a menos que a indústria seja obrigada a fazer isso, halons reciclados do banco de halons continuam a ser utilizados para manter o sistema.

Em sua Avaliação de 2006, o HTOC detalhou o status do uso de halon e suas alternativas na marinha mercante. Essencialmente, a situação está inalterada, com a exceção de que menos navios dependem de halons porque navios foram tirados de uso no período de intervenção. Para os navios restantes que ainda necessitam de halons, a indústria parece ter concluído que o problema, se não for resolvido, certamente pode ser gerenciado no futuro próximo.

### **3.3.9     *Inventários mundiais estimados dos Halons 1211, 1301 e 2402***

A Avaliação de 2010 do HTOC indica que, no final de 2010, o banco mundial de halon 1301 tinha cerca de 42.500 MT, o de halon 1211 tinha aproximadamente 65.000 MT e o de halon 2402 tinha cerca de 2.300 MT. Baseado nessa avaliação, o HTOC segue tendo a opinião de que existem estoques globais adequados de halon 1211 e halon 1301 para atender às necessidades futuras de todos os equipamentos de fogo à base de halon existentes até o fim de sua vida útil. No entanto, ainda há preocupação sobre a disponibilidade do halon 2402 fora da Federação Russa e da Ucrânia para sustentar usos existentes em aeronaves, veículos militares e navios. Grande parte do banco de halon 2402, que se destinava a suprir necessidades de proteção contra incêndios para as aplicações existentes, foi consumido dentro da Federação Russa como agente de processo há vários anos. Além disso, um novo produto que encapsula halon 2402 em uma matriz de pintura está sendo comercializado na Federação Russa. Esse produto consumiria ainda mais o suprimento de halon 2402 para usos existentes. O HTOC teme que usuários importantes e de longo prazo do halon 2402 não tenham halon 2402 suficiente para suprir suas necessidades se o banco continuar a ser consumido pelo uso em aplicações diferentes da proteção contra incêndios e/ou em novos produtos.

É recomendável que os proprietários de equipamentos para incêndio à base de halon existentes que se encaixem em uma ou mais das categorias anteriores assegurem que suas necessidades futuras serão atendidas a partir de seus próprios estoques seguros. Programas de regulamentação atuais e propostos que exigem a recuperação e a destruição de halons obviamente eliminarão a disponibilidade futura de halons como uma fonte de suprimento para muitas necessidades. Como atualmente existem suprimentos adequados, é improvável que o planejamento inadequado venha a servir como base razoável para uma nomeação de uso essencial no futuro por uma Parte, em benefício do proprietário de uma aplicação particularmente importante para os halons 1211, 1301 ou 2402.

### **3.3.10   *Práticas para assegurar a pureza de halons reciclados***

A experiência recente na Europa, onde se verificou que halons contaminados estavam sendo utilizados na indústria da aviação civil, destaca a necessidade de que usuários finais estejam cientes

da pureza de qualquer halon recuperado ou reciclado que venham a comprar. Com um halon impuro, o desempenho pode variar de uma eficácia fraca a nenhuma, ou o agente impuro pode ainda de fato intensificar o fogo, caso este seja um material inflamável. De modo geral, os usuários finais têm de contar com a cadeia de fornecimento de reposição para coletar, processar, testar e certificar que o agente halon tem pureza aceitável. É essa última etapa, a de confiar apenas na certificação de um fornecedor, que pode introduzir riscos relacionados à pureza do agente. Assim, é importante que uma certificação de pureza por escrito seja obtida de um laboratório de testes internacionalmente ou nacionalmente reconhecido que tenha testado o halon de acordo com normas reconhecidas internacionalmente, tais como ISO, ASTM ou GOST.

### ***3.3.11 Estratégias de redução da emissão de halon***

Liberar halon na atmosfera é fundamental para o processo de extinção das chamas e inertização do espaço fechado. No entanto, essas emissões necessárias usam apenas uma pequena proporção da oferta anual de halon. A maioria dos países descontinuou o teste de descarga do sistema e a descarga de extintores para fins de treinamento, resultando em reduções de emissões de até 90%. Reduções adicionais e significativas das emissões de halon podem ser atingidas por meio do aperfeiçoamento de procedimentos de manutenção e de dispositivos de detecção e controle, etc., e por meio de medidas não técnicas, como o desenvolvimento de Códigos de Conduta, a implementação de Campanhas de Conscientização, workshops, treinamento, políticas e legislação de regulamentos e pela garantia de sua execução. As estratégias de redução de emissões de halon são uma combinação de "uso responsável" e ação regulatória política.

Boas práticas de engenharia determinam que, sempre que possível, os riscos devem ser evitados no projeto das instalações ao invés de simplesmente fornecer proteção contra eles. Uma combinação de prevenção, design inerentemente seguro, minimização de exposição de pessoal, proteção passiva, duplicação de equipamentos, detecção e intervenção manual também deve ser considerada. Além disso, a atenção a programas de manutenção e o treinamento de pessoal podem acrescentar anos a um banco de halon pela redução de emissões.

Reduções de emissões podem ser alcançadas por meio da implementação de uma Campanha de Conscientização abrangente. Esta deve incluir uma descrição de halons e seus usos, preocupações ambientais relacionadas à camada de ozônio, objetivos principais e prazos do Protocolo de Montreal, políticas e regulamentos sobre SDO específicos de cada país, requisitos de reciclagem, alternativas e opções, pontos de contato no governo e na comunidade de proteção contra incêndio e respostas a Perguntas Frequentes, como "o que eu faço com o meu extintor de halon 1211?"

As emissões de halon evitáveis são responsáveis por maiores emissões de halon do que aquelas necessárias para proteção contra incêndios e prevenção de explosões. Essas emissões certamente podem ser minimizadas.

### ***3.3.12 Destruição***

Desde a Avaliação de 2006, considerável interesse tem sido dado aos benefícios ao ozônio e ao clima que poderiam ser gerados evitando emissões de SDOs ainda remanescentes em equipamentos, produtos e estoques. A recente introdução de créditos de carbono para a destruição de SDO cria uma janela de oportunidade limitada para aumentar a recuperação de SDO no final da vida útil de equipamentos e para evitar completamente possíveis emissões por meio da destruição

do material indesejado. Os halons, mais do que outras SDO, são de fácil acesso para coleta, armazenamento e descarte, o que os torna muito atraentes para possíveis projetos de destruição de SDO no quadro de um protocolo de créditos de carbono. No entanto, devido à demanda global contínua por halons em aplicações como a aviação, o HTOC recomenda que a destruição, como opção de descarte final, seja considerada apenas se o halons tiverem contaminação cruzada e não puderem ser recuperados para um grau de pureza aceitável. A eliminação mundial de halons foi planejada com base na recuperação e reutilização de halons até o final da vida útil dos sistemas em que são empregados e até que não haja mais usos importantes. A destruição precoce das halons prejudica o plano de longo prazo definido pelas Partes, impõe significativos encargos financeiros sobre os usuários que investiram em sistemas de halon, e põe em risco usos que geralmente têm o potencial de prevenir perda significativa de vidas em um cenário de incêndio.

Há também a preocupação de que a disponibilidade de créditos de carbono para a destruição de halons possa inadvertidamente levar a incentivos errados – para ações que em verdade levam a mais danos ambientais e, pior, para atividades potencialmente ilegal, como a produção simplesmente para obter créditos de destruição, uma vez que o halon recém-produzido é tecnicamente indistinguível do halon reciclado. As Partes podem considerar solicitar ao TEAP/HTOC que investigue mais profundamente as questões relacionadas à destruição de halon a fim de melhor entender as implicações da eliminação de halon em conformidade com o Protocolo e os impactos para a recuperação da camada de ozônio e para a proteção do clima.

### **3.4 Comitê de Opções Técnicas para Usos Médicos**

#### **3.4.1 Inaladores de Dose Calibrada**

##### ***Uso global de CFC para IDCs***

O uso global de clorofluorcarbonetos (CFCs) para a fabricação de inaladores de dose calibrada (IDCs) diminuiu para cerca de 2.300 toneladas em 2009 e deve diminuir ainda mais para cerca de 2.000 toneladas em 2010. O uso total de CFCs pelos países do Artigo 5 foi reduzido em cerca de 200 toneladas entre 2008 e 2009, sendo que alguns países (por exemplo, a China) aumentaram e outros (por exemplo, a Índia) diminuíram o consumo. Um significativo progresso global vem ocorrendo na transição de IDCs com CFC para inaladores livres de CFC, com uma capacidade substancial de fabricar inaladores livres de CFC.

Estoques de CFC estão disponíveis na Venezuela e nos Estados Unidos (total de cerca de 951 toneladas de CFC-11 e -12, com 367 toneladas de CFC-114 que não podem ser consumidas). Estes podem bastar para suprir as necessidades de CFC estimadas para IDCs nos anos de 2010, 2011 e 2012. A eliminação de IDCs com CFC poderia ser concluída com a gestão cuidadosa dos estoques globais de CFC existentes e sem a fabricação de novos CFCs de grau farmacêutico, com a exceção da China, que pode fabricar para suprir as próprias necessidades e as da Federação Russa. Uma abordagem cautelosa para a produção de CFC é aconselhável, uma vez que a transição ocorre rapidamente e a produção de CFC excedente às necessidades reais deve ser evitada, pois o excesso futuramente exigiria uma destruição com alto custo.

##### ***Alternativas tecnologicamente satisfatórias estão disponíveis***



Já se passaram mais de 16 anos desde a introdução do primeiro IDC à base de hidrofluorcarbono (HFC) para o beta-agonista de curta ação salbutamol no Reino Unido em 1994. Alternativas tecnologicamente satisfatórias aos IDCs com CFC (IDCs com HFC e inaladores de pó seco (IPS)) no tratamento da asma e da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) estão agora disponíveis em quase todos os países do mundo. Há alternativas sem CFC suficientes disponíveis para dar conta de todas as principais classes de medicamentos utilizados no tratamento de asma e DPOC.

Até 2010, todos os países desenvolvidos tinham eliminado o uso de CFCs em IDCs, exceto a Federação Russa, que ainda precisa realizar a conversão da fabricação, e os Estados Unidos, que estão bastante avançados em sua eliminação. Um progresso global substancial continuou ocorrendo no desenvolvimento e no lançamento de IDCs com HFC e de IPSs e a maioria das empresas com instalações em países do Artigo 5 já concluíram a eliminação de IDCs com CFC.

A maioria dos países em desenvolvimento está bastante adiantada nos planos de transição para eliminar o uso de CFCs. Apesar de desafios iniciais, como o acesso a transferência de tecnologia e barreiras econômicas, o progresso tem sido significativo, com diversos países em vias de conclusão da transição para inaladores livres de CFC antes do esperado. Estima-se que o consumo de CFC pelos países do Artigo 5 atingiu seu pico em 2008 e 2009 e agora parece estar diminuindo. As previsões atuais são de que a maioria dos países do Artigo 5 terão concluído a transição até o final de 2012. Uma notável exceção é a China, que nos últimos anos vem apresentando um aumento no consumo de 15% a 30% ao ano, com planos atuais para completar a eliminação dos IDCs com CFC em 2016.

Uma barreira para os países em desenvolvimento tem sido a de que os IDCs substitutos com hidrofluorcarbono (HFC) fabricados por empresas multinacionais em países desenvolvidos podem ser mais caros que IDCs com CFC fabricados nos países em desenvolvimento, o que significa que pacientes pobres não podem pagar por eles. No entanto, progressos substanciais estão ocorrendo no desenvolvimento e na comercialização de IDCs acessíveis livres de CFC, especialmente nos fabricados em países do Artigo 5. Os IDCs com HFC estão começando a ter preços mais competitivos em comparação com IDCs com CFC. Como resultado, existe agora uma gama adequada de alternativas livres de CFC tecnicamente satisfatórias e acessíveis para substituir IDCs com CFC para beta-agonistas (em particular, salbutamol) e para corticosteróides inalados (em particular, a beclometasona) disponíveis em muitos países em desenvolvimento. Levando essas questões em consideração, os IDCs com CFC para salbutamol e beclometasona já podem ser considerados não essenciais na maioria dos países importadores.

### ***Uso global de HFC para IDCs***

Estima-se que cerca de 4.000 toneladas de HFC são utilizadas para a fabricação de IDCs, o que representa uma proporção muito pequena do uso total de HFC (estimada em 1 a 2%). Com base no consumo atual e nas taxas de crescimento projetadas para o uso de IDCs, estima-se que o consumo anual de HFCs para IDCs estará entre 7.000 e 10.500 toneladas até 2015.

Ao passar de IDCs com CFC para IDCs com HFC e IPSs, não apenas as emissões de substâncias que destroem a camada de ozônio foram eliminadas, mas houve também benefícios para a mudança climática. De acordo com estimativas aproximadas das pegadas de carbono de inaladores, os IDCs com HFC têm cerca de 10 vezes menos impacto sobre o clima que os IDCs com CFC. Os IPSs têm impacto ainda menor sobre o clima, cerca de 100 vezes menor que o de IDCs com CFC e 10 vezes menor que o de IDCs com HFC.

### ***Considerações sobre a saúde do paciente***

É importante observar que IDCs, IPSs e novos sistemas de entrega desempenham um papel importante no tratamento de asma e DPOC, e nenhum sistema de entrega é considerado universalmente aceitável para todos os pacientes. Profissionais da saúde continuam a considerar que uma variedade de opções terapêuticas é importante. Qualquer consideração de medidas políticas para o controle de HFCs deve avaliar cuidadosamente as implicações para a saúde do paciente com os objetivos de garantir a saúde dos pacientes e manter uma variedade de opções terapêuticas. Cada país tem uma situação única e complexa em termos de disponibilidade de medicamentos, sistemas de saúde abrangentes e preferências do paciente.

#### ***3.4.2 Produtos farmacêuticos com aerossóis além de IDCs***

Alternativas técnica e economicamente viáveis estão disponíveis para todos os produtos médicos com aerossol. Além dos IDCs, a fabricação da maioria dos aerossóis médicos com CFC em países que não são Partes do Artigo 5 cessou por volta de 1996 e perto do final de 2009 em países do Artigo 5.

No entanto, existem alguns países que ainda não concluíram a conversão de aerossóis médicos baseados em CFC para alternativas. Em 2009, a Argentina (1,2 toneladas), a China, a República Dominicana (24 toneladas) e a Sérvia (18,1 toneladas) ainda consumiam CFCs para a fabricação de aerossóis médicos. Com o prazo de eliminação de CFCs estabelecido para 2010 nos países em desenvolvimento, qualquer consumo atual de CFC para aerossóis médicos só poderia ter como fonte os estoques existentes.

Na China, alguns dos tradicionais fabricantes de aerossóis têm encontrado dificuldades técnicas na conversão para alternativas, com novas formulações que não satisfazem os padrões de qualidade relevantes. As autoridades governamentais estão agindo de maneira coordenada com as empresas para resolver essas dificuldades técnicas. Espera-se que, à exceção dos IDCs, a conversão total do setor de aerossóis médicos na China seja concluída em 2012.

#### ***3.4.3 Esterilizantes***

O uso de misturas de óxido de etileno (EO)/CFC na esterilização foi eliminado com sucesso em países não incluídos no Artigo 5 e em muitos países do Artigo 5. Embora seja difícil ter certeza, acredita-se que o uso total global de CFCs em 2010 para essa aplicação foi próximo de zero.

Misturas de EO/hidroclorofluorcarbonos (HCFC) (10% por peso de EO em uma mistura de HCFC-124 e HCFC-22) são virtuais substituições temporárias para a mistura de 12/88 com o uso de CFC e foram introduzidas como produtos de transição para a esterilização nos países que empregavam 12/88 extensivamente. O uso global estimado de HCFCs na esterilização em 2010 foi de cerca de 500 a 700 toneladas métricas em 2010, o que equivale a menos de 25 toneladas de PDO em todo o mundo. Estima-se que o uso de EO/HCFC em países não incluídos no Artigo 5 esteja em declínio com a introdução de restrições regulatórias. Estima-se que o uso de EO/HCFC em países do Artigo 5 esteja entre 200 e 400 toneladas.

Com o cronograma do Protocolo de Montreal para a eliminação de HCFCs em países do Artigo 5, uma eliminação ordenada dos HCFCs nos usos de esterilização pode ser realizada facilmente nos países do Artigo 5. O tempo de vida útil de um esterilizante EO/HCFC é de cerca de 20 anos, quando bem conservado. Portanto, até 2030, os esterilizantes atuais devem estar prontos para a substituição por tecnologias alternativas disponíveis que não utilizam substâncias destruidoras do ozônio. Os departamentos de compra de hospitais devem considerar a eliminação de HCFCs e a futura redundância de equipamentos de esterilização que utilizam EO/HCFC na tomada de decisões de investimento futuras.

Há uma variedade de métodos de esterilização comercialmente disponíveis que podem substituir o uso de substâncias que destroem a camada de ozônio no setor, incluindo: calor (calor úmido ou calor seco), radiações, processos alquilantes (como EO, formaldeído) e processos oxidativos (incluindo vapor de peróxido de hidrogênio, plasma do gás de peróxido de hidrogênio, ácido peracético líquido e ozônio). Outros métodos de esterilização estão em estudo para a comercialização.

A prestação de serviços de saúde de boa qualidade requer esterilização eficaz de produtos de saúde para prevenir a transmissão das infecções. A esterilização exige a aplicação rigorosa dos princípios da gestão da qualidade para garantir a validação do processo selecionado, a implementação de um controle de rotina efetivo, além de equipamentos confiáveis e conhecimento sobre a compatibilidade de materiais. A validação de processos de esterilização é importante para garantir a efetiva esterilização e para evitar problemas de compatibilidade de materiais. Nenhum esterilizante ou processo de esterilização é compatível com todos os possíveis produtos.

### **3.5 Comitê de Opções Técnicas para o Brometo de Metila**

#### **3.5.1 *Missão e estrutura de relatório***

Nos termos da Decisão XIX/20(2), tomada na 19ª. Reunião das Partes do Protocolo em 2007, as Partes solicitaram aos Painéis de Avaliação que atualizassem seus relatórios de 2006 em 2010 e os submetessem ao Secretariado até 31 de dezembro de 2010 para consideração pelo Grupo de Trabalho Aberto e pela 23ª. Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, em 2011.

Como exigido pela Decisão XIX/20(2), a Avaliação de 2010 do MBTOC relata os avanços desde 2006 na substituição do Brometo de Metila (brometo de metila) usado para Uso Essencial por países que não são Partes do Artigo 5 e sobre a redução contínua no uso de brometo de metila em países do Artigo 5 para cumprir com o cronograma de eliminação até 2015. Ela também informa sobre a situação do uso para QPS atualmente isento de controles no âmbito do Protocolo de Montreal. Mostra também as tendências na produção e no consumo de brometo de metila, tanto em países do Artigo 5 quanto em países que não são Partes do Artigo 5, níveis estimados de emissões de brometo de metila para a atmosfera e estratégias para reduzir essas emissões.

#### **3.5.2 *Comitê de Opções Técnicas para o Brometo de Metila (MBTOC)***

Em dezembro de 2010, o MBTOC tinha 39 membros: 13 (33%) de Partes do Artigo 5 e 26 (67%) de países não incluídos no Artigo 5. Os membros vêm de 11 países em desenvolvimento e de 14

países industrializados. Para tratar do grande número de tarefas, o MBTOC do TEAP foi subdividido em três subcomitês, em 2010: Solos (MBTOC-S), Estruturas e Commodities (MBTOC-SC) e Quarentena e Pré-Embarque (QPS).

### **3.5.3      *Medidas de controle do brometo de metila***

O brometo de metila foi listado no âmbito do Protocolo de Montreal como uma substância controlada que destrói a camada de ozônio em 1992. Cronogramas de controle culminando na eliminação foram acordados em 1995 e 1997. Há uma série de preocupações além da destruição do ozônio que também levaram os países a impor severas restrições ao uso de brometo de metila. Essas preocupações incluem toxicidade para seres humanos e segurança associada do operador e da saúde pública e efeitos negativos sobre a biodiversidade do solo. Em alguns países, a poluição de águas superficiais e subterrâneas por brometo de metila e seu íon brometo derivado também geram preocupações.

As medidas de controle, acordadas pelas Partes em sua nona reunião em Montreal, em setembro de 1997, determinavam a eliminação até 1 de janeiro de 2005 em países não incluídos no Artigo 5. Para as Partes que operam nos termos do Artigo 5 do Protocolo (países em desenvolvimento), foi determinado um corte de 20% na produção e no consumo, baseado na média de 1995-1998, a partir de 1 de janeiro de 2005 e a eliminação até 01 de janeiro de 2015. Desde 2003, nove países que não são Partes do Artigo 5 solicitaram “uso essencial” depois de 2005 para fins diferentes de QPS de acordo com o Artigo 2H do Protocolo de Montreal. Dos 106 pedidos iniciais por 18.700 toneladas, o número diminuiu para 36 solicitações por 1.453 toneladas em 2012. O uso do brometo de metila pelas disposições de “Uso Essencial” está disponível para países do Artigo 5 depois de 2015.

O Artigo 2H também oferece isenções para as quantidades de brometo de metila utilizadas para fins de QPS.

### **3.5.4      *Tendências de produção e consumo***

No momento da elaboração deste relatório, todas as Partes haviam apresentado dados ao Secretariado do Ozônio sobre usos controlados em 2009. Alguns países revisaram ou corrigiram seu histórico de dados de consumo em determinadas épocas. Como consequência, números oficiais e linhas de base também mudaram. Nos poucos casos em que existem lacunas de dados, os dados do ano anterior foram tomados como aplicáveis à produção ou ao consumo de brometo de metila. Todas as tonelagens são dadas em toneladas métricas neste relatório.

Em 2009, a produção global para os usos de brometo de metila regulamentados pelo Protocolo foi de 8.928 toneladas, representando 13% da produção informada para 1991 (66.430 toneladas). Menos de 5% da produção ocorreu em países do Artigo 5. A produção de brometo de metila em países do Artigo 5 para usos controlados atingiu um pico no ano 2000, com 2.397 toneladas, caindo para 29% da linha de base, 403 toneladas, em 2009 (a linha de base agregada para todas as regiões do Artigo 5 é de 1.375 toneladas, ou seja, a média de produção para 1995-1998).

O consumo global de brometo de metila para usos controlados informado para 1991 foi de 64.420 toneladas e permaneceu acima de 60 mil toneladas até 1998. O consumo global era estimado em 20.752 toneladas em 2005, tendo caído para cerca de 8.148 toneladas em 2009. Historicamente, nas regiões não incluídas no Artigo 5, cerca de 91% do brometo de metila foi usado para pré-

germinação e cerca de 9% para produtos armazenados e estruturas. A linha de base agregada oficial para países não incluídos no Artigo 5 era de cerca de 56.083 toneladas em 1991. Em 2005 (primeiro ano de provimento de uso essencial), esse consumo foi reduzido para 11.470 toneladas, representando 21% da linha de base. Uma vez que os usos de brometo de metila em solo predominam historicamente, a redução no consumo de brometo de metila para fumigação do solo tem sido a fator que mais contribui para a redução geral no consumo mundial de brometo de metila. O consumo de brometo de metila para fins estruturais e de commodities também diminuiu significativamente.

Muitos países não incluídos no Artigo 5 alcançaram a eliminação total (Suíça, Nova Zelândia, países da Comunidade Europeia). Israel e Japão informaram a intenção de eliminar o brometo de metila após 2011 e 2012, respectivamente (para usos de solo pré-germinado). Para os usos restantes, houve eliminação ou reduções substanciais na maioria dos setores. Várias Partes do Artigo 5 anteriormente incluídas entre os maiores usuários agora relatam completa eliminação (quais sejam, Brasil, Turquia, Líbano). Outras Partes do Artigo 5 fizeram reduções bastante significativas no consumo desde 2005 e agora o consumo agregado é de 28% da linha de base (72% foi substituído).

Em 2010, as Reuniões das Partes aprovaram CUEs de 2.565 toneladas para uso em 2011 e 1.534 toneladas para 2012, ou seja, cerca de 3% da linha de base dos países não incluídos no Artigo 5.

### **3.5.5 *Tendências de consumo a nível nacional***

Em 1991, EUA, Comunidade Europeia, Israel e Japão usaram quase 95% do brometo de metila consumido nos países não incluídos no Artigo 5. Em 2007, o consumo aprovado ou licenciado para CUEs foi reduzido para 17%, 3%, 12% e 10% das respectivas linhas de base. Em 2009, os níveis permitidos de consumo (para CUEs) nessas quatro Partes foi de 11%, 0% e 8% e 4% de suas respectivas linhas de base.

A linha de base agregada de consumo do Artigo 5 é de 15.870 toneladas (média de 1995-1998), com pico de consumo de mais de 18.100 toneladas em 1998. Muitos países do Artigo 5 aumentaram o uso de brometo de metila durante o período de 1995-1998. O consumo total em países do Artigo 5 foi reduzido para 4.405 toneladas, o que representa 28% da linha de base em 2009. Uma pesquisa do MBTOC sobre escritórios de ozônio, redes regionais e especialistas nacionais em 2010 forneceu informações sobre a divisão do uso de brometo de metila nos principais países consumidores. Em 2009, cerca de 90% foi usado para o solo e 10% para commodities/estruturas, não incluindo QPS, em regiões do Artigo 5.

A grande maioria das Partes do Artigo 5 atingiu o nível de congelamento nacional em 2002. Em 2005, 94% das partes do Artigo 5 (136 de 144) relataram consumo zero ou alcançaram a etapa de redução de 20% até a data recomendada. Em muitos casos, conseguiram isso muitos anos antes do exigido pelo Protocolo. Atualmente, todas as Partes do Artigo 5 já realizaram essa etapa de redução. Além disso, em 2009, 90% das Partes do Artigo 5 (133 de 147 Partes) relataram consumo nacional de menos de 50% da linha de base nacional. Uma grande proporção (78%) das Partes do Artigo (115 partes) relataram consumo zero de brometo de metila em 2009.

### **3.5.6 *Alternativas ao brometo de metila***

O MBTOC presume que uma alternativa (ver Decisão IX/6 1(a)(ii)) comprovada em uma região

do mundo seja tecnicamente aplicável em outras, a menos que haja restrições óbvias que indiquem o contrário, como um clima ou complexo de pragas muito diferente. Além disso, é reconhecido que requisitos regulamentares, ou outras restrições específicas, podem tornar uma alternativa disponível em um país, mas não disponível em outro país ou região. Ao avaliar CUNs, o MBTOC leva em conta as circunstâncias específicas de cada Parte.

O MBTOC conseguiu identificar alternativas para mais de 95% dos usos controlados em 2009. Situações em que não foram identificadas alternativas representam menos de 1.000 toneladas de brometo de metila. No entanto, esses números podem ser influenciados por restrições regulamentares locais sobre as alternativas para os usos restantes. Alternativas tecnologicamente eficazes ainda não foram identificadas pelo MBTOC para os seguintes usos controlados de brometo de metila:

- Para usos de pré-germinação: determinadas plantas de viveiro
- Para pós-colheita: estabilização de tâmaras frescas de alta umidade, queijos e produtos de carne de porco curada infestados no armazenamento nos EUA, artefatos de museu imóveis (especialmente quando atacados por fungos em algumas circunstâncias).

Neste momento, alternativas tecnicamente viáveis também foram identificadas para muitas aplicações de QPS, mas existem usos de QPS ou casos particulares em que tais alternativas não são atualmente viáveis.

Novos desenvolvimentos ou pesquisas, incluindo refinamento e extensão de técnicas existentes, são necessários para tratar dessas áreas. Além disso, a resolução de questões de regulamentação também contribui fortemente para o uso de alternativas.

### **3.5.7     *Impacto do registro sobre a disponibilidade de alternativas***

O MBTOC julga que existem alternativas técnicas para quase todos os usos controlados de brometo de metila. No entanto, existem barreiras regulamentares ou econômicas que limitam a implementação de algumas alternativas importantes e isso pode afetar a capacidade de eliminar completamente o brometo de metila em diversos países não incluídos no Artigo 5.

Deve-se observar que as alternativas químicas em geral, incluindo o brometo de metila, apresentam problemas relacionados a sua adequação a longo prazo para o uso. Na CE, o uso de brometo de metila foi totalmente parado (para todos os usos, incluindo QPS) em 2010, principalmente devido a questões de saúde; nos EUA e em vários outros países, o brometo de metila e outros fumigantes estão envolvidos em uma rigorosa análise que poderia afetar futuros regulamentos sobre seu uso.

Em janeiro de 2011, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA dos EUA) propôs eliminar futuramente as aprovações anteriores para o uso de fluoreto de sulfúrio (SF) em alimentos e estruturas de processamento de alimentos, nos casos em que haja contato com alimentos. A avaliação do risco do fluoreto de sulfúrio à saúde humana realizada pela EPA mostra que, em alguns locais dos EUA, a exposição agregada por beber água com fluoreto a partir de fontes naturais já é alta demais para algumas sub-populações identificáveis, especialmente para crianças

com até 7 anos de idade. Embora os resíduos de fluoreto de sulfúrio em alimentos contribuam apenas com uma parcela muito pequena da exposição total ao fluoreto, a EPA concluiu que, quando combinados com outras vias de exposição ao fluoreto, incluindo água potável e creme dental, a tolerância (limites legais para alimentos) já não cumpre com o padrão de segurança da Lei Federal de Alimentos, Medicamentos e Cosméticos dos EUA (FFDCA, na sigla em inglês) e que as tolerâncias ao fluoreto de sulfúrio devem ser retiradas. A posição da Austrália é diferente: o país informou que a exposição total ao fluoreto, incluindo a de commodities tratados com fluoreto de sulfúrio, não ultrapassa os padrões de segurança para a saúde humana. Portanto, as aprovações para o fluoreto de sulfúrio na Austrália não serão alteradas.

Assim, ainda é extremamente importante avaliar a sustentabilidade a longo prazo dos tratamentos adotados como alternativas ao brometo de metila. Tanto alternativas químicas quanto não químicas devem ser consideradas para adoção a curto, médio e longo prazo.

### **3.5.8 Alternativas para tratamentos de solo**

A redução do consumo de brometo de metila para fumigação do solo foi o principal fator de contribuição para a redução do consumo global de brometo de metila, com uma queda nas quantidades utilizadas de 85% de cerca de 57.400 toneladas em 1992 para menos de 6.500 toneladas em 2009, em países que não são Partes do Artigo 5 e cerca de 3.960 toneladas em Partes do Artigo 5.

As principais culturas para as quais o brometo de metila ainda é utilizado em países não incluídos no Artigo 5 são: morango, viveiros para a produção de material de propagação para florestas, plantas ornamentais (flores de corte e bulbos) e, em menor medida, em culturas hortícolas, como cucurbitáceas (melão e pepino), pimentões, berinjelas e tomates, em culturas perenes de frutas e videiras (especialmente para replantio). Alguns usos anteriormente considerados no âmbito de processo CUN foram reclassificados parcialmente como QPS (por exemplo, em viveiros de florestas). As culturas que ainda usam brometo de metila em Partes do Artigo 5 são semelhantes (cucurbitáceas, morango, tomate e outros vegetais), mas o uso em viveiros é muito menor.

Desde o Relatório de 2006 do MBTOC, a adoção de alternativas químicas e não químicas para substituir o brometo de metila como fumigante de solo pré-germinado mostrou progresso significativo, especialmente devido ao melhor desempenho de novas formulações de fumigantes químicos existentes (1,3 D/Pic, Pic sozinho, metam sódio) e novos fumigantes (iodeto de metila, dimetil dissulfeto) e também devido à crescente adoção de alternativas não químicas, ou seja, plantas enxertadas em porta-enxertos resistentes.

Desde 2008, o iodometano (iodeto de metila) foi registrado em vários países (EUA, Nova Zelândia) e o dissulfeto de dimetila (DMDS) nos EUA e em outros países. Por outro lado, algumas substâncias químicas inicialmente promissoras apresentadas na avaliação de 2006 – como brometo de propargil, azida de sódio e óxido de propileno – tiveram pouco desenvolvimento e não são mais consideradas possíveis alternativas ao brometo de metila. Além disso, ocorreu um aumento mundial na regulamentação de alternativas, com regulamentos mais rígidos sobre todos os fumigantes nos EUA e com a proibição de muitos fumigantes (cloropicrina, Pic EC, 1,3-D/Pic) na CE.

### ***Alternativas químicas***

Os seguintes fumigantes estão disponíveis em muitas regiões e, devido à eficácia semelhante à do

brometo de metila, estão sendo adotados como alternativas.

- Iodometano ou iodeto de metila (MI), um fumigante líquido, que foi recentemente testado em uma grande variedade de culturas por gotejamento e haste de injeção. Descobriu-se que é altamente eficaz em controlar uma ampla gama de fungos patogênicos de solo, nematóides e ervas daninhas.
- Cloropicrina (tricloronitrometano) (Pic), que é eficaz para o controle de fungos de solo e de alguns insetos, mas tem ação limitada contra ervas daninhas. A combinação com filmes virtualmente ou totalmente impermeáveis (VIF, TIF) é uma estratégia eficaz para reduzir as taxas de aplicação e manter eficácia satisfatória. No entanto, o aumento do uso de Pic na produção de morangos nos EUA e em Israel e a transição para o tratamento “in bed strip” de muitos fumigantes depois da eliminação do brometo de metila resultaram em aumento na infestação por *Macrophomina phaseolina*. Prevê-se que outros patógenos do solo também possam surgir.
- 1,3-dicloropropeno (1,3-D), que é usado como nematicida e também fornece controle efetivo de insetos e suprime alguns fungos patogênicos e ervas daninhas. A aplicação de apenas 1,3-D não tem efeito no controle de fungos ou bactérias. Assim como a cloropicrina, o 1,3-D pode ser combinado com películas quase ou totalmente impermeáveis (VIF, TIF), com eficácia satisfatória.
- Fumigantes baseados na geração de isotiocianato de metila (MITC), como dazomet, metam sódio e metam potássio, são altamente eficazes em controlar uma ampla gama de artrópodes, fungos do solo, nematóides e ervas daninhas, mas são menos eficazes contra bactérias e nematóides de nó de raiz. Por isso, seu uso é frequentemente associado a outros tratamentos químicos ou controles por MIP. A eficácia do MITC contra patógenos fúngicos é variável, especialmente contra murcha vascular.
- Dissulfeto de dimetila (DMDS), que foi registrado recentemente, parece ser altamente eficaz contra nematóides diversos, incluindo *Meloidogyne* spp, mas é menos eficaz em patógenos fúngicos. O DMDS é mais eficaz quando combinado com películas VIF ou TIF.
- Furfural, que também foi registrado recentemente, parece ser altamente eficaz contra nematóides e fungos, especialmente em campos de golfe.

O futuro da desinfestação do solo está na combinação dos fumigantes disponíveis com outros métodos, ou com outros fumigantes e químicos não fumigantes para obter um desempenho aceitável.

### ***Alternativas não químicas***

- A solarização, sozinha ou combinada com biofumigação ou baixas doses de fumigantes, vem sendo mais amplamente adotada como alternativa ao brometo de metila em áreas com climas ensolarados e onde se adequa à época de colheita e ao complexo de pragas e doenças (por exemplo, Marrocos, Israel, Jordânia, Brasil).
- A vaporização vem sendo adotada para culturas de alto valor cultivadas em agricultura protegida, como estufas, conforme sistemas com melhor relação custo-benefício são desenvolvidos.
- A biodesinfestação tem sido muito eficaz em uma escala limitada, quando os produtores utilizam grandes quantidades de material orgânico e se comprometem com o sucesso das técnicas (por exemplo, sul da Espanha).
- A cultura sem solo é uma prática de cultivo em rápida expansão em todo o mundo, principalmente para a agricultura protegida, que diminui a necessidade de uso de brometo de metila, especialmente em algumas culturas de flores, vegetais e para produção de mudas, incluindo



mudas florestais. Em particular, sistemas de flutuação, com base em substratos sem solo e hidroponia, substituíram a maior parte do brometo de metila para a produção de mudas de tabaco em todo o mundo. A adoção dessa técnica está se expandindo para a produção de hortaliças e de algumas plantas ornamentais.

- O potencial de redução do solo (redox), em que farelo de trigo ou de arroz é misturado no solo, que é inundado com a água e coberto para manter altas temperaturas e condições anaeróbicas, é amplamente usado no Japão para controlar nematóides e fungos que atacam tomates e morangos. O processo incentiva a geração de compostos orgânicos como o ácido acético. Quando combinado com a solarização, é eficiente mesmo em regiões mais frias, como a parte norte do Japão.
- A enxertia, porta-enxertos resistentes e variedades resistentes agora são comumente usados para controlar doenças transmitidas pelo solo em vegetais, especialmente em tomate, cucurbitáceas, pimentão e berinjela em muitos países. Esses métodos geralmente são adotados como parte de um sistema integrado de controle de pragas, ou combinados com um fumigante ou pesticida alternativo, levando à redução ou substituição completa do uso de brometo de metila em diversos setores em diferentes países.

### ***Combinação de alternativas químicas e não químicas***

A combinação de produtos químicos com uma gama de alternativas não químicas continua a se expandir na forma de estratégias eficazes para superar problemas decorrentes do estreito espectro de ação de alguns métodos de controle único. A solarização do solo e o enxerto de culturas de vegetais em porta-enxertos resistentes, por exemplo, provou ser uma alternativa não química valiosa. Da mesma forma, a eficácia de plantas enxertadas pode ser bastante melhorada por meio da combinação com biofumigação, adubos verdes e produtos químicos, como geradores MITC, 1,3-D e nematicidas não fumigantes. Combinações de alternativas a fumigantes (MI, 1,3-D/Pic, MNa/Pic) com LPBF ou herbicidas relevantes têm-se mostrado eficazes para a tiririca (*Cyperus spp.*), que é a principal praga-alvo para várias CUNs. Encontrar alternativas para indústrias de viveiro está se provando difícil, pois os produtores têm dúvidas sobre o risco de propagação de doenças apresentados por produtos alternativos. Além disso, os reguladores muitas vezes não têm dados suficientes para determinar se alternativas cumprem com os padrões de qualidade (por exemplo, requisitos de certificação).

Estratégias específicas a culturas implementadas tanto em regiões do Artigo 5 quanto naquelas não incluídas no Artigo 5 são discutidas em detalhe no Relatório de Avaliação 2010. Estas incluem alternativas utilizadas para as principais culturas (morangos, tomate, cucurbitáceas, pimentão, berinjela, viveiros de floresta, frutas, e morangos e gengibre), utilizando brometo de metila em climas específicos, tipos de solo e locais, bem como combinações de alternativas, métodos de aplicação e outros.

### ***3.5.9 Alternativas para o tratamento de usos pós-colheita: estruturas de processamento de alimentos e commodities duráveis (não QPS)***

As estruturas de processamento de alimentos que atualmente utilizam brometo de metila incluem moageiras de farinha, padarias e outras instalações de produção e armazenamento de alimentos. Essas estruturas são fumigadas para o controle de pestes nos produtos armazenados (alimentos).

Commodities duráveis são principalmente alimentos (e às vezes produtos não alimentares) com baixo teor de umidade que, na ausência de ataque de pragas, podem ser armazenados com

segurança por longos períodos. O restante dos commodities duráveis fumigados com brometo de metila em algumas aplicações não QPS incluem arroz branqueado, várias frutas secas e castanhas, arroz, castanhas frescas, presunto curado a seco e queijo em casas de armazenamento.

As principais alternativas para a desinfestação de moageiras de farinha e instalações de processamento de alimentos são o fluoreto de sulfúrio (incluindo combinações de SF e calor) e calor (na forma de tratamento de calor em todo o local ou em áreas específicas). Alguns operadores de controle de pragas relatam que o total controle de pragas estruturais em algumas situações de processamento de alimentos pode ser obtido sem fumigação de todo o local, por meio de uma aplicação mais vigorosa de abordagens de MIP. Outros operadores de controle de pragas relatam sucesso com o uso de uma combinação de calor, fosfina e dióxido de carbono.

A fumigação com fosfina destacou-se como principal tratamento de commodities infestados. O tratamento de commodities com fluoreto de sulfúrio também cresceu em níveis significativos.

### *Considerações regulatórias*

Muitas empresas comerciais têm empreendido esforços significativos em Partes para conduzir pesquisas, solicitar registro e registrar alternativas para otimizar seu uso legal. O custo de registro para um pequeno mercado pode ser proibitivo. Isso pode resultar em que uma Parte tenha acesso a uma alternativa tecnologicamente eficaz que não está disponível para outras Partes.

Na Comunidade Europeia e nos Estados Unidos, o brometo de metila e a maioria dos outros fumigantes estão envolvidos em uma rigorosa (re)revisão que pode afetar a futura regulamentação sobre seu uso. Como exemplos disso, vários inseticidas de contato anteriormente utilizados para controlar pragas em alimentos armazenados tiveram seu registro revogado na União Europeia.

Problemas de registro adicionais surgem quando os tratamentos são destinados a commodities de alimentos ou quando os tratamentos utilizados em instalações de processamento de alimentos podem transferir resíduos aos alimentos, porque os limites máximos de resíduos (LMR) para produtos químicos residuais também devem ser registrados nos países importadores. Nos últimos anos, alguns países consumidores de grandes volumes de brometo de metila publicaram e revogaram os níveis máximos de resíduos para os resíduos de algumas alternativas ao brometo de metila em produtos alimentares.

Por exemplo, na França, a aprovação do uso de SF em castanhas frescas foi revogada. O tratamento com SF resultou em um resíduo de fluoreto nas castanhas que superou o LMR de 25 ppm da União Europeia. Além disso, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA propôs recentemente iniciar o cancelamento do registro do fluoreto de sulfúrio (SF) para uso em alimentos nos EUA. A adoção do SF teve um papel importante na redução do consumo de brometo de metila para proteção de produtos armazenados nos EUA.

Essa situação não afeta apenas o uso de SF em commodities alimentares. A falta de limites máximos de resíduos (LMR) para resíduos de flúor resultantes do uso de SF é citada como razão para que ainda haja necessidade de brometo de metila em várias indicações de uso essencial.

O MBTOC também recomenda às Partes que questões ambientais relacionadas ao uso de fluoreto de sulfúrio entre moageiras e empresas de processamento de alimentos não sejam subestimadas

como obstáculo para a adoção dessa alternativa ao brometo de metila.

### ***Definição de MIP e seus elementos***

O MIP é uma abordagem sustentável de gestão de risco de pragas que combina ferramentas biológicas, culturais, físicas e químicas de maneira a minimizar os riscos à saúde, econômicos e ambientais. Embora uma redução no uso de produtos químicos para o controle de pragas no processamento de alimentos e o uso de produtos químicos menos tóxicos seja uma meta da maioria dos praticantes de MIP, o MBTOC observa que, além desse ponto, há divergência na definição do MIP.

O MIP é por vezes definido como uma abordagem de manejo que não inclui tratamentos químicos em todo o local e também como uma abordagem que inclui apenas utilização mínima ou completa não utilização de outros produtos químicos para o controle de pragas.

Por outro lado, algumas pessoas definem o MIP como forma de minimizar o uso de produtos químicos, mas também de incorporar tratamento completo ou curativo das instalações como parte de um programa de MIP. Isso pode incluir fumigação ou outros processos. No contexto da eliminação do brometo de metila, o MIP deve ser considerado um pré-requisito para o uso de tratamentos químicos completos da instalação com brometo de metila e outros fumigantes.

Dada essa divergência de definição, e para evitar confusão, o MBTOC colocou informações sobre tratamentos completos de instalações por fumigação ou calor na seção sobre controle de pragas em moageiras de farinha e processamento de alimentos, enquanto abordagens e técnicas de MIP não químicas são discutidas na detalhada seção sobre MIP.

### ***Alternativas para o controle de pestes em moageiras de farinha e instalações de processamento de alimentos***

As alternativas mais utilizadas nos setores de moageiras e processamento de alimentos são o tratamento térmico (de toda a instalação ou na forma de calor localizado combinada com o uso de um método de barreira para pragas) e fluoreto de sulfúrio (SF), sozinho ou com a adição de calor suplementar em um tratamento combinado.

Embora preocupações tenham sido relatadas a respeito do uso de cada alternativa, não houve relatos indicando que qualquer estrutura, tipo ou conformação específica de fábrica carecia completamente de um tratamento alternativo tecnologicamente eficaz. No entanto, estamos cientes de que as evidências derivadas de ensaios ainda não indicam eficácia ideal de tratamentos com SF em matar ovos de pragas.

### ***Alternativas para o controle de pragas em commodities***

As alternativas mais comumente utilizadas para o controle de pragas em commodities armazenados são fosfina e fluoreto de sulfúrio.

Desde o último Relatório de Avaliação, em 2006, a adoção de técnicas de atmosfera controlada (AC) aumentou significativamente e, por isso, o tema é abordado com mais detalhes em sua

própria seção. Os produtos infestados são expostos a AC em salas climatizadas herméticas equipadas para lidar com tipos e quantidades variáveis de produtos. A temperatura, o oxigênio e a umidade são controlados em cada sala dentro de um intervalo especificado de parâmetros sabidamente letais para as pragas. O tratamento exige normalmente de 1 a 6 dias, dependendo do tipo de infestação e da temperatura do produto.

Como o controle de pragas em tâmaras é um problema em vários países, e uma vez que houve decisões separadas do Protocolo de Montreal sobre os problemas de pragas em tâmaras de alta umidade, o MBTOC preparou uma seção separada sobre a questão no capítulo 5 do Relatório de Avaliação. As Partes, em especial a Argélia e a Tunísia, discutiram com profunda preocupação o problema do controle de pragas em tâmaras de alta umidade. Atualmente, o brometo de metila é usado por várias Partes para desinfestar tâmaras e evitar a fermentação. Nos Estados Unidos, as tâmaras estão incluídas em uma CUN para commodities.

Além disso, o MBTOC preparou duas notas de advertência sobre o surgimento de psocídeos em produtos armazenados e sobre os esforços necessários para evitar e controlar a resistência da praga.

### **3.5.10 Taxa de adoção das alternativas**

Geralmente, é necessário tempo para que a indústria relevante faça a transição para alternativas eficazes disponíveis uma vez que estas são identificadas. Desde que o processo de uso essencial teve início em 2005, a maioria das indústrias mostram uma redução na quantidade indicada solicitada em relação ao ano anterior, refletindo a adoção progressiva de alternativas, enquanto outras têm as mesmas quantidades ou quantidades similares de brometo de metila indicadas. Algumas CUNs mostram taxas de adoção relativamente lentas. Análises mostram que, na maioria dos casos, as taxas de adoção variam entre 10 e 25% ao ano. Isso inclui países do Artigo 5 que adotaram alternativas por meio de projetos de investimento, nos quais a taxa de adoção é, em média, de 20 a 25% ao ano.

A análise dos dados indica que até o final de 2009, ocorreu redução de 95% no uso de brometo de metila ou completa eliminação do brometo de metila para as culturas de tomate na Austrália, no Japão, na Nova Zelândia, em Portugal, na Espanha, na Grécia, na Bélgica e no Reino Unido; para o cultivo de morango na Austrália, na Bélgica, na Grécia, no Japão, em Portugal e na Espanha; e para o cultivo de pimentões ou berinjela na Austrália, na Grécia, em Israel, em Malta, na Nova Zelândia, na Espanha e no Reino Unido. Reduções na faixa de 40-80% foram realizadas nas indústrias de morango dos EUA e de Israel e de 70% na indústria de tomate dos EUA desde 2005. A transição apresentou dificuldades para Israel, principalmente porque algumas formulações de alternativas não são registradas e há restrições ao uso de uma alternativa importante, a cloropirrina, e também por causa da ocorrência de pragas específicas (*Verticillium dahliae* raça 2, *Orobancha spp.*). Israel, no entanto, recentemente informou as Partes de que não solicitará CUEs depois de 2011. Restrições regulatórias nos EUA também limitaram a adoção de uma importante alternativa, o 1,3-D na Califórnia, mas recentes altas taxas de adoção de iodeto de metila e um tratamento de 3 vias (cloropirrina, 1,3-D, metam sódio) promoveram reduções substanciais no uso de brometo de metila no sudeste dos EUA. O Japão irá eliminar toda a fumigação do solo com brometo de metila em 2013, substituindo-a por alternativas como MIP e outros produtos químicos.

Muitos exemplos de sucesso na eliminação ou redução significativa no uso estão disponíveis em países do Artigo 5, incluindo vários países que anteriormente estavam na lista de maiores usuários (por exemplo, Turquia, Brasil, China, Zimbábue, Quênia, Marrocos e outros).

### ***3.5.11 Alternativas ao brometo de metila para aplicações de quarentena e pré-embarque (usos isentos)***

Desde o Relatório de Avaliação de 2006, um trabalho significativo foi conduzido por uma Força-Tarefa de Quarentena e Pré-Embarque (QPSTF) nomeada pelo TEAP em resposta à Decisão XX/6 e pelo MBTOC em resposta à Decisão XXI/10. Para fins de quarentena e pré-embarque, a fumigação com brometo de metila é atualmente tratamento preferencial para determinados tipos de commodities perecíveis e duráveis no comércio mundial, já que tem uma reputação de sucesso bem estabelecida entre as autoridades reguladoras. No entanto, em 2008, o IPCC publicou recomendações para substituição ou redução do uso de brometo de metila como medida fitossanitária.

Embora os usos QPS sejam geralmente para commodities no comércio (foram identificados usos no solo para morangos, caducifólias e viveiros de rosas desde a primeira CUE), algumas Partes identificaram alguns usos de brometo de metila no solo como usos de quarentena. As alternativas a esses usos são discutidas no capítulo sobre solos.

Tratamentos de quarentena normalmente só são aprovados de maneira específica, por praga e produto, e como resultado de negociações bilaterais. Esse processo ajuda a garantir a segurança contra a incursão de pragas prejudiciais, mas também muitas vezes requer anos para ser concluído. Por essa e outras razões, substituir tratamentos de quarentena por brometo de metila pode ser uma questão complexa. Muitos tratamentos de quarentena diferentes do brometo de metila, no entanto, estão publicados em regulamentos de quarentena, mas muitas vezes não são o tratamento escolhido. No entanto, a implementação de alternativas ao brometo de metila para QPS vem ocorrendo desde o Relatório de Avaliação de 2006 do MBTOC. Além disso, em resposta à Decisão XXI/10, o MBTOC fez estimativas iniciais de quantidades de brometo de metila usadas para fins de QPS que poderiam ser substituídas por alternativas, para as principais categorias de uso.

O Artigo 2H isenta o brometo de metila usado para tratamentos QPS da eliminação. A Comunidade Europeia proibiu todos os usos do brometo de metila em seus 27 Estados-membros, incluindo QPS, a partir de março de 2010. Outros países apresentaram reduções significativas no consumo de brometo de metila para QPS; o Brasil anunciou que irá parar o uso de brometo de metila para QPS em 2015.

A produção global de brometo de metila para fins de QPS em 2009 foi de 8.922 toneladas, aumentando 6,5% em relação ao ano anterior. Embora existam variações substanciais entre a produção e o consumo para QPS relatados anualmente, não há aumento ou redução óbvios a longo prazo. Israel, EUA e China, juntos, representaram 94% da produção global para QPS em 2009.

O consumo global para QPS foi de 11.256 toneladas em 2009, 26% maior que em 2008, mas perto da média dos últimos 11 anos (11.197 toneladas). O consumo relatado para QPS foi 39% maior que o consumo para outros fins em 2009, devido à redução contínua do consumo não QPS e ao aumento do consumo para QPS de 2008 a 2009. Os relatórios do MBTOC, no entanto, indicam que os usos não QPS são mais elevados do que o relatado, uma vez que os dados sobre o consumo não correspondem às quantidades isentas para usos CUE. As Partes também continuam a usar brometo de metila de estoques anteriores a 2005 e ocorre vazamento de usos QPS para usos não QPS. Também deve ser observado que o consumo é diferente do uso real.

O consumo total para QPS em países do Artigo 5 foi de 5.433 toneladas em 2009. O consumo de

brometo de metila para usos de QPS em Partes do Artigo 5 mostra uma tendência de crescimento ao longo dos últimos 10 anos, enquanto em países não incluídos no Artigo 5 este está em declínio. Entre as Partes do Artigo 5, nove relataram consumo de mais de 100 toneladas, representando 89% do consumo para QPS em Partes do Artigo 5 em 2009. O consumo total para QPS em países que não são Partes do Artigo 5 foi de 5.823 toneladas em 2009, 87% maior do que o relatado em 2008, em grande parte devido a um aumento no consumo de Israel. Cinco países que não são Partes do Artigo 5 consumiram mais de 100 toneladas em 2009, representando 99% do consumo para QPS em não Partes do Artigo 5.

Cento e cinquenta e oito Partes (82%) consumiram menos de 10 toneladas para QPS, relataram consumo zero, não forneceram relatório em 2009, ou nunca haviam relatado consumo antes de 2009. Trinta Partes (16%) relataram consumo de mais de 10 toneladas em 2009 e, destas, seis relataram consumo de mais de 500 toneladas.

Houve uma discrepância de cerca de 1.300 toneladas para países que não são Partes do Artigo 5 durante o período de 2003-2007 entre o consumo total representado pelo brometo de metila realmente utilizado, estimado por uma análise "*bottom-up*", e o consumo total declarado de acordo com dados do Artigo 7. Esse erro foi atribuído principalmente ao consumo de brometo de metila para QPS relatado pelos EUA de acordo com o Artigo 7 e a estimativas de seu uso anual real como fumigante. O destino do excedente ainda não foi identificado, mas pode incluir a acumulação de estoques de brometo de metila rotulados para QPS.

Embora ainda existam algumas lacunas de dados e incertezas, as informações fornecidas pelas Partes permitiram ao MBTOC estimar que quatro usos consumiram mais de 70% do brometo de metila usado para QPS em 2008: 1) Madeira serrada e material de embalagem de madeira (NIMF-15); 2) Grãos e gêneros alimentícios similares; 3) Uso em solos pré-germinados 4) Toras. Com base nessas estimativas e tecnologias disponíveis atualmente para substituir o brometo de metila para QPS, o MBTOC calculou que 31% a 47% do consumo em 2008 nessas categorias (ou cerca de 31% do consumo global) poderia ser substituído imediatamente por alternativas disponíveis. Descrições detalhadas das alternativas e de sua respectiva viabilidade técnica e econômica são fornecidas no Capítulo 6 do Relatório de Avaliação.

O MBTOC estima que, em Partes do Artigo 5, mais de 60% do brometo de metila usado em madeira serrada e material de embalagem de madeira poderia ser substituído por calor ou fumigantes alternativos; menos de 10% do brometo de metila usado como tratamento de quarentena em grãos e gêneros alimentícios similares poderia ser substituído por fumigantes alternativos e atmosferas controladas; 30-70% do brometo de metila para tratamentos de pré-embarque de grãos e gêneros alimentícios similares poderia ser substituído por fumigantes, protetores, atmosferas controladas e sistemas integrados; e 10-20% do brometo de metila usado em toras poderia ser substituído por fumigantes alternativos, conversão para madeira serrada (tábuas), imersão, descascamento e calor. Não houve categorização de brometo de metila como QPS usado em solo em Partes do Artigo 5.

Em países que não são Partes do Artigo 5, o MBTOC estima que mais de 60-80% do brometo de metila usado em madeira serrada e material de embalagem de madeira poderia ser substituído por calor ou paletes não de madeira; menos de 10% do brometo de metila usado como tratamento de quarentena em grãos e gêneros alimentícios similares poderia ser substituído por fumigantes alternativos e atmosferas controladas; mais de 80% do brometo de metila para tratamentos de pré-embarque de grãos e gêneros alimentícios similares poderia ser substituído por fumigantes, protetores, atmosferas controladas e sistemas integrados; 50-95% do brometo de metila usado em

solo poderia ser substituído por fumigantes alternativos, com a condição de que as alternativas atendam a padrões de certificação e uma importante alternativa (iodeto de metila/Pic) estava disponível; e 10-20% do brometo de metila usado em toras poderia ser substituído por fumigantes alternativos, conversão para madeira serrada (tábuas), imersão, descascamento e calor.

Para produtos perecíveis, existem vários tratamentos aprovados, dependendo do produto e da situação, incluindo calor (na forma de calor seco, vapor, calor de vapor ou imersão a quente), frio (por vezes combinado com atmosfera modificada), atmosferas modificadas e controladas, fumigantes alternativos, remoção física, imersões químicas e irradiação.

A viabilidade tecnológica e econômica das alternativas ao brometo de metila usado para QPS em todos os países depende principalmente da eficácia contra pragas quarentenárias que geram preocupação, da capacidade de infraestrutura do país, dos requisitos do cliente para o uso final, de acordos fitossanitários, quando relevantes, e de requisitos de logística e aprovação regulatória para o uso da alternativa.

### ***3.5.12 Progresso na eliminação do brometo de metila em Partes do Artigo 5***

Uma análise do progresso na eliminação do brometo de metila em Partes do Artigo 5, dos desafios e das restrições à adoção de alternativas se torna mais importante com a aproximação do prazo de 2015 para a completa eliminação do brometo de metila em Partes do Artigo 5. A eliminação foi alcançada principalmente por meio de projetos de investimento (ou eliminação) do FML e as alternativas escolhidas geralmente seguem aquelas identificadas como bem-sucedidas em projetos de demonstração ou pesquisas realizados no mesmo país ou em regiões com circunstâncias semelhantes, incluindo países que não fazem parte do Artigo 5. Custos, logística e, em alguns casos, diferente disponibilidade de recursos podem levar à preferência por diferentes alternativas em Partes do Artigo 5 em comparação com aqueles que não são Partes do Artigo 5.

Os projetos mostraram que, para todos os locais e todas as culturas ou situações testadas, uma ou mais alternativas se mostraram comparáveis ao brometo de metila em sua eficácia no controle das pragas e doenças alvo dos projetos em países do Artigo 5. Um projeto de demonstração e assistência tecnológica para identificar alternativas para tâmaras de alta umidade, que tem sido particularmente difícil, está em andamento, com fosfina e atmosferas modificadas (CO<sub>2</sub>) apresentando resultados animadores.

Até dezembro de 2010, o Fundo Multilateral (FML) havia aprovado um total de 373 projetos de brometo de metila em quase 80 países. Isso inclui 44 projetos de demonstração para avaliar e personalizar alternativas (em sua maior parte, já concluídos), 126 iniciativas para a preparação de novos projetos, conscientização, coleta de dados, desenvolvimento de políticas e outros; e 113 projetos de investimento para eliminar o brometo de metila (dos quais 41 estão atualmente em andamento). Outras ações para a eliminação do brometo de metila foram financiadas diretamente pelo países do Artigo 5 e/ou por produtores agrícolas, por assistência bilateral de alguns países e pelo Global Environment Facility.

Os projetos do FML aprovados até dezembro de 2010 têm um cronograma para eliminar um total de 12.794 toneladas métricas de brometo de metila nos países do Artigo 5, geralmente antes do prazo de 2015. Destas, 10.320 toneladas haviam sido substituídas até dezembro de 2010. Os prazos de eliminação acordados no âmbito dos projetos visam a substituir o brometo de metila a uma taxa

média de 22,5% ao ano, em um total de 4,4 anos em média (variação de 3 a 6 anos). Isso inclui países que são pequenos, médios e grandes consumidores de brometo de metila.

Os projetos incentivam a combinação de alternativas (produtos químicos e não químicos) como uma abordagem sustentável de longo prazo para substituir o brometo de metila. Isto muitas vezes implica a necessidade de que produtores e outros usuários mudem sua abordagem para a produção de culturas ou para o controle de pragas ou mesmo tenham que fazer mudanças importantes na gestão de processos. Adaptar as alternativas ao ambiente específico de cultivo e às condições locais (incluindo condições econômicas, sociais e culturais) é essencial para o sucesso.

A eliminação rápida trouxe benefícios adicionais a Partes do Artigo 5, por exemplo, melhorando as práticas de produção, tornando os setores produtivos mais competitivos nos mercados internacionais e formando um grande número de produtores, técnicos e outras partes interessadas.

Em dezembro de 2010, todas as Partes do Artigo 5 relataram consumo de brometo de metila para usos controlados ao Secretariado do Ozônio e todas as partes estavam em total conformidade com os compromissos do Protocolo de Montreal.

### **3.5.13 Critérios econômicos**

O objetivo do capítulo sobre economia é fornecer o quadro em que as decisões sobre a viabilidade econômica das Nomeações de Uso Essencial (CUNs) são tomadas e fazer um levantamento da literatura existente para fornecer uma visão geral das informações econômicas referentes a alternativas como um guia para o que é conhecido sobre o impacto econômico da eliminação do brometo de metila. Uma revisão da literatura existente mostra que existem três principais abordagens metodológicas usadas para determinar os resultados econômicos da adoção de alternativas ao brometo de metila. Estas incluem:

- Artigos que relatam apenas o custo alterado (aumentado) da utilização de alternativas ao brometo de metila;
- Artigos que usam algum tipo de técnica orçamentária parcial
- Artigos que relatam o impacto do uso de alternativas ao brometo de metila em todo o setor ou mesmo em toda a economia

A variação nos meios de avaliar a economia destaca o fato de que pouca pesquisa foi realizada para aumentar a compreensão dos impactos reais da eliminação do brometo de metila. A literatura existente é limitada no sentido de que está relacionada principalmente aos EUA e a poucos usos do brometo de metila. Dados econômicos estão disponíveis em alguns países do Artigo 5 que atualmente implementam projetos do FML, mas o grupo econômico do MBTOC não avaliou esses dados.

O TEAP/MBTOC foi convidado a avaliar a viabilidade econômica das Nomeações de Uso Essencial. No entanto, embora a Decisão Ex. I/4 defina o escopo geral do trabalho para as Partes e o TEAP, falta orientação a respeito de parâmetros de viabilidade econômica.



A análise neste Relatório de Avaliação mostra que muito trabalho ainda é necessário para obter melhor compreensão dos verdadeiros impactos da eliminação do brometo de metila. Embora a literatura analisada aqui forneça um ponto de partida útil para os tipos de análise necessários, ela precisa ser estendida para países além dos EUA (especialmente para países do Artigo 5) e para uma maior variedade de usos do brometo de metila.

### **3.5.14 Emissões decorrentes do uso de brometo de metila e sua redução**

As estimativas da proporção do brometo de metila usado que é liberada na atmosfera variam muito devido a diferenças no padrão de uso, à condição e natureza dos materiais fumigados, ao grau de estanqueidade do gás e às condições ambientais locais. Com os atuais padrões de uso, o MBTOC estima que as proporções do brometo de metila aplicado eventualmente emitidas para a atmosfera são de 46-91%, 85-98%, 76-88% e 90-98% da dose aplicada para solo, commodities perecíveis, commodities duráveis e tratamentos estruturais, respectivamente. Esses números, ponderados para a proporção de uso e tratamentos específicos, correspondem a uma gama de 59-91% das emissões globais de uso agrícola e afins, com uma estimativa média de emissões totais de 75%, 17.041 toneladas com base no uso estimado de 22.860 toneladas em 2009.

O volume de emissão e a taxa de liberação para a atmosfera durante a fumigação do solo dependem de um grande número de fatores-chave. Destes, tipo de cobertura da superfície e condição, período pelo qual uma cobertura de superfície está presente, condições do solo durante a fumigação, profundidade e taxa de injeção de brometo de metila e se o solo é fumigado por *strip* ou *broadacre* são considerados os fatores com maior efeito sobre as emissões.

Estudos em condições de campo de diversas regiões, juntamente com a adoção em larga escala de películas de barreira com baixa permeabilidade (LPBF), confirmaram que essas películas permitem que as taxas convencionais de dosagem de brometo de metila sejam reduzidas. Normalmente, uma eficácia equivalente é obtida com dosagem de 25 a 50% menor de brometo de metila aplicada em LPBF, em comparação com películas de polietileno de contenção normais.

O uso de películas de barreira de baixa permeabilidade (VIF ou equivalente) é obrigatório na União Europeia (Regulamento 2037/2000 da CE). Em outras regiões, películas LPBF são consideradas tecnicamente viáveis para a fumigação de viveiros. No entanto, no estado da Califórnia, nos EUA, um regulamento atualmente impede a implementação de VIF com brometo de metila (Código de Regulamentos da Califórnia Título 3 Seção 6450 (e)). Este regulamento é resultado de questões de possível exposição de trabalhadores ao brometo de metila quando a película é removida ou quando as mudas são plantadas devido a taxas de fluxo de brometo de metila alteradas.

Para tratamentos de QPS, as Decisões VII/5(c) e XI/13(7) solicitam que as Partes continuem a minimizar o uso e as emissões de brometo de metila por meio de metodologias de contenção e recuperação e reciclagem na medida do possível. Até o momento, a pesquisa para o desenvolvimento de sistemas de recuperação e reciclagem de brometo de metila é limitada. Há diversos exemplos de equipamento de recuperação em uso comercial no momento. Todas essas unidades são usadas com base na absorção do brometo de metila usado em carvão ativado. Algumas são projetadas para a reciclagem do brometo de metila recapturado enquanto outras incluem uma etapa de destruição para eliminar o brometo de metila absorvido, minimizando assim as emissões. Há crescente adoção desses sistemas, embora isso tenha sido impulsionado por outras

considerações além da proteção da camada de ozônio, como questões de segurança no trabalho ou qualidade do ar local. Na ausência de regulamentação, as empresas informaram que não investiriam nos sistemas, porque seus concorrentes (que não tinham feito o investimento) teriam, assim, uma vantagem de custo.

### **3.6 TOC de refrigeração, AC e bombas de calor**

#### **3.6.1 *Refrigerantes:***

Mais de 60 novos refrigerantes foram introduzidos para uso tanto em novos equipamentos quanto como fluidos de manutenção (para manter ou converter equipamentos existentes) desde o relatório de avaliação de 2006. É dado foco significativo a alternativas, incluindo componentes de mistura, que oferecem menor potencial de aquecimento global (PAG) para tratar das mudanças climáticas. Essa busca exige maior atenção que no passado aos candidatos inflamáveis ou de baixa inflamabilidade. A maioria dos novos refrigerantes são misturas que contêm hidrofluorcarbonos (HFCs) ou, em alguns casos, misturas de HFCs e hidrocarbonetos (HCs), sendo os últimos normalmente adicionados para alcançar miscibilidade com lubrificantes de compressor a fim de facilitar o retorno do lubrificante para compressores.

Outros refrigerantes, incluindo componentes de mistura, ainda estão em desenvolvimento para permitir a conclusão das eliminações programadas de substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs). Eles incluem fluoroquímicos insaturados com foco principal em HFCs insaturados e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), também identificados como compostos de hidrofluorolefina (HFO) e hidroclorofluorolefina (HCFO). Considerável esforço continua a ser realizado para o exame do uso mais amplo de amônia, dióxido de carbono e HCs. Pesquisas continuam a complementar e melhorar os dados físicos, ambientais e de segurança sobre refrigerantes, a fim de permitir a triagem e a otimização do desempenho de equipamentos.

O relatório atualiza e expande os dados resumidos para a avaliação de novos refrigerantes e para a comparação com refrigerantes já retirados de uso ou que estão sendo substituídos como SDOs ou por outros motivos de desempenho, ambientais ou de segurança. Os dados ambientais incluídos são consistentes com a Avaliação Científica de 2010 da OMM, complementados com dados adicionais para preencher lacunas, retirados de outras avaliações de consenso e estudos publicados.

A nova avaliação atualiza os resumos de dados tabulares de avaliações anteriores. Os dados revisados refletem avaliações de consenso e a literatura científica e de engenharia publicada, sempre que possível. Os resumos tratam de designações de refrigerante, fórmulas químicas, ponto de ebulição normal (NBP), temperatura crítica ( $T_c$ ), limites de exposição ocupacional, limite inferior de inflamabilidade (LFL), classificação de segurança, tempo de vida atmosférica ( $t_{atm}$ ), potencial de destruição de ozônio (PDO), potencial de aquecimento global (PAG) e status de controle. O capítulo atualizado também resume os valores de PDO e PAG prescritos para relatórios regulamentares.

O status dos dados sobre as propriedades termodinâmicas de refrigerantes, que incluem tanto propriedades termodinâmicas (como densidade, pressão entalpia, entropia e capacidade de calor) e propriedades de transporte (como viscosidade e condutividade térmica) é geralmente bom para os refrigerantes mais comuns e alternativas. Existem lacunas de dados, no entanto, para as propriedades termodinâmicas e de transporte de misturas e fluidos menos comuns, bem como para as propriedades de transporte de muitos fluidos (mas especialmente para misturas e para alguns

dos novos fluoroquímicos insaturados e misturas que os contêm). A situação de dados para os fluidos menos comuns é mais variável; não há necessidade de recolher e avaliar os dados desses candidatos. Ainda é necessária uma quantidade de pesquisa significativa, mas isso não deve retardar a eliminação de SDOs programada.

Uma grande incerteza para todos os refrigerantes é a influência de lubrificantes em propriedades. O fluido de trabalho na maioria dos sistemas é na verdade uma mistura do refrigerante com o lubrificante transitado do(s) compressor(es). Pesquisas sobre misturas de refrigerante-lubrificante continuam em andamento. A necessidade de mais estudos é impulsionada pela introdução de novos refrigerantes, pela grande variedade de lubrificantes em uso e em vias de introdução e pela natureza muitas vezes altamente patenteada das estruturas químicas do lubrificante e/ou dos aditivos.

Este capítulo resume os dados sobre refrigerantes e especificamente para aqueles abordados nas seções subsequentes deste relatório de avaliação. Discute as propriedades termofísicas (termodinâmicas e de transporte), bem como dados de transferência de calor, compatibilidade e segurança.

Este capítulo não trata de adequação, vantagens e desvantagens de refrigerantes individuais ou de grupos de refrigerantes para aplicações específicas; essa discussão é apresentada para aplicações específicas quando relevante nos próximos capítulos.

O capítulo atualizado analisa o status da transferência de calor e dados de compatibilidade para refrigerantes. Recomenda mais pesquisas sobre:

- dados de teste para ponto de ebulição e condensação do lado da carcaça de misturas azeotrópicas
- dados de transferência de calor local determinados com valores específicos de qualidade de vapor
- dados de transferência de calor do lado do refrigerante do trocador de calor de microcanais, incluindo efeitos de distribuição de fluxo
- efeitos de lubrificantes sobre a transferência de calor, especialmente para amônia, dióxido de carbono, hidrocarbonetos, HCFCs insaturados e HFCs insaturados
- dados de evaporação e condensação mais precisos sobre hidrocarbonetos para tubos simples e tubos aperfeiçoados
- dados de transferência de calor de condensação dentro do tubo para o dióxido de carbono a baixas temperaturas, como -20 °C
- correlações de transferência de calor para rejeição de calor e evaporação em duas fases do dióxido de carbono supercrítico

### **3.6.2    *Refrigeração doméstica***

A conversão da produção de novos refrigeradores domésticos para refrigerantes não SDO está essencialmente concluída. As alternativas de refrigerante de base ampla ainda são HC-600a e HFC-134a. Em 2008, 36% das unidades de produção usavam HC-600a ou uma mistura binária de HC-600a e HC-290; 63% usavam HFC-134a. O 1% restante usava refrigerantes regionalmente disponíveis, como o HFC-152a. A segunda geração de conversão de refrigerantes não SDO de

HFC-134a para HC-600a está completa no Japão e já começou nos Estados Unidos e em outros países. Uma parte significativa dessa conversão de segunda geração deve ocorrer na próxima década. Até 2020, estima-se que 3/4 da demanda por refrigerantes para a produção de novos refrigeradores será por HC-600a e 1/4 será por HC-134a. Não surgiram novas tecnologias competitivas em termos de custo-benefício com a tecnologia de compressão de vapor atual.

A conversão do serviço para refrigerantes não SDO atrasou significativamente a conversão de equipamento original. O caráter distribuído, com proprietários individuais, do setor de serviços oferece resistência a esforços coordenados para o gerenciamento de refrigerantes. Procedimentos de serviço de campo normalmente usam os refrigerantes especificados originalmente. Os países não incluídos no Artigo 5 concluíram a conversão do uso de refrigerantes SDO na nova produção há aproximadamente 15 anos. Este intervalo de tempo está se aproximando do tempo de vida útil dos equipamentos, então a manutenção de produtos com refrigerante SDO está se transformando em uma questão de fim de vida útil nesses países. A demanda por manutenção para refrigerantes SDO em países do Artigo 5 deve permanecer forte por mais de 10 anos, como resultado de sua conversão posterior para refrigerantes não SDO. A menos que haja intervenção do governo, a demanda de serviço por refrigerante CFC-12 deve continuar.

Uma maior eficiência energética do produto fornece benefícios para a redução do aquecimento global durante a fase de uso do ciclo de vida do refrigerador. Modelos de primeira linha existentes contêm várias e consolidadas opções de melhoria da eficiência. Sua extensão para todos os produtos globais traria vantagens significativas, mas a realização será limitada pela disponibilidade de fundos de capital.

Em 2006, o banco global de refrigerantes foi estimado em 153.000 toneladas, com 40% de CFC-12, 54% de HFC-134a e 6% de HC-600a. O banco é igualmente dividido entre países incluídos e não incluídos no Artigo 5. Aproximadamente 71% dos CFCs residuais encontram-se nos países do Artigo 5. As emissões anuais desse banco foram estimadas em 6,8%. A maior parte dos refrigeradores domésticos nunca precisa de manutenção do sistema fechado. Consequentemente, as emissões são dominadas por descarte de fim de vida do produto; assim, o gerenciamento de emissões de produtos antigos pode ser a maior oportunidade para evitar emissões.

### **3.6.3    *Refrigeração comercial***

A refrigeração comercial é composta por três famílias diferentes de sistemas: sistemas centralizados instalados em supermercados, unidades condensadoras instaladas principalmente em pequenas lojas e unidades autônomas instaladas em todos os tipos de lojas. As escolhas de refrigerante dependem dos níveis de temperatura de conservação e dos tipos de sistema.

O número estimado de supermercados em todo o mundo era de 280 mil, em 2006, abrangendo uma ampla variedade de áreas de vendas, de 400 m<sup>2</sup> a 20.000 m<sup>2</sup>. Em 2006, as populações estimadas de máquinas automáticas de vendas e equipamentos autônomos eram de 20,5 e 32 milhões de unidades, respectivamente, e o número estimado de unidades condensadoras era de 34 milhões de unidades. Em 2006, estimava-se que o banco de refrigerantes tinha 340 mil toneladas e era distribuído da seguinte forma: 46% em sistemas centralizados, 47% em unidades condensadoras e 7% em equipamentos autônomos. A divisão estimada dos refrigerantes por tipo é de cerca de 15% de CFCs que ainda estão em uso nos países do Artigo 5, 62% de HCFCs como banco de refrigerante dominante e ainda por muitos anos e 23% de HFCs que foram introduzidos em novos

equipamentos na Europa e no Japão a partir de 2000.

**Equipamento autônomo:** O HFC-134a supre a maioria das limitações técnicas em termos de confiabilidade e desempenho energético para equipamentos autônomos. Quando o PAG do HFC-134a é considerado proibitivo em relação às emissões de HFC (regulamentação do país ou política da empresa), refrigerantes hidrocarbonetos (isobutano e propano, ou seja, HC-600a e HC-290) ou CO<sub>2</sub> (R-744) são as soluções alternativas atuais, apresentando na maioria dos casos a mesma confiabilidade técnica e o mesmo desempenho energético do HFC-134a. No futuro próximo, HFCs insaturados, como HFC-1234yf podem ser considerados como uma solução adaptada, já que o *retrofit* de HFC-134a para este novo refrigerante deverá ser bastante simples, embora a confiabilidade de longo prazo ainda tenha de ser avaliada. Padrões de eficiência energética estão sendo publicados ou revisados a fim de reduzir o consumo de energia de vários tipos de equipamento autônomo.

**Unidades condensadoras:** Suas capacidades de refrigeração variam de 5 a 20 kW, principalmente à temperatura média. A carga de refrigerante varia de 1 a 5 kg para HCFCs ou HFCs e também HCs. O HCFC-22 ainda é o refrigerante mais usado nos EUA e em todos os países do Artigo 5. Para novos sistemas, o R-404A é a principal escolha por razões de custo. As unidades condensadoras que usam o fluido refrigerante R-404A são mais baratas em comparação com unidades que usam HFC-134a com a mesma capacidade de refrigeração em função do menor compressor. No entanto, em climas quentes e para aplicações de temperatura média, o HFC-134a é utilizado devido a seu melhor desempenho energético em altas temperaturas ambientes.

**Sistemas de supermercado:** O tamanho de sistemas centralizados pode variar de capacidades de refrigeração de cerca de 20 kW a mais de 1 mW dependendo do tamanho do supermercado. As cargas de refrigerante vão de 40 até 1.500 kg por instalação. O principal refrigerante usado em sistemas centralizados ainda é o HCFC-22. Na Europa, novos sistemas foram carregados principalmente com de R-404A, mas o HFC-134a, a amônia (R-717), HCs e R-744 foram testados em muitas lojas. O R-744 agora é considerado a solução padrão pelos dois principais fabricantes europeus. Vários modelos foram experimentados em centenas de lojas: sistemas distribuídos, sistemas indiretos, sistemas em cascata. Esses designs foram desenvolvidos a fim de reduzir a carga de refrigerante altamente inflamável ou tóxico e para limitar a carga de HFC com PAG alto. No nível de baixa temperatura, o uso de R-744 aparece como uma opção interessante em termos de PAG, eficiência energética e até mesmo de custos, especialmente quando os HFCs são altamente tributados. Na temperatura de nível médio, a busca pela melhor opção ainda está em curso. No curto prazo, a manutenção do HCFC-22 atual pode representar um problema devido à possível escassez desse refrigerante. Diversas misturas com HFC são propostas para o *retrofit* de instalações com HCFC-22, com ou sem troca de óleo, mas essas misturas para *retrofit* ainda não ganharam força significativa.

### 3.6.4 Sistemas industriais

Os sistemas industriais são caracterizados principalmente pelo tamanho do equipamento e pela faixa de temperatura abarcada pelo setor. Isso inclui refrigeração industrial, bombas de calor industriais e ar condicionado industrial. Os sistemas industriais têm necessidades especiais de design, incluindo a necessidade de serviço ininterrupto, que não são tipicamente atendidas por práticas tradicionais de HVAC. Sistemas de geração elétrica com ciclo rankine que usam fluidos relevantes também são considerados no capítulo sobre sistemas industriais.

R-717 é o refrigerante mais comum em sistemas industriais, embora haja variações regionais significativas em todo o mundo. Quando o R-717 não é aceitável por razões de toxicidade, o R-744 vem sendo usado, em cascata com uma instalação de R-717 menor, em cascata com um fluorcarbono ou rejeitando calor diretamente para a atmosfera em um sistema de alta pressão ("transcrítico"). Em alguns casos, por exemplo para o resfriamento de freezers ou equipamentos de TI, o R-744 oferece vantagens adicionais de desempenho ou eficiência que lhe dão preferência em relação a qualquer outro refrigerante sem consideração de toxicidade ou ambiente.

Há também um banco significativo de refrigerante HCFC em sistemas industriais, principalmente HCFC-22. A carga de um sistema individual pode ser alta – em alguns casos, várias toneladas de refrigerante. Esses sistemas tendem a ter uma vida mais longa do que equipamentos comerciais, muitas vezes durando mais de 20 anos, mas as taxas de vazamento podem ser elevadas, particularmente em instalações mais antigas. Uma mistura "*drop-in*" para substituir o HCFC-22 em sistemas industriais inundados ainda não foi desenvolvida; as misturas de substituição comumente usadas em refrigeração comercial, como R-407A ou R-422D, são difíceis ou impossíveis para uso em grandes sistemas industriais. O custo dessas misturas é também uma barreira significativa a seu uso.

Os HFCs não têm sido amplamente utilizados em grandes sistemas industriais. Nos casos em que eles foram adotados, isso ocorreu geralmente em sistemas de baixa carga, a fim de reduzir as consequências financeiras da perda de refrigerante. É muito improvável que refrigerantes HFC insaturados, em compostos isolados ou misturas, sejam aprovados para uso em sistemas industriais, porque, além das considerações de custos, o risco de decomposição do refrigerante devido à presença de contaminantes é muito grande. HFC-245fa e HFC-134a também são usados em unidades de geração de energia, utilizando o ciclo Rankine, embora esses sistemas ainda não estejam amplamente disponíveis no mercado.

Usuários de HCFCs em sistemas industriais menores estão agora diante da escolha de mudar para HFCs e enfrentar uma possível limitação em seu uso ou mudar para R-717 ou R-744 e lidar com a mudança nas práticas operacionais que os refrigerantes exigiam.

### **3.6.5 Transporte refrigerado**

A refrigeração de transporte inclui transporte de produtos refrigerados ou congelados, por meio de veículos rodoviários, vagões ferroviários, contêineres intermodais e pequenos recipientes isolados (menos de 2 m<sup>3</sup>) e caixas. Também inclui o uso de refrigeração e ar condicionado em embarcações mercantes, navais e de pesca acima de 100 toneladas de arqueação bruta (AB) (mais de 24 m de comprimento).

A refrigeração de transporte é um mercado de nicho em termos de bancos de refrigerante em comparação com outros setores. Há cerca de 4.000.000 unidades de refrigeração para transporte rodoviário e cerca de 950 mil unidades de contêineres marítimos em operação hoje, para mencionar apenas os maiores segmentos em termos de tamanho de frota. A maioria dos equipamentos tem carga de refrigerante inferior a 6 kg. Embora a carga de refrigerante possa chegar a várias toneladas a bordo de navios de grande porte, sua frota é relativamente pequena. Há aproximadamente 150.000 embarcações marítimas acima de 100 AB na frota mundial; embarcações de pequeno e médio porte são a maioria.

A vida útil dos equipamentos é geralmente de 10 a 15 anos para contêineres intermodais, vagões ferroviários e veículos rodoviários e de 20 a 25 anos para os equipamentos a bordo de embarcações marítimas.

O ciclo de compressão de vapor é a tecnologia usada predominantemente em equipamentos de refrigeração de transporte. Refrigerantes CFC e HCFC podem ser encontrados em equipamentos mais antigos. O HCFC-22 tem uma participação baixa em contêineres intermodais e equipamentos rodoviários, mas uma elevada percentagem em vagões ferroviários (mercado em declínio) e uma parcela muito grande em embarcações marítimas, entre as quais ainda é o principal refrigerante. Os bancos de CFC e HCFC estão em declínio. As opções de *retrofit* para o R-502 incluem R-408A, R-402A e R-404A.

Quase todos os novos sistemas utilizam refrigerantes HFC (R-404A, HFC-134a). Refrigerantes não fluorados foram comercializados em pequena escala a bordo de embarcações marítimas (R-717, R-744) e testados em contêineres marítimos, trailers (R-744) e caminhões (R-290). A aplicação mais ampla desses refrigerantes na prática não foi possível até o momento por causa de várias limitações técnicas. Não há experiência prática com HFC-1234yf e outros fluidos de baixo PAG em refrigeração de transporte.

Embora os hidrocarbonetos sejam tecnicamente viáveis e possam até mesmo superar os sistemas de HFC em desempenho, a inflamabilidade gera preocupações a respeito de seu uso. Quando inexistentes, normas precisam ser desenvolvidas para tratar das questões de segurança.

O dióxido de carbono (R-744) é uma das poucas soluções promissoras na refrigeração de transporte. Embora as emissões diretas de R-744 sejam insignificantes, as emissões indiretas de R-744 podem ser comparáveis aos HFCs dependendo do clima em que o veículo é operado. A bordo de embarcações marítimas, porque a operação em alta temperatura ambiente é normalmente necessária, o uso de R-744 tem sido limitado às fases de baixa temperatura de aplicações de sistema em cascata ou indireto.

Em função de questões de segurança, o uso de amônia (R-717) tem sido limitado a sistemas indiretos e em cascata em navios maiores, que não transportam passageiros, mas apenas tripulantes profissionais. Os refrigerantes HFC continuarão sendo utilizados nas embarcações de passageiros e em navios pequenos de todas as categorias. A amônia não tem sido utilizada em veículos rodoviários e transporte de contêineres em ciclos de compressão de vapor.

A indústria do transporte está trabalhando para reduzir as emissões globais de CO<sub>2</sub>. O tipo de refrigerante pode influenciar as emissões diretas e indiretas equivalentes de CO<sub>2</sub> de um veículo. A redução de carga de refrigerante, a minimização da taxa de vazamento de refrigerante (por exemplo, com o uso de compressores herméticos/semi-herméticos, em vez de unidade aberta) e o uso de fluidos refrigerantes de baixo PAG influenciam a contribuição direta. Alterações de design que melhorem a eficiência energética podem reduzir a contribuição indireta.

A transição de sistemas de alimentação dos motores a diesel tradicionais para sistemas de propulsão alternativos (híbridos, elétricos, etc) influenciará a mudança do sistema de refrigeração e a escolha de refrigerantes com baixo PAG no futuro.

Como em outros setores de refrigeração, a pesquisa e o desenvolvimento de outros sistemas *not in kind*, como a refrigeração magnética ou acústica, permanece em fase de protótipo de laboratório.

Sistemas de absorção e adsorção com água estão em desenvolvimento.

### **3.6.6 Condicionadores e bombas de calor ar-a-ar**

Em uma base global, condicionadores de ar para refrigeração e aquecimento (incluindo bombas de calor ar-ar) que variam em tamanho de 2,0 kW a 420 kW compõem um segmento significativo do mercado de ar condicionado (a maioria tem menos de 35 kW). Quase todos os aparelhos de ar condicionado e bombas de calor fabricados antes de 2000 utilizavam HCFC-22 como fluido de trabalho. A base instalada de unidades em 2008 representava um banco estimado de HCFC-22 superior a um milhão de toneladas métricas. Aproximadamente 85% da população instalada usa HCFC-22. Em 2008, a demanda global de HFC representava aproximadamente 32% da demanda total de refrigerante para essas categorias de produtos. A maioria dos países do Artigo 5 ainda usam o HCFC-22 como principal fluido refrigerante em aplicações de ar condicionado.

#### ***Opções para novos equipamentos***

Misturas de refrigerante HFC R-410A e R-407C são as principais alternativas usadas para substituir HCFC-22 em condicionadores de ar. O HC-290 também é usado para substituir HCFC-22 em produtos com baixas cargas de refrigerante.

Condicionadores de ar que usam R-410A e R-407C estão amplamente disponíveis na maioria dos países não incluídos no Artigo 5. Além disso, equipamentos que utilizam R-410A e R-407C são fabricados em alguns países do Artigo 5, especialmente na China, onde um grande mercado de exportação criou uma demanda para esses produtos. No entanto, essas unidades não são normalmente vendidas no mercado doméstico em função de seu custo mais elevado.

Há várias alternativas com PAG baixo e médio em consideração como possíveis substitutas para o HCFC-22 e HFCs de alto PAG (R-410A e R-407C). Esses refrigerantes incluem refrigerantes HFC com menor PAG, HC-290 e R-744. O HC-290 e alguns dos refrigerantes HFC são inflamáveis e deverão ser aplicados de acordo com um padrão de segurança adequado, como IEC-60335-2-40, que estabelece níveis máximos de carga e requisitos de ventilação.

Vários refrigerantes HFC com PAG moderado e baixo estão sendo considerados para uso em aparelhos de ar condicionado. Estes incluem: HFC-32, HFC-152a, HFC-161, HFC-1234yf e misturas de HFC-1234yf com outros refrigerantes.

O HFC-32 é um HFC inflamável da classe A2L com PAG de 675, que é aproximadamente 30% daquele do R-10A. Sistemas com R-410A podem ser reprojatados para HFC-32 com pequenas modificações. No entanto, devido a sua classificação de inflamabilidade A2L, deverão ser aplicados com um padrão de segurança, como IEC-60335-2-40.

O HFC-152a é um HFC inflamável A3 com baixo PAG com características termodinâmicas semelhantes às do HFC-134a. Embora tenha sido avaliado como uma alternativa ao HCFC-22, é improvável que seja comercializado em aplicações de condicionamento de ar unitário porque sua baixa densidade e sua inflamabilidade resultam em maiores custos de sistema.

O HFC-161 é um refrigerante inflamável com baixo PAG que é avaliado como alternativa de baixo



PAG para o HCFC-22. Como todos os refrigerantes inflamáveis, ele precisaria ser aplicado utilizando normas de segurança adequadas.

O HFC-1234yf puro provavelmente não será usado como substituto para o HCFC-22 em condicionadores de ar por causa de sua capacidade volumétrica baixa. No entanto, o HFC-1234yf pode ser misturado com outros refrigerantes não PDO para chegar a propriedades termodinâmicas semelhantes às do HCFC-22 ou do R-410A. Misturas desse tipo estão em desenvolvimento, mas não estão disponíveis comercialmente.

Refrigerantes hidrocarbonetos também são alternativas de baixo PAG aos HCFCs e HFCs para aplicações de carga baixa. O refrigerante hidrocarboneto mais utilizado em aplicações de ar condicionado é o HC-290. A alta inflamabilidade do HC-290 limita seu uso a aplicações com menor carga. Portanto, todos os refrigerantes inflamáveis devem ser aplicados utilizando uma norma de segurança aplicável, como IEC-60335-2-40, que trata dos requisitos de design e de limites de carga para refrigerantes inflamáveis. Vários fabricantes na China e na Índia estão introduzindo aparelhos de ar condicionado split com baixa carga de HC-290.

R-744, CO<sub>2</sub>, oferece várias propriedades desejáveis como refrigerante. No entanto, o R-744 tem baixa temperatura de ponto crítico, o que resulta em perdas de eficiência significativas quando é aplicado nas temperaturas típicas de ar interior e exterior de aplicações de ar condicionado ar-ar, especialmente em alto clima ambiente. No entanto, uma série de melhorias de ciclo e adições de componentes podem ser feitas para melhorar a eficiência dos sistemas de R-744. Embora a adição de componentes para aumentar a eficiência possa melhorar a eficiência dos sistemas de R-744, ela também aumenta substancialmente o custo do sistema. Para que sistemas de R-744 se tornem comercialmente viáveis, uma mitigação com boa relação custo-benefício do problema de eficiência será necessária.

### ***Considerações sobre alta temperatura ambiente***

No curto prazo, as regiões com climas quentes devem poder contar com os refrigerantes e tecnologias atualmente disponíveis no mercado para substituir o HCFC-22 (R-407C, R-410A e HC-290). No entanto, ao substituir produtos de HCFC-22 por aqueles que utilizam R-410A ou R-407C, o engenheiro de aplicação deverá considerar cuidadosamente a capacidade reduzida na temperatura ambiente de design ao dimensionar o equipamento para a carga de refrigeração do design. Ao substituir o HCFC-22 em aplicações de baixa carga (pequenos condicionadores de ar split, de janela e portáteis), o projetista do sistema deve considerar o uso do HC-290. Nos produtos de longo prazo que usam HFC-32, novas misturas de HFC com PAG baixo e médio e HC-290 são as opções preferíveis para aplicações de ar condicionado em alta temperatura ambiente. O R-744 não é uma opção preferencial para aplicações de ar condicionado com alta temperatura ambiente, porque sua temperatura crítica muito baixa resulta em redução significativa no desempenho durante a operação em alta temperatura ambiente.

### ***3.6.7 Bombas de calor para aquecimento de água***

As bombas de calor são classificadas por fonte de calor (ar, água ou solo) e dissipador de calor (ar, água), resultando em designações como bombas de calor "ar a água" (fonte de ar, dissipador de água). Este capítulo trata somente de sistemas em que a água é o dissipador. Os produtos para aquecimento de processos industriais são discutidos no capítulo 5, "Sistemas industriais". Bombas

de calor ar-ar são discutidas no capítulo 7 (*Condicionadores e bombas de calor ar-a-ar*).

Aquecedores de água com bomba de calor são projetados especialmente para aquecimento de água quente de serviço (incluindo água doméstica) a uma temperatura entre 55 e 90 °C.

Bombas de calor para aquecimento de espaço aquecem a água para distribuição às unidades de tratamento de ar, radiadores ou painéis sob o piso. A temperatura necessária da água depende do tipo de emissor de aplicação de temperatura baixa, variando de 25 a 35 °C para o aquecimento sob o piso; para aplicações de temperatura moderada, como unidades de tratamento de ar, fica em torno de 45 °C; para aplicações em alta temperatura, como aquecimento por radiação ela é de 55 a 60 °C e, para aplicações em temperatura muito alta, ela pode chegar a 65-80 °C, por exemplo, para o mercado de substituição de caldeiras de combustível fóssil. A temperatura da água quente necessária afeta a escolha do refrigerante. Sistemas de bomba de calor são mais eficientes em temperaturas de dissipação mais baixas, mas cada produto deve cumprir com a temperatura de operação requerida.

Bombas de calor ar-a-água apresentaram um crescimento significativo no Japão, na Europa, na China e na Austrália nos últimos cinco anos.

Bombas de calor eficientes podem reduzir o impacto do aquecimento global em comparação com sistemas de queima de combustíveis fósseis de forma significativa. A redução depende do nível de eficiência da bomba de calor e da emissão de carbono por kWh de geração de eletricidade. A tendência de descarbonização da energia elétrica fortalece esse efeito positivo a cada ano. Também os níveis de eficiência das bombas de calor estão melhorando ano a ano. No entanto, as bombas de calor tendem a ter maiores custos do que os sistemas de combustíveis fósseis, porque empregam complicados circuitos de refrigeração, trocadores de calor maiores e outros recursos especiais. Programas governamentais de apoio na Europa e no Japão para promover sistemas de bomba de calor resultaram em um crescimento rápido das vendas de sistemas de bomba de calor nos últimos anos. Mais de 1 milhão de bombas de calor ar-a-água foram vendidas no mundo em 2008. As previsões de vendas apontam crescimento muito grande nos EUA, no Japão, na China e na Europa.

### ***Opções de refrigerante atuais para novas bombas de calor***

HFC-134a e as misturas de HFC R-407C e R-410A são usados atualmente em novas bombas de calor para aquecimento de água e de espaço para substituir o HCFC-22, o R-407C com redesign de produtos limitado e o R-410A para produtos completamente reprojetados.

O HC-290 tem propriedades semelhantes às do HCFC-22 além da inflamabilidade. Até 2004, quase a metade das bombas de calor vendidas na UE usavam HC-290. O uso na Europa vem diminuindo em função da introdução da Diretiva de Equipamento Pressurizado.

O desenvolvimento de bombas de calor R-744 começou por volta de 1990. Aquecedores de água com bomba de calor R-744 foram introduzidos no mercado do Japão, em 2001, com bombas de calor para aquecimento de água para banho ou sanitária como aplicação principal. O mercado de aquecedores de água com bomba de calor no Japão está em constante crescimento com base em incentivos governamentais e para serviços públicos.

Embora o mercado atual para bombas de calor para aquecimento de espaços para edifícios

comerciais com sistemas combinados de radiador e aquecimento de ar seja limitado, o R-744 é considerado um refrigerante promissor.

O R-717 é um refrigerante não SDO e tem PAG muito baixo, mas tem maior toxicidade e características de inflamabilidade inferiores. O R-717 é utilizado principalmente para sistemas de grande capacidade.

### ***Opções de refrigerante futuras para novas bombas de calor***

O HFC-32 tem menor PAG que um terço de R-410A. Bombas de calor com HFC-32 podem atingir cargas menores que as bombas de calor com R-410A. O HFC-32 tem baixa inflamabilidade, com baixa velocidade de queima.

O HFC-1234yf é semelhante ao HFC-134a em propriedades termofísicas. Para bombas de calor para aquecimento de água e de espaços que usam HCFC-22, R-410A, R-407C, mudanças de design significativas seriam necessárias para otimizar para o uso de HFC-1234yf. O HFC-1234yf tem baixa inflamabilidade, com baixa velocidade de queima. Devido ao valor do PAG, tem grande potencial em aplicações em sistemas que atualmente usam HFC-134a. Como a fonte de amostra desses refrigerantes é muito limitada, é muito cedo para julgar se algum desses produtos químicos será comercializado e irá mostrar desempenho aceitável em sistemas de bomba de calor.

Opções futuras de refrigerantes para novas bombas de calor incluem as opções atuais R-410A, HFC-134a, HC-290, HC 600a, R-744 e R-717, bem como HFC-32 e novos refrigerantes.

Uma vez que o número de bombas de calor discutido no presente capítulo ainda é limitado, o banco de refrigerantes é relativamente pequeno. Da mesma forma, as emissões de refrigerante são baixas se comparadas às de outros produtos. Por outro lado, a quantidade de bombas de calor aumentará, resultando em maiores necessidades líquidas de refrigerante e emissões no futuro. No entanto, é importante ressaltar que há grande potencial de redução de emissões de CO<sub>2</sub> geradas por sistemas de combustão de combustíveis fósseis, substituindo-os por sistemas de bomba de calor.

### **3.6.8 Chillers**

Os chillers são usados predominantemente para o condicionamento de ar de conforto em edifícios comerciais e complexos de edifícios. Eles são associados a sistemas de distribuição de água resfriada e de tratamento de ar/distribuição de ar. Chillers também são usados para resfriamento em instalações comerciais e industriais, tais como centros de processamento de dados e comunicações, fabricação de produtos eletrônicos, e moldagem.

Os chillers a ar em capacidades de até 1800 kW representam aproximadamente 80% da produção anual de unidades de chillers com compressores de deslocamento positivo (de pistão alternativo, de deslocamento e de parafusos). HFC-134a e R-410A são os refrigerantes mais comuns com a eliminação do HCFC-22. O R-407C tem sido usado como refrigerante de transição. Alguns chillers estão disponíveis com R-717 ou refrigerantes hidrocarbonetos – principalmente HC-290, HC-600a ou HC-1270. Tais chillers são fabricados em pequenas quantidades em comparação com chillers com HFC-134a e R-410A de capacidades semelhantes e necessitam de atenção à inflamabilidade; no caso do R-717, há também questões de toxicidade, conforme refletido em códigos e

regulamentos de segurança. Chillers que empregam R-744 como fluido refrigerante estão sendo comercializados.

Para chillers arrefecidos a água, tanto compressores de deslocamento positivo quanto compressores centrífugos são usados. Chillers de deslocamento positivo arrefecidos a água empregam os mesmos refrigerantes que as versões com arrefecidas a ar. Chillers centrífugos são predominantes acima de 2 MW. Chillers centrífugos são fornecidos com refrigerantes HCFC-123 ou HFC-134a, embora seja feito uso extremamente limitado de HFC-245fa. O HFC-123 oferece uma eficiente opção com PAG muito baixo para chillers centrífugos. De acordo com os termos do Protocolo de Montreal, o uso do HCFC-123 em novos equipamentos vai acabar na maioria dos países desenvolvidos até 2020 e até 2030 nos países do Artigo 5.

Os chillers existentes que empregam refrigerantes CFC estão sendo substituídos lentamente por novos chillers que usam HCFC-123 ou HFC-134a. Os novos chillers usam 25-50% menos eletricidade que os chillers CFC produzidos há décadas. Portanto, a economia em custos de energia muitas vezes justifica a substituição de chillers CFC antigos. O R-717 não é adequado para uso em chillers centrífugos, pois seu uso exigiria quatro ou mais fases ou, em capacidades muito grandes, uma mudança para designs com compressor axial.

Uma tendência constante no desenvolvimento de chillers é melhorar a eficiência energética, tanto de plena carga quanto sazonal, para tratar dos impactos do aquecimento global relacionados à energia e dos custos operacionais. Vários métodos são usados para obter maior eficiência sazonal. Estes incluem compressão em múltiplos estágios com economizadores entre estágios, uso de vários compressores para acomodar condições de carga parcial, capacidade contínua de descarga para compressores de parafusos, melhores controles eletrônicos, controle de velocidade variável do compressor e sequenciamento ideal de múltiplos chillers para maximizar a eficiência geral.

Os refrigerantes sugeridos como alternativas a refrigerantes SDO ou de alto PAG em chillers incluem R-717, hidrocarbonetos, R-744, R-718, HFC-32 e novos refrigerantes com baixo PAG, como HFC-1234yf. Os chillers que usam R-718 como refrigerante têm um custo adicional em relação aos sistemas convencionais por causa de seu grande tamanho físico e da complexidade de sua tecnologia de compressor, que muitas vezes exige designs de compressor axial que operem em alto vácuo. O HFC-1234yf e outros refrigerantes com PAG baixo ou ultrabaixo são demasiado novos para que sua adequação para uso em chillers seja avaliada no momento, mas é provável que isso mude nas próximas avaliações.

Chillers de absorção que usam pares funcionais amônia-água (principalmente em pequenas capacidades) ou água-brometo de lítio (geralmente em grandes capacidades) são uma alternativa a chillers que empregam o ciclo de vapor-compressão. Eles são particularmente adequados para aplicações em que o calor excedente pode ser recuperado. Outras tecnologias *not in kind* em fase de pesquisa, como tecnologias termoacústicas ou magnetocalóricas, ainda não estão prontas para comercialização e podem não ser consideradas adequadas ou competitivas.

De particular interesse para a destruição do ozônio e a mudança climática global, os chillers, como grupo, geram taxas de liberação muito baixas para refrigerantes. O principal impacto ambiental de chillers é gerado aquecimento global relacionado à energia que eles consomem durante a sua vida operacional (tipicamente de 20 anos e às vezes de mais de 40 anos). As emissões de refrigerante, com suas contribuições diretas de aquecimento global, são uma pequena fração do impacto de aquecimento global dos chillers, exceto em regiões com intensidade de carbono muito baixa para geração de energia.

### 3.6.9 Ar condicionado de veículos

Atualmente, todos os novos automóveis de passageiros do mundo vendidos com sistemas de ar condicionado usam HFC-134a e a transição do CFC-12 está concluída. Cerca de um quinto do total das emissões globais de refrigerante são de MACs (cerca de 60% se apenas as emissões de refrigerante HFC forem consideradas). Isso inclui as emissões na produção, no uso, na manutenção e em fim de vida. Nos EUA, de acordo com resultados de pesquisas recentes, 19% da frota de veículos de passageiros ainda usam refrigerante CFC-12. A União Europeia tem uma legislação local para carros e caminhões leves que proíbe o uso de fluidos refrigerantes com PAG > 150 [por exemplo, HFC-134a] em veículos de tipo novo a partir de 2011 e em todos os veículos novos a partir de 2017. Há uma quantidade limitada de refrigerantes de substituição com potencial de aquecimento global (PAG) inferior a 150. Outros países provavelmente seguirão a instrução regulatória da UE ou fornecerão incentivos para a redução do uso de HFC-134a em veículos.

Para sistemas MAC, o uso de hidrocarbonetos ou de misturas de hidrocarbonetos como refrigerante vem sendo estudado, mas até agora não recebeu o apoio de fabricantes de veículos como possível tecnologia alternativa devido a questões de segurança. Na Austrália e na América do Norte, refrigerantes de hidrocarboneto foram introduzidos como refrigerantes “drop-in” para substituir refrigerantes CFC-12 (ilegais nos EUA e em alguns estados australianos). Esses mesmos refrigerantes são usados em menor grau para a substituição de HFC-134a.

Até o momento, os fabricantes de automóveis e fornecedores já avaliaram três opções de refrigerante para novos sistemas de ar condicionado de automóveis e caminhões: R-744, HFC-152a e HFC-1234yf. Essas três opções têm PAG abaixo do limiar da UE de 150 e podem atingir eficiência de combustível comparável à de sistemas existentes com HFC-134a. O impacto das emissões diretas de equivalente de CO<sub>2</sub> do refrigerante durante a vida útil do veículo é muito menor do que o impacto relacionado com a energia necessária para operar o sistema. A energia necessária para operar os MACs resulta no aumento das emissões de CO<sub>2</sub> pelo escapamento de veículos. Por isso, sistemas MAC projetados para fornecer desempenho de refrigeração eficiente se tornaram o principal objetivo ambiental. Com o uso de controles e componentes adequados, todas as três opções de refrigerante se mostraram comparáveis ao HFC-134a em relação ao desempenho de resfriamento e equivalentes totais de CO<sub>2</sub> em sistemas MAC.

Assim, o impacto de aquecimento global é quase idêntico para todas as três opções de refrigerante quando considerado globalmente. A adoção de qualquer uma das opções de refrigerante traria, portanto, benefício ambiental semelhante. A decisão sobre qual refrigerante escolher terá de ser feita com base em outras considerações, como aprovação regulatória, custo, confiabilidade do sistema, segurança, capacidade da bomba de calor, adequação para veículos híbridos elétricos e manutenção.

O novo refrigerante escolhido por fabricantes de automóveis de todo o mundo para futuros sistemas de ar condicionado de veículos parece ser HFC-1234yf. Um fabricante anunciou a intenção de introduzir esse refrigerante na produção de carros de série em 2013. Atualmente, existem obstáculos (miscibilidade com óleo, problemas de estabilidade na presença de pequenas quantidades de água e ar no sistema de ar condicionado, mistura com HFC-134a, custos adicionais), que deverão ser superados antes da implementação comercial do HFC-1234yf como refrigerante de ar condicionado de veículos. OEMs indicam que irão projetar sistemas MAC com HFC-1234yf de forma que esses sistemas também possam ser usados com segurança com o

refrigerante HFC-134a. Isso afetará a transição mundial do HFC-134a para o HFC-1234yf para sistemas MAC.

O status de desenvolvimento de outras tecnologias de refrigeração, como sistemas de sorção ou termelétricos, ainda está longe de produção em série e atualmente apresenta competitividade de preços muito baixa e mau desempenho e eficiência do sistema.

A rápida evolução dos veículos elétricos híbridos e dos veículos elétricos com compressores acionados eletricamente introduz novos desafios para qualquer novo refrigerante alternativo.

Atualmente, não existe regulamentação que controle o uso de gases de efeito estufa fluorados como refrigerantes para sistemas MAC em ônibus e trens. A escolha de refrigerante dos sistemas de ar condicionado de automóveis de passageiros provavelmente irá influenciar a escolha de refrigerante para sistemas de ar condicionado em ônibus e trens.

Em todo o mundo, aproximadamente 50% da frota de ônibus e trens ainda é equipada com sistemas com HCFC-22. O restante usa principalmente sistemas com HFC-134a ou R-407C. A maioria dos novos sistemas de ar condicionado de ônibus ou trens é equipada com os refrigerantes HFC-134a ou R-407C. As únicas ações relatadas em relação a refrigerantes com baixo PAG são testes que estão sendo realizados em ônibus com sistemas que usam R-744.

## **4 INFORMAÇÕES SOBRE OS MEMBROS DO TEAP E DOS TOCS**

### **4.1 Divulgação de Interesses do Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica Status em janeiro de 2011**

#### **Dr. Stephen O. Andersen**

(Codiretor do Painel)

P.O. Box 257

2317 North Road

Barnard, Vermont 05031-0257

U.S.A.

T 1 802-234-5251

E-mail: SOliverAndersen@aol.com

O Dr. Stephen O. Andersen é codiretor do Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica desde 1989 e membro do Painel de Avaliação Científica. Ele dirigiu e codirigiu o TOC para Solventes de 1989 a 1995, codirigiu a primeira Avaliação Científica e Tecnológica para Brometo de Metila e dirigiu ou codirigiu Forças-Tarefa do TEAP sobre agentes do processo, HCFCs, HFCs e PFCs, coleta-recuperação-armazenamento, destruição e outros tópicos. Ele foi membro do Comitê Diretor para o "Relatório Especial do IPCC/TEAP para Proteção da Camada de Ozônio e do Sistema Climático Global: Questões Relacionadas a Hidrofluorcarbonetos e Perfluorcarbonetos" e autor de outros relatórios do IPCC. Quando se aposentou da Agência de Proteção Ambiental dos EUA em 01 de setembro de 2009, era Diretor de Projetos Estratégicos para o Clima na Divisão de Parcerias para a Proteção do Clima e antes era Diretor-Adjunto da Divisão de Proteção Estratosférica. Era o contato da EPA com o Departamento de Defesa dos EUA (DoD EUA) sobre Proteção do Clima e do Ozônio Estratosférico. Criou as primeiras parcerias voluntárias da EPA, incluindo acordos para a eliminação acelerada de SDOs em espuma de embalagem de alimentos, AC móvel e aplicações eletrônicas e aeroespaciais de solventes; ajudou a organizar a Halon Alternatives Research Corporation (HARC), a Indústria Cooperativa para a Proteção da Camada de Ozônio (ICOLP) e a World Semiconductor Council PFC Partnership e criou os Prêmios de Proteção ao Clima e ao Ozônio Estratosférico da EPA dos EUA.

O Dr. Andersen agora é Diretor de Pesquisa do Instituto de Governança e Desenvolvimento Sustentável (IGSD), pesquisador sênior do Programa de Governança para o Desenvolvimento Sustentável da Bren School, Universidade da Califórnia, Santa Barbara, e é membro do Conselho Consultivo da Associação dos Delegados de Alterações Climáticas (ACCO) e membro do Conselho Editorial do *Journal of Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Como Diretor de Pesquisa do IGSD, o Dr. Andersen concentra-se em estratégias de governança que promovam a relação tecnologias com boa relação custo-benefício, sustentáveis e de ação rápida para proteger o clima que possam ser implementadas de forma eficaz, transparente e verificável. Também é presidente da Future Generations Consulting Corporation. O Dr. Andersen é consultor ocasional do PNUMA sobre opções de investimento que minimizem o impacto sobre o clima e outros impactos na substituição de substâncias que destroem a camada de ozônio e com alto PAG e serviu de consultor para o Natural Resources Defense Council (NRDC) sobre estratégias para reduzir e eliminar emissões de HFC. Stephen é atualmente um membro não remunerado do Comitê Consultivo Internacional para projetos

da Convenção da Basileia "Destruição Piloto de Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDO) e de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) e Análise Legal da Viabilidade dos Movimentos Transfronteiriços em Países da América Central" e "Avaliação de Viabilidade e Preparação dos Bancos de Destruição de SDO e POPs na América Central".

Desde que se aposentou da EPA, Stephen foi orador convidado, patrocinado pelo Instituto de Governança e Desenvolvimento Sustentável, pelo Estado da Califórnia, pela Universidade de Michigan, pela Vermont Law School, pelo Instituto de Oceanografia Scripps, pela Smithsonian Institution, pela Mobile Air Conditioning Society, pelo PNUMA, pelo Governo da Índia, pelo Industrial Technology Research Institute (ITRI) e pela Universidade de Princeton. Em alguns casos, ele recebeu um honorário.

Antes de ingressar na EPA foi professor da Universidade do Havaí e do College of Atlantic e foi funcionário de ONGs, incluindo o Environmental Law Institute, o Consumer Energy Council e o Sierra Club. Também foi membro não remunerado da Diretoria do Conselho de Recursos Naturais do Maine, que é afiliado da National Wildlife Federation.

Em coautoria com K. Madhava Sarma, Stephen é autor do livro "Protecting the Ozone Layer: The United Nations History" (Earthscan 2002); com Durwood Zaelke é autor de "Industry Genius: Inventions and People Protecting the Climate and Fragile Ozone Layer" (Greenleaf 2003); e com K. Madhava Sarma e Kristen N. Taddonio é Autor de "Technology Transfer for the Ozone Layer: Lessons for Climate Change" (Earthscan 2007). Com Guus J.M. Velders, John S. Daniel, David W. Fahey e Mack McFarland é autor de "The Importance of the Montreal Protocol in Protecting Climate" (Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 20 de março de 2007) e de "The Large Contribution of Projected HFC Emissions To Future Climate Forcing" (PNAS, 7 de julho de 2009). Com Mario Molina, Durwood Zaelke, K. Madhava Sarma, Veerabhadran Ramanathan e Donald Kaniaru, é autor de "Reducing Abrupt Climate Change Risk Using the Montreal Protocol and other Regulatory Actions to Complement Cuts in CO2 Emissions" (PNAS, 12 de outubro de 2009). Com Stella Papasavva é autor de "GREEN-MAC-LCCP©; Life-Cycle Climate Performance Metric for Mobile Air Conditioning Technology Choice", Environmental Progress & Sustainable Energy, American Institute of Chemical Engineering e com Deborah J. Luecken, Robert L. Waterland, Stella Papasavva, Kristen N. Taddonio, William T. Hutzell, e John P. Rugh é autor de "Ozone and TFA Impacts in North America from Degradation of 2,3,3,3- Tetrafluoropropene (HFO-1234yf), A Potential Greenhouse Gas Replacement", Environ. Sci. Technol., 2010, 44 (1), pp 343-348.

Stephen Andersen recebeu os títulos de M.S. e Ph.D. em Economia Agrícola e de Recursos Naturais da Universidade da Califórnia, Berkley, onde em 1974 foi coautor da primeira avaliação do impacto da destruição do ozônio estratosférico sobre culturas agrícolas. No curso de graduação, Stephen estudou administração de empresas.

A esposa de Stephen, Dra. Janet Andersen, aposentou-se do Departamento de Prevenção, Pesticidas e Substâncias Tóxicas da EPA dos EUA onde havia sido Diretora da divisão que registra biopesticidas, incluindo potenciais substitutos do brometo de metila. Os Drs. Andersen não têm qualquer interesse por propriedade de patentes em alternativas ou substitutos para SDOs e não são proprietários de ações em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs. Janet é consultora ocasional de empresas que buscam pesticidas naturais, incluindo produtos que possam ajudar na eliminação do brometo de metila. Antes de setembro de 2009, a EPA dos EUA fez contribuições em espécie na forma de salários, viagens, comunicação e outras despesas e o DoD dos EUA patrocinou algumas viagens. De setembro de 2009 a outubro de 2010, Stephen arcou com as despesas de viagem e outros custos para a



participação em reuniões do TEAP e do Protocolo de Montreal. As viagens para participação contínua no TEAP são patrocinadas pelo IGSD.

**Sr. Paul Ashford**

(Codiretor do TOC para espumas)

Consultor Principal

Caleb Management Services

The Old Dairy, Woodend Farm Cromhall,

Wotton-under-Edge

Gloucestershire, GL12 8AA

Reino Unido

T 44 1454 269 330 F 44 1454 269 197 M 44 7774

110 814

Paul Ashford é codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Espumas Rígidas e Flexíveis e membro do TEAP desde 1998. É proprietário e diretor da Caleb Management Services Ltd., uma empresa de consultoria que trabalha nas áreas de regulamentação e sustentabilidade química. Em grande parte como resultado da experiência de Ashford e de sua experiência no setor de gases de alto PAG (SDO e seus substitutos), cerca de 15-20% do volume de negócios da empresa estão ligados especificamente a esse setor.

Projetos passados e atuais incluem ajudar a EPA dos EUA a se envolver com o setor de espumas no que diz respeito a questões de eliminação de SDOs, preparar publicações sobre o setor de espumas para o DTIE do PNUMA, fornecer consultoria ao PNUD sobre as implicações climáticas da eliminação de SDOs e da gestão do banco de SDO, incluindo uma análise das opções de cofinanciamento que possam estar disponíveis, ajudar com a avaliação do impacto sobre o clima dos planos de eliminação de HCFCs e com a revisão por pares de documentação preparada pela ONUDI sobre o mesmo assunto. Paul também ajudou o Secretariado do Fundo Multilateral da ONU no desenvolvimento de abordagens para avaliar o impacto sobre o clima de transições de tecnologia.

Além disso, a Caleb esteve envolvida na quantificação de Bancos de SDO em Espumas na Califórnia (sob contrato com o California Air Resources Board) e no Reino Unido (sob contrato com o Building Research Establishment). Esse trabalho estendeu-se à validação de trabalhos anteriores sobre os bancos da UE-27 e à avaliação das opções políticas para a Comissão Europeia (sob contrato com a SKM Enviros). Paul Ashford foi membro do Grupo de Trabalho que apoiou o desenvolvimento do Protocolo de SDO da Climate Action Reserve (CAR) e também atuou como consultor não remunerado para o desenvolvimento de "Extensão do Escopo" do Voluntary Carbon Standard para incluir projetos de destruição de SDO. Paul também atua como revisor de pares ocasional para metodologias de SDO no âmbito do programa do VCS.

Paul codirigiu a Força-Tarefa do TEAP no Relatório Suplementar ao "Relatório Especial do IPCC/TEAP: Proteção da camada de ozônio e do sistema climático global: questões relacionadas a hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos" (2005), A Força-Tarefa sobre Problemas de Fim de Vida de Espumas (2005) e a Força-Tarefa sobre Discrepâncias de Emissões (2006). Ele também codirigiu a Resposta da Força-Tarefa do TEAP à Decisão

XVIII/12 e coordenou os Relatórios Provisório e da Fase 2 da Força-Tarefa para a Decisão XX/7 sobre o gerenciamento seguro de Bancos de SDO. Mais recentemente, atuou como codiretor da Força-Tarefa em resposta à Decisão XXII/10 sobre os critérios do projeto de destruição.

Paul recebeu um BSc. (Láurea) em Química na Universidade de Bristol em 1979. Até 1994, ele trabalhou em vários cargos técnicos e comerciais para a BP Chemicals em uma divisão que desenvolveu uma tecnologia de espuma licenciada que usava SDO e foi responsável pela adoção de alternativas. Ele tem mais de 25 anos de experiência direta com questões técnicas relacionadas a espumas e conduziu numerosos estudos para caracterizar o setor de espumas e fornecer informações para o desenvolvimento de políticas futuras. Seu financiamento para atividades do TEAP, incluindo alguns patrocínios de tempo, bem como a cobertura de viagens e diárias, é fornecido sob contrato conjuntamente pelo Departamento de Negócios, Inovação e Habilidades (BIS) e pelo Departamento de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais (DEFRA) do Reino Unido.

Grande parte de seu trabalho anterior sobre bancos, emissões e gerenciamento de espuma em fim de vida, realizado para informar os processos do IPCC e do TEAP foi apoiado pelo Estudo de Avaliação Ambiental de Fluorcarbonos Alternativos (AFEAS) e pela EPA dos EUA.

Nem Paul, nem qualquer de seus familiares possuem ações ou têm qualquer interesse de propriedade em qualquer empresa envolvida na fabricação de SDO ou substitutos de SDO ou em qualquer empresa envolvida na gestão de Bancos de SDO ou fluxos de resíduos similares.

**Prof. Mohamed Besri**

(Codiretor do MBTOC)

Departamento de Fitopatologia

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

Rabat

Marrocos

E-mails: m.besri@iav.ac.ma, mohamedbesri@gmail.com

T/F +212 537 778 364 M +212 664 603 721

O Prof. Mohamed Besri é codiretor do MBTOC desde 2005 e membro do MBTOC desde 1996. O Prof. Mohamed Besri aposentou-se em julho de 2011 como Professor de Fitopatologia e Manejo Integrado de Doenças no Instituto de Agronomia e Medicina Veterinária Hassan II, Rabat, Marrocos (HII IAVM), mas continua todas as suas atividades anteriores (ensino, pesquisa, extensão, cooperação nacional e internacional, etc.) no mesmo Instituto. O Prof. Besri é professor visitante em muitas universidades americanas, europeias e africanas. É também membro de várias associações nacionais e internacionais e membro de muitos comitês executivos e conselhos de administração, como a Associação Internacional de Ciências de Proteção de Plantas (IAPPS) e da Associação Internacional para o Controle Biológico (IOBC) e foi Vice-Presidente e Presidente da Sociedade Árabe de Proteção de Plantas. O Prof. Besri foi nomeado pelo Conselho InterAcademias (IAC) como membro do painel internacional de estudo para a redação de um relatório para as Nações Unidas sobre "Percepção da promessa e do potencial da Agricultura Africana: estratégias científicas e técnicas para melhorar a produtividade agrícola e a segurança

alimentar na África" ([www.interacademycouncil.net](http://www.interacademycouncil.net)) e também como membro de uma Força-Tarefa Ad Hoc para o acompanhamento das recomendações do relatório. O Prof. Besri é frequentemente convidado como orador em conferências nacionais e internacionais sobre brometo de metila e MIP e é autor ou coautor de muitas publicações sobre alternativas ao brometo de metila. O Prof. Besri foi premiado com a Medalha de Mérito Nacional pelo Rei Mohamed VI por sua contribuição para o desenvolvimento da agricultura marroquina. O Prof. Besri é acadêmico, membro da Academia de Ciências e Tecnologia do Marrocos. O IAVM HII tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal porque tem especialistas em patógenos de plantas transmitidos pelo solo. O Instituto aconselha o Ministério da Agricultura em todos os aspectos de alternativas ao Brometo de Metila. O Prof. Besri não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possui ações em empresas produtoras de SDO, alternativas ou substitutos para SDOs. O Prof. Besri trabalha ocasionalmente como consultor para o PNUMA e para a ONUDI em assuntos relacionados ao Protocolo de Montreal. Nem a esposa do Prof. Besri, nem seu parceiro de negócios, nem seus filhos dependentes trabalham ou fornecem consultoria para qualquer organização com interesse nos temas do Protocolo de Montreal. Nenhum deles tem qualquer interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs ou possui ações em empresas produtoras de SDO e alternativas ou substitutos para SDOs; nenhum deles fornece consultoria para organizações que buscam eliminar SDOs. Os custos associados a viagens, comunicação e outros relacionados à participação no TEAP, no MBTOC, e em reuniões do Protocolo de Montreal relevantes são pagos pelo Secretariado do Ozônio do PNUMA.

**Sr. David Catchpole**

(Codiretor do TOC para Halons)

Consultor Técnico

3601 C Street, Suite 822

Anchorage

Alaska U.S.A.

T 1 907 868 3911

O Sr. David V. Catchpole, codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Halons e membro do Painel de Avaliação Econômica e Tecnológica, trabalha em turno parcial para a Petrotechnical Resources Alaska (PRA), uma empresa com sede em Anchorage, Alaska, que fornece serviços de consultoria para empresas petrolíferas no Alasca. De 1991 a 2004 foi membro do HTOC. De 1970 até 1999, foi funcionário do grupo de empresas BP, mais recentemente da BP Exploration Alaska, onde trabalhou por nove anos no departamento de meio-ambiente sobre as alternativas a halons e banco de halons. A BP Exploration Alaska tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal, porque usa halon 1301 para prevenção de explosões e supressão de incêndios em seus módulos fechados de processamento de petróleo e gás no North Slope do Alasca. O Sr. Catchpole não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possui ações em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs, mas sua carteira de aposentadoria contém ações da BP plc. A esposa do Sr. Catchpole não trabalha ou fornece consultoria para qualquer organização com interesse nos temas do Protocolo de Montreal. Sua esposa não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possui ações em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs e não fornece consultoria para organizações que buscam eliminar SDOs. O Sr. Catchpole geralmente recebe financiamento de salário e viagens para reuniões do TEAP/TOC da Halon

Alternatives Research Corporation, que é uma coalizão industrial sem fins lucrativos que, por sua vez, recebe contribuições para esse financiamento de seus membros. Atualmente, contribuem: BP Exploration Alaska, ConocoPhillips Alaska, DuPont, American Pacific, Firetrace, Halon Banking Systems, Wesco e Remtec.

**Prof. Dr. Biao Jiang**

(Codiretor do TOC para Substâncias Químicas)  
Instituto de Química Orgânica de Xangai (SIOC),  
Academia Chinesa de Ciências (CAS)  
354 Fenglin Road Shanghai 200032  
República Popular da China  
T 86 21 54925201 F 86 21 64166128

O Dr. Biao Jiang, Codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Substâncias Químicas desde 2005, é Professor de Química do Instituto de Química Orgânica de Xangai da Academia Chinesa de Ciências e membro do conselho editorial da Chemical Communication, Royal Society of Chemistry, Reino Unido. Recebeu seu PhD em 1988, na Universidade Lanzhou. Após dois anos como pesquisador de pós-doutorado em química organometálica no SIOC, ele passou três anos como cientista convidado trabalhando em química medicinal na DuPont-Merck Pharmaceutical Co., na Estação Experimental da DuPont em Delaware, EUA. Em 1995, ele retornou ao SIOC, onde atualmente é professor e foi diretor de 2001 a 2009. Atualmente, é vice-presidente do Instituto de Pesquisa Avançada de Xangai (SARI), da Academia Chinesa de Ciências. O projeto de pesquisa do grupo do Professor Jiang envolve o desenvolvimento de novas metodologias em síntese assimétrica, síntese total de alcalóides e esteróides naturais marinhos, moléculas bioativas contendo flúor, bem como pesquisa sobre o processo orgânico e desenvolvimento de química verde. Ele não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs e não possui ações em empresas produtoras de SDO ou alternativas e substitutos para SDOs. Nenhum de seus familiares tem interesse em questões pertinentes ao Protocolo. Custo de viagem, comunicação e outras despesas relacionadas à participação em reuniões do TEAP, do CTOC e de outras reuniões relevantes do Protocolo de Montreal são pagos pelo PNUMA.

**Dr. Sergey Kopylov**

(Codiretor do TOC para Halons)  
Diretor do Centro de Pesquisa  
Instituto Russo de Pesquisa para Proteção Contra Incêndios  
VNIPO  
12, Balashikha  
Região de Moscou  
T 7 495 521 9747 F 7 495 521 4394

Dr. Sergey Kopylov, codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Halons e membro do Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica é diretor do Centro Científico do Instituto Russo de Pesquisa Científica para Proteção Contra Incêndios (VNIPO). O VNIPO tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal como uma entidade responsável pelo controle técnico das questões relacionadas ao Protocolo de Montreal na Rússia. O VNIPO não tem interesse de propriedade em

alternativas ou substitutos para SDOs, não possui ações em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs. O Dr. Kopylov trabalha como especialista técnico para o governo russo em matérias relacionadas com a implementação do Protocolo de Montreal.

A esposa do Dr. Kopylov não trabalha ou fornece consultoria para qualquer organização ou empresa. A esposa e os filhos do Dr. Kopylov não têm interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possuem ações em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs e não fornecem consultoria para organizações que buscam eliminar SDOs. As viagens do Dr. Kopylov para reuniões do TEAP/HTOC são pagas pelo Secretariado do Ozônio do PNUMA.

### **Dr. Lambert Kuijpers**

(Codiretor do Painel, Codiretor do TOC para Refrigeração)

Centro para a Sustentabilidade de Eindhoven, ECfS

Universidade Técnica, Connector 1.15b

Het Eeuwsel 6 P.O. Box 513

NL - 5600 MB Eindhoven

Holanda

T 31 40 247 4463 F 31 49 247 6369 H 31 77 354 6742

Lambert Kuijpers, codiretor do Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica desde 1992 e codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Refrigeração, Ar Condicionado e Bombas de Calor desde 1989, trabalha em turno parcial para o Centro para a Sustentabilidade de Eindhoven e para o Departamento de "Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável" da Universidade Técnica de Eindhoven, na Holanda. Ele codirige as Forças-Tarefa de **Reabastecimento** do TEAP desde 1996 (a última é a atual Força-Tarefa de **Reabastecimento** de 2011).

Foi membro do Comitê Diretor para o Relatório Especial do IPCC/TEAP "Proteção da Camada de Ozônio e do Sistema Climático Global:

questões relacionadas a hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos". O Dr. Kuijpers codirigiu o Grupo de Trabalho de 2005 para o Relatório Suplementar do TEAP para o Relatório Especial do IPCC/TEAP, a Força-Tarefa de 2006 sobre Discrepâncias de Emissões e a Força-Tarefa de 2007 sobre a Resposta à Decisão XVIII/12. Ele coordenou as atividades da Força-Tarefa sobre a Decisão XX/8 e envolveu-se no trabalho da Força-Tarefa para a Decisão XX/7. Ele codirigiu a Força-Tarefa para a Decisão XXI/9 em 2010. Ele foi um Autor Principal do Terceiro e do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC. Também foi coautor, colaborador e membro revisor do Painel de Avaliação Científica do Ozônio em 2005-2006 e 2009-2010. Como codiretor do TOC de Refrigeração, Ar Condicionado e Bombas de Calor, envolveu-se ativamente na elaboração, na revisão de pares e na composição final de todos os Relatórios de Avaliação, sendo o último o Relatório de Avaliação 2010.

Até 1993, ele trabalhou para a Philips Eindhoven (Holanda) no desenvolvimento de sistemas de refrigeração, ar condicionado e bombas de calor utilizando alternativas para substâncias destruidoras de ozônio. Ele é apoiado financeiramente (por meio do Secretariado do Ozônio do PNUMA) pela Comissão Europeia (e em alguns anos por alguns governos de Estados-membros da UE) para suas atividades relacionadas ao TEAP e ao TOC para Refrigeração. O Dr. Kuijpers não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDO e não possui ações em empresas produtoras de SDO ou alternativas e substitutos para SDO. Ocasionalmente,

fornece consultoria para organizações internacionais, como o Banco Mundial, a UNIDO, a DTIE do PNUMA e o Fundo Multilateral. O Dr. Kuijpers é coproprietário da empresa Re/GenT BV, nos Países Baixos, que ele cofundou em 1993 e na qual tem participação minoritária (a empresa está envolvida em atividades de I&D de componentes e equipamentos para refrigeração, ar condicionado e aquecimento). Isso significa que ele não tem qualquer influência nas decisões de negócios ou de gestão tomadas dentro dessa empresa.

Em 2009 e 2010, o Dr. Kuijpers foi coautor de vários artigos sobre o impacto do MDL do Protocolo de Quioto sobre concentrações de HFC-23 na atmosfera. Foi palestrante e autor de trabalhos em conferências sobre refrigeração com amônia realizadas em Ohrid, Macedônia.

### **Sra. Bella Maranion**

(Membro Especialista Sênior)

A Sra. Bella Maranion, Membro Especialista Sênior, é Analista de Programas da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA dos EUA). A Sra. Maranion é analista do setor da indústria e gerente de projetos em tempo integral na Divisão de Proteção Estratosférica da EPA dos EUA em Washington, DC. A EPA dos EUA tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal porque a Agência é responsável pela implementação de regulamentos e políticas nacionais para cumprir com os compromissos assumidos pelos EUA no Protocolo. A Sra. Maranion não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs ou em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs e não fornece consultoria para organizações que buscam a eliminação de SDOs. O esposo e os filhos dependentes da Sra. Maranion não têm qualquer interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs ou em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs e não fornecem consultoria para organizações que buscam a eliminação de SDOs. As viagens da Sra. Maranion para reuniões são custeadas pela EPA dos EUA.

### **Sra. Michelle Marcotte**

(Codiretora do MBTOC)

Marcotte Consulting Inc.

(a Marcotte Consulting Inc é uma corporação canadense;

sua Presidente, Michelle Marcotte,

está no endereço:

10104 East Franklin Ave.

Glenn Dale, Maryland 20769

EUA

Michelle Marcotte foi membro da Avaliação de Brometo de Metila de 1992 e, posteriormente, membro do Comitê de Opções Técnicas para o Brometo de Metila entre 1992 e 2005; ela foi confirmada como codiretora em 2005. Até 1993, trabalhou para a MDS Nordion, uma fornecedora de equipamentos de processamento de radiação, que é uma alternativa ao uso de brometo de metila em algumas situações de commodities e quarentena. Desde então, a Sra. Marcotte, através da Marcotte Consulting, presta serviços de consultoria para governos e empresas agroalimentares em oito países sobre questões agroambientais, tecnologia de alimentos, assuntos regulatórios, especialidades químicas, como desinfetantes e processamento

de radiação. A Marcotte Consulting tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal em função de seu longo trabalho de desenvolvimento do mercado em irradiação de alimentos, uma alternativa para alguns usos de brometo de metila (especialmente para commodities em quarentena e pós-colheita) e devido a seu interesse no processamento de alimentos, segurança alimentar e comércio. No campo das alternativas ao brometo de metila, a Sra. Marcotte publicou estudos de caso sobre o controle de pragas em instalações de processamento de alimentos, sobre produtos armazenados, sobre alternativas de quarentena e sobre uso de estufa. Ela é membro do Grupo de Trabalho Governo-Indústria do Canadá sobre Brometo de Metila e do Grupo de Trabalho Canadá-EUA sobre Brometo de Metila; ambas as organizações trabalham para conseguir a eliminação do brometo de metila no setor agroalimentar. Marcotte foi consultora de empresas, associações industriais, da Agência Internacional de Energia Atômica e da USAID sobre irradiação como alternativa ao brometo de metila em processamento de alimentos, quarentena e comércio. Ela também preparou relatórios de consultoria resumindo pesquisas sobre alternativas ao brometo de metila e estudos de caso sobre processamento de alimentos para a Agência de Proteção Ambiental dos EUA.

A Sra. Marcotte não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs e não possui ações em empresas produtoras de SDO ou de alternativas e substitutos para SDOs. O esposo da Sra. Marcotte é consultor do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos sobre questões de quarentena e alternativas ao brometo de metila e é membro do MBTOC. Ele não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs e não possui ações em empresas produtoras de SDO ou de alternativas e substitutos para SDOs. Marcotte recebe um contrato de consultoria do Governo do Canadá, do Environment Canada, uma das Partes do Protocolo de Montreal que está comprometida com a eliminação do brometo de metila. Ms Marcotte paga pelos custos de viagens para participar de reuniões do TEAP, do MBTOC e do Protocolo de Montreal com fundos de consultoria fornecidos pelo governo canadense, pelo Environment Canada, para apoiar seu trabalho no MBTOC.

**Prof. Dr. Roberto de Aguiar Peixoto**

(Codiretor do RTOC)

Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

Departamento de Engenharia Mecânica

Praça Mauá 01

São Caetano do Sul

São Paulo - 09580-900

Brasil

T 55-11- 4239 3021

E-mail: robertopeixoto@maua.br

O Prof. Dr. Roberto de Aguiar Peixoto, membro do RTOC, é professor de Engenharia Mecânica do Instituto Mauá de Tecnologia - IMT. Roberto de Aguiar Peixoto é professor em tempo integral no campus do IMT em São Caetano do Sul, SP, Brasil. O IMT tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal porque tem cursos de graduação e pós-graduação e atividades de pesquisa sobre tecnologias de refrigeração e ar condicionado, ciências térmicas e áreas de energia e meio ambiente. Roberto de Aguiar Peixoto não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possui ações em empresas produtoras de SDO ou alternativas e substitutos para SDOs e não presta consultoria para organizações que buscam a eliminação de SDOs. A esposa de Roberto não tem qualquer interesse em assuntos

relacionados com o Protocolo. Roberto de Aguiar Peixoto trabalha ocasionalmente como consultor para o PNUMA e para o PNUD sobre assuntos relacionados ao Protocolo de Montreal. Roberto A. Peixoto recebeu os títulos de Bacharel em Ciências e Mestre em Ciências em Engenharia Naval pela Universidade de São Paulo e de Ph.D. em Engenharia Mecânica e Ciências Térmicas da Universidade de São Paulo, Brasil. Atualmente é Professor de Engenharia Mecânica do Instituto Mauá de Tecnologia (SP-Brasil), onde ensina e coordena estudos e pesquisas na área de energia e meio-ambiente, e é consultor de instituições internacionais.

**Sra. Marta Pizano**

(Codiretora do Painei, Codiretora do MBTOC)

Consultora

Bogotá

Colômbia

A Sra. Marta Pizano é codiretora do TEAP desde 2010, codiretora do MBTOC desde 2005 e membro do MBTOC desde 1998. Ela atualmente preside o subcomitê sobre quarentena e pré-embarque (QPS) do MBTOC. A Sra. Pizano é consultora frequente das Agências Implementadoras do Protocolo de Montreal e trabalha ativamente com usuários de brometo de metila e com outras partes interessadas importantes em muitos países para identificar e implementar alternativas ao brometo de metila.

Ela fornece consultoria principalmente para a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI), mas ocasionalmente também para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), para o Programa das Nações Unidas para o Meio-Ambiente (PNUMA) e para o Banco Mundial (BM). Ela também auxilia o Fundo Multilateral (FML) do Protocolo de Montreal na preparação de estudos relacionados ao brometo de metila e a outras substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs). Todas as consultorias são realizadas por atribuição de curto prazo. A Sra. Pizano contribuiu para programas de eliminação do brometo de metila em mais de 20 Partes do Artigo 5 em todo o mundo, ajudando usuários com a adoção de alternativas sustentáveis e com a implementação de programas de MIP. Ela é frequentemente convidada como oradora em conferências nacionais e internacionais que tratam do brometo de metila e é autora de numerosas publicações sobre substitutos e alternativas à fumigação com brometo de metila.

Atualmente, é membro do Comitê Consultivo Internacional e consultora para projetos da Convenção de Basileia sobre "Destruição de Substâncias que Destroem o Ozônio (SDO) e Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs)", que estão sendo desenvolvidos pelo Centro Regional da Convenção da Basileia para a América Central e o México.

**Sr. Jose Pons Pons**

(Codiretor do MTOC)

Spray Química C.A

La Victoria Venezuela

José Pons, membro do Painei de Avaliação Tecnológica e Econômica e codiretor do Comitê de Relatório de Avaliação 2010 – TEAP



Opções Técnicas para Usos Médicos desde 1991, é presidente da Spray Química C.A.. A Spray Química tinha interesse nos temas do Protocolo de Montreal porque usava SDO em alguns de seus produtos em aerossol para manutenção industrial. O Sr. Pons é presidente da Câmara Venezuelana de Aerossóis, CAVEA, e trabalha com a proteção da camada de ozônio desde 1989. Participou de várias Forças-Tarefa do TEAP e do Comitê Diretor para o "Relatório Especial do IPCC/TEAP sobre a Proteção da Camada de Ozônio e do Sistema Climático Global: questões relacionadas a hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos". O Sr. Pons não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDO, não possui ações em empresas produtoras de SDO ou alternativas e substitutos para SDO, não tem um interesse no resultado de nomeações de uso essencial e não é consultor de organizações que buscam eliminar SDO. A esposa do Sr. Pons não tem qualquer interesse em assuntos do Protocolo; ela é também gerente/engenheiro da Spray Química. O Sr. Pons trabalha ocasionalmente como revisor de projetos para o FML e para agências implementadoras sobre assuntos relacionados ao Protocolo de Montreal. Viagens relacionadas à participação em reuniões relevantes do TEAP, do MTOC e do Protocolo são pagas pelo Secretariado do Ozônio do PNUMA. A Spray Química faz contribuições em espécie para o pagamento de salário e de despesas de comunicação e diversas.

**Dr. Ian J. Porter**

(Codiretor do MBTOC)

Consultor e Cientista Principal de Pesquisa

Primary Industries Research Victoria

Departamento de Indústrias Primárias

Private Bag 15, Ferntree Gully Delivery Centre 3156,

Victoria, Austrália. T 61 3 9210 9222 F 61 3 9800 3521

M 61 (0) 417 544 080

Email: [ian.j.porter@dpi.vic.gov.au](mailto:ian.j.porter@dpi.vic.gov.au)

O Dr. Ian Porter é Professor Associado da LaTrobe University e Cientista Principal de Pesquisa do Departamento de Indústrias Primárias (DPI) de Victoria, mas se licencia dessa organização para realizar tarefas do Protocolo de Montreal. O DPI tem interesse no desenvolvimento de alternativas sustentáveis ao brometo de metila e de estratégias de manejo integrado de pragas para o controle de fitopatógenos e pragas e em questões relacionadas à biossegurança. É membro de uma série de Comitês Nacionais que regulam SDO, conduz o programa de pesquisa australiano sobre alternativas ao brometo de metila para solos desde 1992 e tem experiência de 29 anos na pesquisa de métodos sustentáveis para desinfestação do solo de fitopatógenos, com mais de 250 publicações de pesquisa. É membro do MBTOC desde 1997, presidente do subcomitê de solos desde 2001 e codiretor do MBTOC desde 2005. Nem Ian, nem sua esposa e seus filhos têm qualquer interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs; eles não possuem ações em empresas produtoras de SDO ou de alternativas ou substitutos para SDOs. O Dr. Porter atualmente dirige programas nacionais de manejo integrado de pragas e saúde do solo nas indústrias hortícolas da Austrália. Atua como consultor-chave para o PNUMA e para a ONUDI no desenvolvimento de programas para ajudar a China, o México e os países da CEIT para substituir o brometo de metila. Ele participa regularmente de workshops para ajudar países com alternativas ao brometo de metila e dá palestras em conferências internacionais sobre alternativas ao brometo de metila em indústrias de produção de hortaliças. Ele é atualmente financiado pela Comissão Europeia, por meio do Secretariado do Ozônio, para apoiar e participar das atividades e reuniões do

MBTOC e do TEAP. Contribuições em espécie do Departamento de Indústrias Primárias de Victoria e dos Fundos de Pesquisa do Governo Federal Australiano já forneceram apoio no passado.

**Sr. Miguel W. Quintero**

(Codiretor do FTOC)

Consultor Independente

AK 1 # 78-10, IV-601

Bogotá, Colômbia

T 0057 1 349 2325

M 0057 31 426 37 857 miquinte@gmail.com

O Sr. Miguel W. Quintero, codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Espumas desde 2002, é consultor independente na área de tecnologia de poliuretano. Foi professor do Departamento de Engenharia Química da Universidad de los Andes em Bogotá, na Colômbia, nas áreas de processamento de polímeros e fenômenos de transporte entre 2000 e 2006. O Sr. Quintero trabalhou durante um período de 21 anos (1980 - 2000) para a Dow Chemical nos Departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento e Serviço Técnico e Desenvolvimento na área de espuma rígida de poliuretano. No período de janeiro de 2007 a outubro de 2008, retornou à Dow Europe como Líder de Desenvolvimento para Pesquisa de Produtos de Poliuretano, em Freienbach, na Suíça.

Como especialista em espumas, o Sr. Quintero é consultor regular do PNUD e, atualmente, dá apoio ao processo de preparação do HPMP na América Latina. É membro do grupo de consultoria OORG, do Banco Mundial, na área de espumas e também é um conselheiro de Espumlatex, uma casa de sistema colombiana que atua nos mercados locais automotivo, de isolamento térmico e de espumas flexíveis de poliuretano.

Os custos associados a viagens, comunicação e outros relacionados à participação no TEAP, no FTOC e em reuniões do Protocolo de Montreal relevantes são pagos pelo Secretariado do Ozônio do PNUMA.

O Sr. Quintero possui ações da Dow Chemical Co., que é ou já foi produtora de substâncias que destroem a camada de ozônio e de produtos feitos com ou contendo substâncias que destroem a camada de ozônio e seus substitutos e alternativas. A esposa do Sr. Quintero e seus filhos dependentes não têm qualquer interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possuem ações em empresas produtoras de SDOs de ou alternativas ou substitutos para SDOs e não prestam consultoria para organizações que buscam eliminar SDOs.

**Dr. Ian D. Rae**

(Codiretor do TOC para Substâncias Químicas)

16 Bates Drive

Williamstown, Vic 3016

Austrália

T 0061 3 9397 3794 F 0061 3 9397 3794

Dr. Rae, codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Substâncias Químicas desde 2005, é Professor Honorário da Universidade de Melbourne, na Austrália, e membro dos órgãos consultivos de várias agências governamentais australianas que lidam com questões químicas. Ele codirigiu as Forças-Tarefa de Agentes de Processo de 2001 e 2004. Foi membro do Comitê de Revisão de POPs para a Convenção de Estocolmo de 2005 a 2009. Em algumas ocasiões, atua como consultor para agências governamentais, universidades e empresas e foi testemunha especialista em um caso que envolvia a suposta violação de patente de HFC-134a e seus lubrificantes. Nem ele nem sua esposa possuem ações de qualquer empresa que trabalhe com substâncias que destroem a camada de ozônio ou suas alternativas. Ele contribui com o tempo de sua participação nas atividades do TEAP. O Departamento de Sustentabilidade, Meio-Ambiente, Água, População e Comunidades do Governo Australiano financia os custos de viagem e alojamento para que o Dr. Rae participe das reuniões do CTOC, do TEAP, da OEWG e da Reunião das Partes.

**Dra. Helen Tope**

(Codiretora do MTOC)

Consultora Principal

Energy International Australia

Diretora, Planet Futures Unit 2, 9 Osborne Street

Williamstown, Victoria 3016

Austrália

T 61 3 9016 0435 F 61 3 9012 7935 M 61 414 563 474

Helen Tope, codiretora do Comitê Tecnológico de Opções para Usos Médicos desde 1995, é Consultora Principal da Energy International Australia e Diretora da Planet Futures, junto à qual é consultora independente e fornece consultoria sobre políticas, estratégias e técnicas e serviços de facilitação para governo, indústria, e outras organizações não governamentais sobre as mudanças climáticas, substâncias destruidoras de ozônio e outras questões ambientais. A empresa da Dra. Tope tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal porque seus possíveis clientes também estão interessados nesses temas. A Dra. Tope não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDO, não possui ações em empresas produtoras de SDO ou de alternativas e substitutos para SDO, não tem interesse no resultado de nomeações de uso essencial e é consultora de organizações que apoiam o Protocolo de Montreal na eliminação de SDO. O esposo da Dra. Tope, o Sr. Michael Atkinson, também é seu parceiro de negócios, cuja atividade tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal. Em 2010, o codiretor do TEAP Dr. Stephen O. Andersen, o Sr. Atkinson e a Dra. Tope foram conselheiros não remunerados de um projeto do PNUMA em métricas de investimento para a identificação de uma tecnologia que minimize os efeitos sobre o clima e outros impactos ao substituir substâncias que destroem o ozônio e com alto PAG. Em 2010, o financiamento de viagens da Dra. Tope para participar de reuniões do MTOC, do TEAP e outras foi fornecido por várias fontes. O Secretariado do Ozônio oferece reembolso para viagens da Dra. Tope associadas à missão do TEAP/MTOC na Federação da Rússia sobre a transição de IDCs com CFC a partir de fundos concedidos ao Secretariado para esse fim pelos governos da Finlândia e da Suécia e pelas empresas farmacêuticas JSC Moschimpharmpreparaty e JSC Altayvitamin, na Federação Russa. O Secretariado do Ozônio fornece uma fundos para as viagens da Dra. Tope para reuniões do MTOC e do TEAP a partir de fundos concedidos ao Secretariado incondicionalmente pelo Consórcio Internacional de Aerossóis Farmacêuticos

(IPAC), que é uma corporação sem fins lucrativos. O Departamento de Meio Ambiente, Água, Patrimônio e Artes do Governo Australiano financia os custos de viagem e alojamento para que a Dra. Tope participe do OEWG-30. Ela faz consideráveis contribuições em espécie de seu tempo sem remuneração.

**Dr. Daniel P. Verdonik** (Codiretor do TOC para Halons)

Hughes Associates

3610 Commerce Drive, STE 817

Baltimore, MD 21227-1652 U. S. A.

T 1.443.253 7587 F 1.410.737 8688

O Dr. Daniel P. Verdonik, codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Halons e membro do Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica, é Diretor de Programas Ambientais da Hughes Associates, Inc. O Dr. Verdonik é funcionário assalariado em tempo integral da Hughes Associates, Inc., em Baltimore, MD e Arlington, VA, prestando serviços de consultoria em proteção contra incêndios e gestão ambiental. A Hughes Associates, Inc. tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal, porque fornece uma ampla gama de serviços de pesquisa, design e consultoria em proteção contra incêndios para governos e empresas clientes, incluindo trabalhos relacionados com halons e alternativas a halons. A Hughes Associates, Inc. fornece serviços de consultoria para organizações que possam ser afetadas positiva ou negativamente pela eliminação das SDOs. O Dr. Verdonik não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possui ações em empresas produtoras de SDOs ou de alternativas e substitutos para SDOs. O Dr. Verdonik é acionista da Hughes Associates, Inc., que não possui ações de empresas produtoras de SDOs ou de alternativas ou substitutos para SDOs. O Dr. Verdonik atualmente presta serviços de consultoria através da Hughes Associates, Inc. para o Exército dos EUA e para a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA dos EUA) sobre questões relacionadas ao Protocolo de Montreal e já prestou serviços através de Hughes Associates, Inc. para Agências Implementadoras, para a Marinha dos EUA, para a Força Aérea dos EUA e para a Chemtura (agora DuPont). A esposa do Dr. Verdonik trabalha para a EPA dos EUA, que tem interesse nos temas do Protocolo de Montreal porque a Agência é responsável pela implementação de regulamentos e políticas nacionais para cumprir com os compromissos dos Estados Unidos no âmbito do Protocolo. A esposa e os filhos dependentes do Dr. Verdonik não têm qualquer interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possuem ações em empresas produtoras de SDOs ou de alternativas e substitutos para SDOs e não prestam consultoria para organizações que buscam eliminar SDOs. No passado, a Hughes Associates, Inc. recebeu financiamento para arcar com o salário do Dr. Verdonik e com suas viagens para reuniões do TEAP/HTOC/TSB de organizações da ONU, como o FML e o PNUMA, de organizações governamentais norte-americanas como o Departamento de Defesa dos EUA, da EPA dos EUA e da Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço dos EUA e de organizações não-governamentais, como a Halon Alternatives Research Corporation, que é uma coalizão da indústria sem fins lucrativos que, por sua vez, recebe contribuições para esse financiamento de seus membros. O financiamento atual da Hughes Associates, Inc. provém do Exército dos EUA e dos seguintes colaboradores da HARC: BP Exploration Alaska, ConocoPhillips Alaska, DuPont, American Pacific, Firetrace, Halon Banking Systems, Wesco e Remtec. Periodicamente, a Hughes Associates, Inc. também pode dar apoio interno para trabalho e viagens para que o Dr. Verdonik possa participar de reuniões do TEAP/HTOC/TSB.

**Prof. Ashley Woodcock**

(Codiretor do MTOC)

North West Lung Centre

South Manchester University Hospital Trust

Manchester M23 9LT

Reino Unido

T 44.161.291 2398 F 44.161.291 5020

O Prof. Ashley Woodcock, codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Usos Médicos e membro do Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica, é pneumologista no University Hospital of South Manchester e chefe da Escola de Medicina Translacional da Universidade de Manchester. O Hospital e a Universidade não têm interesse direto nos temas do Protocolo de Montreal. O Prof. Woodcock não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDO, não possui ações em empresas produtoras de SDO ou de alternativas e substitutos para SDO, não tem um interesse no resultado de nomeações de uso essencial. O Prof. Woodcock realiza consultoria, pesquisas e palestras educacionais não relacionadas para empresas farmacêuticas; todas elas estão perto da conclusão da eliminação de IDCs com CFC. Ele aconselha empresas sobre projetos de estudo de novos medicamentos, alguns dos quais foram substitutos de SDO. A esposa do Prof. Woodcock não tem qualquer interesse em assuntos pertinentes ao Protocolo. O Prof. Woodcock não trabalha como consultor para a ONU, para o PNUMA, para o FML ou para Agências Implementadoras. No passado, ele atendeu a solicitações de informações técnicas sobre a eliminação de IDCs com CFC da Comunidade Europeia e do Governo do Reino Unido. Os custos de viagem e estadia para participação em reuniões do TEAP, do MTOC, do OEWG, e da Reunião das Partes são cobertos com fundos do Hospital e da Universidade, e os empregadores do Prof. Woodcock concedem licença para ausência no trabalho.

**Dr. Masaaki Yamabe**

(Codiretor do TOC para Substâncias Químicas)

Instituto Nacional de Ciência Industrial

Avançada e Tecnologia (AIST)

Onogawa 16-1 AIST West, Tsukuba

Ibaraki 305-8569

Japão

T 0081 90 6011 6498

F 0081 42 795 6498

O Sr. Masaaki Yamabe, codiretor do Comitê de Opções Técnicas para Substâncias Químicas desde 2005, é assessor de pesquisa do Instituto de Pesquisa de Ciência para Segurança e Sustentabilidade do Instituto Nacional de Ciência Industrial Avançada e Tecnologia (AIST) do Japão. Foi membro da Força-Tarefa de HCFCs em 2003, do TEAP Legacy em 2007 e da Decisão XX/8 em 2009. Codirigiu a Força-Tarefa de Agentes de Processo de 2004. Foi Autor Principal Coordenador (CLS) do Capítulo 10 do "Relatório Especial do IPCC/TEAP para Proteção da Camada de Ozônio e do Sistema Climático Global: questões relacionadas a hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos" em 2005. Foi membro do TOC para Solventes de 1990 a 1996. Até 1999, o Sr. Yamabe era Diretor de Pesquisa Central da Asahi Glass

Company, que antes produzia CFCs, metil clorofórmio e tetracloreto de carbono e atualmente produz e distribui HCFC, tetracloreto de carbono e HFCs. Ele é coinventor do HCFC-225, que é controlado pelo Protocolo de Montreal como uma substância de transição na eliminação de substâncias que destroem a camada de ozônio e é substituto para o CFC-113 em aplicações de solvente e agente de processo. É dono de ações da Asahi Glass Company, que produz substâncias destruidoras de ozônio e seus substitutos. Trabalha também para a Conferência Industrial do Japão para Proteção da Camada de Ozônio e do Clima (JICOP) como conselheiro sênior. O AIST, a JICOP e o Ministério da Economia, do Comércio e da Indústria (METI) compartilham os custos de viagem e alojamento para que o Sr. Yamabe participe das reuniões do CTOC, do TEAP, do OEWG e da Reunião das Partes.

**Profa. Dra. Shiqiu Zhang**

(Especialista Sênior)

Faculdade de Ciências Ambientais e Engenharia (CESE)

Diretora, Instituto de Meio Ambiente e Economia (IoEE)

Universidade de Pequim

Beijing, 100871

RP China

T 86-10-62764974

E-mail: zhangshq@pku.edu.cn; zsqces@yahoo.com.cn

A Dra. Shiqiu Zhang, Membro Especialista Sênior do TEAP, é Professora de Economia e Política do Meio Ambiente, Diretora do Instituto de Meio Ambiente e Economia e Vice-reitora de Ciências Ambientais e Engenharia da Universidade de Pequim, na China. Ela codirigiu as Forças-Tarefa de **Reabastecimento** de 2002, 2005, 2008 e 2011. A Dra. Zhang não tem interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possui ações em empresas produtoras de SDOs ou de alternativas e substitutos para SDOs. O esposo da Dra. Zhang trabalha para o Grupo Longtop da China, que não está relacionado com SDO ou alternativas e substitutos para SDOs. O marido e o filho da Dra. Zhang não têm interesse de propriedade em alternativas ou substitutos para SDOs, não possuem ações em empresas produtoras de SDOs ou alternativas e substitutos para SDOs. Os custos associados a viagens e outros custos relacionados à participação nas reuniões do TEAP e nas reuniões relevantes do Protocolo de Montreal são pagos pelo Secretariado do Ozônio do PNUMA.

## 4.2 STATUS DA LISTA DE MEMBROS DO TEAP E DOS TOCS EM JANEIRO DE 2011

### Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica (TEAP)

<b>Codiretores</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Stephen O. Andersen	Instituto de Governança e Desenvolvimento Sustentável	EUA
Lambert Kuijpers	Universidade Técnica de Eindhoven	Holanda
Marta Pizano	Consultora	Colômbia
<b>Membros Especialistas Sênior</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Bella Maranion	Agência de Proteção Ambiental dos EUA	EUA
Shiqiu Zhang	Centro de Ciências Ambientais, Universidade de Pequim	China
<b>Diretores do TOC</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Paul Ashford	Caleb Management Services	Reino Unido
Mohamed Besri	Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II	Marrocos
Biao Jiang	Shanghai Institute of Organic Chemistry (SIOC)	China
David Catchpole	Petrotechnical Resources Alaska	Reino Unido
Sergey Kopylov	Instituto Russo de Pesquisa para Proteção Contra Incêndios	Federação Russa
Michelle Marcotte	Marcotte Consulting LLC e Marcotte Consulting Inc	Canadá
Roberto de A. Peixoto	Instituto Mauá de Tecnologia, IMT, São Paulo	Brasil
Jose Pons Pons	Spray Química	Venezuela
Ian Porter	Departamento de Indústrias Primárias	Austrália
Miguel Quintero	Consultor	Colômbia
Ian D. Rae	Universidade de Melbourne	Austrália
Helen Tope	Energy International Consultancy	Austrália
Ashley Woodcock	Wythenshawe Hospital Manchester	Reino Unido
Daniel Verdonik	Hughes Associates	EUA
Masaaki Yamabe	Instituto Nacional de Ciência Industrial Avançada e Tecnologia	Japão

### Comitê de Opções Técnicas para Substâncias Químicas do TEAP (CTOC)

<b>Codiretores</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Biao Jiang	Shanghai Institute of Organic Chemistry	China
Ian D. Rae	Universidade de Melbourne	Austrália
Masaaki Yamabe	Instituto Nacional de Ciência Industrial Avançada e Tecnologia	Japão
<b>Membros</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
D. D. Arora	Instituto de Energia e Pesquisa	Índia
Steven Bernhardt	Honeywell	EUA
Olga Blinova	Centro Científico Russo para Química Aplicada	Rússia
Jianxin Hu	Fac. de Ciências Amb. e Engenharia, Univ. Pequim	China
Michael Kishimba	Universidade de Dar-es-Salaam	Tanzânia
Abid Merchant	Consultor	EUA
Koichi Mizuno	Instituto Nacional de Ciência Industrial Avançada e Tecnologia	Japão
Keichi Ohnishi	Asahi Glass	Japão
Claudia Paratori	Coordenador do Programa do Ozônio – CONAMA	Chile
Hans Porre	Teijin Aramids	Holanda
John Stemmiski	Consultor	EUA
Fatemah Al-Shatti	Kuwait Petroleum Corporation	Kuwait
Nee Sun Choong Kwet	Universidade de Maurícia	Maurícia
Yive (Robert)		



**Comitê de Opções Técnicas para Espumas Rígidas e flexíveis do TEAP (FTOC)**

<b>Codiretores</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Paul Ashford	Caleb Management Services	Reino Unido
Miguel Quintero	Consultor	Colômbia
<b>Membros</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Terry Armitt	Hennecke	EUA
Chris Bloom	Dow	EUA
Roy Chowdhury	Australia Urethane Systems JUFA	Austrália
Kyoshi Hara	Maytag/AHAM	Japão
Mike Hayslett	ISOPA	EUA
Mike Jeffs	ABRIPUR	Bélgica
Candido Lomba	Technocom	Brasil
Yehia Lotfi	Solvay	Egito
Christoph Meurer	Dow	Alemanha
Francesca Pignagnoli	Haltermann/Dow	Itália
Ulrich Schmidt	Huntsman Co	Alemanha
Enshang Sheng	Dupont	China
Helen Walter-Terrinoni	Arkema	EUA
Tom Werkema	Honeywell	EUA
Dave Williams	Owens Corning	EUA
Allen Zhang		China

### Comitê de Opções Técnicas para Halons do TEAP (HTOC)

#### Codiretores

David V. Catchpole	Petrotechnical Resources Alaska	Reino Unido
Sergey Kopylov	Instituto Russo de Pesquisa para Proteção Contra Incêndios	Federação Russa
Daniel P. Verdonik	Hughes Associates	EUA

#### Membros

Tareq K. Al-Awad	King Abdullah II Design & Development Bureau	Jordânia
Jamal Alfuaie	Departamento de Bombeiros do Kuwait	Kuwait
Seunghwan (Charles) Choi	Hanju Chemical Co., Ltd.	Coreia do Sul
Michelle M. Collins	Consultora- EECO International	EUA
Salomon Gomez	Tecnofuego	Venezuela
Andrew Greig	Protection Projects Inc	África do Sul
Zhou Kaixuan	CAAC-AAD	RP China
H. S. Kaprwan	Consultor - Aposentado	Índia
Nikolai Kopylov	Instituto Russo de Pesquisa para Proteção Contra Incêndios	Federação Russa
David Liddy	Ministério da Defesa do Reino Unido	Reino Unido
John J. O'Sullivan	Bureau Veritas	Reino Unido
Emma Palumbo	Safety Hi-tech srl	Itália
Erik Pedersen	Consultor – Banco Mundial	Dinamarca
Donald Thomson	Manitoba Hydro & MOPIA	Canadá
Caroline Vuillin	Agência Europeia para a Segurança da Aviação	França
Robert T. Wickham	Consultor-Wickham Associates	EUA
Mitsuru Yagi	Nohmi Bosai Ltd & Fire and Environment Prot. Network	Japão
Yong Meng Wah	Força de Defesa Civil de Cingapura	Cingapura

#### Consultores Especialistas

Thomas Cortina	Halon Alternatives Research Corporation	EUA
Matsuo Ishiyama Steve McCormick	Nohmi Bosai Ltd & Fire and Environment Prot. Network	Japão
John G. Owens	Exército dos EUA	EUA
Mark L. Robin	Companhia 3M	EUA
Joseph A. Senecal	DuPont	EUA
Ronald S. Sheinson	Kidde-Fenwal	EUA
Ronald Sibley	Laboratório de Pesquisa Naval - Departamento da Marinha	EUA
	Defense Supply Center, Richmond	EUA

## Comitê de Opções Técnicas para Usos Médicos (MTOC)

<b>Codiretores</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Jose Pons Pons	Spray Química	Venezuela
Helen Tope	Energy International Australia	Austrália
Ashley Woodcock	University Hospital of South Manchester	Reino Unido
<b>Membros</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Emmanuel Addo-Yobo	Universidade de Ciências e Tecnologia Kwame Nkrumah	Gana
Paul Atkins	Oriel Therapeutics Inc. Rhode	EUA
Sidney Braman	Island Hospital	EUA
Nick Campbell	Arkema SA	França
Hisbello Campos	Centro de Referência Prof. Helio Fraga, Ministério da Saúde	Brasil
Jorge Caneva	Fundação Favaloro	Argentina
Christer Carling	Consultor Privado	Suécia
Guiliang Chen	Instituto de Controle de Alimentos e Medicamentos de Xangai	China
Antoine Haddad	Chiesi Farmaceutici	Itália
Charles Hancock	Charles O. Hancock Associates	EUA
Eamonn Hoxey	Johnson & Johnson	Reino Unido
Javaid Khan	Universidade Aga Khan	Paquistão
Suzanne Leung	3M	EUA
Nasser Mazhari	Sina Darou Laboratories Company	Irã
Gerald McDonnell	STERIS	Reino Unido
Hideo Mori	Otsuka Pharmaceutical Company	Japão
Tunde Otulana	Aerovance Inc.	EUA
John Pritchard	Philips Home Healthcare Solutions	Reino Unido
Rabbur Reza	Beximco Pharmaceuticals	Bangladesh
Raj Singh	The Chest Centre	Índia
Roland Stechert	Boehringer Ingelheim	Alemanha
Ping Wang	Chinese Pharmacopoeia Commission	China
Adam Wanner	Universidade de Miami	EUA
Kristine Whorlow	Conselho Nacional de Asma da Austrália	Austrália
You Yizhong	Journal of Aerosol Communication	China

## Comitê de Opções Técnicas para o Brometo de Metila do TEAP (MBTOC)

<b>Codiretores</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Mohamed Besi	Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II	Marrocos
Michelle Marcotte	Marcotte Consulting	Canadá
Marta Pizano	Consultor	Colômbia
Ian Porter	Departamento de Indústrias Primárias	Austrália
<b>Membros</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Jonathan Banks	Consultor	Austrália
Tom Batchelor	Touchdown Consulting	Bélgica
Chris Bell	Consultor	Reino Unido
Antonio Bello	Centro de Ciencias Medioambientales	Espanha
Fred Bergwerff	Eco2, Holanda	Holanda
Aocheng Cao	Academia Chinesa de Ciências Agrícolas	China
Peter Caulkins	Agência de Proteção Ambiental dos EUA	EUA
Ricardo Deang	Consultor	Filipinas
Patrick Ducom	Consultor	França
Abraham Gamliel	Organização de Pesquisa Agrícola	Israel
Raquel Ghini	EMBRAPA	Brasil
Ken Glassey	MAFF	Nova Zelândia
Alfredo Gonzalez	Fumigator	Filipinas
Darka Hamel	Inst. para a Proteção de Plantas em Ag. e Silvicultura	Croácia
George Lazarovits	Agriculture and Agri-Food Canada	Canadá
Andrea Minuto	CERSAA, Albenga	Itália
Takashi Misumi	MAFF	Japão
David Okioga	Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais	Quênia
Christoph Reichmuth	Humboldt University	Alemanha
Jordi Riudavets	IRTA – Departamento de Proteção de Plantas	Espanha
John Sansone	SCC Products	EUA
Jim Schaub	Departamento de Agricultura dos EUA Departamento de Agricultura dos EUA	EUA
Sally Schneider	Instituto de Pesquisa para a Proteção de Plantas	EUA
JL Staphorst Akio Tateya	Assoc. de Tecnologia de Fumigação do Japão	África do Sul
Robert Taylor	Consultor	Japão
James Turner	Forest Research Institute (Scion)	Reino Unido
Alejandro Valeiro	Departamento de Agricultura	Nova Zelândia
Ken Vick Nick	Consultor	Argentina
Vink Janny Vos	Universidade de Stellenbosch	EUA
Chris Watson	CABI International	África do Sul
Jim Wells	Consultor	Holanda
Eduardo Willink	Environmental Solutions Group	Reino Unido
Suat Yilmaz	Ministério de Agricultura	EUA
	Estação BATEM de Pesquisa em Horticultura	Argentina
		Turquia

## **Comitê de Opções Técnicas para Refrigeração, Ar Condicionado e Bombas de Calor do TEAP (RTOC)**

<b>Codiretor</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Lambert Kuijpers	Universidade Técnica de Eindhoven	Holanda
Roberto de A. Peixoto	Instituto Mauá de Tecnologia, IMT, São Paulo	Brasil
<b>Membros</b>	<b>Afiliação</b>	<b>País</b>
Radhey S. Agarwal	IIT New Delhi	Índia
James M. Calm	Consultor de Engenharia	EUA
Radim Cermak	Ingersl Rand	Rep. Tcheca
Guangming Chen	Inst. de Refrigeração e Eng. Criogênica, Xangai	China
Denis Clodic	Ecole des Mines	França
Daniel Colbourne	Consultor	Reino Unido
Sukumar Devotta	Consultor	Índia
Martin Dieryckx	Daikin Europe	Bélgica
Dennis Dorman	Trane	EUA
Kenneth E. Hickman	Consultor	EUA
William Hill	Consultor	EUA
Martien Janssen	Re/genT	Holanda
Makoto Kaibara	Panasonic, Pesquisa e Tecnologia	Japão
Michael Kauffeld	Fachhochschule Karlsruhe	Alemanha
Fred Keller	Consultor	EUA
Jürgen Köhler	Universidade de Braunschweig	Alemanha
Holger König	Heat AG, Vienna	Alemanha
Edward J. McInerney	Consultor	EUA
Petter Neksa	SINTEF Energy Research	Noruega
Horace Nelson	Consultor	Jamaica
Alexander C. Pachai	Johnson Controls	Dinamarca
Andy Pearson	Star Refrigeration Glasgow	Reino Unido
Per Henrik Pedersen	Danish Technological Institute	Dinamarca
Sulkan Suladze	Consultor	Geórgia
Paulo Vodianitskaia	Consultor	Brasil

## Secretariado do Ozônio

Programa das Nações Unidas para o Meio-Ambiente (PNUMA)

Caixa postal 30552-00100, Nairóbi, Quênia

Tel: No.: +254 (0) 20 762 3611

Website <http://ozone.unep.org>

<http://ozone.unmfs.org>

E-mail: [ozoneinfo@unep.org](mailto:ozoneinfo@unep.org)

Programa das Nações Unidas para  
o Meio Ambiente  
Caixa postal 30552, Nairóbi 00100, Quênia  
Tel: +254-(0)20-762 1234  
Fax: +254-(0)20-762 3927  
Email: [unep@unep.org](mailto:unep@unep.org)  
web: [www.unep.org](http://www.unep.org)

