



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs – PBH

ETAPA III

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA – MMA
Coordenação Nacional**

**PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD
Agência Implementadora Líder**

**ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO
INDUSTRIAL – UNIDO
Agência Cooperadora Multilateral**

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ)
GMBH
Agência Cooperadora Bilateral**

Brasília, 2023

SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO	10
1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Antecedentes do País	14
1.2 Ratificação do Protocolo de Montreal e suas emendas.....	15
1.3 Projetos Financiados pelo FML.....	15
1.4 Atividades Realizadas para a Eliminação dos CFCs	17
1.5 Atividades Realizadas para a Eliminação dos HCFCs.....	18
1.6 Atividades Realizadas para a Destinação Final de SDOs e outras substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal	23
1.7 Lições Aprendidas	24
2. MATRIZ INSTITUCIONAL E REGULATÓRIA.....	29
2.1 Estrutura Institucional.....	29
2.1.1 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima	29
2.1.2 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA..	31
2.2 Atos Normativos sobre Eliminação das SDOs	32
2.3 Histórico de Políticas Relacionadas aos HCFCs	36
2.4 Controle de Importação e Exportação de SDOs, incluindo HCFCs	38
2.4.1 Importação	38
2.4.2 Exportação	40
3. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE HCFCs NO BRASIL	42
3.1 Metodologia e Validação dos Dados	42
3.1.1 Diagnóstico geral sobre o atual perfil de consumo de HCFCs no Brasil.....	43
3.1.2 Setor de serviços em RAC com foco nos subsetores de ar condicionado de uso central, comercial e industrial.....	44
3.1.3 Setor de Serviços em RAC com foco nos subsetores de refrigeração comercial e industrial e ar condicionado residencial – abordagem voltada para montagem e instalação.....	44
3.1.4 Setor de serviços em RAC com foco no subsetor de refrigeração comercial e ar condicionado residencial – abordagem voltada para profissionais de campo	46
3.2 Consumo Brasileiro de HCFCs.....	49
3.3 Consumo dos HCFCs no Brasil	53
3.3.1 HCFC-22	53
3.3.2 HCFC-141b	53
3.3.3 HCFC-123 e HCFC-124	54
3.3.4 Consumo agregado por Setores e Substâncias.....	54

3.4 Consumo Brasileiro por Setores de Aplicação	55
3.4.1 Refrigeração – Manufatura	55
3.4.2 Ar Condicionado – Manufatura	59
3.4.3 Espumas de PU e XPS	62
3.4.4 Solventes.....	62
3.4.5 Extinção de incêndio.....	63
3.4.6 Setor de Serviços	64
3.5 Projeção sobre o consumo e o uso de HCFCs	71
3.5.1 – Contexto legal atual	71
3.5.2 – Contexto pré e pós Pandemia	72
3.5.3 Perspectivas para o consumo e uso futuro do HCFC-22	74
3.5.4 Perspectivas para o consumo futuro do HCFC-141b.....	75
3.6 Preços dos HCFCs mais consumidos e alternativas	76
4. DIAGNÓSTICO DA DESTINAÇÃO FINAL DE SDOs NO BRASIL.....	79
4.1 Metodologia e validação dos dados	79
4.2 Abrangência atual do Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs no Brasil	81
5. ESTRATÉGIA PARA A ELIMINAÇÃO DOS HCFCs	86
5.1 Contexto	86
5.2 Linha de Base e Limites Mandatórios	89
5.3 Estratégia para a redução do consumo de HCFCs no período de 2025 a 2030 – Etapa III ...	90
5.3.1 Componente 1 – Ações Regulatórias.....	90
5.3.2 Componente 2 – Fortalecimento do Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs (e outras substâncias controladas no âmbito do Protocolo de Montreal) atualmente instalado no Brasil .	91
5.3.3 Componente 3 – Programa de Assistência Técnica ao Setor de Ar Condicionado Comercial e Industrial/Aplicação Técnica	93
5.3.4 Componente 4 – Capacitação e Treinamento para o Subsetor de Ar Condicionado Residencial e Subsetores de Refrigeração Comercial e Refrigeração Industrial	94
5.3.5 Componente 5 – Programa de Assistência Técnica para os Subsetores de Refrigeração Comercial e Industrial.....	96
5.3.6 Componente 6 – Projeto para o Setor de Serviços com Foco nos Subsetores de Refrigeração Comercial e Ar Condicionado de Pequeno Porte	98
5.3.7 Componente 7 – Implementação e Monitoramento.....	100
5.4 Efeitos Positivos para o Sistema Climático Global decorrente da Etapa III.....	102
6. RECURSOS SOLICITADOS.....	103
7. COORDENAÇÃO.....	104

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXO 1 – DECISÃO XIX/6 DAS PARTES DO PROTOCOLO DE MONTREAL	109
ANEXO 2 – INTEGRAÇÃO DE GÊNERO	111
ANEXO 3 – DECISÃO 74/50 DO COMITÊ EXECUTIVO DO FUNDO MULTILATERAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO DE MONTREAL.....	119
ANEXO 4 – ACORDO ATUALIZADO ENTRE O GOVERNO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL E O COMITÊ EXECUTIVO DO FUNDO MULTILATERAL PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE HIDROCLOROFLUOROCARBONOS EM CUMPRIMENTO À ETAPA III DO PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs	122
ANEXO 5 – COMPONENTE 2: FORTALECIMENTO DO SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE SDOS (E OUTRAS SUBSTÂNCIAS CONTROLADAS NO ÂMBITO DO PROTOCOLO DE MONTREAL) NO BRASIL	131
ANEXO 6 – COMPONENTE 3: PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE AR CONDICIONADO COMERCIAL E INDUSTRIAL/APLICAÇÃO TÉCNICA	149
ANEXO 7 – COMPONENTE 4: PROJETOS DE CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO PARA OS SUBSETORES DE AR CONDICIONADO RESIDENCIAL, REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL.....	160
ANEXO 8 – COMPONENTE 5: PROJETOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E DEMONSTRATIVOS PARA OS SUBSETORES DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL	173
ANEXO 9 – COMPONENTE 8: PROJETO PARA O SETOR DE SERVIÇOS EM RAC COM FOCO NOS SUBSETORES DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E AR CONDICIONADO RESIDENCIAL (ABORDAGEM VOLTADA PARA PROFISSIONAIS DE CAMPO)	185

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma das reduções no consumo dos HCFCs.	13
Tabela 2 – Cronograma de eliminação do consumo dos HCFCs no Brasil.	14
Tabela 3 – <i>Convenção de Viena, Protocolo de Montreal e suas Emendas.</i>	15
Tabela 4 – <i>Projetos finalizados financiados pelo FML para eliminação de SDOs.</i>	15
Tabela 5 – <i>Projetos atualmente em implementação financiados pelo FML.</i>	17
Tabela 6 – Atos Normativos sobre a eliminação das SDOs.	33
Tabela 7 – <i>Descrição das categorias listadas no CTF/APP das empresas conforme atividades e serviços referentes às substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal.</i>	36
Tabela 8 – Valores de Potencial de Destruição do Ozônio (PDO) e de Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos HCFCs.	42
Tabela 9 – <i>Consumo histórico de HCFCs (t PDO).</i>	49
Tabela 10 – <i>Consumo histórico de HCFCs (t SDO).</i>	49
Tabela 11 – Distribuição do consumo de HCFCs em 2022.	51
Tabela 12 – Estimativa do consumo de HCFC-22 por setor em 2022.	53
Tabela 13 – Estimativa do consumo de HCFC-141 por setor em 2022.	54
Tabela 14 – Estimativa do consumo de HCFC-123 e HCFC-124 por setor em 2022.	54
Tabela 15 – Estimativa do consumo agregado de HCFCs por setor e substância em 2022.	55
Tabela 16 – Quantidades de técnicos/as de refrigeração por região.	66
Tabela 17 – Número de pontos de vendas e carga instalada de HCFC-22, no subsetor de refrigeração comercial.	67
Tabela 18 – Carga estimada de HCFC-22 no setor de serviços do segmento supermercadista.	68
Tabela 19 – Estimativa de vazamentos de AC tipo janela e split, com HCFC-22.	70
Tabela 20 – Preços de fluidos refrigerantes alternativos ao HCFC-22 para o setor de RAC.	76
Tabela 21 – Preços de substâncias alternativas para uso como solvente.	77
Tabela 22 – Linha de base e limites máximos de consumo de HCFCs (t PDO) de acordo com a Decisão XIX/6.	89
Tabela 23 – Resumo das atividades de treinamento e capacitação para profissionais (técnicos/as de campo) no setor de serviços de refrigeração comercial e ar condicionado de pequeno porte.	100
Tabela 24 – Estimativa de Custos.	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Organograma simplificado do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima com destaque para o Departamento de Políticas de Mitigação, Adaptação e Instrumentos de Implementação (DPMA).</i>	30
Figura 2 – <i>Organograma simplificado do IBAMA.</i>	31
Figura 3 - <i>Organograma da Diretoria de Qualidade Ambiental com destaque para a COREM, onde se insere a equipe de trabalho do Protocolo de Montreal.</i>	32
Figura 4 – <i>Fluxograma dos procedimentos relacionados às SDOs no Brasil.</i>	40
Figura 5 – <i>Organograma dos procedimentos relacionados à exportação de SDOs no Brasil.</i>	41
Figura 6 – <i>Série histórica do consumo de HCFCs no Brasil em t PDO.</i>	51
Figura 7 – <i>Principais subsetores usuários de HCFCs no Brasil.</i>	52
Figura 8 – <i>Posse média de condicionadores de ar por domicílio.</i>	73
Figura 9 – <i>Produção Splits: Dados da Suframa até setembro de 2022, e estimativas da ABRAVA.</i> ...	74
Figura 10 – <i>Comportamento do preço (USD/kg) de importação do HCFC-22 entre janeiro de 2018 e setembro de 2022.</i>	76
Figura 11 – <i>Comportamento do preço (USD/kg) de importação do HCFC-141b entre janeiro de 2018 e setembro de 2022.</i>	77
Figura 12 – <i>Localização por estado da Unidade de logística reversa de refrigeradores domésticos , das UDRs que seguem operando, dos CRAs e da empresa qualificada para a destruição térmica de SDOs no Brasil que receberam apoio de projetos do Protocolo de Montreal no Brasil.</i>	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – <i>Resultados da pesquisa realizada pelo Comitê de Mulheres da ABRAVA, em 2020.</i>	115
Quadro 2 – <i>Indicadores a serem monitorados no âmbito da Etapa III do PBH.</i>	118

SIGLÁRIO

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
Abiex	Associação Brasileira de Indústrias de Equipamentos contra Incêndio e Cilindros de Alta Pressão
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abras	Associação Brasileira de Supermercados
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
AC	Ar condicionado
AHRI	Instituto de Ar Condicionado, Aquecimento e Refrigeração
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP	Atividades Altamente Poluidoras
Asbrav	Associação Sul-Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação
ASTM	Sociedade Americana de Testes e Materiais, em inglês <i>American Society for Testing and Materials</i>
ATEL	Limite de exposição à toxicidade aguda
AVAC-R	Setores de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
B2L	Classificação de segurança: tóxica (B) e levemente inflamável (2L)
2L	levemente inflamável
BTU	Acrônimo de <i>British thermal unit</i>
CARR	Centro de Apoio a Reciclagem e a Regeneração
CB-55	Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
CD	Centrais de distribuição
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CFC	Clorofluorcarbono
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CO₂eq	Dióxido de Carbono equivalente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPEL	Companhia Elétrica do Paraná
COVID-19	Corona Vírus 2019
CP	Centrais de processamento
CRA	Central de Regeneração e Armazenagem
CTC	Tetracloroeto de Carbono
CTF/APP	Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais
DIQUA	Diretoria de Qualidade Ambiental
EAD	Educação à distância
EJA	Educação de Jovens e Adultos
Eletros	Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos
EPE	Empresa de Pesquisa Energética

ETP	Escola Técnica Profissional
ExCom	Comitê Executivo
FARPRO	Faculdade Profissional
FML	Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal
GEWE	Igualdade de Gênero e Empoderamento das Mulheres, em inglês <i>Gender Equality and Women's Empowerment</i>
GIZ	Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GMBH
GWP	Potencial de Aquecimento Global, em inglês <i>Global Warming Potential</i>
HC	Hidrocarboneto
HCFC	Hidroclorofluorcarbono
HFC	Hidrofluorcarbono
HFE	Hidrofluoreter
HFO	Hidrofluorolefina
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFBA	Instituto Federal da Bahia
IIAR	Instituto Internacional de Refrigeração por Amônia
IN	Instrução Normativa
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, em inglês <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KIP	<i>Kigali Implementation Plan</i>
kW	quilowatt ou kilowatt
LI	Licença de Importação
LPCO	Licença, Permissão, Certificado e outros documentos
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDIs	Inaladores de Dose Medida
MEI	Microempreendedor Individual
MI	Manifestação de Interesse
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MW	Megawatt
NBR	Norma Técnica Brasileira
NOU	Unidade Nacional de Ozônio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
PBH	Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs
PDO	Potencial de Destruição do Ozônio
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDV	Pontos de venda
PIB	Produto Interno Bruto

PSI	Polo de Inovação Salvador
PME	Pequena e Média Empresa
PNC	Plano Nacional de Eliminação de CFCs
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
POP	Programa Operacional Padrão
POZ	Unidade Projetos de Ozônio
ppm	Partes por milhão
PU	Poliuretano
QCR	Qualificação, Certificação e Registro
R&R&R	Recolhimento, Reciclagem e Regeneração
RAC	Refrigeração e Ar Condicionado
RTOC	Relatório do Comitê de Opções Técnicas em Refrigeração e Ar Condicionado
SDO	Substância que Destrói Ozônio
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Sindratar	Sindicato da Indústria de Refrigeração, Aquecimento e Tratamento do Ar
SISCOMEX	Sistema Integrado de Comércio Exterior
Suframa	Superintendência da Zona Franca de Manaus
TCFA	Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental
TEAP	Painel de Avaliação Econômica e Tecnológico, em inglês <i>Technology and Economic Assessment Panel</i>
TR	Tonelada de refrigeração
UDR	Unidades Descentralizadas de Reciclagem
UIM	Unidade de Implementação e Monitoramento
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em inglês <i>United Nation Environment Programme</i>
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
UNIDO	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
VRF	<i>Variable Refrigerant Flow</i>
XPS	Poliestireno Extrudado

SUMÁRIO EXECUTIVO

1. Este documento apresenta o diagnóstico do consumo brasileiro de hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) por substâncias e setores, atualizado com dados de 2022. Também apresenta informações sobre o cumprimento das metas previstas nas Etapas I e II do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), e descreve as ações a serem adotadas para implementação da Etapa III no período de 2025 a 2030.

2. O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) instituiu, por meio da Portaria Nº 212/2012, no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs, com objetivo de desenvolver e executar ações para eliminar o consumo dos HCFCs, substâncias do Grupo I, Anexo C, do Protocolo de Montreal, que possibilite ao Brasil alcançar as metas estabelecidas pelo Protocolo de Montreal, com base em cronograma de redução do consumo de HCFCs estabelecido pela Decisão XIX/6 das Partes do Protocolo de Montreal.

3. A Etapa I do PBH, aprovada na 64ª reunião do Comitê Executivo (ExCom) do Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal (FML), em julho de 2011 e com prazo de implementação até dezembro de 2019, dispôs sobre as atividades de conversão industrial, assistência técnica, capacitação para contenção de vazamentos no setor de serviços e ações regulatórias nos setores de espuma de poliuretano (PU) e refrigeração e ar condicionado (RAC), por meio da implementação de 34 projetos financiados pelo FML, totalizando mais de US\$ 18 milhões, que resultaram na redução de 220,3 t de Potencial de Destruição do Ozônio (PDO).

4. A Etapa II do PBH, aprovada na 75ª Reunião do ExCom, em novembro de 2015, e com prazo para implementação no país até 2025, dispõe sobre as ações voltadas à eliminação progressiva de 464,06 t PDO de HCFCs por meio de atividades de conversão industrial, assistência técnica, capacitação para contenção de vazamentos e uso seguro e eficiente de substâncias alternativas, ações regulatórias, nos setores de manufatura de espumas de PU e manufatura e serviços em Refrigeração e Ar Condicionado (RAC), totalizando 54 projetos financiados pelo FML e recursos da ordem de US\$ 26 milhões de dólares.

5. Em 2020, o País atingiu a meta de redução de 39,3% do consumo de HCFCs em relação à linha de base ao proibir a importação de HCFC-141b para o setor de manufatura de espumas de PU e, em 2021, alcançou a redução de 51,6%.

6. No processo de implementação e elaboração das Etapas I e II do PBH, as lições aprendidas na implementação de projetos anteriores do Protocolo de Montreal foram consideradas. Neste sentido, priorizou-se a discussão com as contrapartes do setor privado na expectativa de receber contribuições do setor, para que a eliminação dos HCFCs ocorresse de forma transparente e sem impactos negativos ao meio ambiente e à economia brasileira. Medidas preventivas foram também consideradas para ações relacionadas aos procedimentos operacionais durante a execução dos projetos.

7. Atualmente, o consumo de HCFCs no Brasil é regulamentado pela Instrução Normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) nº 20, de 16 de dezembro de 2022, que define os limites anuais máximos de importação de HCFCs em toneladas de Potencial de Destruição do Ozônio (t PDO) até 2040.

8. As informações para a elaboração da Etapa III, que incluirá apenas o setor de serviços, tiveram como ponto de partida os dados oficiais do IBAMA de importação e exportação de HCFCs. Estes dados são atualizados anualmente e reportados ao Protocolo de Montreal que calcula o dado oficial do consumo brasileiro. O Brasil não produz HCFCs e as exportações são inexpressivas, com valores historicamente inferiores a 1% do consumo.

59. Adicionalmente, a fase de levantamento dos dados de campo consistiu na coleta de dados – pesquisa de mercado – realizada pelas agências implementadoras designadas pelo governo. Coube ao Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), agência implementadora líder, o diagnóstico geral sobre o consumo dos HCFCs no Brasil, o setor de ar condicionado de uso central, comercial e industrial e o Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs instalado no país, à Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) o setor de refrigeração comercial e industrial, e ar condicionado residencial, e à Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, o setor de refrigeração comercial (supermercados, padarias, restaurantes e açougues) e ar condicionado residencial.

9. Em 2022 o consumo de HCFCs foi de 584,09 t PDO, representando uma redução de consumo de aproximadamente 56% em relação ao valor de 1.327,3 t PDO definido como a linha de base brasileira pelo Protocolo de Montreal.

10. Até 2013, o consumo do HCFC-22 correspondia a 78,87% do consumo total em toneladas de Substância que Destrói o Ozônio (t SDO) e 65,93% do consumo total em t PDO, enquanto o consumo de HCFC-141b correspondia a 20,14% do consumo total em t SDO e 33,68% do consumo total em t PDO. Com a redução de 90,03% do consumo de HCFC-141b em 2020, o consumo de HCFC-22 passou a corresponder a 95,56% do consumo total em t SDO e a 91,95% do consumo total em t PDO, em 2022, enquanto o HCFC-141b passou a representar 4,12% do consumo total em t SDO e 7,94% em t PDO (**Tabela 11**).

11. O consumo de HCFC-22 no País destina-se primordialmente ao setor de RAC. O setor de serviços corresponde a 85% do consumo total, em t SDO de HCFCs, enquanto o setor de manufatura de RAC corresponde a 15% do total (**Tabela 12**).

12. Atualmente, o consumo do HCFC-141b é voltado majoritariamente para aplicações como solvente e propelente para limpeza, por exemplo, de circuitos e placas eletrônicas e sistemas de ar-condicionado automotivo, e como *flushing* para a limpeza de circuitos de refrigeração e ar-condicionado, sendo que a aplicação em *flushing* responde por 90,5% do total (**Tabela 13**).

13. A estratégia para a Etapa III do PBH está voltada para a realização de atividades de conservação do banco de HCFC-22, seja regenerando, reciclando ou evitando o vazamento, no sentido de manter estoque e evitar a substituição antecipada por fluidos refrigerantes de alto Potencial de Aquecimento Global (GWP, em inglês *Global Warming Potential*). Ao mesmo tempo, no sentido de promover o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de zero PDO e baixo GWP e que proporcionem maior eficiência energética, na estratégia também são propostos projetos voltados para treinamentos de diferentes níveis de profissionais que atuam no setor de serviços, e à prestação de assistência técnica para a execução de projetos demonstrativos que possuem potencial de serem reproduzidos nos setores abordados, evitando assim as conversões transitórias. As atividades propostas se complementam e serão executadas

em consonância e estreita colaboração.

14. As ações a serem executadas visam à eliminação de 550,88 t PDO de HCFCs equivalente a 41,5% da linha de base, enquanto os recursos financeiros do FML serão utilizados para eliminar 377,54 t PDO (**Tabela 24**). Desta forma, a eliminação de 173,35 t PDO correspondem ao compromisso assumido pelo Brasil sem contar com recursos do Fundo Multilateral.

15. Para viabilizar a eliminação das 377,54 t PDO serão negociados recursos com o FML para a execução de sete componentes, conforme detalhado no Capítulo 5.

1. INTRODUÇÃO

16. O Protocolo de Montreal estabeleceu em 1987 o controle do consumo e da produção das Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio (SDOs). Entre as substâncias controladas estão aquelas listadas nos seguintes anexos do Protocolo: A - Clorofluorcarbonos (CFCs) e Halons, B – Outros Clorofluorcarbonos, Tetracloro de Carbono (CTC) e Metil Clorofórmio, C – Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), Bromoclorometano e E - Brometo de Metila e F - Hidrofluorcarbonos (HFCs)¹.

17. De acordo com a Decisão XIX/6 (Anexo 1), adotada na XIX Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, realizada em setembro de 2007, todos os Países se comprometeram a cumprir um novo cronograma de eliminação dos HCFCs. No caso dos Países sob amparo do Artigo 5² do Protocolo de Montreal (A-5), que inclui o Brasil, os prazos para eliminação dos HCFCs estão definidos da seguinte forma:

Tabela 1 – Cronograma das reduções no consumo dos HCFCs.

Linha de Base = Média do consumo nos anos 2009 e 2010	
2013	→ congelamento no valor da Linha de Base
2015	→ redução de 10% em relação à Linha de Base
2020	→ redução de 35% em relação à Linha de Base
2025	→ redução de 67,5% em relação à Linha de Base
2030*	→ redução de 97,5% em relação à Linha de Base
2040	→ redução de 100% em relação à Linha de Base

* o consumo residual (2,5%) poderá ser usado apenas nos setores definidos no Artigo 5 parágrafo 8 ter (e)(i) do Protocolo de Montreal, conforme Instrução Normativa IBAMA nº 20, de 16 de dezembro de 2022.

18. É importante ressaltar que, conforme definição do Protocolo de Montreal, o consumo de substâncias controladas é considerado como resultado do somatório da **produção** mais a **importação**, menos a **exportação**.

19. Para apoiar a eliminação do consumo das substâncias destruidoras da camada de ozônio nos Países sob amparo do Artigo 5 do Protocolo de Montreal, no ano de 1990, as Partes instituíram o Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal (FML), cujo Comitê Executivo (ExCom) é formado por sete Partes sob amparo do Artigo 5 e sete Partes não amparadas por esse Artigo.

20. O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) instituiu, por meio da Portaria Nº 212/2012, no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), com objetivo de desenvolver e executar ações para eliminar o consumo dos HCFCs, substâncias do Grupo I, Anexo C, do Protocolo de Montreal, que possibilite ao Brasil alcançar as metas estabelecidas pelo Protocolo de Montreal,

1 Os HFCs **não** consistem em Substâncias Destruidoras do Ozônio – SDO. No entanto, foram adicionados ao Protocolo de Montreal, a fim de terem seu consumo e produção controlados, porque são detentores de alto potencial de aquecimento global (GWP).

2 Qualquer Parte que seja um país em desenvolvimento e que o consumo anual das Substâncias do Anexo A do Protocolo de Montreal, seja menor que 300 gramas per capita, na data de entrada em vigor do Protocolo ou em qualquer período antes de 1º de janeiro de 1999.

com base em cronograma de redução do consumo de HCFCs estabelecido pela Decisão XIX/6 das Partes do Protocolo de Montreal.

21. A Etapa I do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), aprovada na 64ª reunião do ExCom do FML, em julho de 2011 e com prazo de implementação até dezembro de 2019, dispôs sobre as atividades de conversão industrial, assistência técnica, capacitação para contenção de vazamentos no setor de serviços e ações regulatórias nos setores de espuma de poliuretano (PU) e refrigeração e ar condicionado (RAC), que resultaram na redução de 16,6% do consumo de HCFCs em relação à linha de base no ano de 2015.

22. A Etapa II do PBH, aprovada na 75ª Reunião do ExCom, em novembro de 2015, e com prazo para implementação no país até 2024, dispõe sobre as ações voltadas à eliminação progressiva de 464,06 t PDO de HCFCs por meio de atividades de conversão industrial, assistência técnica, capacitação para contenção de vazamentos e uso seguro e eficiente de substâncias alternativas, ações regulatórias, nos setores de manufatura de espumas de PU e manufatura e serviços em RAC. Em 2020, o País atingiu a meta de redução de 39,3% do consumo de HCFCs em relação à linha de base ao proibir a importação de HCFC-141b para o setor de manufatura de espumas de PU e, em 2021, alcançou a redução de 51,6%.

23. Este documento, referente à Etapa III, apresenta o diagnóstico do consumo brasileiro de hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) por substâncias e setores, tendo como referência os dados obtidos em 2022, e descreve as ações a serem adotadas para implementação dessa Etapa III, no período de 2024 a 2030, para eliminação de 97,5% do consumo dos HCFCs, conforme Decisão XIX/6.

24. A **Tabela 2** apresenta o cronograma de eliminação em implementação no Brasil.

Tabela 2 – Cronograma de eliminação do consumo dos HCFCs no Brasil.

Ano	Ação	t PDO
2013	Congelamento da linha de base	1.327,30
2015	- 16,6% da linha de base	1.194,60
2020	- 39,3% da linha de base	806,10
2021	- 51,6% da linha de base	642,94
2025	- 67,5% da linha de base	431,40
2030	- 97,5% da linha de base	33,20
2040	- 100% da linha de linha	0,00

1.1 Antecedentes do País

25. O território brasileiro tem 8.514.876,599 km² (IBGE, 2023) e ocupa quase metade (47%) da área da América do Sul. Banhado a leste pelo oceano Atlântico, possui várias ilhas oceânicas, destacando-se as de Fernando de Noronha, Abrolhos e Trindade. Ao norte, a oeste e ao sul limita-se com quase todos os países do continente sul-americano, excetuando-se o Chile e o Equador.

26. A organização político-administrativa do Brasil compreende três poderes – o Judiciário, o Executivo e o Legislativo – e o princípio da autonomia entre a União, o Distrito Federal, os 26 estados e os 5.568 municípios (IBGE, 2023).

27. O Brasil está em sétimo lugar entre os Países mais populosos do mundo, com 90,7 milhões de unidades domiciliares e 203,06 milhões de habitantes, dos quais 61,1% residem em concentrações urbanas³ (IBGE, 2023).

28. Em comparação com os demais Países do globo, o Brasil dispõe da quinta maior área. Em 2022, o produto interno bruto (PIB), em valores correntes, alcançou R\$ 9,9 trilhões (IBGE, 2023).

1.2 Ratificação do Protocolo de Montreal e suas emendas

29. O Brasil promulgou a Convenção de Viena e o Protocolo de Montreal por meio do Decreto nº 99.280, de 06 de junho de 1990. Todas as emendas ao texto do Protocolo foram ratificadas e promulgadas pelo Brasil, conforme **Tabela 3**.

Tabela 3 – *Convenção de Viena, Protocolo de Montreal e suas Emendas.*

Documento	Ratificação	Promulgação
Convenção de Viena - 1985	19 de março de 1990	Decreto 99.280 de 06 de junho de 1990
Protocolo de Montreal - 1987	19 de março de 1990	Decreto 99.280 de 06 de junho de 1990
Emenda de Londres - 1990	1º de outubro de 1992	Decreto 2.699 de 30 de julho de 1998
Emenda de Copenhague - 1992	25 de junho de 1997	Decreto 2.679 de 17 de julho de 1998
Emenda de Montreal - 1997	30 de junho de 2004	Decreto 5.280, de 22 de novembro de 2004
Emenda de Pequim – 1999	30 de junho de 2004	Decreto 5.280, de 22 de novembro de 2004
Emenda de Kigali – 2016	19 de outubro de 2022	Decreto 11.666, de 24 de agosto de 2023

Fonte: MMA

1.3 Projetos Financiados pelo FML

30. Desde 1979, o Brasil realiza ações para cumprir com as metas do Protocolo de Montreal por meio de dispositivos legais e políticas públicas. Além disso, o País vem recebendo recursos do FML para auxiliar na execução de projetos de conversão tecnológica. Os projetos financiados pelo FML estão listados na **Tabela 4**.

Tabela 4 – *Projetos finalizados financiados pelo FML para eliminação de SDOs.*

Ano	Projetos	Setor	Substância	Valor (mi/US\$)	Impacto	Agência Implementadora
					(t PDO)	
1992-1999	30	Espumas	CFC-11 / 12 TCA	7,51	1.086,40	BIRD
1992-2001	115	Espumas/Solventes	CFC-11 / CFC-113	38,03	5.508,00	PNUD
2000	4	Vários	Halons / CFC-12	0,76	21,30	Canadá
1998-2007	44	Espumas	CFC – 11	9,15	611,48	UNIDO

³ Concentrações Urbanas – Municípios agrupados (Arranjos Populacionais) ou isolados acima de 100 000 habitantes onde há uma forte integração populacional medida pelos movimentos pendulares ou pela contiguidade das manchas urbanizadas.

2002-2010	101	Espumas	CFC-11	26,7	9.260,10	PNUD
	1	MDIs	CFC-11 / 12			
	1	Solventes	CFC-113			
	1	Esterilizantes	CFC-114			
	1	CRM	CFC-12			
	1	Serviços Invest.	CFC-11 / 12			
	1	Treinamento	CFC-12			GIZ
2005	1	Brom. de Metila	MBr	2,03	218,60	Espanha/UNIDO
2008	1	CTC	CTC	1,17	498,70	PNUD
2009	1	Destinação final de SDOs	CFC	0,04	Preparação de Projeto	PNUD
2010	1	Projeto Demonstrativo – Metilal	HCFC-141b	0,47	Demonstrativo	PNUD
2010	1	Projeto Demonstrativo – Ecomate	HCFC-141b	0,43	Demonstrativo	PNUD
2013	2	Espumas	HCFC-141b	0,49	7,99	PNUD
2014 - 2022	1	Destinação final de SDOs	CFC	1,49	Projeto Demonstrativo	PNUD
2012 -2019	32	Espumas	HCFC-141b	14,59	168,80	PNUD
	1	Ação Regulatória	HCFC-22	0,12	1,50	PNUD
	1	Serviços - RAC	HCFC-22	4,09	50,00	GIZ
TOTAL	342	-	-	107,07	17.432,87	-

Fonte: MMA/PNUD/GIZ

31. De 1992 a 2022, foram executados projetos setoriais em grupo e individuais para conversão tecnológica nos setores de Espumas, Refrigeração Comercial, Solventes, Agricultura, Indústria Química e Destinação Final Ambientalmente Adequada de Resíduos de Substâncias Controladas pelo Protocolo de Montreal, para a eliminação do consumo de CFCs, Halon, CTC e Brometo de Metila (exceto para usos de quarentena e pré-embarque) e redução do consumo de HCFCs, de acordo com os compromissos assumidos perante o Fundo Multilateral e o Protocolo de Montreal.

32. A implementação dos 342 projetos mencionados na **Tabela 4** teve um custo total de US\$ 107,07 milhões e resultou na eliminação de 17.432,87 t PDO.

33. No caso do projeto de Brometo de Metila foram eliminados 218,6 t PDO, a um custo total de US\$ 2,03 milhões, utilizando uma tecnologia nacional inovadora baseada no aquecimento solar e no uso de caldeiras a vapor para esterilização do solo.

34. Além dos dispositivos legais e de controle que permitiram o cumprimento das metas de eliminação do consumo de SDOs dos Anexos A, B e C até 2013, os projetos citados tiveram uma importante contribuição para a eliminação dessas SDOs no Brasil, garantindo a

sustentabilidade das atividades do setor privado durante, e após, a fase de transição para as substâncias alternativas às SDOs.

35. A **Tabela 5** mostra que, de 2016 a 2025, no âmbito da Etapa II do PBH, estão sendo implementados 54 projetos financiados pelo FML, totalizando mais de US\$ 26 milhões e abrangendo uma redução de 464,06 t PDO de HCFCs.

Tabela 5 – *Projetos atualmente em implementação financiados pelo FML.*

Ano	Nº de Projetos	Setor/Subsetor	Substância	Valor (mi/US\$)	Impacto	Agência Implementadora
					(t PDO eliminadas)	
2016-2025	27	Manufatura de Espuma de PU Rígido	HCFC-141b	13.805.000,00	169,08	PNUD
			HCFC-22		0,6	PNUD
	0	Ações Regulatórias	HCFC-141b	-	131,82	-
	1		HCFC-22	120.000,00	1,5	PNUD
	24	Manufatura de equipamentos de RAC	HCFC-22	3.367.128,00	61,06	UNIDO
	1	Serviços	HCFC-22	600.000,00	95,42	PNUD
			HCFC-22	7.727.273,00		GIZ
1		HCFC-22	400.000,00	4,58	UNIDO	
TOTAL	54	-	-	26.019.401,00	464,06	-

Fonte: MMA/PNUD/UNIDO/GIZ

1.4 Atividades Realizadas para a Eliminação dos CFCs

36. Em 2002, foi aprovado, pelo Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal, o Plano Nacional de Eliminação de CFCs (PNC), com o objetivo de eliminar o consumo de 9.276 toneladas PDO das substâncias do Anexo A, Grupo I (CFCs), no período de 2002–2010. Para alcançar essa meta, foi realizada uma série de atividades de investimento, de não investimento, de assistência técnica e de capacitação, tais como:

- i. Investimento / Manufatura:
 1. Projeto de conversão para eliminar o consumo de CFCs no Setor de Manufatura de Espumas.
- ii. Setor de Serviços em Refrigeração:
 1. Projeto de recolhimento e regeneração de CFCs no setor de refrigeração doméstica e comercial;
 2. Projeto de recolhimento, reciclagem e regeneração de CFCs no setor de ar condicionado automotivo;
 3. Projeto de recolhimento, reciclagem e regeneração de CFCs no setor de refrigeração industrial e ar condicionado central (*chillers* centrífugos);

4. Projeto de treinamento de técnicos em boas práticas de refrigeração;
5. Projeto de treinamento de Fiscais de Alfândega.

37. Durante a implementação dos projetos aprovados em 2002, verificou-se que a maioria dos setores inicialmente contemplados havia realizado a conversão tecnológica para atender aos prazos estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 267/2000, restando, somente, a execução dos projetos de conversão para o setor de espumas. Neste sentido, houve uma reavaliação técnica e operacional das ações executadas e dos projetos em curso do PNC a fim de adequar os recursos aprovados às necessidades do País. A partir desta avaliação, novos projetos para o setor de serviços em refrigeração foram apresentados e aprovados nas 50ª e 53ª reuniões do ExCom. Além de novos projetos, as ações em andamento também foram ajustadas, a fim de garantir sustentabilidade das atuações para o setor de serviços.

38. Os seguintes projetos foram aprovados para o setor de serviços nas reuniões 50ª e 53ª do ExCom:

1. Projeto centro de reciclagem de CFC-12 no setor de refrigeração comercial e doméstica;
2. Projeto para elaboração de diagnóstico sobre o funcionamento de equipamento de refrigeração em estabelecimentos comerciais de pequeno porte (padarias, mercearias, restaurantes e supermercados com açougues);
3. Projeto de incentivo às distribuidoras de energia elétrica para recolhimento de CFC-12 no setor de refrigeração doméstica;
4. Projeto de disseminação de informações tecnológicas;
5. Projeto de normas técnicas;
6. Projeto de prevenção ao comércio ilícito de SDOs.

39. A experiência com os projetos do PNC contribuí para instituir no País uma estrutura sustentável para gerenciar o passivo de CFCs, e tem contribuído para a implementação dos projetos de eliminação dos HCFCs durante as Etapas I e II do PBH.

1.5 Atividades Realizadas para a Eliminação dos HCFCs

Etapa I do PBH

40. Em 2011, o FML aprovou a Etapa I do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH) visando a eliminação do consumo de 220,3 t PDO, das quais 168,8 t PDO para projetos de conversão no setor de espumas, 50,0 t PDO no setor de serviços e 1,5 t PDO por meio de ações regulatórias no período de 2011-2019. A fim de alcançar esta meta, várias atividades/projetos de investimento, não investimento, assistência técnica e treinamento foram realizadas, sendo elas:

- i. Projetos de Investimento/Manufatura:
 1. Projetos de conversão tecnológica para a eliminação do consumo dos HCFCs no setor de espumas;
 2. Assistência técnica;

3. Conscientização e divulgação;
4. Seminários de conscientização sobre tecnologias e equipamentos alternativos aos HCFCs no setor de espumas de PU.

ii. Setor de Serviços:

1. Capacitação em boas práticas para técnicos de refrigeração dos setores de refrigeração comercial e de ar condicionado para melhor contenção de vazamentos;
2. Assistência técnica e projetos demonstrativos em melhor contenção de vazamentos;
3. Implementação de um sistema de documentação *online* para registro de dados de operação e manutenção de sistemas de refrigeração;
4. Conscientização e divulgação.

41. Na Etapa I, foi adotada a estratégia de priorizar a conversão industrial de empresas do setor de espumas que utilizavam o HCFC-141b como agente de expansão, assim como a realização de cortes no consumo de HCFC-22 no setor de serviços com a implementação de ações para promoção da contenção de vazamentos em instalações de refrigeração comercial de supermercados, por meio de treinamentos, desenvolvimento de materiais técnicos, execução de projetos demonstrativos, disponibilização de sistema *online* para manutenção e operação adequada de equipamentos de refrigeração e campanhas de sensibilização.

42. Os recursos disponibilizados viabilizaram o apoio à conversão de 249 empresas do setor de espumas de PU para tecnologias livres de substâncias que destroem a camada de ozônio e baixo potencial de aquecimento global, dentre as quais, 226 empresas de pequeno e médio porte, e a capacitação de 4.800 técnicos de refrigeração em boas práticas na área de refrigeração comercial de supermercados e 100 técnicos em refrigeração em boas práticas em sistemas de ar-condicionado do tipo *split*.

Etapa II do PBH

43. A Etapa II do PBH, aprovada em 2015 e com prazo para implementação no país até 2025, visa a eliminação do consumo de 464,06 t PDO, das quais 169,68 t PDO por meio de projetos de conversão no setor de espumas, 61,06 t PDO por meio de projetos de conversão no setor de RAC, 100 t PDO por meio de projetos de treinamento e capacitação no setor de serviços em RAC e 133,32 t PDO por meio de ações regulatórias. A fim de alcançar esta meta, várias ações de investimento, não investimento, assistência técnica e treinamento foram realizadas, sendo elas:

- i. Projetos de Investimento/Manufatura – setores de espumas e de refrigeração e ar condicionado:
 1. Projetos de conversão tecnológica para a eliminação do consumo dos HCFCs;
 2. Projetos de desenvolvimento de tecnologia;
 3. Atividades de Assistência técnica;
 4. Atividades de conscientização e divulgação;

5. Seminários de conscientização sobre tecnologias e equipamentos alternativos aos HCFCs no setor de espumas de PU;
6. Seminários de conscientização sobre tecnologias e uso de fluidos refrigerantes alternativos aos HCFCs.

ii. Setor de Serviços:

1. Capacitação em boas práticas para técnicos de refrigeração dos setores de refrigeração comercial e de ar condicionado para melhor contenção de vazamentos;
2. Capacitação de técnicos de refrigeração para boas práticas no uso seguro e eficiente de fluidos alternativos de zero PDO e baixo impacto ao sistema climático global para sistemas de refrigeração comercial e de ar condicionado;
3. Assistência Técnica com Pequenas e Médias Empresas (PMEs) e Fornecedores de Componentes do setor de refrigeração comercial;
4. Conscientização e divulgação.

44. Os principais resultados alcançados até julho de 2023 foram:

- i) Projeto para o setor de espumas de poliuretano: 159 beneficiários finais convertidos: 16 empresas de projetos de investimento individuais (Ananda Metis, Ártico, Cold Air, Gelopar, IBF, Furgão Ibiporã, Isar, Niju, Refrimate, São Rafael, Thermjet/Thermotelha, Isosister, Klimaquip, Rocktec, PMI), 8 casas de sistemas (Amino, Ariston, Eco Blaster, Flexível, M. Cassab, Poly Urethane, Purcom e U-Tech) e 119 usuários finais. Foram eliminadas 92,37 t PDO de HCFC-141b. Adicionalmente, o projeto para o setor de espumas tem investido fortemente na divulgação de informações sobre a importância da conversão tecnológica do setor para opções que não agridam a camada de ozônio e que apresentem baixo potencial de aquecimento global. Todas as empresas que fizeram adesão ao projeto, ao finalizarem seus processos de conversão industrial, receberam um “Quadro Comemorativo”, que reconhece e agradece o esforço realizado. Também foram produzidos vídeos e outros materiais de divulgação, como folders eletrônicos, entre outros. Em 2022, foi produzida uma série de vídeos com depoimentos de representantes das empresas beneficiárias apoiadas pelo projeto, com o objetivo de reconhecer o esforço realizado, bem como motivar a adesão de outras empresas. Os vídeos foram enviados eletronicamente para empresas do setor de espumas, além de serem disponibilizados no site web do PNUD ([\(662\) Série de vídeos apresenta os resultados do PBH para o setor de espumas - YouTube](#)) e no site web dedicado ao Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (www.protocolodemontreal.org.br). No âmbito dos contratos de serviços em vigência, o PNUD sempre atuou em estreita colaboração com as Casas de Sistemas, realizando treinamentos técnicos com a equipe de vendas para apoiar a divulgação do projeto. Em 2023, foram realizados seminários virtuais com as casas de sistemas e seus clientes, para fortalecer a divulgação de informações sobre o projeto e sobre os impactos do fim da produção do HFC-365/227 para o setor de espumas de poliuretano no Brasil.

- ii) Projeto para o setor de manufatura em refrigeração: Dois fabricantes de grandes sistemas de refrigeração comercial para o setor supermercadista convertidos (Eletrofrío e Plotter Racks) para a produção de *chillers* modulares com o fluido refrigerante R-290 em substituição ao HCFC-22. Os *chillers* desenvolvidos foram testados com sucesso em dois supermercados e as tecnologias desenvolvidas, de sistemas de expansão indireta, encontram-se em operação em mais de dez supermercados no Brasil. Os resultados foram disseminados em eventos com representantes do setor supermercadista. Duas empresas produtoras de refrigeradores de bebidas convertidas (Chopeiras Memo e Aquagel) para a produção de equipamentos com o fluido refrigerante R-290 em substituição ao HCFC-22. Ao final de 2022, 500 equipamentos foram comercializados e 20 estavam instalados em pontos estratégicos para monitoramento. A expectativa para 2023 é a inserção no mercado de, ao menos, 1.200 novos equipamentos convertidos de ambas as empresas. Doze PMEs do setor de refrigeração comercial apoiadas tecnicamente e financeiramente para conversão tecnológica de eliminação do HCFC-22: quatro (JJ, Refrimate, Kitfrigor e Refriac) já concluíram seus projetos e outras oito (Klima, CCITTI, Mecalor, Fricolor, Fricon, Sulfrio, Zero Grau e Peracchi) estão em processo de conversão. Cinco devem concluir seus projetos em 2023 e três em 2024. Foram produzidos vídeos técnicos sobre os projetos desenvolvidos e realizados mais de dez workshops, abordando temas como: fluidos refrigerantes alternativos (CO₂, Propano e Hidrofluorolefina – HFO); experiências das empresas beneficiárias na utilização do fluido natural R-290; visão dos fornecedores de componentes para o uso dos fluidos refrigerantes de baixo GWP no Brasil; e normas técnicas. O projeto também publicou três boletins técnicos, com informações sobre a utilização segura dos fluidos alternativos R-290, CO₂ e HFOs. Além de 0,94 t PDO, que foram eliminadas pela empresa beneficiária que encerrou as atividades, um total de 16,13 toneladas PDO de HCFC-22 foram eliminadas com as atividades do projeto.
- iii) Projeto para o setor de manufatura em ar condicionado: Foram realizados dois workshops sobre fluidos alternativos para o setor de ar condicionado residencial e publicada uma síntese em português de relatórios do Painel de Avaliação Econômica e Tecnológica do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP/TEAP, em inglês *United Nation Environment Programme / Technology and Economic Assessment Panel*), e outras Instituições envolvidas na Implementação de alternativas aos HCFCs e HFCs de alto GWP para o setor de ar condicionado. As três empresas elegíveis ao financiamento do FML converteram suas linhas de produção para o R-410A utilizando recursos próprios, resultando em 45,31 t PDO de HCFC-22 eliminadas.
- iv) Projeto para o setor de serviços em refrigeração e ar condicionado (RAC):
- a. Treinamento e Capacitação para Melhor Contenção de HCFC-22: Material didático (apresentações e apostilas de boas práticas) para o treinamento de técnicos de refrigeração atualizado e publicado; Ferramentas e componentes para demonstração e treinamento prático (kits didáticos) adquiridos e entregues às

instituições regionais de capacitação selecionadas; Doze cursos do tipo “Treinamento dos Treinadores” realizados e 135 multiplicadores capacitados; 7.516 técnicos treinados em boas práticas para sistemas de ar condicionado do tipo split e janela; 1.419 técnicos treinados em boas práticas para refrigeração comercial; Monitoramento dos cursos.

- b. Treinamento e Capacitação para Uso Seguro de Alternativas de baixo GWP:
 - i. Refrigeração Comercial: Manuais de treinamento e apresentações sobre uso seguro de CO₂ e propano em elaboração; Duas escolas técnicas para o projeto de treinamento de uso seguro de CO₂ e propano em sistemas de refrigeração comercial selecionadas e contratadas; Aquisição de dois mini-supermercados para equipar as duas escolas técnicas selecionadas para a capacitação de técnicos e mecânicos de refrigeração em projeto, instalação, operação e manutenção segura de sistemas de refrigeração comercial à base dos fluidos naturais CO₂ e propano, realizada e fornecedor contratado; Aquisição de kits de ferramentas e equipamentos adicionais para os dois mini-supermercados, realizada e equipamentos entregues aos beneficiários;
 - ii. Ar Condicionado: Cinco escolas técnicas para o projeto de treinamento sobre o uso seguro de fluidos inflamáveis em sistemas de ar condicionado selecionadas e contratadas (uma escola em cada região do Brasil); Licitação para aquisição de sistemas de ar condicionado a base de R-290 e de kits de ferramentas e equipamentos adicionais para o treinamento em uso seguro de fluidos inflamáveis em sistemas de ar condicionado realizada e fornecedores contratados; Elaboração do material didático para o treinamento em uso seguro de fluidos inflamáveis em sistemas de ar condicionado, em andamento.
- c. Ações de divulgação: atualização e operação do website do projeto (www.boaspraticasrefrigeracao.com.br); operação da fanpage do Projeto no Facebook (<https://facebook.com/camadadeozonioerefrigeracaoclima>); fotografias das ações desenvolvidas divulgadas no Flickr: (<https://flickr.com/photos/14992141@N07/collections/72157690669896345/>); entrevistas com participantes dos cursos de treinamento em boas práticas realizadas e depoimentos publicados e divulgados; três guias de boas práticas (Controle de Vazamentos; Características de Sistemas de Refrigeração em Condições Seladas, Manutenção Preventiva Planejada) impressos e divulgados; cartaz sobre as “10 Regras de Ouro para Manutenção de Sistemas RAC” elaborado, impresso e divulgado; régua técnica para conversão rápida de pressão e temperatura elaboradas, produzidas e distribuídas; adesivos/selos para divulgação das boas práticas em sistemas RAC desenvolvidos e distribuídos; vídeo educativo para redução de vazamentos no setor de serviços produzido (três versões disponíveis: original com áudio em português, uma com legendas em inglês e uma com legendas em português); folder e cartazes do projeto elaborados,

impressos e divulgados; cartão com gravidade específica de fluidos refrigerantes elaborado, produzido e divulgado; vídeo para conscientização dos usuários finais para contratação de serviços adequados em sistemas de ar condicionado produzido (três versões disponíveis: original com áudio em português, uma com legendas em inglês e uma com legendas em português); vídeo para divulgação das boas práticas no setor de refrigeração comercial produzido (três versões disponíveis: original com áudio em português, uma com legendas em inglês e uma com legendas em português); dois vídeos da série “Capacitação em foco”, que tem como objetivo retratar a vida e obra de profissionais da refrigeração que difundem as boas práticas e as novas tecnologias do setor para a proteção do meio ambiente produzidos (mais dois vídeos em fase de produção); cinco vídeos da série “Boas Práticas em Minutos” produzidos e mais dois vídeos em fase de produção (trata-se de uma série de vídeos educativos, que unem tecnologia e comunicação audiovisual para levar conhecimento aos técnicos de refrigeração e climatização em todo o Brasil); participação em feiras, eventos, seminários, etc. do setor e parceiros.

1.6 Atividades Realizadas para a Destinação Final de SDOs e outras substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal

45. O Brasil finalizou, em 2022, o Projeto Demonstrativo para o Gerenciamento e Destinação Final de Resíduos de SDOs, que constituiu uma iniciativa relevante para o país ao confirmar a factibilidade da experiência iniciada no âmbito do PNC, de sistema de gerenciamento, com ênfase na operacionalidade de destinação final de resíduos de SDOs, bem como, permitiu identificar os desafios da gestão das SDOs no País e da promoção da sustentabilidade do Sistema de Gerenciamento junto às empresas que atuarão neste mercado e aos órgãos ambientais que controlarão e fiscalizarão estes passivos. Os principais resultados alcançados foram:

- i. Aumento da capacidade de armazenagem de SDOs de quatro centros de armazenagem e regeneração instalados no país;
- ii. Melhoria na operação de regeneração de três centros de armazenagem e regeneração instalados no país;
- iii. Melhoria nos laboratórios de análise de quatro centros de armazenagem e regeneração instalados no país;
- iv. Adequação de incinerador para garantir a segura destruição de SDOs e outras substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal;
- v. Capacitação para o setor de gerenciamento de resíduos;
- vi. Treinamento para os órgãos ambientais fiscalizadores;
- vii. Conscientização e divulgação.

46. As estratégias e resultados apresentados pelo projeto estão em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), uma vez que as SDOs, após o uso, devem ser recolhidas e encaminhadas para o tratamento adequado, seja

para reuso/reutilização (SDOs servíveis) ou para a destruição térmica, no caso de serem consideradas resíduos (SDOs inservíveis), de acordo com a PNRS.

47. No que se refere às SDOs servíveis, a reciclagem e a regeneração, formas legalizadas de reaproveitar e comercializar a substância cuja importação e produção é controlada pelo Protocolo de Montreal, evitam a utilização de matéria virgem, garantindo a redução de consumo, com potencial de evitar emissões de gases de efeito estufa.

1.7 Lições Aprendidas

Gerais

48. A conscientização e atividades educativas em vários níveis institucionais e um diálogo permanente entre as partes interessadas, públicas e privadas, conforme realizado pelas Etapas I e II do PBH, deverão ser mantidas na Etapa III;

49. A divulgação de informações, quer seja para a população, quer seja para o setor produtivo, quanto à importância da não utilização de SDOs em bens e serviços e em processos produtivos, auxiliam na conscientização do consumo e produção responsáveis, além de ser um mecanismo de grande importância para a sensibilização das micro e pequenas empresas beneficiárias do projeto. A divulgação de informações deve ser realizada regularmente;

50. É importante elaborar estratégias de comunicação próprias para cada subsetor, visto que o público-alvo é diferente e requer informações e meios diferentes para chamar a atenção. Identificou-se que o uso de vídeos curtos na estratégia de comunicação é uma ferramenta essencial para transmitir conteúdo para os setores de manufatura em espumas de PU e de serviços;

51. Os usuários finais possuem um papel importante na tomada de decisão por equipamentos energeticamente mais eficientes e que utilizem fluidos alternativos de zero PDO e baixo impacto para o sistema climático global. Campanhas de conscientização específicas são necessárias para alcançar este público-alvo;

52. A identificação e formação de parcerias estratégicas para a campanha de conscientização é necessária a fim de harmonizar o conteúdo dos materiais elaborados, aumentar a capilaridade da informação e identificar necessidades do setor;

53. Entre o desenho do projeto e o início de sua implementação passam-se alguns anos, havendo, portanto, mudanças nas condições e custos de implementação. Neste sentido, é necessário haver flexibilidade para a implementação dos projetos de investimento e não investimento, de modo a não inviabilizar sua execução por falta de interesse dos beneficiários;

54. A gestão adaptativa dos projetos é de fundamental importância para buscar melhorar sua implementação;

55. As ações devem ser discutidas com todas as partes interessadas (incluindo centros profissionalizantes, indústria, associações, entre outros) para assegurar que haja uma participação e cooperação na execução das atividades;

56. As políticas e o arcabouço legal são elementos que impulsionam o mercado;
57. Necessário que haja um sistema de controle robusto e atuante do consumo e uso das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal para evitar o comércio ilícito e melhorar a destinação final ambientalmente adequada, conforme preconiza a PNRS;
58. A cooperação internacional auxilia no conhecimento das novas tecnologias.

Projetos de investimento para o setor de espumas de PU – Etapas I e II

59. Sempre ter o aval das empresas sobre as tecnologias a serem implementadas nos projetos antes de submetê-los para aprovação pelo ExCom do FML;
60. Os projetos devem ser direcionados para atender as demandas dos setores e nacionais;
61. O processo de contratação das empresas do setor de espumas para a conversão de suas plantas, principal mecanismo utilizado para a implementação dos projetos deste setor, demanda estreita articulação com as empresas para a definição dos Termos de Referência e Plano de Metas para conversão, e a execução dos contratos de serviços firmados entre o PNUD e as empresas beneficiárias do PBH demanda monitoramento contínuo por parte do PNUD junto às empresas;
62. A implementação dos projetos em grupo requer monitoramento *in loco* constante e periódico, além de ponto focal sediado na casa de sistema, dedicado exclusivamente à implementação da conversão nos usuários finais. Treinamentos sobre a implementação do projeto em grupo devem ser realizados com a equipe das casas de sistemas tão logo os contratos de serviços sejam assinados;
63. As conversões tecnológicas só ocorrem se existirem alternativas disponíveis economicamente viáveis;
64. É importante promover campanhas sobre o manejo seguro das alternativas que apresentam algum grau de inflamabilidade, além de buscar estabelecer regulamentos e normas para o uso seguro de agentes de expansão inflamáveis na cadeia produtiva do setor de espumas de poliuretano;
65. As empresas beneficiárias do projeto buscam apoio em situações de crise associadas à implementação do projeto (indisponibilidade de HFOs no mercado nacional) e esperam contar com o suporte do Governo e da agência implementadora para contornar problemas e garantir a manutenção de seus negócios (Termos de Compromisso Complementares);
66. A divulgação de informações é um mecanismo de grande importância para a sensibilização das micro e pequenas empresas beneficiárias do projeto para o setor de espumas. Assim, a realização de seminários que promovam esclarecimentos sobre as tecnologias disponíveis para a substituição do HCFC-141b deve ser constante e envolver, sempre que possível, as Casas de Sistemas;
67. Necessidade de promover a utilização de mecanismos com maior agilidade e flexibilidade para a conversão dos usuários finais, considerando a alternância de fornecedores (Casas de Sistemas), característica do setor de produção de espumas de poliuretano.

Projetos de investimento para o setor de refrigeração e ar condicionado (RAC) – Etapa II

68. Necessidade de soluções tecnológicas personalizadas, pois muitas empresas são concorrentes entre si, dificultando a criação de redes de cooperação entre as pequenas e médias empresas;

69. O principal mecanismo utilizado para a implementação dos projetos é a contratação das empresas. No setor de supermercados, esta etapa já foi realizada e se observou a necessidade de uma estreita articulação com a empresa para a definição dos Termos de Referência e do Plano de Ação;

70. Ainda se observa falta de preparo da maioria das empresas beneficiárias do projeto, em especial as pequenas empresas, para lidar com fluidos refrigerantes inflamáveis. Por isso, para algumas empresas, é recomendável a realização de atividades de capacitação antes da aquisição de equipamentos, cuja tecnologia utiliza fluidos inflamáveis;

71. O redesenho de equipamentos e o desenvolvimento de novas tecnologias, em especial para as PMEs, dependem da existência de componentes disponíveis economicamente viáveis;

72. Os eventos de capacitação realizados no âmbito do projeto de assistência técnica são fundamentais para inserir o pequeno empresário nas discussões sobre novas tecnologias. Esses eventos geraram empoderamento e melhoria da autoestima nas pequenas empresas;

73. Os planos de negócio de empresas que possuem parte de capital estrangeiro, multinacionais, são normalmente regidos pela matriz. As filiais, como as instaladas no Brasil, não possuem gestão independente e autonomia para tomada de decisões, em especial no que se refere à atividades voltadas para desenvolvimento de tecnologia;

74. Os mecanismos de comunicação e mobilização dos beneficiários do projeto devem ser constantemente revistos e atualizados, especialmente em momentos excepcionais, como observamos na ocasião da pandemia da COVID-19, que limitou o contato presencial;

75. As pequenas empresas beneficiárias demandam maior frequência de contato para que se sintam amparadas e auxiliadas na execução do projeto;

76. Tolerância em relação a prazos de execução deve ser observada caso a caso, tendo em vista, especialmente, situações adversas e imprevistas pelas quais as empresas podem passar (ex.: férias coletivas decretadas na ocasião da pandemia da COVID-19);

77. Quando se trata de PMEs, longos períodos entre o compromisso firmado com a empresa e a disponibilização do recurso podem gerar desmobilização e desmotivação para execução dos projetos;

78. Para o sucesso do projeto, recomenda-se cronogramas curtos, detalhados e objetivos, evitando-se longos períodos de execução durante os quais eventos adversos podem ocorrer, impactando negativamente a empresa e, conseqüentemente, sua participação no projeto.

Projetos de não-investimento para o setor de serviços em refrigeração e ar condicionado (RAC) – Etapas I e II

79. Com base na experiência de treinamento durante a implementação do PNC, foi escolhida uma abordagem regional de treinamento para lidar com as necessidades específicas de cada uma das cinco regiões do Brasil, assim como para melhorar a expansão das atividades para a Etapa II no Brasil;

80. No entanto, a participação das instituições regionais no processo de licitação e contratação complicou o processo. A maioria dos parceiros regionais não tinha qualquer experiência com esse tipo de contrato, além de necessitar de autorização prévia dos órgãos nacionais para participar de uma proposta e celebrar um contrato individual;

81. Os processos de aquisição de materiais e equipamentos demandam monitoramento contínuo junto aos fornecedores em potencial, já que esses tendem a não participar das licitações;

82. A divulgação da tecnologia ocorre de forma relativamente rápida, mas as mudanças na consciência e no comportamento dos técnicos em seu trabalho diário podem levar vários anos. Portanto, as atividades de conscientização e treinamento devem ser realizadas desde o início;

83. A refrigeração comercial não foi o foco das atividades anteriores ao PNC e precisou ser planejada desde o princípio no PBH. As oficinas nesse setor são muito diferentes daquelas do setor doméstico e a criação de redes de cooperação no setor de supermercados é muito mais complexa. As cooperações estabelecidas durante a Etapa I serviram como base para a expansão das atividades de treinamento em boas práticas durante a Etapa II do PBH e serão aproveitadas também durante a implementação da Etapa III;

84. Constatou-se a falta de equipamentos adequados para a demonstração das boas práticas, especialmente nas escolas técnicas de regiões economicamente menos desenvolvidas. Portanto, os kits de ferramentas e unidades móveis de treinamento foram fornecidos em caráter de doação visando a sustentabilidade do projeto a longo prazo. Espera-se que os cursos de melhor contenção de vazamentos continuem fazendo parte da programação das escolas técnicas parceiras, também após o término do Projeto;

85. A fim de monitorar e avaliar os conhecimentos adquiridos pelos técnicos durante os cursos de capacitação, uma estratégia de acompanhamento contínua por meio de entrevistas com os participantes e visitas de monitoramento durante a realização dos cursos é fundamental;

86. Durante os treinamentos é importante disponibilizar informações sobre as alternativas tecnológicas disponíveis;

87. A promoção de encontros nacionais dos professores das instituições parceiras tem se mostrado muito útil para discussões frutuosas, troca de experiência e atualização de conhecimentos;

88. Como 70% das atividades dos cursos de boas práticas para melhor contenção de vazamentos são voltadas para o aprendizado prático, encontrar meios alternativos para viabilizar a continuidade das aulas de forma segura e eficiente tem sido um grande desafio durante a pandemia da COVID-19. As aulas teóricas poderiam passar para a modalidade online sem prejudicar o conteúdo técnico, porém precisa-se levar em consideração que nem todos os técnicos do público-alvo possuem acesso à internet. Mais complicada ainda são as alternativas

para as aulas práticas, que demandam a presença do aluno.

Projeto Demonstrativo para o Gerenciamento e Destinação Final de Resíduos de SDOs

89. A conscientização e a determinação de responsabilidades na correta destinação final das substâncias são fatores decisivos para a sustentabilidade do sistema de gerenciamento;

90. O fortalecimento, a ampliação e a consolidação de atuação dos atores envolvidos são fatores decisivos para a sustentabilidade do sistema de gerenciamento;

91. O constante monitoramento e gestão dos riscos de ordem econômica, política e social e a gestão adaptativa são fundamentais para garantir a sustentabilidade do sistema de gerenciamento;

92. Necessidade de fortalecer mecanismos para que as SDOs usadas e suas embalagens cheguem aos Centrais de Regeneração e Armazenagem (CRAs). Atualmente, somente 0,2% dos fluidos refrigerantes que o Brasil consome chega às CRAs;

93. Necessidade de mudar a visão do mercado sobre a qualidade do fluido regenerado, que cria obstáculos à credibilidade do produto;

94. Os laboratórios de análise dos CRAs são essenciais para garantir a qualidade do fluido regenerado;

95. Os CRAs tenderão a realizar outras atividades, como a comercialização de serviços de análise de fluidos importados, comercialização de serviços de análise de performance de processos em função das substâncias gasosas utilizadas (SDOs, substâncias com alto potencial de aquecimento global e substâncias gasosas em geral), além dos serviços de gerenciamento ambiental de SDOs, em busca da sustentabilidade comercial da empresa;

96. Há uma criticidade no controle e na fiscalização de SDOs em função de que os resíduos dessas substâncias podem ser facilmente liberados na atmosfera sem que alguém perceba ou identifique seu vazamento. A maior parte das SDOs está na forma gasosa, não tem cor, nem odor e não apresenta toxicidade direta ao ser humano;

97. É importante que outras iniciativas apoiem o desenvolvimento de empresas de tratamento térmico e de tecnologias alternativas para a destinação final de resíduos de SDOs, o que deverá resultar em maior agilidade e menor custo para a destruição desse passivo;

98. A utilização de ferramentas de comunicação virtual foi de fundamental importância para manter a interlocução com todos os beneficiários, especialmente nos anos de 2020 e 2021, durante a pandemia da COVID-19;

99. A estreita colaboração estabelecida entre MMA, IBAMA, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e PNUD foi fundamental para a segurança em tomadas de decisão de grande importância para a implementação do projeto, bem como, para o sucesso alcançado.

2. MATRIZ INSTITUCIONAL E REGULATÓRIA

2.1 Estrutura Institucional

2.1.1 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

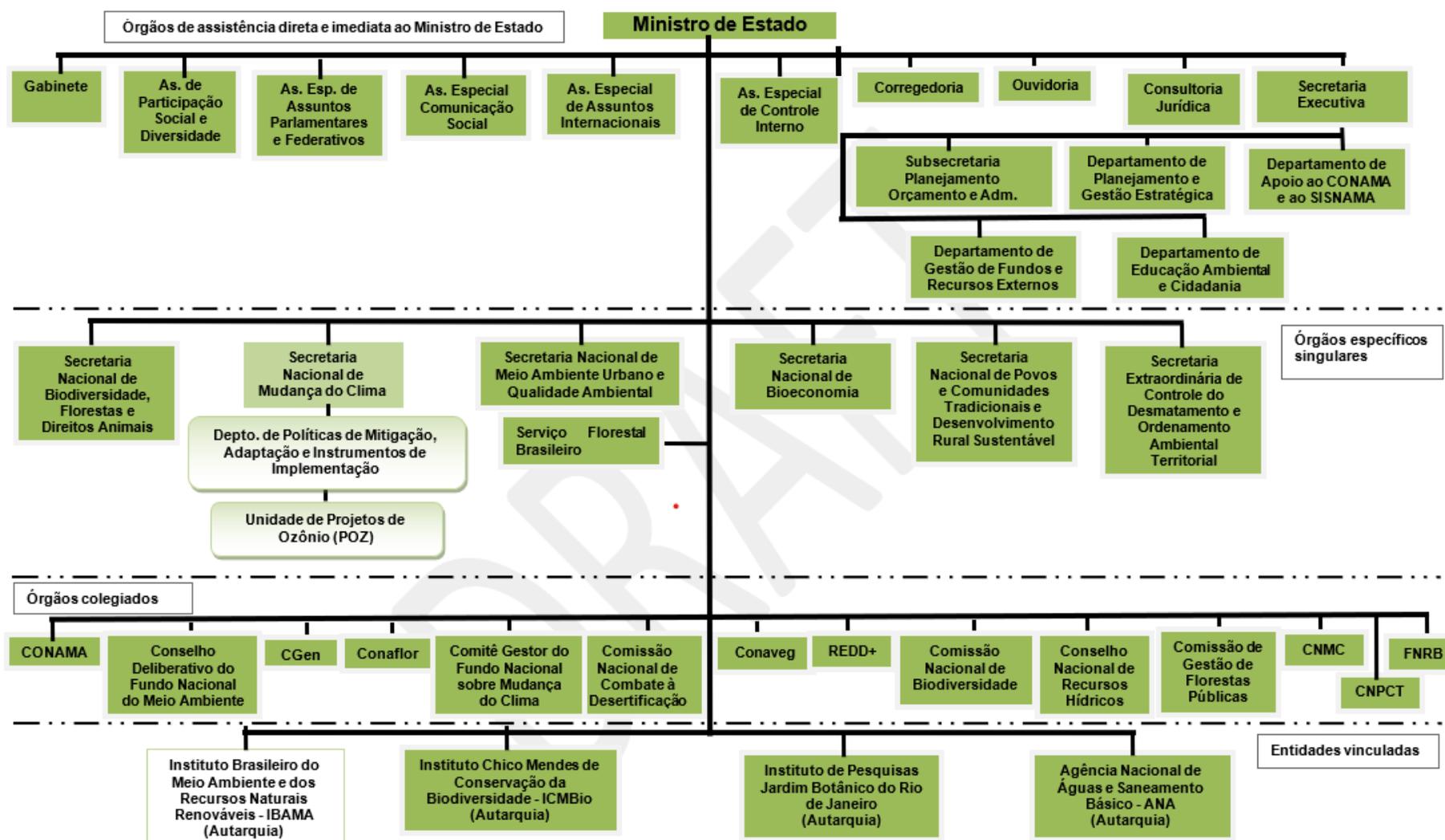
100. O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) é um órgão do poder executivo federal – subordinado à Presidência da República, criado em novembro de 1992 e tem como missão formular e implementar políticas públicas ambientais nacionais de forma articulada e pactuada com os atores públicos e a sociedade para o desenvolvimento sustentável com o objetivo de contribuir para a geração de resultados ambientais efetivos nas agendas prioritárias e internalizar parâmetros e atributos socioambientais nas políticas de desenvolvimento do País.

101. A Figura 1 apresenta o organograma do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (BRASIL, 2023). O MMA é composto por seis secretarias e pelo Serviço Florestal Brasileiro, que tratam de assuntos que completam suas áreas-fim. A Assessoria de Participação Social e Diversidade, a Assessoria Especial de Assuntos Parlamentares e Federativos, a Assessoria Especial de Comunicação Social, a Assessoria Especial de Assuntos Internacionais, a Assessoria Especial de Controle Interno, a Corregedoria, a Ouvidoria, a Consultoria Jurídica e a Secretaria-Executiva são vinculadas diretamente ao Gabinete da Ministra.

102. A Secretaria Nacional de Mudança do Clima é dividida em três departamentos, e é responsável pela formulação e implementação de ações referentes a: i) propor e avaliar políticas, normas e iniciativas e definir estratégias relativas à Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC; ii) desempenhar as funções de Secretaria-Executiva do Conselho Nacional de Mudança do Clima e do Comitê Interministerial sobre a Mudança do Clima; iii) promover a coordenação das ações do Ministério relacionadas à mudança do clima; iv) coordenar a implementação da PNMC nos temas de competência do Ministério; v) coordenar a implementação, o monitoramento e a avaliação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima; vi) coordenar a implementação nacional da Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, promulgados pelo Decreto nº 99.280, de 6 de junho de 1990; vii) apoiar e fomentar projetos, estudos e iniciativas, nas áreas de competência do Ministério, que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos seus impactos adversos; viii) apoiar os órgãos governamentais responsáveis pelas atividades destinadas à implementação da PNMC e pelos compromissos decorrentes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, inclusive para o oceano e para os ecossistemas costeiros; e ix) subsidiar, assessorar e participar, em articulação com a Assessoria Especial de Assuntos Internacionais e com o Ministério das Relações Exteriores, de negociações e eventos internacionais relacionados aos temas de sua competência.

103. Compete à Unidade ‘Projetos de Ozônio’ (POZ), subordinada ao Departamento de Políticas de Mitigação, Adaptação e Instrumentos de Implementação (DPMA), executar as políticas relacionadas à eliminação das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. A POZ atua como Unidade Nacional de Ozônio para o Protocolo de Montreal (NOU), responsável pela coordenação e implementação de todos os projetos financiados pelo FML.

Figura 1 – Organograma simplificado do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima com destaque para o Departamento de Políticas de Mitigação, Adaptação e Instrumentos de Implementação (DPMA).



Fonte: [Institucional — Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima](#)

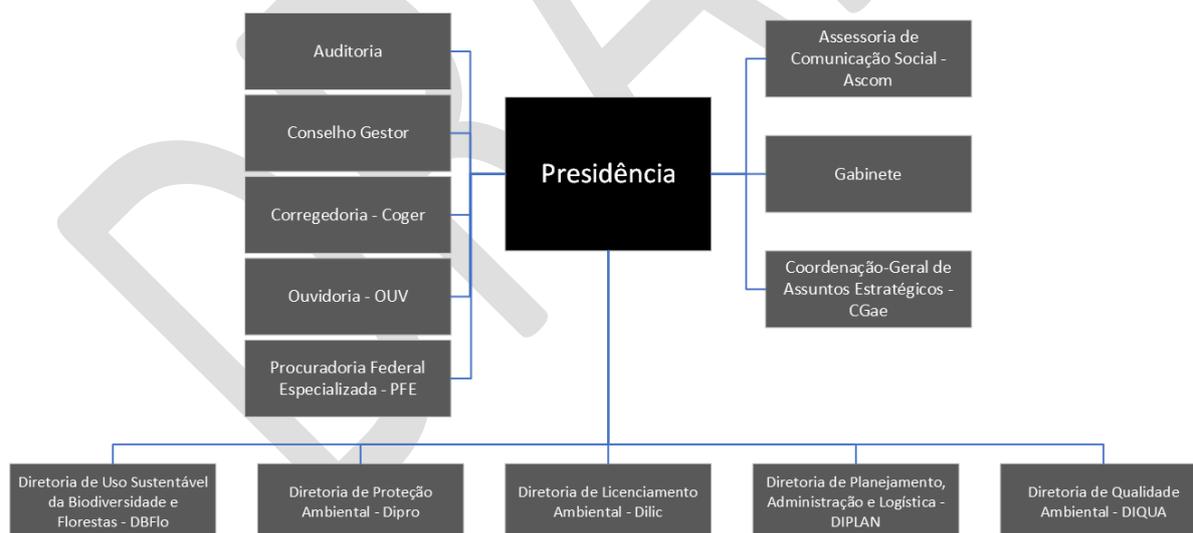
2.1.2 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA

104. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é uma entidade autárquica de regime especial, com autonomia administrativa e financeira, dotada de personalidade jurídica de direito público, com sede em Brasília, Distrito Federal, e jurisdição em todo o território nacional, criada pela lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981) e vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

105. O IBAMA tem as seguintes finalidades: I - Exercer o poder de polícia ambiental de âmbito federal; II - Executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao licenciamento ambiental, ao controle da qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental, observadas as diretrizes emanadas do MMA; e III - Executar as ações supletivas da União, de conformidade com a legislação ambiental vigente, Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989 (BRASIL, 1989).

106. O IBAMA é o órgão federal executor da Política Nacional do Meio Ambiente com atuação em todas as unidades da federação (Estados, Municípios e Distrito Federal). Atua na área de pesca, fauna, flora, poluição, degradação, normatização, pesquisa, educação ambiental, entre outras. Em relação ao cumprimento do disposto no Protocolo de Montreal, o IBAMA é a instituição responsável pelo controle da importação, exportação, comércio, uso, destruição, recolhimento, reciclagem e regeneração das SDOs no Brasil.

Figura 2 – Organograma simplificado do IBAMA.

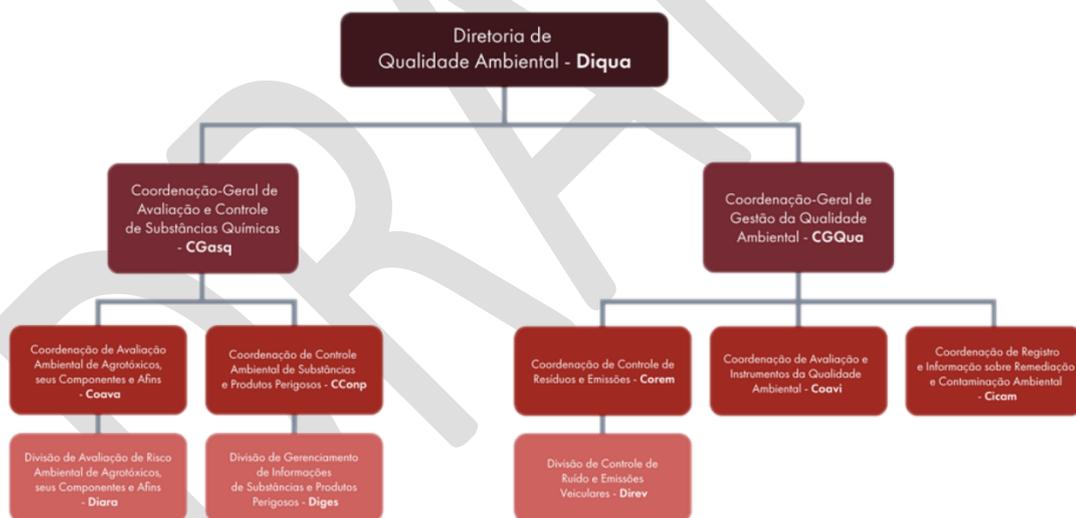


Fonte: IBAMA

107. À Diretoria de Qualidade Ambiental (DIQUA), vinculada à presidência do IBAMA, conforme apresentado nos organogramas das Figuras 2 e 3, compete coordenar, planejar, controlar, supervisionar, monitorar e orientar a execução das ações federais referentes à proposição de critérios, padrões, parâmetros e indicadores de qualidade ambiental, à avaliação e ao controle de substâncias químicas e produtos perigosos, ao gerenciamento dos Cadastros Técnicos Federais de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental e de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais e ao controle de resíduos e emissões.

108. No âmbito da Coordenação-Geral de Gestão da Qualidade Ambiental, conforme organograma da Figura 3, está a Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões, onde se insere a equipe de Trabalho do Protocolo de Montreal, e compete a ela, dentre outras atividades: I - Coordenar e executar as ações federais referentes ao controle do uso, da destinação e da importação, exportação e trânsito de substâncias destruidoras da camada de ozônio, mercúrio metálico e resíduos sólidos, além de outras ações previstas por convenções e acordos internacionais das quais o País seja signatário; II - Instruir propostas para a edição e revisão periódica de normas, critérios, indicadores ambientais e padrões de controle, bem como executar ações federais de controle e destinação adequada de resíduos sólidos e/ou perigosos; III - Coordenar e executar programas nacionais de controle das emissões sonoras e de poluentes por fontes móveis nocivas ao meio ambiente e emitir autorizações de Licenças para Uso da Configuração de Veículo ou Motor (LCVM), Licenças para Uso da Configuração de Ciclomotores, Motociclos e Similares; IV - Instruir propostas para a edição e alteração de normas, critérios, indicadores ambientais e padrões referentes ao controle das emissões sonoras e de poluentes por fontes móveis; e V - Coordenar e executar as ações de gerenciamento do CNORP de forma integrada ao Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP).

Figura 3 - Organograma da Diretoria de Qualidade Ambiental com destaque para a COREM, onde se insere a equipe de trabalho do Protocolo de Montreal.



Fonte: IBAMA

2.2 Atos Normativos sobre Eliminação das SDOs

109. O Brasil realiza ações para a proteção da Camada de Ozônio há mais de três décadas, a partir da Resolução Normativa nº 2/78, da Câmara Técnica de Saneantes Domissanitários do Conselho Nacional de Saúde, publicado no DOU de 09/01/1979, que aprovou normas para inseticidas e raticidas domissanitários, excluindo CFCs como propelentes. A ação seguinte foi tomada a partir da Portaria nº 01 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, publicada em 10 de agosto de 1988. Este órgão foi extinto em abril de 1999 com a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), vinculada ao Ministério da Saúde. Na **Tabela 6**,

encontra-se a relação de atos normativos que estabelece a matriz institucional e regulatória essencial para a eliminação das SDOs, em conjunto com os projetos de investimento e não-investimento concluídos e em processo execução:

Tabela 6 – Atos Normativos sobre a eliminação das SDOs.

Ano	Dispositivo	Órgão	Objeto
1979	Resolução Normativa nº 02/78, publicada no DOU em 09/01/1979.	Conselho Nacional de Saúde	Aprova normas para inseticidas e raticidas domissanitários.
1981	Lei Federal nº 6.938/90 de 31 de agosto de 1981.	Presidência da República	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, sua finalidade, mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Estabelece o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora.
1988	Portaria nº 534 de 19 de setembro	Ministério da Saúde	Proíbe a fabricação e a comercialização de produtos cosméticos, de higiene, de uso sanitário doméstico e perfumes sob a forma de aerossóis que contivessem CFC.
1991	Portaria nº 929 de 04 outubro	Interministerial	Cria o Grupo de Trabalho do Ozônio (GTO): composto por órgãos do Governo e por Entidades da iniciativa privada que agia como comitê técnico consultivo sobre ações para a Proteção da Camada de Ozônio.
1995	Resolução Conama nº 13	CONAMA	Proíbe o uso das substâncias do Anexo A: A partir de 1995: - Instalações de combate a incêndio; - Instalações de ar-condicionado central; - Instalações frigoríficas com compressores de potência unitária igual ou superior a 100 HP e; - Uso como propelente em aerossóis. A partir de 1997: - Ar condicionado automotivo, em modelos novos e; - Todos os usos como solventes. A partir de 2001: - Ar condicionado automotivo em todos os modelos; - Refrigeradores e congeladores domésticos; - Todos os demais sistemas de refrigeração; - Espuma rígida e semirrígida; - Todos os usos como esterilizantes.
1998	Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Presidência da República	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
1999	Decreto Presidencial nº 3.179, de 21 de Setembro de 1999.	Presidência da República	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

2000	Lei 10.165, de 27 de dezembro de 2000,	Presidência da República	Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
2000	Resolução Conama nº 267	CONAMA	Estabelece: - Cronograma de redução de importação de CFCs, com proibição da importação após 2007, exceto para usos médicos. - O uso de CFCs para o setor médico até o ano de 2010.
2002	Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 10 de setembro de 2002	MAPA, ANVISA e IBAMA	Proíbe o uso de Brometo de Metila para determinadas culturas e estabelece prazos para o uso nas culturas de fumo, de hortaliças, flores, formicida e tratamento quarentenário e fitossanitário para fins de importação e exportação.
2003	Resolução Conama nº. 340	CONAMA	Proíbe uso de cilindros descartáveis na comercialização de CFC-12, CFC114, CFC-115, R-502 e dos Halons H-1211, H-1301 e H-2402.
2003	Decreto de 06/03/2003	Presidência da República	Cria o Comitê Executivo Interministerial para a Proteção da Camada de Ozônio - PROZON, com a finalidade de estabelecer diretrizes e coordenar as ações relativas à proteção da camada de ozônio.
2004	Instrução Normativa nº. 37 de 29 de junho de 2004 (revogada pela IN IBAMA nº 05/2018)	IBAMA	Estipula a obrigação de registro no Sistema do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP - IBAMA) de todo produtor, importador, exportador, comercializador e usuário de quaisquer das substâncias, controladas ou alternativas pelo Protocolo de Montreal.
2008	Instrução Normativa IBAMA nº 207 de 21 de novembro de 2008 (revogada pela IN IBAMA nº 04/2018)	IBAMA	Dispõe sobre o controle das importações referentes ao Anexo C, Grupo I dos Hidroclorofluorcarbonos – HCFCs e misturas contendo HCFCs, durante os anos de 2009 a 2012.
2008	Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 88, de 25 de novembro de 2008.	ANVISA	Proíbe a partir de 1º de janeiro de 2011, a produção e a importação de medicamentos inaladores de dose medida que utilizem gás propelente do tipo CFC e dá outras providências.
2010	Portaria nº. 41, de 25 de fevereiro de 2010; Portaria nº. 75, de 30 de março de 2010; e Portaria nº. 319, de 30 de agosto de 2010	MMA	Estabelece o Grupo de Trabalho sobre HCFCs, que tem por objetivo contribuir para a elaboração e execução do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs e seus respectivos projetos.
2012	Portaria nº 212, de 26 junho de 2012	MMA	Institui o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs - PBH no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.
2012	Instrução Normativa nº 14, de 20 de dezembro de 2012	IBAMA	Dispõe sobre o controle das importações de Hidroclorofluorcarbonos - HCFCs e de misturas contendo HCFCs, em atendimento à Decisão XIX/6 do Protocolo de Montreal, e dá outras providências.
2013	Instrução Normativa nº 06, de 15 de março de 2013 (revogada pela IN IBAMA nº 13/2021)	IBAMA	Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP - IBAMA) moderniza os instrumentos de tecnologia da informação, a exemplo dos formulários de cadastramento de Pessoa Jurídica e de Pessoa Física.
2015	Portaria MMA nº 179, de 24 de junho de 2015	MMA	Prorroga a duração do GT- HCFCs até 31 de dezembro de 2020.
2015	Instrução Normativa Conjunta nº 2, de 14 de dezembro de 2015	MAPA, IBAMA e ANVISA	Regulamenta o uso de Brometo de Metila no Brasil exclusivamente em tratamento fitossanitário com fins quarentenários nas operações de importação e exportação.

2018	Instrução Normativa nº 4, de 14 de fevereiro de 2018 (revogada pela IN IBAMA nº 20/2022)	IBAMA	Regula o controle das importações de Hidroclorofluorcarbonos - HCFC e de misturas contendo HCFC, em atendimento à Decisão XIX/6 do Protocolo de Montreal, e dá outras providências
2018	Instrução Normativa nº 5, de 14 de fevereiro de 2018	IBAMA	Regulamenta o controle ambiental do exercício de atividades potencialmente poluidoras referentes às substâncias sujeitas a controle e eliminação conforme o Protocolo de Montreal.
2018	Decreto nº 9.398, de 4 de junho de 2018	Presidência da República	Altera o Decreto de 6 de março de 2003, que cria o Comitê Executivo Interministerial para a Proteção da Camada de Ozônio, com a finalidade de estabelecer diretrizes e coordenar as ações relativas à proteção da camada de ozônio.
2019	Decreto de 9.759, de 11 de Abril de 2019 (revogado pelo Decreto nº 11.371, de 1º de janeiro de 2023)	Presidência da República	Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. Foram extintos o Prozon e o GT-HCFC conforme diretriz emanada pelo Decreto 9.759.
2020	Decreto nº 10.223 de 05/02/2020	Presidência da República	Revoga os Decretos de 06/03/2003 e 9.398 de 04/06/2018.
2020	Portaria nº 2.231, de 24/09/2020	IBAMA	Estabelece a classificação de risco de atividades econômicas associadas aos atos de liberação sob responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e dá outras providências.
2021	Portaria nº 78 de 11/01/2021	IBAMA	Revoga a portaria nº 2.231 e estabelece a classificação de risco de atividades econômicas associadas aos atos de liberação sob responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e dá outras providências.
2021	Instrução Normativa nº 13, de 23 de agosto de 2021	IBAMA	Regulamenta a obrigação de inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais e revoga os atos normativos consolidados, em atendimento ao Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019.
2022	Instrução Normativa nº 20, de 16 de dezembro de 2022	IBAMA	Dispõe sobre as exigências e os procedimentos relacionados ao controle de importação de Hidroclorofluorcarbonos - HCFC e misturas contendo HCFC, bem como estabelece os seus respectivos limites anuais máximos de importação em toneladas PDO (potencial de destruição de ozônio), em atendimento à Decisão XIX/6 do Protocolo de Montreal sobre substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, ao artigo 4B do Decreto nº 5.280, de 22 de novembro de 2004 e ao Programa Brasileiro de Eliminação de HCFC instituído pela Portaria MMA nº 212, de 26 de junho de 2012.

Fonte: MMA

110. Todos os atos legais citados têm como objetivo regulamentar o controle do uso, consumo e comércio de SDOs de acordo com as políticas públicas nacionais para a eliminação das SDOs.

111. O CTF/APP - IBAMA instituído pela Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, e alterada pela Lei 10.165, de 27 de dezembro de 2000, tem o objetivo de identificar as pessoas físicas e jurídicas sob controle ambiental e fiscalização ambiental, conforme previsto em legislação federal ou de âmbito nacional, gerando informações para a gestão ambiental no Brasil.

112. O CTF/APP abrange pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam à consultoria técnica

sobre problemas ecológicos e ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

113. A Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA) está prevista no art. 17-B da Lei Federal nº 6.938/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente), que teve a redação dada pela Lei Federal nº 10.165/2000. Foi regulamentada pelo IBAMA por meio da Instrução Normativa nº 17, de 2011, republicada no DOU de 20 de abril de 2012. É definida pelo cruzamento do grau de potencial poluidor com o porte econômico do empreendimento. Essas informações são fornecidas pelo próprio contribuinte, ao se inscrever no CTF/APP.

114. Em relação ao comércio das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal, o CTF/APP estabelece as seguintes categorias, listadas na **Tabela 7**.

Tabela 7 – Descrição das categorias listadas no CTF/APP das empresas conforme atividades e serviços referentes às substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal.

Atividade	Categoria	Código	Descrição	TCFA*
Recolhedor, reciclador, regenerador, incinerador	Serviços de Utilidade	17 – 66	Disposição de resíduos especiais: Protocolo de Montreal	Sim
Importador, exportador, comércio	Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio	18 – 10	Comércio de produtos químicos e produtos perigosos - produtos e substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal, inclusive importação e exportação	Sim
Transportador	Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio	18 – 1	Transporte de cargas perigosas	Sim
Usuário	Outros Serviços	21 – 3	Utilização de substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal	Não

* Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental

Fonte: CTF/APP - IBAMA

2.3 Histórico de Políticas Relacionadas aos HCFCs

a) Instrução Normativa N° 207, de 19 de novembro de 2008

115. O IBAMA estabeleceu, em 19 de novembro de 2008, a Instrução Normativa N° 207, que previu o limite máximo de importação de HCFC por empresa durante os anos de 2009 a 2012. Esse instrumento teve por objetivo evitar um aumento especulativo do consumo dessas substâncias, devido à antecipação do cronograma de eliminação dos HCFCs pelas Partes do

Protocolo de Montreal, em setembro de 2007. A IN foi publicada após processo de consulta pública nacional, onde toda a sociedade teve a oportunidade de analisar a proposta de regulação bem como enviar as contribuições para o IBAMA.

116. A cota de importação, por empresa importadora, conforme disposto na Instrução Normativa citada, deu-se da seguinte maneira:

i) Em 2009 a cota por empresa foi igual ao maior valor importado de HCFCs dentre os anos de 2006, 2007 e 2008, acrescido da taxa de variação do Produto Interno Bruto (PIB) de 2008 em relação a 2007;

ii) Para os anos de 2010 a 2012, a cota máxima de importação por empresa foi igual a cota do ano anterior acrescido da variação do PIB.

117. Com o estabelecimento desse instrumento regulatório, foi possível prever o consumo máximo de HCFCs no Brasil até o ano de 2012, e com isso subsidiar com antecedência o estabelecimento de políticas relacionadas à redução do consumo dessas substâncias.

b) Portaria MMA nº 212, de 26 de junho de 2012 - Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs - PBH no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima

118. O Ministério do Meio Ambiente instituiu, por meio da Portaria nº 212/2012, no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs, (BRASIL, 2012) com o objetivo de desenvolver e executar ações para eliminar o consumo de HCFCs, substâncias do Grupo I, Anexo C, do Protocolo de Montreal, que possibilite ao Brasil alcançar as metas acordadas com o Protocolo de Montreal, com base em cronograma de redução do consumo de HCFCs estabelecido pela Decisão XIX/6 das Partes do Protocolo de Montreal: congelamento do consumo no ano de 2013, pela média do consumo dos anos 2009 e 2010; reduzir 10% em 2015; 35% em 2020; 67,5% em 2025; 97,5% em 2030 e 100% em 2040. Esse instrumento representa um marco legal em termos da continuidade das ações de governo no sentido da proteção da camada de ozônio no Brasil.

d) Instrução Normativa IBAMA nº 14, de 21 de dezembro de 2012

119. A IN 14/2012 (IBAMA, 2014) atualizou as cotas de importação de HCFC para os períodos de congelamento e posterior redução das importações. Estabeleceu cotas específicas para os HCFC-22, HCFC-141b, HCFC-123, HCFC-124 e HCFC-225, por empresa. A cota foi estabelecida pela média das importações realizadas de cada substância, nos anos de 2009-2010, seguindo a linha de base brasileira. Sendo assim, apenas empresas que importaram neste período tinham direito à cota. A IN 14/12 permitiu a transferência parcial ou total de cotas entre empresas. Além disso, proibiu a liberação de SDO na atmosfera e obrigou o recolhimento e a destinação final ambientalmente adequada dessas substâncias para as centrais de reciclagem e regeneração.

e) Instrução Normativa IBAMA nº 04, de 14 de fevereiro de 2018

120. A IN nº 04/2018 (IBAMA, 2018) revogou a IN nº 14/2012 e definiu a redução de 39,30% (trinta e nove vírgula trinta por cento) em relação à linha de base com a redução de 90,03% (noventa vírgula zero três por cento) da cota específica do HCFC-141b a partir de 1º de janeiro de 2020 e redução de 51,60% (cinquenta e um vírgula sessenta por cento) em relação à linha de base, com a redução de 27,10% (vinte e sete vírgula dez por cento) da cota específica

do HCFC-22 em de 1º de janeiro de 2021. Também proibiu a importação do HCFC-141b para manufatura de espumas a partir de 1º de janeiro de 2020 e proibiu a importação e exportação de polioli formulado com HCFC-141b a partir de 1º de janeiro de 2021.

f) Instrução Normativa IBAMA nº 20, de 16 de dezembro de 2022

121. A IN nº 20/2022 (IBAMA, 2022) revogou a IN nº 14/2012, estabeleceu novas metas de redução do consumo de HCFCs no Brasil e definiu os limites anuais máximos de importação de HCFCs em toneladas de Potencial de Destruição do Ozônio (t PDO) até 2040, com o objetivo de atender o cronograma nacional de eliminação da produção e consumo dos HCFCs e das misturas que contenham a substância. Esta IN definiu as seguintes metas de eliminação de HCFCs: 63,5% em 2024 (eliminação de 47,16% dos HCFC-22), 67,5% em 2025 (eliminação de 53,82% dos HCFC-22), 88,5% em 2027 (eliminação de 89,01% do consumo de HCFC-22), 97,5% em 2030 (eliminação de 96,04% dos HCFC-22, 80% do HCFC-124, 100% do HCFC-141b e 100% do HCFC-142b) e 100% em 2040. Para o período entre 2030 e 2040, foi considerado apenas o consumo do HCFC-22, HCFC-123 e HCFC-124, que somente poderão ser utilizadas nos setores definidos no Artigo 5 parágrafo 8 (e) (i) do Protocolo de Montreal, mediante assinatura de Termo de Responsabilidade. O consumo de HCFC-123 foi mantido inalterado até 2039.

122. Essa normativa trouxe inovações e, a partir de 2024, além da redução prevista nos valores das cotas de importação, também foi previsto o acesso de novas empresas interessadas em importar HCFCs, sem que haja prejuízo no cumprimento das metas acordadas entre o Brasil e o FML. Sendo assim, além da redução de 63,53% (sessenta e três vírgula cinquenta e três por cento) em relação à linha de base em 2024, a cota país foi dividida em cota performance, correspondente a 90% (noventa por cento) do total em t PDO, e em reserva técnica, relativa a 10% (dez por cento) do total em t PDO, sendo esta reserva técnica destinada aos novos importadores por ordem de registro das licenças de importação, limitada em 0,5 t PDO por licença, podendo ser repetida pelo mesmo importador novo, após o prazo de 30 dias do deferimento da Licença de Importação (LI) anterior.

2.4 Controle de Importação e Exportação de SDOs, incluindo HCFCs

2.4.1 Importação

123. O processo de importação das substâncias que destroem a camada de ozônio contempla uma sistemática administrativa de integração dos órgãos governamentais envolvidos nas operações de importação e exportação, sendo estes órgãos a Secretaria da Receita Federal do Brasil, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e o IBAMA, que é a autoridade responsável pela definição e controle das cotas de SDOs, definição das condições de anuência das importações, autorização ou não das importações e fiscalização das empresas que trabalham com as substâncias controladas.

124. O processo de importação de SDOs é composto basicamente pelos passos abaixo:

- a) Solicitação de autorização para importar uma substância controlada. O interessado deve acessar o Sistema de Comercio Exterior (SISCOMEX) e registrar a LI. Além do SISCOMEX, o IBAMA disponibiliza um sistema para solicitação e controle das importações de substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal. Após a emissão da

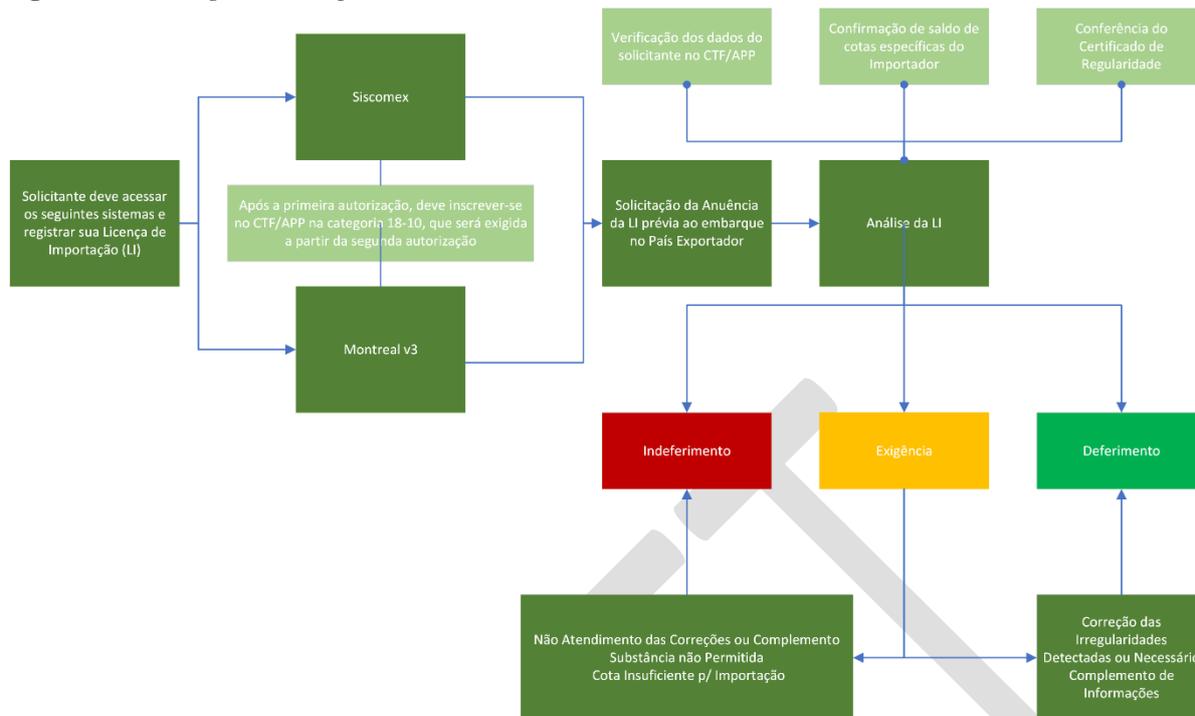
primeira autorização, a empresa deve realizar sua inscrição no CTF/APP na categoria “Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio - Comércio de produtos químicos e produtos perigosos – Protocolo de Montreal (18-10)”. A partir da segunda autorização, no ato do requerimento, será exigido que a empresa já esteja cadastrada e com o Certificado de Regularidade na situação regular;

- b) Solicitação de anuência da LI, previamente ao embarque da mercadoria no País exportador, pelo IBAMA. A análise para anuência consiste na avaliação detalhada dos dados da empresa no CTF/APP – IBAMA, confirmação de saldo de cotas específicas do importador, além da conferência da validade do Certificado de Regularidade. O resultado da análise fica registrado no SISCOMEX e no Sistema do Protocolo de Montreal, podendo ser apresentado como deferido, indeferido ou em exigência;
- c) Embarque da mercadoria ocorre somente após a anuência da LI, acompanhada dos documentos exigidos pela legislação brasileira. São eles: fatura comercial, conhecimento de transporte, romaneio de carga, entre outros;
- d) Registro da Declaração de Importação (DI), no SISCOMEX, com o devido recolhimento dos tributos federais, após a chegada da carga no recinto alfandegário;
- e) Caso a mercadoria seja selecionada para conferência, ocorre-se a apresentação da documentação na unidade aduaneira de despacho, e dependendo do caso, pode haver conferência da carga ou análise laboratorial. Havendo alguma discrepância entre a LI e a mercadoria, existe a possibilidade de correção durante a conferência. Após o desembarço da mercadoria pela Aduana, o depositário está autorizado a entregá-la ao importador.

125. O IBAMA sistematiza os dados desse sistema de controle e monitoramento e relata as informações para a NOU do MMA, para o repasse anual ao Secretariado do FML e do Protocolo de Montreal. Isto oferece a base adequada para as decisões políticas, elaboração de regulamentações, planejamento de atividades de treinamento e campanhas de conscientização no Brasil.

126. O Fluxograma apresentado na **Figura 4** sistematiza as operações descritas acima.

Figura 4 – Fluxograma dos procedimentos relacionados às SDOs no Brasil.



Fonte: IBAMA.

2.4.2 Exportação

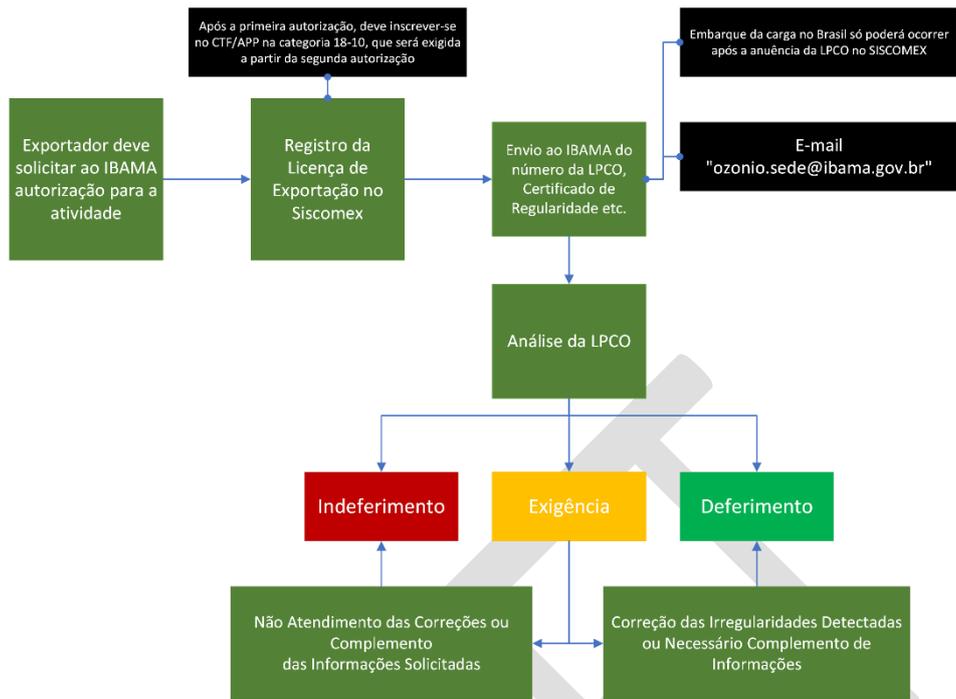
127. As pessoas jurídicas que desejam exportar alguma das substâncias controladas devem solicitar autorização ao IBAMA para essa atividade. Após a emissão da primeira autorização, a empresa deve realizar sua inscrição no CTF/APP na categoria “Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio - Comércio de produtos químicos e produtos perigosos – Protocolo de Montreal (18-10)”. A partir da segunda autorização, no ato do requerimento, será exigido que a empresa já esteja cadastrada e com o Certificado de Regularidade na situação regular.

128. Para solicitar autorização para exportar uma substância controlada, o interessado deve acessar o SISCOMEX e registrar a licença de exportação. Em seguida, a empresa deve comunicar ao IBAMA o número da Licença, Permissão, Certificado e outros documentos (LPCO) pelo endereço eletrônico ozonio.sede@ibama.gov.br. O embarque da carga no Brasil só poderá ser feito após a anuência do IBAMA no SISCOMEX.

129. O exportador solicita ao IBAMA a anuência da LPCO, prévia ao embarque da mesma forma que a importação. Os mesmos critérios de regularidade conforme a legislação ambiental são avaliados, com exceção do saldo de cota, pois no caso da exportação não há cota.

130. De forma simplificada, o fluxograma da **Figura 5** apresenta os procedimentos descritos acima:

Figura 5 – Organograma dos procedimentos relacionados à exportação de SDOs no Brasil.



Fonte: IBAMA.

3. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE HCFCs NO BRASIL

3.1 Metodologia e Validação dos Dados

131. O consumo de HCFCs no Brasil foi compilado a partir dos dados do SISCOMEX/IBAMA. Estes dados são atualizados anualmente e reportados ao Protocolo de Montreal como dados oficiais do Brasil e discriminam a quantidade importada e exportada de cada substância.

132. O Brasil não produz HCFCs e suas exportações são inexpressivas, com valores historicamente inferiores a 1% do consumo. Como para o Protocolo de Montreal “Consumo” é definido como “Produção mais Importação menos Exportação”, os valores referentes ao consumo brasileiro de HCFCs são muito próximos daqueles referentes às importações.

133. O levantamento de dados com relação ao consumo por setores, subsetores e empresas foi realizado por uma equipe de consultores nacionais, e sob a orientação técnica de um especialista internacional, seguindo o disposto no Anexo XIX do Documento 54/59 do Comitê Executivo do Fundo Multilateral (Decisão 54/39).

134. Os dados apresentados, na forma de Potencial de Destruição do Ozônio, foram obtidos por meio da utilização dos fatores de PDO conforme **Tabela 8**:

Tabela 8 – Valores de Potencial de Destruição do Ozônio (PDO) e de Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos HCFCs.

Substância	Tempo de vida (anos)	PDO ¹	GWP ²
HCFC-22 (CHF ₂ Cl) – Clorodifluormetano	11,9	0,055	1.810
HCFC-123 (C ₂ HF ₃ Cl ₂) – Diclorotrifluoretano	1,3	0,02	77
HCFC-124 (C ₂ HF ₄ Cl) – Clorotetrafluoretano	5,9	0,022	609
HCFC-141b (C ₂ H ₃ FCl ₂) – Diclorofluoretano	9,2	0,11	725

1. Segundo o Protocolo de Montreal / 2. Horizonte de tempo de 100 anos.

Fonte: Adaptado do 5º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2014).

135. As informações para a elaboração da Etapa III, que incluirá apenas o setor de serviços, foram obtidas a partir de levantamento de dados – pesquisa de mercado – realizados pelas agências implementadoras designadas pelo governo. Coube ao Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), agência implementadora líder, o diagnóstico geral sobre o consumo dos HCFCs no Brasil, o setor de ar condicionado de uso central, comercial e industrial e o Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs instalado no país, Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), o setor de refrigeração comercial e industrial e o setor de ar condicionado residencial e; à Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, o setor de refrigeração comercial (supermercados, padarias, restaurantes e açougues) e ar condicionado residencial.

3.1.1 Diagnóstico geral sobre o atual perfil de consumo de HCFCs no Brasil

136. O Diagnóstico geral sobre o atual perfil de consumo de HCFCs no Brasil (Diagnóstico 1), (PNUD, 2023) realizado pelo PNUD, teve como base os dados de importação e uso de SDOs do IBAMA para os anos de 2018 a 2021, e considerou a seguinte abordagem:

- i. Atualização do perfil de importação e exportação de HCFC-22, HCFC-142b, HCFC-123 e HCFC-124 e HCFC-141b - consumo remanescente, no período de 2018 a 2021, a partir de dados oficiais do IBAMA;
- ii. Atualização do perfil de uso de HCFC-22, HCFC-142b, HCFC-123 e HCFC-124 e HCFC-141b - consumo remanescente, por subsetor do setor de refrigeração e ar condicionado (manufatura e serviços) e demais setores (manufatura e serviços) / aplicação, incluindo tendências de mercado e barreiras para utilização de substâncias alternativas;
- iii. Avaliação sobre a evolução de preço de HCFC-22, HCFC-142b, HCFC-123 e HCFC-124 e HCFC-141b - consumo remanescente, no período de janeiro de 2018 a setembro de 2022, a partir do sistema de estatísticas do comércio exterior (Comex Stat);
- iv. Avaliação da atual abrangência do Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos de SDOs no Brasil, a ser detalhada no Capítulo 4 deste documento;
- v. Identificação de iniciativas nacionais para promover a participação feminina no setor de refrigeração e ar condicionado a ser detalhado no Anexo 2;
- vi. Identificação de iniciativas nacionais de certificação de profissionais no setor de serviços em refrigeração e ar condicionado.

137. A metodologia utilizada incluiu consulta e análise de dados de importação, exportação e uso dos HCFCs disponibilizados pelo IBAMA, análise de documentos e das bases teóricas disponíveis e a realização de entrevistas com os atores envolvidos (de importadores a usuários), no Brasil, conforme descrito a seguir:

- i. Análise de relatórios de verificação das metas de consumo de HCFCs do Brasil, dados brutos utilizados na verificação de metas, dados do SISCOMEX/IBAMA e do Cadastro Técnico Federal (CTF), fornecidos pelo IBAMA. Agrupamento por tipo de fluido refrigerante importado⁴, a fim de melhor visualizar as tendências e comportamentos específicos, facilitando a correlação com a aplicação / consumo;
- ii. Entrevistas, utilizando perguntas norteadoras e confrontação com dados de importação e da literatura sobre uso remanescente de HCFCs no mundo. As entrevistas cobriram representantes de todos os setores, de importadores a usuários. As principais referências literárias adotadas foram extraídas dos relatórios do *TEAP Working Group* do Protocolo de Montreal.
- iii. Consulta ao sistema de estatísticas do comércio exterior (Comex Stat), disponíveis em <http://comexstat.mdic.gob.br/pt/geral>. As inferências sobre o comportamento dos preços foram elaboradas a partir das opiniões expressas nas entrevistas realizadas;
- iv. Entrevistas com os Centros de Regeneração e Reciclagem, Operadores logísticos e

⁴ A análise de verificação de metas é realizada por substância controlada, agrupando diferentes fluidos refrigerantes cuja composição contém alguma das moléculas controladas. Neste diagnóstico optou-se pela análise por fluido refrigerante, para um melhor mapeamento do uso e aplicações.

Unidades de destinação final, instalados no Brasil. Metodologia será detalhada no Capítulo 4 deste documento;

- v. Entrevista com representantes do Comitê de Mulheres da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA); empresas; instituições de ensino e pesquisa; e profissionais consultados pelo diagnóstico.
- vi. Consulta às bases legais do sistema de educação brasileiro para identificação de iniciativas de certificação de profissionais, contando com o suporte e direcionamento das escolas técnicas e conselhos consultados. Consulta aos dados da receita federal, para a identificação de públicos-alvo para as ações de certificação. Entrevistas e consultas para identificação e detalhamento das iniciativas nacionais de certificação de profissionais, incluindo instituições e pontos focais envolvidos nas iniciativas identificadas.

3.1.2 Setor de serviços em RAC com foco nos subsetores de ar condicionado de uso central, comercial e industrial

138. O Diagnóstico de mercado sobre o Setor de Serviços em RAC com foco nos subsetores de ar-condicionado central, comercial e industrial (Diagnóstico 2) (PNUD, 2023), também realizado pelo PNUD, pautou-se na consulta a documentos e as bases teóricas disponíveis, na aplicação de questionários, realização de entrevistas, visitas de campo e reuniões técnicas com os atores envolvidos (de importadores a usuários), e considerou a seguinte abordagem:

- i. Análise dos dados de consumo de HCFCs no setor de serviços em RAC com foco nos subsetores de ar-condicionado central, comercial e industrial;
- ii. Estimativa da carga instalada de HCFC-22 no País (por tipo de equipamento e substância) nos subsetores mencionados, detalhando a metodologia utilizada para a estimativa;
- iii. Análise dos principais tipos de equipamentos à base de HCFC-22 existentes no País nos subsetores mencionados;
- iv. Análise dos principais atores (importadores, instaladores, revendedores, cliente final, etc.) no País nos subsetores mencionados;
- v. Análise das práticas de instalação, montagem e comissionamento de sistemas e equipamentos, bem como as práticas de manutenção e reparo de sistemas e equipamentos;
- vi. Análise das práticas de limpeza de circuitos de refrigeração e práticas de gerenciamento e destinação final de equipamentos e fluidos de refrigeração;
- vii. Detalhamento do perfil (desagregado por sexo) e estimativa da quantidade e qualificação de técnicos que atuam nos subsetores mencionados acima, a ser detalhado no Anexo 2;
- viii. Disponibilidade de tecnologias alternativas de zero PDO e baixo impacto para o sistema climático global e identificação de barreiras para sua implementação.

3.1.3 Setor de Serviços em RAC com foco nos subsetores de refrigeração comercial e industrial e ar condicionado residencial – abordagem voltada para montagem e instalação

139. O diagnóstico de mercado sobre o Setor de Serviços em RAC com foco no subsetor de refrigeração comercial, realizado pela UNIDO (Diagnóstico 3), baseou-se no levantamento de dados por meio de amostragens, entrevistas, questionários, consultas e reuniões técnicas com empresas envolvidas no subsetor, no território nacional. Os dados quantitativos foram obtidos principalmente da Abras, ECONODATA e ABIP. O diagnóstico forneceu diversas informações relevantes, tais como:

- i. Diagnóstico do subsetor de refrigeração comercial no País e o histórico sobre o uso do HCFC-22 nesse subsetor, abordando o período de 1970 a 2022;
- ii. Levantamento sobre os diferentes tipos de equipamentos de refrigeração comercial existentes no País, listagem dos fabricantes e análise sobre os fluidos refrigerantes predominantemente aplicados a cada tipo de equipamento;
- iii. Estimativa sobre o consumo de HCFC-22 no setor varejista de alimentos perecíveis da refrigeração comercial, separados em quatro segmentos: supermercados; mercearias/armazéns/empórios; padarias; e açougues.
- iv. Taxa de reposição de HCFC-22, e estimativa de vida útil dos equipamentos com este fluido refrigerante;
- v. Análise do segmento supermercadista e identificação deste segmento como sendo o que possui maior potencial indutor para promover a substituição e eliminação do HCFC-22 em sistemas de refrigeração comercial existentes e em operação no País;
- vi. Diagnóstico do segmento supermercadista em relação ao comportamento e tendências do mercado relacionadas ao fluido refrigerante HCFC-22 e aos fluidos alternativos, incluindo a logística comercial dos fluidos; as alternativas de fluido identificadas como transitórias e definitivas e os atuais usuários de cada uma delas; a quantificação dos fluidos alternativos atualmente aplicados; e os fornecedores e prestadores de serviços que lidam substitutos do HCFC-22;
- vii. Levantamento sobre os fabricantes dos principais componentes necessários para aplicação de tecnologia com fluidos refrigerantes alternativos e diagnóstico sobre o cenário de instalação e manutenção no segmento supermercadista; e,
- viii. Recomendações de estratégias para a Etapa III do PBH.

140. Para execução do Diagnóstico no segmento supermercadista, considerado o setor com maior volume de HCFC-22, foi realizado levantamento sobre o uso e forma de aplicação do HCFC-22 que incluiu grandes, médios e pequenos varejistas do país. A metodologia utilizada para levantamento de dados e descrição do panorama nacional incluiu a identificação, mapeamento e distribuição geográfica das principais redes de supermercados e a realização de entrevistas e aplicação de questionários.

141. O diagnóstico de mercado sobre o Setor de Serviços em RAC com foco no subsetor de refrigeração industrial, realizado pela UNIDO (Diagnóstico 4), baseou-se no levantamento de dados primários do governo, de fabricantes e de fornecedores da cadeia de refrigeração industrial; em entrevistas e visitas de campo.

142. O diagnóstico considerou os equipamentos com capacidades de potência de 100 kW a 10 MW, operando com temperatura de evaporação entre -50°C e 20°C, e forneceu diversas informações relevantes, tais como:

- i. Panorama atual do subsetor de refrigeração industrial em relação aos fabricantes de equipamentos, tipos de equipamentos manufaturados, componentes, fluidos refrigerantes e tecnologias utilizadas;
- ii. Identificação dos principais tipos de equipamentos à base de HCFCs existentes e manufaturados no país;
- iii. Estimativa da carga instalada e o consumo atual de HCFCs no subsetor;
- iv. Identificação dos atores envolvidos na logística (importadores, instaladores, mantenedores, revendedores, cliente final).
- v. Perfil da mão de obra do subsetor de refrigeração industrial, apresentando o nível de capacitação, escolaridade e destacando o perfil de homens e mulheres que trabalham no subsetor, a ser detalhado no Anexo 2; e descrição do modo de atuação dos instaladores e mantenedores;
- vi. Panorama atual sobre o uso de tecnologias alternativas de zero PDO e baixo GWP.

143. O diagnóstico de mercado sobre o Setor de Serviços em RAC, com foco no subsetor de ar condicionado residencial (Diagnóstico 5), realizado pela UNIDO, baseou-se em pesquisa de campo (quantitativa e qualitativa), com representantes de empresas do setor de serviços, de associações, de sindicatos, e de importadores e distribuidoras de fluidos refrigerantes, sobre a utilização e comercialização de HCFCs e fluidos alternativos. Também foram realizadas pesquisas e entrevistas online, utilizando o envio de questionários, ligações telefônicas e e-mails para atores relevantes, dentre eles: importadoras; revendedores; clientes finais; técnicos de campo; prestadores de serviços; fabricantes e associações do setor privado (ABRAVA, Asbrav, Eletros, Abras e Sindratar(es)).

144. O diagnóstico considerou os aparelhos residenciais de ar-condicionado (entre 7.000 e 30.000 BTU), compreendidos pelos equipamentos tipo *split* e tipo janela, e forneceu informações relevantes, em especial àquelas relacionadas à montagem e instalação de equipamentos no setor de serviços, tais como:

- i. Tipos de equipamentos existentes e manufaturados no País à base de HCFCs e outros fluidos;
- ii. Estimativa da carga instalada de HCFCs no País, e identificação dos principais fabricantes de equipamentos que ainda utilizam HCFC-22;
- iii. Equipamentos disponíveis com fluidos alternativos e disponibilidade das tecnologias alternativas de zero PDO e baixo GWP;
- iv. Padrões de crescimento e consumo de alternativas aos HCFCs;
- v. Barreiras para a implementação de tecnologias alternativas e recomendações e atividades estratégicas para a Etapa III do PBH.

3.1.4 Setor de serviços em RAC com foco no subsetor de refrigeração comercial e ar condicionado residencial – abordagem voltada para profissionais de campo

145. O diagnóstico de mercado sobre o Setor de Serviços em RAC com foco no subsetor de refrigeração comercial (supermercados, padarias, restaurantes e açougues) e ar-condicionado residencial (Diagnóstico 6), realizado pela GIZ, baseou-se no levantamento de dados por meio de amostragens, entrevistas, questionários e consultas realizados durante visitas e reuniões técnicas com empresas envolvidas no setor de RAC no território nacional. O diagnóstico forneceu informações relevantes, como:

- i. Dados de consumo de HCFCs no setor de serviços por substância e com divisão em subsetores (refrigeração comercial, ar condicionado residencial (aparelhos do tipo *split* e janela, etc.);
- ii. Quantidade de técnicos/as de refrigeração que atuam no setor e seus subsetores;
- iii. Participação feminina que atuam como técnicas de refrigeração no setor de serviços e subsetores de refrigeração comercial e de ar condicionado residencial, a ser detalhado no Anexo 2;
- iv. Práticas de instalação, montagem e comissionamento de sistemas e equipamentos no subsetor de ar condicionado residencial;
- v. Práticas de manutenção e reparo de sistemas e equipamentos nos subsetores de refrigeração comercial e de ar condicionado residencial;
- vi. Práticas de limpeza de circuitos de refrigeração nos subsetores de refrigeração comercial e de ar condicionado residencial;
- vii. Práticas de gerenciamento e destinação final de equipamentos e fluidos refrigerantes nos subsetores de refrigeração comercial e de ar condicionado residencial;
- viii. Qualidade técnica da mão de obra e nível de capacitação;
- ix. Práticas de *retrofit* aplicadas no subsetor de ar condicionado residencial;
- x. Descrição de necessidades e prioridades de técnicos/as que atuam nos subsetores de refrigeração comercial e de ar condicionado residencial, em relação à aplicabilidade das boas práticas e manuseio de alternativas de zero PDO e baixo GWP.

146. A metodologia utilizada teve como ponto inicial a análise de informações e experiências anteriores das Etapas I e II do PBH, além do acervo de arquivos do MMA IBAMA, GIZ internacional, associações setoriais, universidades e escolas técnicas. Além disso, foram consultados os dados oficiais de importação de HCFCs nos últimos cinco anos.

147. A partir desta base, buscou-se aprofundar as informações sobre o consumo de HCFCs no setor de serviços nos subsetores de refrigeração comercial e de ar condicionado residencial no Brasil, em consulta aos importadores, distribuidores, fabricantes, instaladores, associações e sindicatos. A metodologia utilizada é descrita a seguir:

- i. Reuniões e visitas técnicas com empresas prestadoras de serviços, manutenção, reparos e instalação de equipamentos de RAC, onde se buscou levantar as práticas de manutenção adotadas, qualidade da mão de obra para manutenção e contenção de vazamentos no sistema frigorífico, qualidade das ferramentas, tipo de equipamento e máquinas recolhedoras utilizadas para serviços e reparos, práticas de destinação final de fluido refrigerante e equipamentos, disponibilidade de treinamentos e cursos de aprimoramento oferecidos aos técnicos para contenção de vazamentos e novas

tecnologias alternativas aos HCFCs;

- ii. Consultas e visitas técnicas às empresas fabricantes de equipamentos e sistemas de RAC onde se buscou levantar a produção e quantidade dos equipamentos que ainda utilizam HCFCs, tendências para tecnologias alternativas que substituem o HCFC, carga média de fluido refrigerante utilizada por equipamento, práticas adotadas de *retrofit* e contenção de vazamentos, quantidade estimada de técnicos/as atuando no subsetor e principais barreiras que inibem a adoção de novas tecnologias;
- iii. Entrevistas e visitas técnicas às empresas importadoras e distribuidoras de fluidos refrigerantes, às quais após uma entrevista inicial por telefone se pediu o preenchimento de um questionário com informações sobre vendas por setores para investigação a respeito das quantidades importadas nos últimos cinco anos, principais clientes e seu consumo, divisão das vendas por setor e subsetores;
- iv. Reuniões com as Associações, Escolas Técnicas, Universidades e Instituições de Treinamento do setor de RAC, onde se buscou verificar as práticas adotadas para a contenção e eliminação de vazamentos e novas tecnologias em uso para substituição do HCFC-22.

148. Quanto às empresas que se recusaram a informar o consumo ou que não puderam ser acessadas, foi considerada a melhor estimativa possível a partir dos dados levantados por outros especialistas e consultores nacionais do setor reportados em revistas e relatórios técnicos de acesso público.

3.2 Consumo Brasileiro de HCFCs

149. As Tabelas 9 e 10 apresentam os dados sobre o consumo brasileiro de HCFCs em toneladas PDO e toneladas métricas (t SDO), respectivamente.

Tabela 9 – Consumo histórico de HCFCs (t PDO).

Ano	HCFC-22	HCFC-141b	HCFC-123	HCFC-124	HCFC-142b	HCFC-225	Total
2005	432,64	413,44	0,66	0,36	0,00	0,06	847,20
2006	488,38	459,54	0,27	4,48	0,98	0,00	953,60
2007	562,98	573,85	0,93	11,45	2,14	0,01	1.151,37
2008	582,95	432,61	0,41	3,66	1,47	0,01	1.021,12
2009	753,10	649,31	0,20	8,49	4,37	0,00	1.415,47
2010	831,01	393,76	0,40	6,97	6,84	0,00	1.238,98
2011	627,48	408,13	0,89	5,43	4,46	0,00	1.046,40
2012	936,10	443,06	3,42	4,51	0,78	0,00	1.387,87
2013	784,10	400,56	0,00	3,62	0,97	0,00	1.189,25
2014	787,64	371,03	0,06	2,49	3,51	0,00	1.164,74
2015	701,67	314,94	0,00	5,24	3,96	0,00	1.025,81
2016	610,60	260,90	-0,06	1,52	2,32	0,00	875,29
2017	552,78	284,56	0,30	0,95	-1,33	0,00	837,25
2018	485,69	338,38	0,18	0,58	0,13	0,00	824,96
2019	565,24	272,70	0,29	0,59	0,02	0,00	838,85
2020	420,90	31,07	0,30	0,54	0,00	0,00	452,81
2021	459,39	30,80	0,30	0,44	0,00	0,00	490,93
2022	537,04	46,36	0,30	0,39	0,00	0,00	584,09

Fonte: MMA

Tabela 10 – Consumo histórico de HCFCs (t SDO).

Ano	HCFC-22	HCFC-141b	HCFC-123	HCFC-124	HCFC-142b	HCFC-225	Total
2005	7.866,21	3.758,52	33,00	16,36	0,00	0,82	11.674,90
2006	8.797,14	4.180,60	17,25	203,79	15,13	0,00	13.213,90
2007	10.235,99	5.216,82	46,70	520,29	32,98	0,20	16.052,97
2008	10.599,10	3.932,84	20,57	166,54	22,69	0,10	14.741,84
2009	13.692,67	5.902,85	9,99	385,72	67,23	0,05	20.058,51
2010	15.109,34	3.579,62	19,84	316,90	105,28	0,00	19.130,98
2011	11.408,80	3.710,27	44,31	246,94	68,69	0,00	15.479,01
2012	17.020,04	4.027,82	170,79	204,83	12,02	0,00	21.435,50
2013	14.256,44	3.641,42	0,00	164,59	14,88	0,00	18.077,33
2014	14.320,78	3.373,04	3,00	113,20	54,06	0,00	17.864,08
2015	12.757,62	2.863,05	0,00	238,12	60,96	0,00	15.919,75
2016	11.101,86	2.371,80	-2,87	69,22	35,74	0,00	13.575,75
2017	10.050,47	2.586,90	14,89	42,98	-20,50	0,00	12.674,74
2018	8.830,72	3.076,18	8,99	26,21	2,02	0,00	11.944,12
2019	10.277,15	2.479,10	14,92	26,69	0,35	0,00	12.798,21
2020	7.652,80	282,43	14,89	24,73	0,00	0,00	7.974,85
2021	8.352,53	280,02	14,89	19,85	0,00	0,00	8.667,29
2022	9.764,37	421,46	14,89	17,70	0,00	0,00	10.218,42

Fonte: MMA

150. De acordo com os dados apresentados em toneladas PDO (**Tabela 9**), o consumo de HCFCs passou de 847,2 t PDO em 2005 para 1,189,25 t PDO em 2013, ou seja, um crescimento de 29% em oito anos. A partir de 2014, observa-se uma gradual redução de consumo, sendo o consumo de HCFC-141b e de HCFC-22 com redução mais evidente, embora ainda sejam observadas oscilação entre as tendências de crescimento e redução de consumo. As variações de consumo do HCFC-22 no período podem estar relacionadas a fatores como a crise econômica no país entre 2016 e 2018 e, posteriormente, em função da pandemia do COVID-19, a partir de março de 2020.

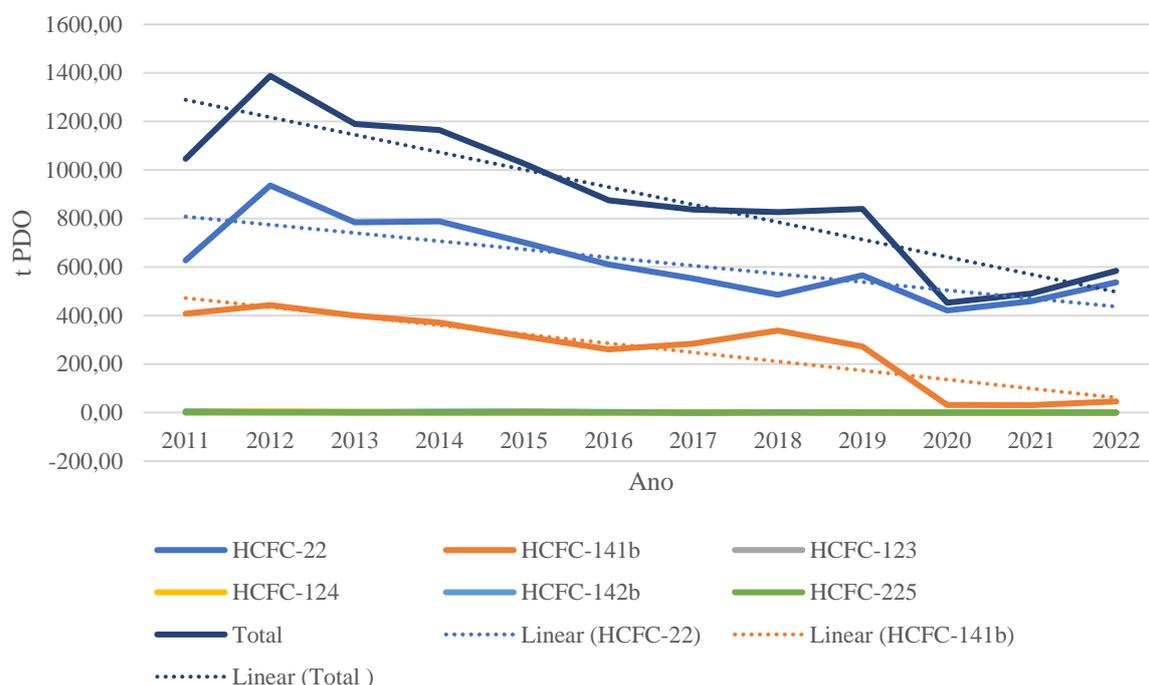
151. O consumo de HCFC-141b sofreu grande redução em 2020 em função da entrada em vigor da Instrução Normativa nº 4, de 14 de fevereiro de 2018 do IBAMA que proibiu a importação da substância para o uso no setor de espuma de poliuretano no Brasil.

152. Entre 2021 e 2022, observa-se um aumento sensível no consumo dos HCFCs, especialmente do HCFC-22, e um ligeiro aumento do consumo de HCFC-141b. O consumo de HCFCs no ano de 2022 foi de 584,09 toneladas PDO, aproximadamente 9% inferior à cota máxima de importação de HCFCs do País, limitada em 642,94 t PDO. A cota máxima de importação para o ano de 2022 foi calculada de acordo com o estabelecido na Instrução Normativa IBAMA N° 20 de 16 de dezembro de 2020, detalhada na seção 2.3 deste documento.

153. A implementação das Etapas I e II do PBH e o cumprimento da legislação vigente, somados à conversão parcial e independente de empresas multinacionais de refrigeração doméstica que atuam no Brasil, permitiram que o País alcançasse uma redução no consumo de HCFCs de quase 56% em 2022 em relação à linha de base.

154. A **Figura 6** mostra graficamente os valores importados de HCFC-22 e HCFC-141b, em t PDO, nos últimos dez anos, período que coincide com a implementação das Etapas I e II do PBH.

Figura 6 – Série histórica do consumo de HCFCs no Brasil em t PDO.



Fonte: MMA

155. Na **Tabela 11**, encontra-se o consumo brasileiro de HCFCs para o ano de 2022, em toneladas SDO e PDO. Até 2013, o consumo do HCFC-22 correspondia a 78,87% do consumo total em t SDO e 65,93% do consumo total em t PDO, enquanto o consumo de HCFC-141b correspondia a 20,14% do consumo total em t SDO e 33,68% do consumo total em t PDO. Com a redução de 90,03% do consumo de HCFC-141b em 2020, o consumo de HCFC-22 passou a corresponder a 95,56% do consumo total em t SDO e a 91,94% do consumo total em t PDO, em 2022. Entretanto, por ser a última etapa do PBH, o estudo de mercado realizado no âmbito da preparação da Etapa III enfocou todos os HCFCs ainda utilizados no país.

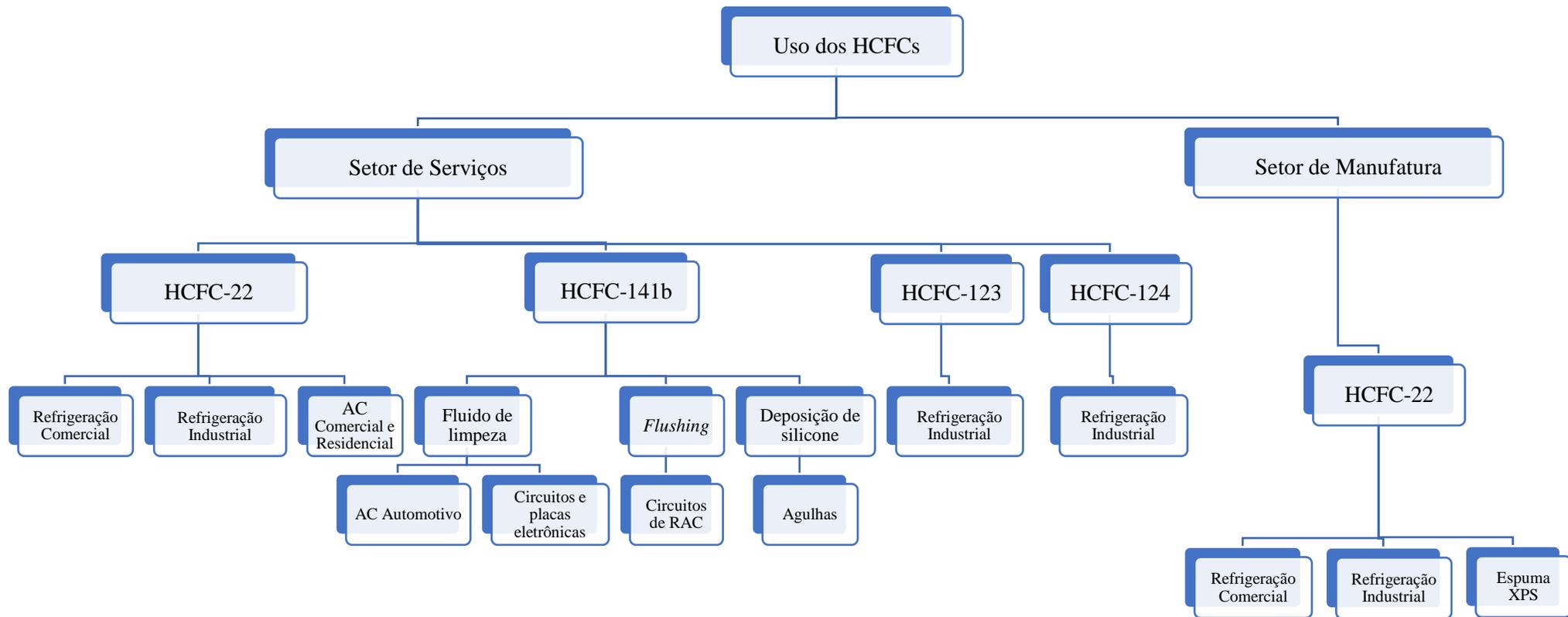
Tabela 11 – Distribuição do consumo de HCFCs em 2022.

Substância	t SDO	%	t PDO	%
HCFC-22	9.764,37	95,56%	537,04	91,94%
HCFC-141b	421,46	4,12%	46,36	7,94%
HCFC-142b	-	0,00%	-	0,00%
HCFC-123	14,89	0,15%	0,30	0,05%
HCFC-124	17,70	0,17%	0,39	0,07%
HCFC-225	-	0,00%	-	0,00%
TOTAL	10.218,42	100,00	584,09	100,00%

Fonte: MMA

156. A **Figura 7** apresenta os principais subsetores de uso dos HCFCs no Brasil identificados pelo Diagnóstico 1, entre setores de manufatura e serviços.

Figura 7 – Principais subsetores usuários de HCFCs no Brasil.



Fonte: Diagnóstico 1/PNUD/MMA

3.3 Consumo dos HCFCs no Brasil

3.3.1 HCFC-22

157. O consumo de HCFC-22 no Brasil destina-se primordialmente aos subsetores de Refrigeração e Ar Condicionado, tanto para manufatura como para o setor de serviços. O Diagnóstico 1, realizado em 2022, confirmou a continuidade da sua utilização no setor de manufatura de espumas de XPS, uso anteriormente identificado no estudo de mercado conduzido em 2009. O consumo no setor de espumas utilizado nos sistemas *New Froth*⁵ foi descontinuado em função da implementação de projeto de investimento no âmbito das Etapas I e II do PBH.

158. Com base nos dados coletados, e na melhor estimativa possível, a **Tabela 12** traz a distribuição do uso de HCFC-22 no País. A estimativa da distribuição do consumo se baseou em entrevistas com empresas de refrigeração e ar condicionado que atuam nos setores comercial, residencial e industrial e fabricantes de sistemas RAC, distribuidores de fluidos refrigerantes, grandes usuários e empresas de manutenção.

Tabela 12 – Estimativa do consumo de HCFC-22 por setor em 2022.

Área	Setor	Consumo de HCFC-22 (t SDO)	%
Manufatura	Refrigeração	1.404,66	14,39%
	Ar Condicionado		
	Espuma XPS	60,00	0,61%
	Subtotal	1.464,66	15%
Serviços	Refrigeração	3.822,99	39,16%
	Ar Condicionado	4.035,04	41,32%
	Outros	441,68	4,52%
	Subtotal	8.299,71	85%
Total	9.764,37	100%	

Fonte: PNUD/GIZ/UNIDO

3.3.2 HCFC-141b

159. A importação do HCFC-141b para utilização como agente de expansão em espumas de poliuretano foi proibida em janeiro de 2020. Em 2022, o consumo de HCFC-141b no Brasil foi de 421,46 toneladas SDO, representando 4,12% do total de HCFCs consumidos pelo país.

160. Atualmente, o consumo desta SDO é voltado majoritariamente para aplicações como solvente e propelente para limpeza, por exemplo, de circuitos e placas eletrônicas e sistemas de ar-condicionado automotivo, e como *flushing* para a limpeza de circuitos de refrigeração e ar-condicionado, conforme detalhado na Figura 7.

⁵ Sistemas *New Froth* são processos utilizados para produção de espumas rígidas de poliuretano, com marca registrada por empresa brasileira. No processo “*froth*” os componentes A (isocianatos) e B (poliol) são injetados pré-expandidos nos moldes ou cavidades a serem preenchidos, onde posteriormente ocorrem a polimerização e a expansão da espuma. O sistema é fornecido em cilindros de aço pressurizados para ser aplicado com equipamento de injeção de baixo custo operacional. O sistema é utilizado em aplicações que exigem isolamento térmico, estruturação mecânica e fluabilidade.

161. Com base nos dados coletados e na melhor estimativa possível, a **Tabela 13** traz a distribuição do uso de HCFC-141b no País.

Tabela 13 – Estimativa do consumo de HCFC-141 por setor em 2022.

Aplicação	Consumo de HCFC - 141b (t SDO)	%
Propelente / Limpeza de precisão	22,00	5,22%
Limpeza (<i>Flushing</i>)	379,46	90,03%
Outros usos	20,00	4,75%
Total	421,46	100%

Fonte: PNUD

3.3.3 HCFC-123 e HCFC-124

162. O consumo de HCFC-123 e HCFC-124 destina-se à manutenção de equipamentos existentes.

163. Desde 2017, não há mais equipamentos novos (*chillers* centrífugos de baixa pressão) sendo instalados com HCFC-123, segundo relato de fabricantes e técnicos. Entretanto, os equipamentos instalados apresentam uma vida útil superior a 40 anos e manterão grande pressão sobre a demanda, o que tende a movimentar o mercado de fluido regenerado.

164. Também não há mais registro de manufatura de equipamentos novos utilizando o HCFC-124. A utilização desse fluido é específica para equipamentos (*chillers*) que operam em ambientes com temperatura externa muito alta e o fluido precisa condensar a 80° C. É o caso de pontes rolantes em aciarias, por exemplo. Já há alternativas que utilizam o HFC-134a com mudanças no dimensionamento do trocador de calor. Portanto, o consumo atual está voltado para o setor de serviços.

165. Com base nos dados coletados e na melhor estimativa possível, a **Tabela 14** traz a distribuição do uso de HCFC-123 e HCFC-124 no País.

Tabela 14 – Estimativa do consumo de HCFC-123 e HCFC-124 por setor em 2022.

Área	Setor	Consumo de HCFC-123 (t SDO)	%	Consumo de HCFC-124 (t SDO)	%
Serviços	Ar Condicionado e Refrigeração Industrial	14,89	100%	17,70	100%
	Total	14,89	100%	17,70	100%

Fonte: PNUD

3.3.4 Consumo agregado por Setores e Substâncias

166. A **Tabela 15** apresenta o consumo de HCFCs no Brasil por setor e substância para o ano de 2022. Observa-se que o consumo de HCFC-22, no setor de serviços, corresponde a 81,22 % do consumo total, em t SDO, de HCFCs, ao passo que o setor de manufatura de RAC consome 13,75 % do total. Já o consumo remanescente de HCFC-141b representa 4,12 % do total de HCFCs consumidos no País, enquanto os consumos de HCFC-123 e HCFC-124 somam 0,32 %. A estimativa da distribuição do consumo foi realizada a partir de informações

fornecidas por empresas consumidoras de SDOs, distribuidores, empresas de manutenção e dados da ABRAVA.

Tabela 15 – Estimativa do consumo agregado de HCFCs por setor e substância em 2022.

Setor	SDO	Aplicação	t SDO	% t SDO	t PDO	% t PDO
Manufatura	HCFC-22	RAC	1.404,66	13,75%	77,26	13,23%
		Espuma XPS	60,00	0,59%	3,30	0,56%
	Subtotal		1.464,66	14,34%	80,56	13,79%
Serviços	HCFC-22	RAC	8.299,71	81,22%	456,48	78,15%
	HCFC-141b	RAC e outros	421,46	4,12%	46,36	7,94%
	HCFC-123	RAC	14,89	0,15%	0,30	0,05%
	HCFC-124	RAC	17,70	0,17%	0,39	0,07%
	Subtotal		8.753,76	85,66%	503,53	86,21%
Total			10.218,42	100,00%	584,09	100,00%

Fonte: PNUD/GIZ/UNIDO

3.4 Consumo Brasileiro por Setores de Aplicação

3.4.1 Refrigeração – Manufatura

3.4.1.1 Refrigeradores Domésticos

167. É possível afirmar que não se utiliza SDOs na manufatura de refrigeradores e freezers (refrigeração doméstica) no Brasil. A migração, quase direta, de CFC para isobutano (HC-600a) ou HFC-134a foi o que prevaleceu neste subsetor. No isolamento térmico, o uso do HCFC-141b como agente de expansão foi descontinuado, sendo substituído preferencialmente pelo ciclopentano.

3.4.1.2 Refrigeração Comercial

168. O diagnóstico da Etapa II do PBH já destacou que a utilização dos equipamentos do subsetor de refrigeração comercial vinha crescendo a cada dia, pelo surgimento de novos estabelecimentos que necessitam de freezers, expositores de bebidas, balcões comerciais e diversos equipamentos de refrigeração. O Diagnóstico 3 desta Etapa III identificou expressivo crescimento da quantidade de pontos de venda do varejo alimentar, na última década, quase sempre acima do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, e, no segmento de supermercados, o formato de “atacarejos⁶” cresceu de forma exponencial, entretanto, foi observado sinais de saturação para os próximos anos. Na indústria de equipamentos, novos atores surgiram para atender a demanda crescente e passaram a ocupar espaços importantes, aumentando a competitividade do setor de fabricantes de máquinas e equipamentos.

169. O subsetor de refrigeração comercial é representado por varejistas de alimentos

⁶ Atacarejo: loja que comercializa produtos na modalidade atacado e varejo com conceitos de autosserviço, pague e leve (*cash and carry*), ou seja, mescla as atividades de um supermercado e um atacado no mesmo negócio.

perecíveis, distribuídos em quatro (4) segmentos distintos: supermercados; mercearias/armazéns/empórios; padarias; e açougues. As redes de supermercados são os grandes varejistas do subsetor da refrigeração comercial e os maiores consumidores de fluido refrigerante por unidade de negócio, além de se caracterizarem por serem mais organizados, tanto em termos de padrão de armazenamento e de exposição de produtos perecíveis como em termos de organização de dados e informações.

170. Para este subsetor, o uso do HCFC-141b como agente de expansão no isolamento térmico foi descontinuado, sendo substituído preferencialmente pelo ciclopentano. Historicamente, no período de 1970 a 2010, o HCFC-22 foi o principal, senão quase o único, fluido refrigerante utilizado nos sistemas de refrigeração comercial, principalmente, em supermercados.

171. Os principais fabricantes de máquinas e equipamentos que atendem o segmento de supermercados não fabricam mais produtos com o fluido refrigerante HCFC-22. Porém, os fabricantes de máquinas e equipamentos que focam seus produtos para o mercado de distribuição (varejistas de máquinas, equipamentos e componentes de refrigeração e ar-condicionado), que por sua vez os redistribuem para mercearias, padarias, açougues e outros setores da refrigeração comercial, permanecem com a opção de HCFC-22 em seus portfólios. Tais produtos são destinados tanto para novos projetos como também para a reposição de máquinas e equipamentos que apresentam algum tipo de defeito.

172. Assim, predominantemente, o uso do HCFC-22 no subsetor de refrigeração comercial é decorrente da fabricação de equipamentos e instalações anteriores a 2022, apesar de permanecer existindo projetos novos majoritariamente de pequeno porte, conforme apresentado a seguir:

- Supermercados: predomina migração para soluções alternativas ao HCFC-22 para novos sistemas, contudo, favorecendo tecnologias transitórias de alto GWP (por exemplo, R-404A, HFC-134a, entre outros);
- Mercearias, padarias e açougues: o uso HCFC-22 não é majoritário, mas permanece a aplicação.

173. O mercado de refrigeração comercial é atendido por diversas soluções e sistemas de refrigeração, e a definição do tipo de sistema e equipamentos aplicados é fruto de uma análise técnica de custo-benefício.

174. Os dois principais conceitos de projeto aplicados na refrigeração comercial são a expansão direta, onde o fluido refrigerante evapora diretamente no ambiente a ser refrigerado - câmaras ou expositores frigoríficos; e a expansão indireta, onde um fluido refrigerante primário evapora, normalmente na casa de máquinas, resfriando um fluido refrigerante secundário, normalmente uma solução aquosa, o qual é o responsável pelo resfriamento de câmaras e expositores frigoríficos.

175. O Diagnóstico 3 informa que o Brasil produz todos os tipos de equipamentos aplicados na refrigeração comercial, quais sejam:

- Expositores Incorporados com condensação a Ar do tipo *self*;
- Expositores Incorporados com condensação a Água;
- Expositores Remotos;
- Câmaras Frigoríficas;

- Ambientes Climatizados;
- Monobloco (*plug in*);
- Unidade Condensadora remotas a Ar;
- Unidade Condensadora Água resfriada (*low condensing*)⁷;
- Rack com Compressores em Paralelo;
- Centrais de Refrigeração;
- Resfriador de Líquido (*Chiller*);
- Rack com compressores em paralelo tipo *Booster CO₂*;
- Refrigeradores e freezers autônomos (*stand-alone*).

176. Em relação aos fluidos alternativos utilizados como substitutos do HCFC-22, para as instalações de sistemas centrais operando em média temperatura (resfriados) existem sistemas com HFC-134a com expansão direta ou indireta, R-410A em *chiller* para resfriar glicol e R-404A. Em baixa temperatura (congelados), o R-404A é predominante e o HFC-134a somente é utilizado nos sistemas de resfriados. Apesar de mais eficiente energeticamente no sistema de resfriados, muitas vezes o HFC-134a é preterido em relação ao R-404A em função do alto custo dos compressores que o utilizam. Nos supermercados as ilhas de congelados aplicadas são, predominantemente, tipo *self*, com o uso do HC-290.

3.4.1.3 Refrigeração Industrial

177. O Diagnóstico 4, referente ao subsetor de refrigeração industrial, concentrou-se nos equipamentos com capacidades de potência de 100 kW a 10 MW, operando com temperatura de evaporação entre -50°C e 20°C. Os principais tipos de equipamentos com estas características, à base de HCFCs, existentes no país são os *chillers*; *selfs*, *splitões* e os *racks* de refrigeração.

178. A aplicação desses equipamentos é múltipla, mas os *chillers*, *selfs* e *splitões* são adotados também para o resfriamento de equipamentos ou processos e para o controle de temperatura de ambientes industriais. Os *racks* de refrigeração são mais comumente adotados pelas indústrias de alimentos e agropecuária, para conservação e refrigeração de alimentos, tanto nas etapas de produção e processamento como também na conservação e distribuição dos produtos.

179. O porte dos equipamentos utilizados e as soluções de refrigeração, neste subsetor são variáveis em função especialmente das necessidades da operação e dos recursos disponíveis. Para equipamentos do tipo *chiller*, considera-se uma média de 0,3 kg de fluido refrigerante por 1 kW de capacidade de refrigeração. Para outros tipos de equipamentos, como *splitões* e *racks*, pode-se considerar uma média de 0,7 a 1,2 kg de fluido por 1 kW de capacidade de refrigeração.

180. Historicamente, o fluido refrigerante HCFC-22 sempre foi o fluido do tipo HCFC mais utilizado na refrigeração industrial em função da eficiência energética e pelo fato de não ser inflamável ou tóxico, além da histórica facilidade de acesso, baixo custo e simples usabilidade pelos técnicos do subsetor. Entretanto, desde meados dos anos 2000, as principais empresas fornecedoras e revendedoras de equipamentos desse porte deixaram de produzir ou vender

⁷ *Low-Condensing* é a denominação dos sistemas de refrigeração que possuem baixa temperatura de condensação em função do uso de um fluido aquoso a baixa temperatura para condensar o fluido refrigerante do sistema, tornando-o independente da presença do ar atmosférico para condensação e não liberando calor no ambiente onde se encontra instalado. Normalmente o fluido aquoso utilizado é a solução de propileno-glicol do sistema de média temperatura.

equipamentos de refrigeração no Brasil com esse fluido.

181. Deste modo, atualmente as instalações de refrigeração com HCFC-22 são, em sua maioria, parte do parque industrial brasileiro das décadas de 1980, 1990 e início dos anos 2000, considerando que os sistemas de refrigeração de porte industrial possuem uma vida útil de, em média, até quarenta anos. Observou-se que os parques industriais que ainda possuem instalações com HCFC-22 são os de menor porte e estão mais distantes dos grandes centros urbanos.

182. De forma geral, as empresas do setor alimentício e de logística refrigerada de grande porte, que utilizam *racks* de refrigeração e que dispõem de grandes câmaras frias de resfriados e congelados, com 100 mil m³ de armazenagem, ou 10.000 posicionamentos de armazenamento de *pallets*, não possuem mais instalações que utilizam HCFC-22.

183. Com relação aos componentes para sistemas que utilizam o HCFC-22, em especial compressores, ainda é possível encontrar no mercado peças novas para reposição. Porém, não foram identificados componentes fabricados exclusivamente para novos equipamentos de refrigeração com HCFC-22.

184. Desde o início dos anos 2000, observa-se uma redução do uso do HCFC-22 nos parques industriais, e a condução de *retrofits* nos sistemas de refrigeração, adotando sistemas de refrigeração com fluidos alternativos do tipo HFCs, especialmente o HFC-134a, R-404A e R-410A, ou sistemas com fluidos naturais, como amônia, glicol ou CO₂ em cascata, entre outros. Em empresas de maior porte, com recursos humanos e financeiros de mais alto nível e, especialmente em sistemas que requerem maior eficiência energética, observa-se o aumento do uso de fluidos refrigerantes naturais.

185. Os fluidos refrigerantes naturais, ou soluções mistas de sistemas com fluidos refrigerantes sintéticos + fluidos refrigerantes naturais, também são uma possibilidade que tem sido cada vez mais considerada, especialmente para sistemas de refrigeração de grande porte e que demandam alta eficiência energética.

186. De forma geral, a motivação para migração de sistemas com HCFCs para outros fluidos é de ordem financeira, uma vez que as reformas são motivadas principalmente pela busca por melhores índices de eficiência energética, visando a economia de energia, de recursos financeiros e de pessoal, além de necessidades operacionais, em função da vida útil dos sistemas ou início de novas operações.

187. No Diagnóstico 4, realizado entre fevereiro e março de 2023, foram identificadas três (3) empresas no mercado de refrigeração industrial, com abrangência nacional, que produzem/vendem compressores e equipamentos de refrigeração industrial (*chillers*, *splitões* e *self*) para uso do HCFC-22.

188. O setor de manufatura de refrigeração industrial é bastante complexo em termos de organização de informações. Não há um dado sistematizado sobre o volume de importação, mas uma estimativa de que todo o HCFC-22 importado pelas empresas é direcionado para o setor de serviços, principalmente para reposição de fluido refrigerante. Entretanto, não há informação sistematizada sobre taxa de vazamento, e conseqüentemente, da taxa de reposição, dos equipamentos.

189. Segundo fabricantes/importadores de fluido refrigerantes, e empresas fabricantes de equipamentos e componentes para sistemas de refrigeração, a refrigeração industrial é responsável pelo uso de 8 a 12% da carga total de HCFC-22 importada no país. Considerando a importação dos últimos 5 anos (2018 a 2022), estima-se que o volume médio de HCFC-22 importado pelo subsetor de refrigeração industrial seja de 1.000 t SDO/ano.

190. Para a Etapa III do PBH deve ser considerado que a busca por eficiência energética é um motivo relevante a ser agregado para o investimento em novas tecnologias de zero PDO e baixo GWP, uma vez que sistemas de refrigeração com amônia ou outras tecnologias mais eficientes podem resultar em economia de cerca de 30% quando, além do fluido selecionado, somam-se outras tecnologias de automação, monitoramento e controle desses sistemas, com o uso de equipamentos de refrigeração e componentes mais eficientes e com tecnologias mais modernas e atualizadas, a depender das necessidades e aplicações de cada caso.

3.4.2 Ar Condicionado – Manufatura

191. O Brasil possui parque industrial consideravelmente sofisticado para a manufatura de equipamentos de ar-condicionado, com grande número de empresas e elevado nível tecnológico para produção de aparelhos e equipamentos de condicionamento de ar. Esse parque é responsável pela produção local de aparelhos do tipo janela e *splits*, sistemas denominados comerciais, como os *Variable Refrigerant Flow* (VRFs) e aparelhos *self-contained*, além de equipamentos de médio e grande porte como *chillers*, utilizados em sistemas centrais de ar-condicionado de água gelada. Esses equipamentos usam compressores herméticos rotativos, alternativos ou *scroll* para as unidades com capacidades de até 100 kW e um ou vários compressores semi-herméticos alternativos, *scroll* ou parafuso para unidades com capacidades de até 420 kW.

192. Todos os equipamentos, excetuando-se os *chillers*, são chamados de expansão direta. Nesse caso, o ar do ambiente passa por uma serpentina que contém o fluido refrigerante em evaporação. A transferência de calor ocorre entre o ar e o fluido refrigerante. Nos sistemas de bombas de calor, os papéis do evaporador e do condensador são invertidos para proporcionar tanto aquecimento quanto resfriamento. No modo de aquecimento, o ar do ambiente condicionado passa pela mesma serpentina que agora contém o fluido refrigerante que passa por condensação, assim transferindo calor para o ar.

193. Aparelhos residenciais de ar-condicionado são aqueles compreendidos pelos equipamentos do tipo *split* e tipo janela: ar condicionado de janela; ar condicionado portátil; *mini-split* convencional e *mini-split inverter*. Para o Diagnóstico 5, os aparelhos de ar-condicionado do tipo janela considerados foram os do tipo autônomos entre 7.000 e 30.000 BTUs/h. Os aparelhos de ar-condicionado tipo *split* considerados foram os que contêm duas unidades, evaporadora e condensadora, unidas por meio de tubulações, com capacidades entre 9.000 e 30.000 BTUs/h.

194. No Brasil, unidades de pequeno porte (janelas e *splits*) são importadas ou manufaturadas localmente, com a maioria dos fabricantes localizados em Manaus, Amazonas. Estes se baseiam comumente na importação de kits desmontados ou parcialmente montados e realizam a montagem dos aparelhos e a carga do fluido refrigerante na fábrica. Em 2021, foi registrada a produção de 3.866.050 unidades de aparelho de ar-condicionado de pequeno porte (janelas e *splits*) no País.

195. Foi identificado um consumo residual do HCFC-22 para a manufatura de novos aparelhos do tipo janela no ano de 2022. Entretanto, segundo dados dos fabricantes, esse consumo será encerrado em 2023, quando as linhas de produção com essa SDO serão descontinuadas. Desta forma, o uso do R-410A domina a fabricação de aparelhos do tipo janela e *split* e seu uso é crescente no setor de serviços. Segundo dados obtidos junto à SUFRAMA, os aparelhos de ar-condicionado do tipo *mini-split* de uso residencial representam 85% dos equipamentos das unidades instaladas, enquanto os aparelhos de janela representam 15%.

196. Os fabricantes nacionais de aparelhos do tipo janela e *split* são, em sua maioria, multinacionais, *joint ventures*, com propriedade parcial de países que não fazem parte do Artigo 5 (A-5) do Protocolo de Montreal.

197. Há uma pequena quantidade de empresas nacionais que manufaturam *chillers* de pequeno e médio porte. Este subsetor, na realidade, é um híbrido entre fabricantes de ar-condicionado e de equipamentos de refrigeração industrial, uma vez que os aparelhos podem ser usados tanto para aplicações de conforto térmico como para processos industriais.

198. Desde meados dos anos 2000, as principais empresas fornecedoras e revendedoras de equipamentos desse porte deixaram de produzir ou vender equipamentos de refrigeração que utilizam fluidos do tipo HCFCs no Brasil. Em consulta às empresas produtoras ficou evidenciado que a produção de *chillers* com HCFC-22 perdurou até o ano de 2014. A produção de novas unidades com essa SDO estaria exclusivamente relacionada à produção sob demanda, em situações muito específicas. Atualmente, a maioria das empresas fabricantes produz os *chillers* com o fluido refrigerante R-410A. O mesmo acontece com os fabricantes de sistemas VRFs, onde praticamente a totalidade da produção é com o fluido R-410A.

3.4.2.1 Tipo Split

199. Condicionadores de ar do tipo *split* também são instalados em estabelecimentos comerciais de pequeno porte, escolas, hospitais, apartamentos e residências individuais. Os sistemas *split* incluem uma unidade com compressor e trocador de calor (unidade de condensação) instalada fora do espaço a ser resfriado ou aquecido. A unidade externa está ligada por meio da tubulação do fluido refrigerante a uma ou mais serpentinas com ventilador (*fan coil*) localizadas no interior do ambiente condicionado (evaporadores).

200. Em 2022, mais de 95% dos aparelhos de ar-condicionado do tipo *split* comprados no Brasil foram fabricados em território nacional, segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (Eletros).

201. Segundo informações de fabricantes, todas as empresas já migraram para o R-410A na produção dos aparelhos do tipo *split* ou estariam em fase final de mudança da linha de fabricação.

202. Há uma tendência na ampliação do setor fabril para a fabricação de equipamentos com o HFC-32 alguns fabricantes que atuam no mercado brasileiro já iniciaram a produção de aparelhos com esse fluido.

3.4.2.2 Tipo Janela

203. Os condicionadores de ar do tipo janela são projetados para aquecer ou resfriar espaços únicos, como quartos ou pequenos escritórios. Devido ao seu tamanho reduzido e custo relativamente baixo, os condicionadores de ar do tipo janela foram os primeiros sistemas lançados para conforto individual no mercado de ar condicionado. No entanto, dados de vendas nacionais do produto indicam que os condicionadores de ar tipo *split* são selecionados com maior frequência como a primeira opção de conforto, resultando em um declínio nacional na demanda por condicionadores de ar de janela, que representou, em 2021, 12,8% do subsetor de ar condicionado residencial no país.

204. Segundo informações de fabricantes, praticamente todas as empresas migraram para o R-410A, na produção dos aparelhos do tipo janela. As linhas de produção que ainda utilizam HCFC-22 estão em fase final de mudança, com previsão de encerramento das linhas remanescentes até o final de 2023, segundo informações dos fabricantes. Foi identificado que há uma previsão futura de produção de equipamentos do tipo janela com HFC-32.

3.4.2.3 Chillers, sistemas VRF e equipamentos self-contained

205. Os equipamentos do tipo *chillers* são utilizados para propiciar conforto térmico em edifícios comerciais, *shoppings centers*, hospitais, hotéis, bancos e hiper/supermercados, bem como para a climatização de ambientes (aplicações técnicas) em *data centers* e alguns processos produtivos como, por exemplo, na produção de papel e de têxteis. Eles estão associados a sistemas de distribuição de “água gelada” e de tratamento de ar/distribuição de ar. São conhecidos, ainda, por serem sistemas de expansão indireta, no qual o sistema de refrigeração resfria um líquido, geralmente água tratada, que é bombeada para os trocadores de calor denominados de *fancoil* para o resfriamento do ambiente. Não obstante, os *chillers* também são utilizados para o controle de temperatura de ambientes industriais (refrigeração industrial).

206. A partir de 1990, os fabricantes de *chillers* iniciaram a fabricação de equipamentos com o fluido refrigerante R-410A. Segundo informações de fabricantes, a produção de *chillers* com HCFC-22 no país ocorreu até 2014 e, atualmente, há pouco consumo de HCFC-22 para a fabricação desse tipo de equipamento, que ocorre apenas sob demanda.

207. Os *chillers* são os equipamentos no setor de condicionamento de ar que apresentam a maior carga de fluido refrigerante, geralmente superior a 20 kg. Os sistemas do tipo VRFs, para aplicação comercial, tem carga de fluido refrigerante superior a 15 kg, podendo chegar a 35 kg por unidade. Já os *self-contained*, geralmente, possuem carga de fluido refrigerante inferior a 20 kg. Existem, ainda, algumas unidades denominadas de *multi-splits*, de uso reduzido, com menor carga de fluido refrigerante, geralmente, inferior a 10 kg.

208. Assim, neste específico subsetor de ar condicionado é possível afirmar que os maiores consumidores de HCFCs são os *chillers*. É importante destacar que os *chillers* com HCFCs atualmente instalados no Brasil operam há mais de 20 anos e, segundo informações levantadas no âmbito do Diagnóstico 2, alguns usuários estão se preparando para uma atualização das suas instalações, optando por utilizar *chillers* com R-410A ou ainda, pela substituição do sistema do tipo *chiller* por VRFs, também com o fluido R-410A.

209. Os *chillers* com condensação a ar possuem capacidade frigorífica de até 1.800 kW e

representam aproximadamente 80% da produção anual de unidades de *chillers* com compressores de deslocamento positivo, alternativo de pistão, *scroll* e de parafuso.

210. Para *chillers* resfriados, com condensação a água, são usados tanto compressores de deslocamento positivos quanto compressores centrífugos. Os *chillers* de deslocamento positivo resfriados à água empregam os mesmos fluidos refrigerante que as versões com resfriamento a ar. Os *chillers* centrífugos são predominantes em instalações com capacidade acima de 2 MW e os fluidos refrigerantes HCFC-123 e HFC-134a são os mais utilizados.

211. O Diagnóstico 2 também identificou que os equipamentos do tipo VRF estão sendo amplamente utilizados no setor comercial, principalmente em estabelecimentos hoteleiros ou prédios comerciais, devido às suas características de regulação da temperatura de cada ambiente de maneira individual, enquanto os equipamentos do tipo *self-contained* são utilizados por estabelecimentos comerciais de menor porte, como rede bancária, anfiteatros e pequenos centros comerciais.

3.4.3 Espumas de PU e XPS

212. O País recebeu o apoio do Fundo Multilateral para execução de projetos de conversão para eliminação do uso dos CFCs por meio do Plano Nacional de Eliminação de CFCs e dos HCFCs por meio das Etapas I e II do PBH no setor de espumas de poliuretano. Os resultados alcançados por esses projetos estão descritos nas Seções 1.4 e 1.5.

213. No que se refere à produção de espuma XPS, o Diagnóstico 1 identificou que atualmente existe uma única empresa no Brasil nesse segmento utilizando o HCFC-22 como agente de expansão em seu processo produtivo. A empresa multinacional, identificada no diagnóstico realizado no âmbito da Etapa II do PBH, descontinuou a produção de espumas XPS no Brasil.

3.4.4 Solventes

214. Conforme mencionado anteriormente, a importação do HCFC-141b para utilização como agente de expansão em espumas de poliuretano foi proibida em janeiro de 2020. Atualmente, o consumo desta SDO é voltado majoritariamente para aplicações como solvente e propelente para limpeza.

215. Observa-se também uma migração do uso de HCFC-141b para HFCs, especialmente para HFC-134a, como propelente, e para HFC-43-10mee, HFE (Hidrofluoreter) e HFO (Hidrofluorolefina), como solventes. Solventes de base aquosa também entraram no mercado especialmente para promover a menor inflamabilidade, porém enfrentam algumas barreiras como o aumento do tempo de processo e adição da etapa de secagem.

216. A utilização do HCFC-141b como *flushing*, para a limpeza dos sistemas de refrigeração e ar-condicionado, seja antes do início de operação do equipamento novo, após a queima de um compressor, após reparos ou durante processos de *retrofit*, é uma prática comum para retirada de contaminantes das linhas e equipamentos, especialmente em refrigeração comercial. No relato dos próprios fabricantes, manutenções poderiam ser evitadas se todos os contaminantes fossem removidos do sistema de refrigeração, já na instalação. Com a proibição da aplicação do HCFC-141b no setor de espuma, sua disponibilidade no mercado diminuiu e

novos produtos de limpeza com propriedades de solventes, porém, inflamáveis, passaram a ser introduzidos no mercado.

217. A eliminação do uso do HCFC-141b como fluido de limpeza é possível, mas seus substitutos vêm enfrentando a dificuldade técnica do equilíbrio entre inflamabilidade e facilidade de evaporação (remoção do sistema). Na prática, as substâncias mais inflamáveis apresentam melhor resultado na limpeza, mas requerem cuidados especiais na operação, enquanto os limpadores de base aquosa não teriam inflamabilidade, mas requereriam mais tempo de trabalho e cuidado para completa remoção do sistema. E aqueles com o melhor desempenho nas duas áreas teriam um custo limitante para aplicações de limpeza simples.

218. Os setores mais demandantes de fluidos de limpeza são, pela ordem de importância:

- Manutenção de ar condicionado do tipo *split* e geladeiras domésticas;
- Manutenção de ar-condicionado automotivo;
- Manutenção de equipamentos de refrigeração comercial (pequeno porte), como cervejeiras, expositoras e freezers;
- *Retrofits* em geral.

219. Uma aplicação diferenciada para o HCFC-141b refere-se à deposição de silicone em agulhas. Atualmente, apenas uma empresa multinacional instalada no país ainda utiliza o HCFC-141b neste processo, com consumo anual de cerca de 20 toneladas/ano da substância. Já existem substâncias de zero PDO, baseadas em HFE e HFO, para a mesma aplicação, inclusive já adotada pelos demais fabricantes nacionais.

3.4.5 Extinção de incêndio

220. Confirmando o reportado nas Etapas I e II do PBH, com a eliminação do consumo dos CFCs, o setor de extinção de incêndio no Brasil passou a usar agentes extintores à base de pó com fosfato monoamônico, bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio, entre outros, além do uso de nitrogênio, dióxido de carbono e água. Alguns modelos passaram a utilizar HFCs e atualmente utilizam HFE. Também não se identificou mais o uso de HCFC-123 na área de extinção de incêndio, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Equipamentos Contra Incêndio e Cilindros de Alta Pressão (ABIEX).

221. O HFC-227ea passou a ser bastante usado nas linhas que suprimem chamas por extinção do O₂, assim como o HFC-236fa, usado em salas de TI, sistemas dielétricos e até museus. Entre 2015 e 2018, o mercado mudou novamente, com a entrada do HFE-1230 com estratégia de venda de que não seria um fluido questionado ambientalmente. Todavia, o anúncio da 3M de descontinuidade da linha MOVEC até 2025 é um indício de nova mudança neste setor, sendo os HFOs a opção mais citada nas entrevistas, como potencial substituto, segundo dados do Diagnóstico 1.

222. Desde 2015, os extintores automotivos também deixaram de ser obrigatórios no Brasil, reduzindo este mercado.

223. Internacionalmente, de acordo com o Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica do Protocolo de Montreal (TEAP, 2022, volume 5), a preocupação com substâncias com PDO e/ou alto GWP advém, principalmente, das soluções para extinção de incêndios em aeronaves.

De fato, o uso de Halon regenerado no Brasil está relacionado à tal aplicação. Mas é importante ressaltar que, ainda de acordo com o mesmo relatório do TEAP, a maior causa de emissões estaria relacionada às práticas de manutenção em extintores e não na aviação em si, baseando-se no fato de que mesmo com a diminuição do número de horas de voo durante a pandemia, as emissões globais de Halon 1301 mantiveram-se constantes.

3.4.6 Setor de Serviços

224. O Setor de Serviços em RAC corresponde aproximadamente a 85% do consumo do HCFC-22 do Brasil. Sua importância merece especial atenção devido à quantidade de sistemas de refrigeração e ar-condicionado à base do HCFC-22 já instalados no País, com uma carga instalada total estimada em aproximadamente 3.529 t SDO de HCFC-22 em sistemas de refrigeração comercial; em 14.592 t SDO de HCFC-22 em sistemas de ar-condicionado do tipo *split* e janela; e em 535,6 t SDO nos sistemas de ar-condicionado central e de uso comercial. Todos esses sistemas necessitarão de manutenções periódicas e corretivas ao longo dos próximos anos. Devido à complexidade de organização de dados no subsetor de refrigeração industrial, não há dados sistematizados sobre a carga instalada de HCFC-22 neste subsetor.

225. As empresas atuantes em instalação e manutenção de equipamentos de maior porte são, na sua maioria, microempresas prestadoras de serviços na área de refrigeração e ar condicionado. Já o subsetor de ar condicionado de pequeno porte é caracterizado por uma participação significativa de profissionais autônomos do setor informal de trabalho.

226. O mercado nacional de refrigeração e climatização vem passando, nos últimos anos, por mudanças importantes, nas quais entidades e empresas buscam ampliar o número de profissionais qualificados, que prestam serviços a consumidores domésticos e empresariais. Contudo, segundo dados do Sindratar-PE e da ABRAVA, 30% dos técnicos/as que atuam no setor de serviços de refrigeração e ar condicionado no Brasil passaram por cursos de baixa carga horária, sem complementação de conhecimentos. Estes profissionais têm deficiência de conhecimento conceitual e de manuseio prático de ferramentas e equipamentos, tendo, portanto, dificuldades para prestar serviços de qualidade de instalação e de manutenção.

227. De forma recorrente, as próprias empresas instaladoras e mantenedoras oferecem apenas breves capacitações aos seus funcionários, e esses cursos nem sempre são percebidos como sendo os mais adequados para formação desses profissionais, o que favorece a contratação de técnicos autônomos com baixa qualificação.

228. Segundo o Sindratar-PE e a ABRAVA, apesar de existirem uma série de cursos de climatização e refrigeração, com formação profissional de nível técnico, tecnólogo ou mecânico, uma parcela aproximada de 15% de profissionais de refrigeração adquiriram a sua experiência junto a um/a técnico/a de refrigeração mais experiente em campo, ou seja, não tiveram acesso a cursos de capacitação profissional. Nestes casos, conceitos importantes de boas práticas em refrigeração, como segurança, detecção e controle de vazamentos de fluidos refrigerantes, recolhimento e reciclagem de fluidos refrigerantes, registro de dados técnicos, entre outros, normalmente não são salientados no treinamento cotidiano.

229. Devido à cultura informal e/ou por desconhecimento, ou pouco conhecimento/consciência ambiental, os profissionais sem qualificação formal geralmente usam métodos mais econômicos e baratos (sem ferramentas adequadas), e a liberação de

fluidos refrigerantes para a atmosfera é considerada como uma ocorrência normal durante os trabalhos de reparo e manutenção, apesar da proibição em legislação vigente, com consequências prejudiciais ao meio ambiente e à eficiência dos equipamentos de refrigeração e ar-condicionado. Há uma percepção geral de que os profissionais nem sempre conhecem as práticas mais atualizadas, ou não possuem qualificação para trabalhar com fluidos refrigerantes alternativos, favorecendo o uso dos HCFCs e HFCs.

230. Como consequência, há falta de sistematização e padronização de procedimentos de manutenção preventiva, falta de qualificação e aplicação de boas práticas em certos procedimentos para manutenção corretiva, projetos de refrigeração inadequados, como circuitos e tubulações longas, aplicação e dimensionamento incorreto de peças e componentes e instalações inadequadas que não impedem a vibração dos componentes, favorecendo o surgimento de vazamentos.

231. Portanto, o alto consumo do HCFC-22 no setor de serviços em RAC está, principalmente, correlacionado aos vazamentos de fluidos refrigerantes, provocados, essencialmente, pela falta de manutenção e instalação inadequadas dos sistemas e equipamentos.

232. Devido à extensão territorial do país e às diferenças sociais e econômicas, a falta de qualificação profissional e de acesso aos cursos de capacitação profissional ocorrem, principalmente, em regiões rurais e/ou com infraestrutura menos desenvolvida.

233. De forma geral, os profissionais autorizados pelos fabricantes e os profissionais qualificados e habilitados por instituições de ensino técnico profissionalizante, adotam as boas práticas de refrigeração e seguem os padrões recomendados pelos fabricantes referente às manutenções preventivas e controle de vazamentos de fluidos refrigerantes.

234. Deve ser observado que a pandemia do COVID-19 favoreceu o aumento de profissionais independentes, que passaram a trabalhar no subsetor de refrigeração e ar condicionado, com destaque para o setor residencial e industrial de pequeno porte, especialmente pelo aumento do desemprego, que levou a procura por atuação profissional independente, fazendo aumentar a presença de técnicos/as de refrigeração e climatização no país sem necessariamente possuírem a qualificação adequada.

235. Mesmo no subsetor de refrigeração industrial, que atua com equipamentos de grande porte e maior complexidade, os entrevistados informaram que a capacitação dos profissionais envolvidos na manutenção e instalação varia em função da criticidade das atividades a serem desenvolvidas, e do porte das empresas contratantes. A qualidade da mão de obra tende a ser mais especializada para sistemas de grande porte e, também, quando há maior disponibilidade de recursos e atenção para essas contratações.

236. Já para os sistemas de ar-condicionado central de grande porte, a maioria dos estabelecimentos possui mão de obra com equipe especializada e treinada, uma vez que a manutenção dos equipamentos envolvidos exige boa formação devido à sua complexidade. As equipes de manutenção prestam o serviço adequado adotando as boas práticas de refrigeração, muitas vezes realizando uma manutenção preditiva e preventiva, se antecipando a possíveis falhas que podem comprometer o funcionamento do equipamento. Alguns estabelecimentos, como hospitais, por exemplo, possuem equipes permanentes no local para resolver qualquer problema emergencial relacionado ao sistema de condicionamento de ar.

237. De acordo com entrevistas com empresas do setor de serviços em RAC, 60% das operações de manutenção corretiva têm seu fluido refrigerante liberado para a atmosfera. Conforme a **Tabela 11**, apresentada anteriormente, 41,32% do consumo de HCFC-22 destina-se à manutenção de equipamentos de ar-condicionado e 39,16% para serviços em equipamentos de refrigeração.

238. Destaca-se que o fluido predominantemente utilizado para limpeza de circuitos de refrigeração de sistemas RAC continua sendo o HCFC-141b, devido à dificuldade técnica do equilíbrio entre inflamabilidade e facilidade de evaporação (remoção do sistema) dos substitutos disponíveis no mercado.

239. Segundo os sindicatos e as empresas de vendas de peças e insumos para refrigeração e ar condicionado, o número atual de profissionais no setor de refrigeração no Brasil é de aproximadamente 105 mil. A **Tabela 16** apresenta a distribuição regional dos técnicos/as de refrigeração.

Tabela 16 – *Quantidades de técnicos/as de refrigeração por região.*

Região	Técnicos	Percentual
Norte	8.925	8,50%
Nordeste	28.350	27,00%
Sudeste	45.150	46,00%
Sul	15.225	14,50%
Centro-oeste	7.350	7,00%
Brasil	105.000	100,00%

Fonte: Diagnóstico 6/GIZ

240. No que se refere às novas tecnologias de sistemas de refrigeração e climatização, os diagnósticos realizados identificaram que a qualificação e capacitação técnica dos profissionais são fundamentais. Estes aspectos foram caracterizados como a parte mais sensível para o processo de mudança e adequação às novas tecnologias, pois a barreira para implementação decorre do perfil médio desse profissional no Brasil, que geralmente possui nível de escolaridade médio, baixa remuneração e elevada rotatividade.

241. A transição segura para equipamentos com tecnologias de zero PDO e baixo GWP demanda capacitação e qualificação de mão de obra, promovendo o conhecimento adequado sobre as técnicas de manuseio de ferramentas e de fluidos alternativos, incluindo procedimentos para contenção de vazamentos, impactando positivamente também a eficiência energética dos equipamentos.

242. Muitas vezes a capacitação prática sobre novas tecnologias é apenas parcialmente ou superficialmente abordadas pelos sistemas nacionais de ensino superior (universidade) e de formação profissional (técnica), que se prendem a aspectos formais da grade curricular, havendo necessidade de atividades de capacitação específica para futuros profissionais.

243. Há consenso de que, no setor de serviços em RAC, o ambiente profissional precisará ser aperfeiçoado e que um esquema de qualificação, certificação e registro (QCR) de técnicos/as precisa ser desenvolvido para auxiliar na promoção da redução dos vazamentos de fluidos refrigerantes e para viabilizar a introdução segura e eficiente de fluidos alternativos aos HCFCs. Contudo, ainda há muitos questionamentos sobre as pré-condições necessárias e quais

autoridades a serem envolvidas para criar e operacionalizar o sistema QCR.

244. Em relação ao aspecto de gênero nesta atividade, a participação feminina vem aumentando a cada ano, em especial na área administrativa das empresas de AVAC-R. Trabalhos como a gestão (incluindo liderança) e o monitoramento de técnicos/as, que antes eram realizados predominantemente por homens, atualmente são, na maioria, executados por mulheres. No cenário anterior, 80% dos postos para essa função eram ocupados por homens e 20% por mulheres, mas, atualmente, 90% são ocupados por mulheres e 10% por homens.

245. Já nos trabalhos em campo, a participação feminina ainda é tímida, porém crescente. Anteriormente, 99% dos postos para essa função eram ocupados por homens e 1% por mulheres, mas, no cenário atual, o percentual de mulheres nesses postos é de 8%.

246. O setor de vendas de peças e aparelhos conta atualmente com uma participação feminina de 50%. A participação das mulheres também tem crescido nos cargos de direção e gestão das empresas de refrigeração e ar condicionado. Enquanto há cinco anos a participação feminina nesses cargos era estimada em 6%, atualmente atinge 25%, segundo dados da entrevista com o Sindratar e empresas do setor de serviços.

247. Com relação ao perfil dos profissionais que atuam especificamente no subsetor de refrigeração industrial, estima-se que 90% sejam masculinos, mas com gradual aumento da presença de mulheres e meninas.

248. Situação semelhante é observada para o subsetor de ar condicionado de uso comercial, para o qual as atividades de manutenção são realizadas majoritariamente por homens, mas a participação feminina vem aumentando, sobretudo na função de supervisão e liderança. O Anexo 2 aborda a questão de gênero de forma mais específica.

3.4.6.1 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

3.4.6.1.1 Serviços de Manutenção de equipamentos de refrigeração

249. O setor de serviços em refrigeração comercial responde pela manutenção de equipamentos usados pelos varejistas de alimentos perecíveis, separados em quatro (4) segmentos distintos: supermercados; mercearias/armazéns/empórios; padarias; e açougues. Estima-se que existam aproximadamente 614 mil unidades de negócio, lojas ou Pontos de Vendas (PDVs) neste subsetor.

250. A **Tabela 17** apresenta a quantidade de PDVs por segmento e a distribuição estimada da carga instalada de HCFC-22.

Tabela 17 – Número de pontos de vendas e carga instalada de HCFC-22, no subsetor de refrigeração comercial.

Segmento	Número de PDVs	Nº PDV que usam HCFC-22	Carga de HCFC-22 instalada estimada (kg)	Distribuição da carga instalada estimada
Mercearias	376.000	263.200	263.200	8%
Supermercados	89.000	52.318	2.379.539	67%
Padarias	84.000	58.800	470.000	13%
Açougues	65.000	52.000	416.000	12%

Total	614.000	426.318	3.528.739	100%
--------------	----------------	----------------	------------------	-------------

Fonte: Diagnóstico 3 /UNIDO

251. A maior carga de HCFC-22 está presente no setor supermercadista, onde também está concentrada a maior quantidade e diversidade de equipamentos de refrigeração comercial.

252. Nos supermercados, os procedimentos de manutenção adotados variam de acordo com o porte e as características próprias de cada rede. Nas redes de hipermercados, cerca de 70% das lojas contam com manutenção terceirizada e 30% com equipes internas de manutenção, em função das necessidades impostas pela segurança/confiabilidade das operações, que muitas vezes devem operar 24hs/7 dias por semana.

253. Entrevistas com gerentes de manutenção de lojas de médio e pequeno porte, sobre a manutenção preventiva em suas lojas, mostraram que a maioria só recorre à manutenção corretiva e, mesmo assim, só se dá quando o sistema apresenta rendimento bem abaixo do esperado. Um efeito da má manutenção é o aumento do consumo de eletricidade e do vazamento de fluidos refrigerantes.

254. A **Tabela 18** informa os valores adotados para estimar a quantidade de HCFC-22 no setor supermercadista. Somando as 505 maiores redes de supermercados, que totalizam 7.016 PDVs, e 82.000 PDVs menores, distribuídos por todos os estados brasileiros e predominantemente com menos de seis *checkouts*⁸ por PDV, além dos 90 Centrais de distribuição (CDs) e Centrais de processamento (CPs), normalmente criados por redes de supermercados com mais de 15 lojas, atinge-se uma carga instalada de 2.379,54 toneladas de HCFC-22.

Tabela 18 – Carga estimada de HCFC-22 no setor de serviços do segmento supermercadista.

Setor supermercadista	Número PDVs	Número PDV com HCFC-22	Carga Instalada de HCFC-22 (t SDO)	Quantidade média de HCFC-22 por PDV (kg)
505 maiores redes supermercadistas	7.016	3.028	1.314.789	0,196 kg/m ²
Supermercados com menos de seis checkouts por PDV	82.000	49.200	984.000	20 kg/PDV
CD/CPs	-	90	80.750	0,50 Kg/m ²
Total	89.016	52,318	2.379.539	

Fonte: Diagnóstico 3 /UNIDO

255. Não existem estudos precisos sobre a taxa média de vazamento em sistemas de refrigeração comercial, principalmente em função da falta de registros confiáveis dos dados de reposição de fluido refrigerante. Com base nos dados recebidos a respeito deste assunto na pesquisa realizada junto aos supermercadistas, e em conjunto com dados históricos, estima-se um índice de vazamento anual proporcional a 80% da carga total instalada e em operação no segmento de supermercados.

⁸ *Check-out*: São os pontos de vendas (PDV) das lojas, onde é feito a conferência e o pagamento dos produtos, ou seja, frentes de caixa.

256. Desta forma, a extrapolação deste índice para todos os segmentos do setor da refrigeração comercial, que juntos representam uma carga estimada de 3.529 t de HCFC-22, conforme **Tabela 18**, resulta em uma carga de reposição anual de aproximadamente 2.823 t de HCFC-22.

257. Cabe destacar que, uma das primeiras ações decorrentes da execução do PBH foi a redução do uso do HCFC-22 em projetos novos, resultado do ressurgimento do uso de sistemas de expansão indireta com a aplicação do fluido secundário propileno-glicol nos projetos da refrigeração comercial. Esta condição trouxe maior facilidade de trabalho quando comparada às aplicações usuais do HCFC-22, pois, além de reduzir a quantidade aplicada de fluido refrigerante, eliminou-se: válvulas de expansão nos expositores e nas câmaras de média temperatura; válvulas solenoides; controladores eletrônicos; e controle de degelo individual por linha de expositores ou câmaras.

258. Não há dados sistematizados sobre o subsetor de refrigeração industrial, mas o Diagnóstico 4 concluiu que todo o HCFC-22 importado pelas empresas do subsetor é direcionado para o setor de serviços, principalmente para reposição de fluido refrigerante. Entretanto, não há informação sistematizada sobre taxa de vazamento, e conseqüentemente, sobre a taxa de reposição dos equipamentos.

259. Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o volume médio de HCFC-22 consumido pelo setor de serviços de refrigeração industrial seja de 1.000 t SDO/ano, resultando num valor total de 3.822,99 t SDO de HCFC-22 para o setor de refrigeração, conforme apresentado na **Tabela 12**.

260. Quando os sistemas de refrigeração industrial são interrompidos ou apresentam defeitos, os prejuízos no setor industrial podem ser bastante relevantes. Assim, conforme relato dos entrevistados, as empresas costumam trabalhar com 10% da carga de fluido refrigerante em estoque.

261. Entretanto, a capacitação dos profissionais envolvidos na manutenção e instalação de equipamentos de refrigeração industrial varia em função da criticidade das atividades a serem desenvolvidas e do porte das empresas contratantes. Conforme informado pelos entrevistados, a qualidade da mão de obra varia, sendo mais especializada para sistemas de grande porte, onde há maior disponibilidade de recursos e atenção para essas contratações.

262. O comissionamento dos equipamentos e instalações de refrigeração industrial é uma prática menos difundida, sendo conduzida principalmente no *start-up* das instalações pelas empresas instaladoras, nem sempre seguindo as práticas e diretrizes adequadas previstas em normas técnicas.

263. Estabelecimentos de pequeno porte (restaurantes) são caracterizados por utilizarem poucos equipamentos, com baixa carga de fluido refrigerante. A grande maioria funciona com HFC-134a, HC-600a e HC-290.

3.4.6.1.2 Serviços de manutenção em ar-condicionados

264. De acordo com a Pesquisa de Posses e Hábitos do PROCEL de 2019, 16,7% dos 27

milhões de domicílios ocupados no Brasil possuem, pelo menos, um aparelho de ar-condicionado, com tendência de crescimento. A estimativa de venda de novos aparelhos de ar-condicionado residencial para 2023 é de 4 milhões.

265. Conforme pesquisas realizadas, o número médio de aparelhos de ar-condicionado do tipo janela em uso e com idade entre 1 e 10 anos é estimado em 5.999.658. Conforme consultas realizadas a fabricantes e empresas do setor de serviços, 75% destes aparelhos utilizam HCFC-22 e 25% o R-410A.

266. No caso dos aparelhos de ar-condicionado do tipo *split* o número médio de aparelhos em uso e com idade entre 1 e 10 anos é estimado em 33.785.305. Conforme consultas realizadas entre fabricantes e empresas do setor de serviços, 44% destes aparelhos utilizam HCFC-22 e 56% o R-410A.

267. Considerando uma carga média de HCFC-22 de 600 g por aparelho de ar-condicionado do tipo janela e uma carga média de HCFC-22 de 800 g por aparelhos de ar-condicionado do tipo *split*, estima-se uma carga instalada de 14.592 t SDO de HCFC-22 em aparelhos de ar-condicionado de pequeno porte (**Tabela 19**).

268. O índice de vazamentos em sistemas de ar condicionado de pequeno porte foi calculado em 10% para aparelhos do tipo janela e em 30% para aparelhos do tipo *split*. Os vazamentos são causados pela falta de manutenção ou pela realização de instalações inadequadas, agravados pela baixa capacitação técnica e pela falta de treinamento dos instaladores. Com vazamentos na ordem de aproximadamente 3.838 t SDO/ano, os sistemas de ar-condicionado de pequeno porte correspondem a 95% do consumo total do HCFC-22 no subsetor de serviços em ar condicionado.

Tabela 19 – Estimativa de vazamentos de AC tipo janela e split, com HCFC-22.

Tipo AC	Nº médio de aparelhos de ar-condicionado - com idade de 1 a 10 anos (2012-2021)	% de aparelhos que utilizam HCFC-22	Nº de aparelhos com HCFC-22	carga média de HCFC-22 (g)	Volume de HCFC-22 t SDO/ano	Índice de vazamento	Estimativa de vazamentos t SDO/ano
janela	5.999.658	75%	4.999.743,50	600	2.699,85	10%	269,98
split	33.785.305	44%	14.865.534,20	800	11.892,43	30%	3.567,73
Total	39.784.963		19.365.277,70		14.592,27		3.837,71

Fonte: Diagnósticos 5 e 6 /UNIDO/GIZ

269. A carga instalada de HCFCs em sistemas de ar-condicionado central de médio e grande porte é estimada em 535,6 t SDO de HCFC-22 e em 28,2 t SDO de HCFC-123. Observou-se que nestes sistemas vazamentos ocorrem com menos frequência. O setor responderia por cerca de 5%, cerca de 197 t SDO/ano, do consumo total de HCFC-22 no subsetor de serviços de ar condicionado. Os baixos índices de vazamento estariam relacionados ao fato de serem equipamentos de alta tecnologia e performance, com linhas de tubulações com menor número de conexões e soldas (brasagem), o que demanda técnicos de manutenção com conhecimentos específicos e programas de manutenção preventiva, pois a parada de um *chiller* para manutenção pode impactar no conforto térmico de todo um prédio e de seus ocupantes. Não obstante, a capacitação de profissionais que atuam na manutenção desse tipo de equipamento

é considerada um fator importante para o processo de mudança e adequação às novas tecnologias, especialmente aquelas com certo grau de inflamabilidade.

270. Por outro lado, verificou-se que os aparelhos *self-contained* (splitão) e os *splits* continuam ocupando parte do mercado dos aparelhos de ar-condicionado central de médio porte em prédios comerciais como redes bancárias, anfiteatros, pequenos centros comerciais, entre outros. Esses fatores acabam por demandar um novo paradigma de uso e instalação desses aparelhos, com o uso de linhas de instalação (tubulação e conexão) mais longas, o que favorece vazamentos.

271. Em relação às práticas de instalação, montagem e comissionamento dos sistemas de ar-condicionado de grande porte instalados no país, identificou-se que a maioria dos estabelecimentos possui mão de obra com equipe especializada e treinada, uma vez que a manutenção dos equipamentos envolvidos exige boa formação devido à sua complexidade.

272. As equipes de manutenção prestam o serviço adequado adotando as boas práticas de refrigeração, muitas vezes realizando uma manutenção preditiva e preventiva, se antecipando a possíveis falhas que podem comprometer o funcionamento do equipamento. Alguns estabelecimentos, como hospitais, por exemplo, possuem equipes permanentes no local para resolver qualquer problema emergencial relacionado ao sistema de condicionamento de ar.

273. Estima-se, com base em entrevistas com empresas do setor, que os serviços em ar condicionado de pequeno, médio e grande porte consumam aproximadamente 4.035,04 t SDO de HCFC-22, correspondendo por 41,32% do consumo total do HCFC-22 no setor de serviços.

3.5 Projeção sobre o consumo e o uso de HCFCs

3.5.1 – Contexto legal atual

274. Atualmente, o consumo de HCFCs no Brasil é regulamentado pela Instrução Normativa IBAMA nº 20, de 16 de dezembro de 2022, que define as exigências e os procedimentos relacionados ao controle de importação dos HCFCs e misturas contendo HCFCs, bem como estabelece os seus respectivos limites anuais máximos de importação em toneladas PDO, em atendimento à Decisão XIX/6 do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, ao artigo 4B do Decreto nº 5.280, de 22 de novembro de 2004 e ao Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs instituído pela Portaria MMA nº 212, de 26 de junho de 2012.

275. A IN nº 20 estabeleceu novas metas de redução do consumo de HCFCs no Brasil e definiu os limites anuais máximos de importação de HCFCs, em toneladas de PDO, até 2040, com o objetivo de atender o cronograma nacional de eliminação da produção e consumo dos HCFCs e das misturas que contenham essas substâncias.

276. O HCFC-22, SDO de maior consumo atualmente no Brasil, deverá sofrer reduções progressivas entre 2024 e 2030, enquanto os demais HCFCs de menor consumo manterão os atuais limites até 2027.

277. A partir de 2030, o consumo de HCFC-141b e HCFC-142b será proibido e para o

período entre 2030 e 2040 o consumo residual de 2,5% poderá ser utilizado no consumo de HCFC-22, HCFC-124 e HCFC-123, conforme valores limites definidos no Quadro 3 da referida instrução normativa, e será permitido somente para uso no setor de serviços e nos setores definidos no Artigo 5 parágrafo 8 (e) (i) do Protocolo de Montreal, mediante assinatura de Termo de Responsabilidade.

278. A partir de 2040, o consumo dos HCFCs estará proibido no Brasil.

3.5.2 – Contexto pré e pós Pandemia

279. De 2010 a 2022, população brasileira cresceu 6,5%, chegando a 203,1 milhões de habitantes (IBGE, 2023), indicando que houve um sensível aumento no número de consumidores potenciais nos últimos anos que devem continuar a catalisar o aumento do consumo de bens que requisitam o uso de HCFCs. Ressalta-se que a economia brasileira vivenciou períodos de instabilidade e, apesar de haver registrado alguma recuperação, se deparou, em 2020, com a maior crise sanitária mundial dos últimos anos. A pandemia do COVID-19 trouxe consequências danosas à saúde da população e à economia dos países, acarretando queda da renda e destruição de postos de trabalho, que no Brasil atingiram recordes históricos em 2020.

280. Dessa forma, em 2020 a economia sofreu retrações de 4,6% do PIB e de 6,2% do consumo das famílias per capita. Em 2021, a recuperação do PIB per capita foi de 3,9% e do consumo das famílias per capita, de 2,8%, taxas positivas, mas insuficientes para compensar as perdas verificadas no ano inicial da pandemia. As variações positivas do consumo das famílias contribuíram para explicar o bom desempenho do mercado de trabalho até meados da década passada, mas sua queda nos anos seguintes e os altos e baixos nos dois anos após 2019, contribuíram para resultados desfavoráveis de grande parte dos indicadores, em especial: nível de ocupação, taxa de desocupação e taxa composta de subutilização da força de trabalho.

281. Em 2021, os valores dos rendimentos médios dos trabalhos situaram-se entre os mais baixos da série histórica. As atividades de transporte, alojamento, construção e indústria, apresentaram perdas superiores a 10% em relação ao ano anterior. Em 2022, a economia iniciou uma recuperação a partir do combate mais efetivo à pandemia e da adaptação das atividades produtivas à situação enfrentada desde o início de 2020 (IBGE, 2022).

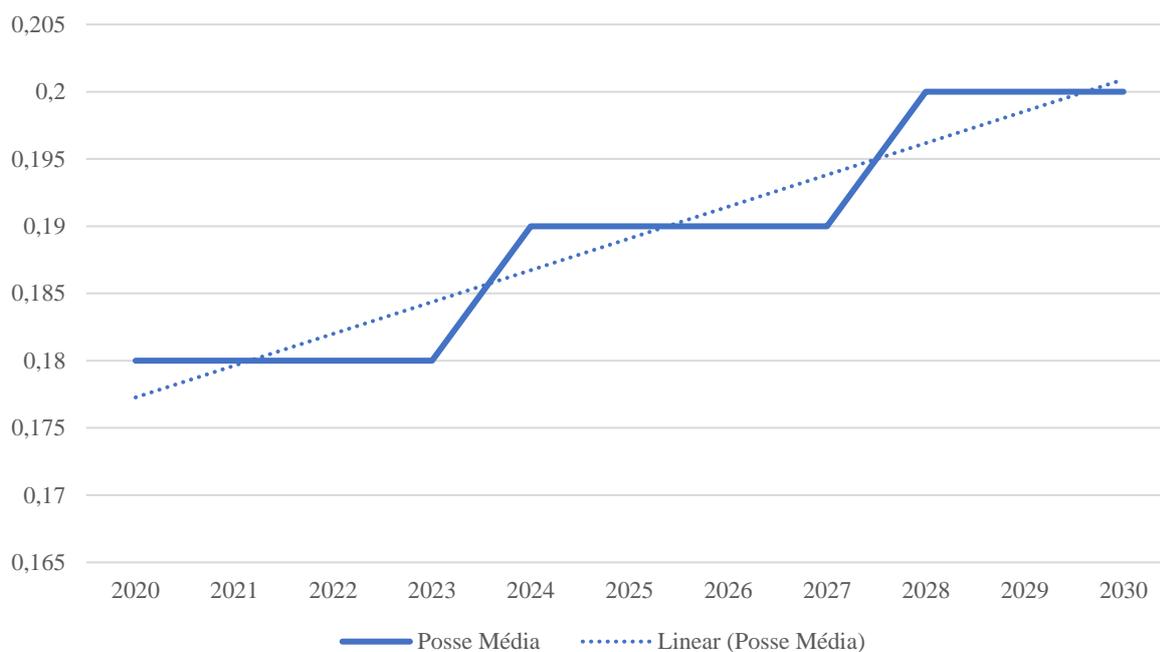
282. Segundo pesquisa quantitativa de novembro de 2022, sobre perfil do investidor brasileiro, a média da população de investidores no Brasil passou de 31%, em 2021, para 36% em 2022, mostrando que o percentual de investidores da classe C passou de 29% para 36% (aumento de 5 milhões de pessoas), enquanto o da D/E evoluiu de 16% para 20% (2 milhões de novos investidores) e o da A/B de 52% para 57% (expansão de 1 milhão de pessoas). Segundo avaliação dos editores, esta pesquisa está indicando alguma recuperação depois dos impactos negativos gerados pela pandemia e pela crise econômica, podendo despertar em parte importante da população o desejo de poupar e investir (ANBIMA, 2023).

283. Este cenário pós pandemia vislumbra aumento de consumo em geral, aumentando demanda por equipamentos de refrigeração comercial, devido ao crescimento da rede de supermercados, e por equipamentos de ar-condicionado doméstico, com ênfase em *splits*, que já lideram as vendas.

284. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) fez projeções até 2036, com base em pesquisa sobre posses e hábitos de uso dos principais equipamentos elétricos utilizados nos domicílios brasileiros, com foco na demanda residencial de eletricidade dos condicionadores de ar no Brasil (EPE, 2022). Nesta projeção a EPE apresenta, para os anos da pandemia do COVID-19 (2020 a 2022), um aumento médio de 1,56% ao ano do estoque de condicionadores de ar, enquanto entre os anos 2023 e 2030, a estimativa de aumento médio do estoque é de 2,66% ao ano. Situação semelhante ocorre quando se trata das vendas. Enquanto nos anos da pandemia do COVID-19, o aumento anual das vendas foi de 2,49%, a previsão média de aumento anual das vendas para os anos de 2023 a 2030, é de 3,34%, média que é mantida até 2036.

285. Conforme a projeção do estudo da EPE, a posse média de equipamentos por domicílio, que aborda condicionadores de ar residenciais do tipo *splits* e janela, aumenta gradualmente até 2030, conforme apresenta a **Figura 8**.

Figura 8 – Posse média de condicionadores de ar por domicílio.



Fonte: EPE

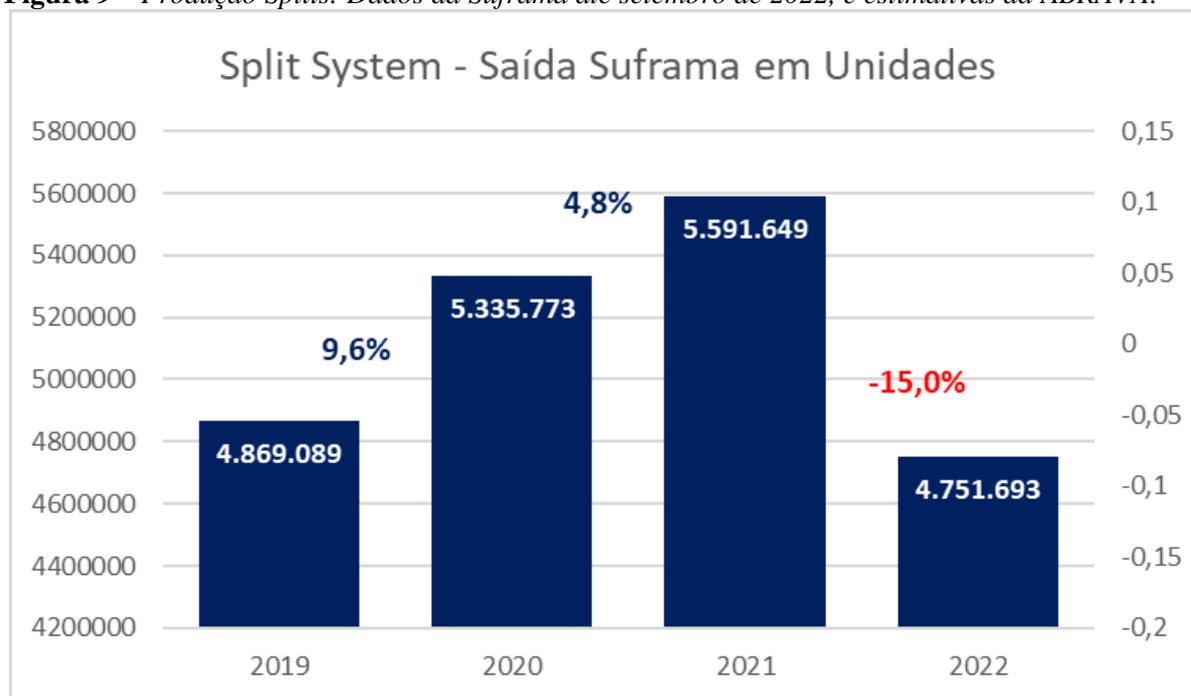
286. Este contexto confirma a expectativa de que o cenário pós pandemia tende a gerar aumento de consumo em geral, elevando a demanda por equipamentos de refrigeração comercial e por equipamentos de ar-condicionado doméstico.

287. A ABRAVA apontou crescimento do subsetor de ar condicionado residencial no primeiro trimestre de 2021, mesmo com queda da renda e do emprego, devido às mudanças causadas pela pandemia, pois as pessoas permaneceram mais tempo em casa e no trabalho remoto. A guerra entre Rússia e Ucrânia impactou significativamente as importações de compressores, bombas e ventiladores, mas a produção de aparelhos de ar-condicionado residenciais tipo *split* se manteve com elevação consistente apesar da redução de 38% na produção em janeiro de 2022, quando comparado com janeiro de 2021.

288. Em virtude disso, a manufatura de aparelhos ar-condicionado residencial teve perdas consideráveis em 2022, sofrendo queda de quase 15% em relação ao ano anterior (ABRAVA,

2023). Conforme dados da Suframa e estimativas da própria ABRAVA, o mercado brasileiro de aparelhos *splits* (residencial e comercial de pequeno porte) caiu para 4,7 milhões de unidades em 2022 (**Figura 9**).

Figura 9 – Produção Splits: Dados da Suframa até setembro de 2022, e estimativas da ABRAVA.



Fonte: ABRAVA

289. De fato, o ano de 2022 foi um ano de retomada mais consistente do emprego e da renda, para o setor de refrigeração e ar condicionado, puxada pela volta do setor de serviços, que vem apresentando crescimento significativo no faturamento.

290. A ABRAVA (ABRAVA, 2022) cita que, apesar da queda do setor de serviços em 2020, este setor se recuperou dos impactos da pandemia e retornou à atividade em 2022 e em 2023 deve manter o ritmo de crescimento. Dados apresentados mostram que de 2020 para 2021, o setor de serviços apresentou grande recuperação, com faturamento superior em 10% em relação ao ano anterior. De 2021 para 2022 o faturamento se estabilizou com aumento de 4% ao ano, o que deve ser mantido neste ano de 2023, com projeção de faturamento em torno de R\$ 39,3 milhões.

291. No setor de refrigeração estima-se uma recuperação do poder de compra via queda da inflação, especialmente nos supermercados, favorecendo os segmentos ligados ao subsetor de refrigeração comercial, que apresentam recuperação em 2023. Vendas acumuladas dos supermercados mostram recuperação, com uma trajetória de crescimento, e há demanda aquecida nos segmentos associados às exportações de carnes resfriadas e congeladas, favorecendo o subsetor de refrigeração industrial.

3.5.3 Perspectivas para o consumo e uso futuro do HCFC-22

292. Apesar de não haver mais produção de novos equipamentos à base de HCFC-22 em futuro próximo, ainda existe uma carga instalada considerável de HCFC-22 no Brasil em equipamentos de refrigeração e ar-condicionado, que necessitarão de manutenções periódicas

ao longo dos próximos anos até o fim de suas vidas úteis. Com a recuperação da pandemia do COVID-19, há probabilidade de que os níveis de consumo de HCFCs, no setor de serviços em RAC, e de HFCs na manufatura em RAC aumentem.

293. Em um cenário em que não sejam realizadas atividades relacionadas à redução de vazamentos, haverá a tendência de troca antecipada dos aparelhos de ar-condicionado e de refrigeração que utilizam HCFC-22 já instalados no país em favor de equipamento com fluidos atualmente predominantes com alto GWP (tais como R-410A, R-404A, HFC-134a, entre outros) com consequências danosas para o sistema climático global.

294. No estudo da EPE sobre posses e hábitos de uso, no cenário BAU (*Business as Usual*) o consumo de aparelhos de ar-condicionado em 2036 demandaria 42.870 GWh, enquanto no cenário de alta eficiência, a demanda seria de 32.939 GWh, indicando o grande potencial de economia de energia elétrica decorrente de ações que envolvam melhor contenção de fluidos refrigerantes, aliadas ao uso seguro e eficiente de equipamentos com fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP e com maior eficiência energética.

295. Considerando que entre 2024 e 2030 o país terá um cenário cada vez mais restritivo em relação consumo de HCFC-22, haverá uma tendência natural de aumento de preço da substância no mercado nacional. Nesse sentido, com o objetivo de preparar os subsectores de refrigeração e ar condicionado para uma disponibilidade reduzida de HCFC-22, ações de capacitação profissional, melhor contenção de vazamentos, reciclagem e regeneração, aliadas ao incentivo para a adoção de fluidos refrigerantes de baixo GWP, maior eficiência energética, são importantes para garantir a manutenção e a operação de equipamentos atualmente instalados até o fim de suas vidas úteis, e evitar substituições antecipadas por equipamentos que utilizem substâncias com alto GWP.

3.5.4 Perspectivas para o consumo futuro do HCFC-141b

296. Como a proibição da importação do HCFC-141b para utilização como agente de expansão em espumas de poliuretano, o consumo dessa SDO atualmente é voltado para uso como solvente e propelente para limpeza, especialmente de sistemas de refrigeração e ar-condicionado (*flushing*). Com a retomada do crescimento econômico do país, há uma tendência de aumento de consumo, considerando que as importações registradas entre 2020 e 2022 ficaram abaixo da cota máxima permitida de 521,7 t SDO para esta substância, conforme pode ser observado na **Tabela 10**.

297. Isso porque, em que pese existirem no mercado substitutos para o HCFC-141b como fluido de limpeza; na prática, essas alternativas vêm enfrentando dificuldades técnicas relacionadas com a inflamabilidade ou a dificuldade de completa remoção do sistema (no caso das soluções aquosas).

298. O maior impacto ambiental nestas operações é que a substância de limpeza é efetivamente emitida para a atmosfera após o uso. Adicionalmente, seu uso disperso entre inúmeras oficinas de manutenção e sistemas descentralizados de refrigeração e ar-condicionado torna difícil o mapeamento mais apurado do consumo e sua substituição é uma tarefa complexa.

299. Considerando que após 2030 o consumo (importação) do HCFC-141b será proibido

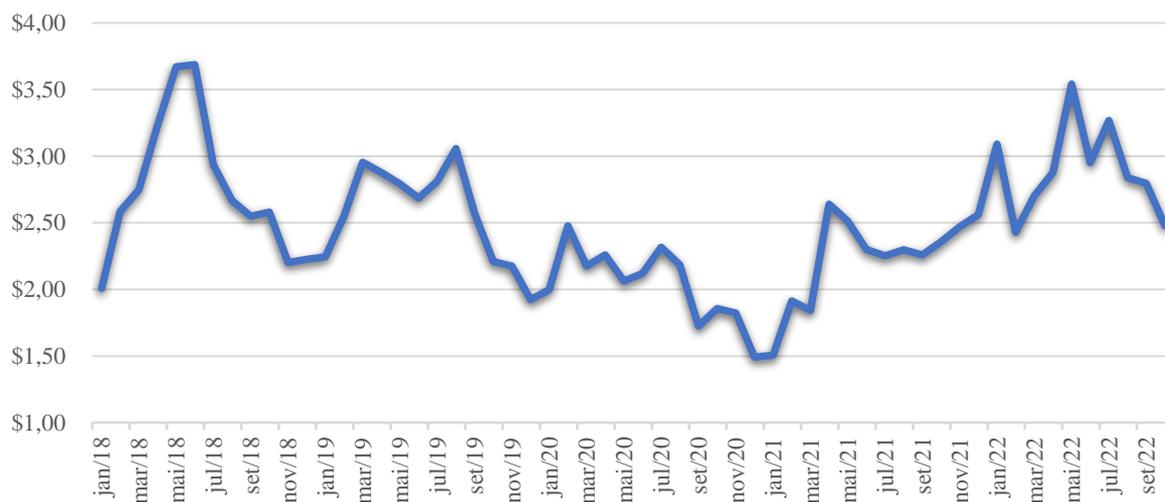
pelo país, será necessário concentrar esforços para a capacitação de técnicos/as do setor para operar com as alternativas atualmente disponíveis, de modo a garantir a adequada operação com substâncias de base aquosa e a segurança dos técnicos/as durante a operação com alternativas inflamáveis, o incentivo à adoção de ações que favoreçam a não emissão para a atmosfera do fluido de limpeza após o uso, bem como, a definição de uma normatização que pautar o tema.

3.6 Preços dos HCFCs mais consumidos e alternativas

300. As opções de substâncias e tecnologias alternativas aos HCFCs diferem em função do setor de aplicação. O Diagnóstico 1 realizou a análise da variação de preço dos HCFCs no período de 2018 a 2022, a partir dos dados do sistema de estatísticas do comércio exterior – Comex Stat – disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>.

301. A análise do preço do HCFC-22 no período apresentada na **Figura 10** evidencia um pico significativo de elevação de preços em março/2018 quando fatores de mercado influenciaram fortemente os preços. Ao longo do período de pandemia do COVID-19, decretada no Brasil em março de 2020, observou-se tendência de queda de preços, coincidindo com a desaceleração de consumo também observada no mesmo período. A partir de janeiro de 2021 o preço voltou a subir novamente, coincidindo com a elevação da demanda e com o corte promovido pela Instrução Normativa nº 4/2018 do IBAMA (-27,1% sobre o HCFC-22).

Figura 10 – Comportamento do preço (USD/kg) de importação do HCFC-22 entre janeiro de 2018 e setembro de 2022.



Fonte: Comex Stat – disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>.

302. No setor de RAC, os substitutos habitualmente usados no Brasil são os HFCs de alto impacto para o sistema climático global. É importante notar que muitos dos fabricantes de equipamentos de refrigeração comercial no Brasil são empresas de pequeno e médio porte, o que pode restringir o uso de hidrocarbonetos em larga escala.

Tabela 20 – Preços de fluidos refrigerantes alternativos ao HCFC-22 para o setor de RAC.

Aplicação	Substância	Tipo	2023
			US\$/FOB por kg
Refrigeração Doméstica	HFC-134a	HFC Puro	3,57

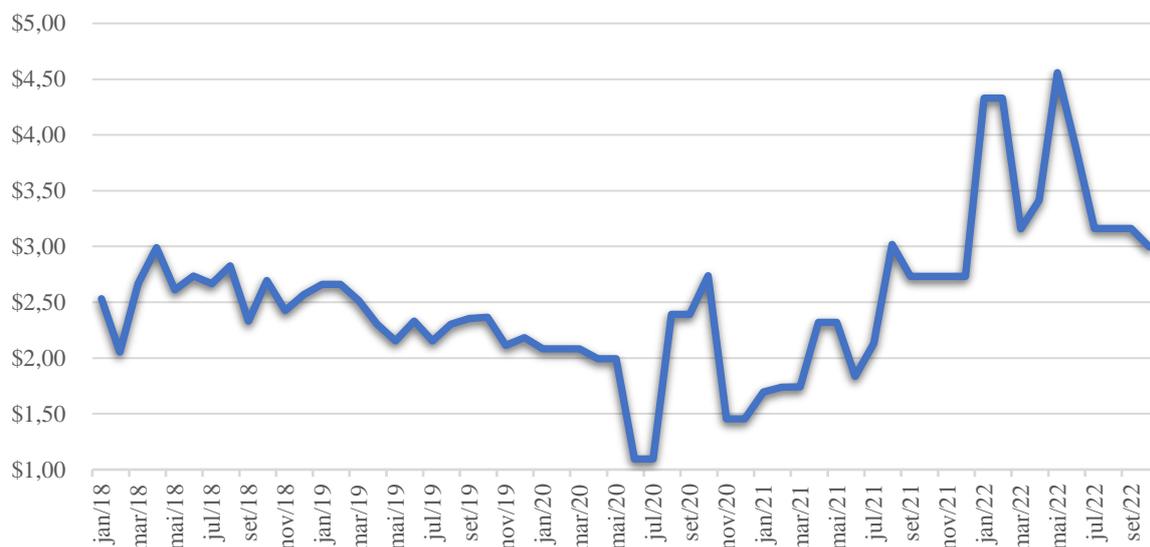
	HC-600a	HC Puro	0,46
Refrigeração Comercial	R-404A	Mistura de HFC	3,86
	HC-290	HC Puro	0,42
	CO ₂	CO ₂	0,70
	R-422A	Mistura HFC - HC	*
Ar Condicionado	R-407C	Mistura de HFC	5,66
	R-410A	Mistura de HFC	3,75
Refrigeração e Ar Condicionado	R-417A	Mistura HFC - HC	*
Chillers	R-422A	Mistura HFC - HC	*
Chillers e Refrigeração Industrial	Amônia	Amoníaco	6,57

* Preço não identificado no site Comex Stat

Fonte: Comex Stat – disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>.

303. O HCFC-141b demonstrou um comportamento de redução gradual de custo, mesmo durante os cortes promovidos pela Instrução Normativa nº 4/2018 do IBAMA (-32,36% em 2018 e -90,3% em 2020) e a proibição da aplicação no setor de espuma (janeiro/2020). Entretanto, a partir de janeiro de 2021, a substância passou a apresentar tendência de elevação de preços.

Figura 11 – Comportamento do preço (USD/kg) de importação do HCFC-141b entre janeiro de 2018 e setembro de 2022.



Fonte: Comex Stat – disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>.

304. Os produtos mais utilizados atualmente, em substituição ao HCFC-141b, são: hidrocarbonetos, formiato de metila, metilatos, SF80 (HFO) e HFEs, todos solventes apolares.

Tabela 21 – Preços de substâncias alternativas para uso como solvente.

Aplicação	Substância	2023 USD/FOB
Solvente	Formiato de metila	2,98
	Metilato	3,08

SF80 (HFO)	8,40
HFES*	

* Preço não identificado no site Comex Stat

Fonte: Comex Stat – disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>.

4. DIAGNÓSTICO DA DESTINAÇÃO FINAL DE SDOs NO BRASIL

4.1 Metodologia e validação dos dados

305. O levantamento de dados sobre o Sistema Integrado de Gerenciamento de Substâncias que Destroem o Ozônio (SDOs) no Brasil foi realizado por consultor nacional no âmbito do Diagnóstico Geral e teve por objetivo definir o arcabouço legal no qual se apoia esse sistema, sua atual abrangência, bem como, as ações necessárias para o seu fortalecimento, de modo a garantir disponibilidade de HCFCs reciclados/regenerados para a manutenção de equipamentos de RAC em funcionamento, durante a redução e após a proibição da importação dessas substâncias para o Brasil nos anos futuros.

306. A metodologia utilizada consistiu na consulta a documentos e às bases teóricas disponíveis e na realização de entrevistas com os Centros de Regeneração e Reciclagem, operadores logísticos e unidades de destinação final instalados no Brasil.

4.1 Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs no Brasil

307. Um sistema integrado de gerenciamento que visa a destinação final ambientalmente adequada de SDOs pressupõe um conjunto articulado de responsabilidades e processos, seguindo uma lógica de fechamento de ciclo ou circuito fechado. Ao tornar-se Parte do Protocolo de Montreal, o Brasil comprometeu-se a reduzir, em alguns casos, e eliminar o consumo e a disponibilidade nacional das substâncias controladas, entre as quais está incluída a maioria dos fluidos refrigerantes comumente utilizados.

308. O país conta com arcabouço legal que estabelece a obrigatoriedade de recolhimento e destinação dessas substâncias enquanto etapa do sistema integrado de gerenciamento de SDOs, bem como a correta destinação de suas embalagens. Também se encontram plenamente cobertas as questões e etapas técnicas necessárias para operação com os gases, embalagens e resíduos, conforme apresentado a seguir.

309. A Resolução CONAMA nº 267/2000 é a base legal que proíbe em todo território nacional, a partir de 1º de janeiro de 2001, a utilização das SDOs listadas nos Anexos A e B do Protocolo de Montreal, tais como, CFC-11, CFC-12, CFC-13, CFC-113, CFC-114, CFC-115, entre outras substâncias, em sistemas, equipamentos, instalações e produtos novos, constituindo crime ambiental tipificado pela Lei nº 9.605/1998, a utilização de tais substâncias.

310. A Lei nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, define que o gerador de resíduos é o responsável pela sua correta destinação (Princípio do “poluidor-pagador”), e é na resolução CONAMA nº 267/2000 que se encontra a primeira diretriz para o gerenciamento de SDOs:

Art. 7º Em todo e qualquer processo de retirada de substâncias controladas no local da instalação ou em oficinas de manutenção e reparo, os fluidos refrigerantes ou de extinção de incêndios devem ser adequadamente recolhidos, acondicionados e posteriormente enviados para centros de incineração ou unidades de reciclagem licenciados pelo órgão ambiental competente.

§ 1º Na ausência de incineradores ou centros de reciclagem licenciados pelos órgãos

ambientais competentes, as substâncias, a que se refere este artigo devem ser acondicionadas adequadamente em recipientes que atendam às normas NBR 12.790 e NBR 12.791, ou normas supervenientes.

311. Atualizando o tema, a Instrução Normativa (IN) do IBAMA nº 05/2018 regulamentou o controle ambiental do exercício de atividades potencialmente poluidoras referentes às substâncias sujeitas a controle e eliminação conforme o Protocolo de Montreal, englobando os HCFCs e reforçando a necessidade de recolhimento e destinação, além de tipificar o crime de liberação intencional de SDOs na atmosfera.

Art. 5º Não é permitida a liberação intencional de substância controlada na atmosfera durante as atividades que envolvam sua comercialização, envase, recolhimento, regeneração, reciclagem, destinação final ou uso, assim como durante a instalação, manutenção, reparo e funcionamento de equipamentos ou sistemas que utilizem essas substâncias.

312. A IN nº 05/2018 do IBAMA também incluiu detalhamento sobre as embalagens no processo de gerenciamento de SDOs tornando obrigatória a retirada de todo residual de substâncias controladas das embalagens antes de sua destinação final ou disposição final. Isso porque, toda embalagem de fluido refrigerante apresenta em seu interior certa quantidade residual de fluido refrigerante, ao atingir o equilíbrio entre pressão externa e interna. Desta forma, no processo de gerenciamento deste resíduo tem-se acrescida a etapa de descontaminação das embalagens com evidência de destinação não só da embalagem, como também do remanescente de fluido recolhido.

Art. 6º Durante os processos de retirada de substâncias controladas de equipamentos ou sistemas, é obrigatório que as substâncias controladas sejam recolhidas apropriadamente e destinadas aos centros de regeneração e/ou de incineração.

§ 1º É obrigatória a retirada de todo residual de substâncias controladas de suas embalagens antes de sua destinação final ou disposição final.

§ 2º As substâncias a que se refere este artigo devem ser acondicionadas adequadamente em recipientes que atendam a norma aplicável.

313. A PNRS (Lei Federal 12.305/2010) e suas regulamentações estabeleceu, de forma genérica e aplicada a embalagens em geral, as responsabilidades pela destinação das embalagens e processos que fabricantes, importadores, distribuidores, comércio e consumidores têm para o fechamento do ciclo de vida destes. Os gases contidos em recipientes também estão incluídos na definição de resíduos sólidos na PNRS e, portanto, devem sofrer destinação ambientalmente adequada.

Art. 3º, inciso XVI “Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes, e líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e/ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.”

314. Consulta Pública do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, realizada em 2022, sobre o decreto que regulamentará o § 2º do caput do art. 32 e o § 1º do caput do art. 33 da PNRS, instituindo o sistema de logística reversa de embalagens de metal, com a participação de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, nos termos do disposto no Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022, traz todo processo para efetiva realização e monitoramento do recolhimento e das embalagens de fluido refrigerante, estabelecendo metas de recolhimento que vão de 27,25% a 40%, de 2023 a 2032. O correto tratamento destas embalagens estará garantido com a aplicação do art. 64 do referido decreto:

Art. 64. Na hipótese de as embalagens de metal estarem contaminadas com resíduos perigosos, as empresas, no modelo individual, e as entidades gestoras, no modelo coletivo, realizarão a gestão de riscos e de resíduos perigosos e a destinação final ambientalmente adequada, em atendimento à legislação vigente.

315. Do ponto de vista técnico, a norma Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15960:2021 Fluidos frigoríficos – Recolhimento, Reciclagem e Regeneração (3R) – Procedimento, atualizada e republicada em 2021, estabelece os métodos e os procedimentos a serem adotados na execução dos serviços de manutenção quanto ao recolhimento, reciclagem, armazenagem, regeneração e disposição final de fluidos refrigerantes em equipamentos e instalações de refrigeração e ar-condicionado. Encontra-se em discussão no âmbito da ABNT NBR, pela Comissão de Estudos de Manuseio e Contenção de Fluidos Refrigerante (CE-055:001-005), um projeto de norma inédito sobre segurança no uso dos cilindros descartáveis com fluidos refrigerantes, envolvendo procedimentos para transporte, armazenamento, manuseio e descarte.

316. A ratificação da Emenda de Kigali pelo Brasil em 19 de outubro de 2023, que incluiu os HFCs entre os produtos controlados pelo Protocolo de Montreal, deverá ampliar a aplicação destes aspectos legais descritos acima também para os HFCs e suas embalagens a partir de 2024, quando terá início o congelamento e *phase-down* dos HFCs no Brasil.

4.2 Abrangência atual do Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs no Brasil

317. O PNC contribuiu para instituir no País uma estrutura inicial para a reciclagem e regeneração do passivo de CFCs e que, atualmente, continua em operação na gestão dos HCFCs e HFCs.

318. O ‘Projeto Recolhedoras’, realizado no âmbito do PNC, permitiu a aquisição e distribuição por todo o país de mais de 2.000 máquinas recolhedoras de CFC-12 para empresas do setor de serviços. A distribuição foi feita a empresas que atendiam à Portaria MMA 159/2004 quanto ao cumprimento das seguintes exigências: registro no CTF/APP do IBAMA, ao menos um técnico capacitado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) em boas práticas de refrigeração e consumo mínimo de 50 kg/ano de CFC-12. Os equipamentos distribuídos permitiam duas formas de recolhimento de gases: recolhimento passivo⁹ e recolhimento ativo¹⁰.

⁹ *Recolhimento passivo*: voltado para pequenas quantidades de fluidos refrigerantes (refrigeradores domésticos, sistemas de ar-condicionado de janela e pequenos splits). O funcionamento se dá pela diferença de pressão entre o aparelho e o sistema de armazenagem do fluido (que pode ser uma bolsa recolhedoras ou um cilindro com vácuo).

¹⁰ *Recolhimento ativo*: utiliza-se um equipamento externo que força a sucção do fluido refrigerante do aparelho refrigerador e o comprime (fase gasosa) em um cilindro pressurizado. O método atinge até 99% de eficiência e é voltado para aparelhos com maiores carga de fluido refrigerante (utilização da máquina recolhedoras).

319. Com o objetivo de promover a reciclagem do CFC-12, HCFC-22 e HFC-134a, presentes em equipamentos de refrigeração e ar condicionado em locais não atendidos por Centrais de Regeneração, foram distribuídos 120 recicladoras no âmbito do PNC. Esses locais, chamados de Unidades Descentralizadas de Reciclagem (UDRs), foram implantados em todos os estados brasileiros. Os equipamentos de reciclagem distribuídos à época são hoje considerados obsoletos, estão envelhecidos e não são capazes de reciclar misturas de fluidos refrigerantes. Entretanto, essa ação gera resultados positivos até os dias atuais.

320. Em pesquisa realizada em 2023 com as 120 empresas que foram beneficiadas pelo projeto (PNUD, 2023), 98,3% responderam à pesquisa (118 empresas), das quais 57,5% (69 empresas) informaram que o equipamento segue sendo utilizado para a reciclagem, principalmente de HCFC-22 e HFC-134a. 38% (49 empresas) informaram que deixaram de operar o equipamento em função de problemas no funcionamento, falta de peças para manutenção do equipamento devido a sua obsolescência e elevado custo de manutenção do equipamento. 89,8% (106 empresas) informaram que seguem realizando recolhimento e/ou reciclagem de fluidos refrigerantes.

321. Algumas empresas beneficiárias relataram que buscaram realizar atualizações nas recicladoras (*retrofits*), muitos casos, adaptando peças de outras máquinas. Outras informaram que adquiriram novos equipamentos de reciclagem de menor custo e menor eficiência que aquele recebido no âmbito do projeto.

322. De acordo com a norma ABNT NBR nº 15.960/2021, o processo de reciclagem é indicado somente para a reutilização do fluido refrigerante no mesmo aparelho de origem ou em aparelhos semelhantes, uma vez que não haveria controle sobre a condição do fluido tratado, que não passa por análise laboratorial. Reciclar um fluido refrigerante significa reduzir os contaminantes como umidade, acidez e materiais particulados.

323. Ainda no âmbito do PNC, cinco Centros de Regeneração e Armazenagem de SDOs (CRAs) foram implantados, sendo dois localizados no estado de São Paulo (São Paulo e Osasco), um no estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro), um no estado de Pernambuco (Recife) e um no estado do Rio Grande do Sul (Porto Alegre). Os centros recebem fluidos refrigerantes contaminados ou saturados pelo uso, possibilitando sua regeneração e aumentando a vida útil da substância e do equipamento. Entre 2001 e 2020, outro CRA iniciou as atividades em São Paulo e duas empresas, uma localizada em São Paulo e outra no Amazonas, deram início a preparativos para regeneração de fluidos refrigerantes.

324. Regenerar um fluido refrigerante significa tratar o fluido contaminado para levá-lo à condição de produto novo, após ser submetido a uma análise físico-química. O processo de regeneração tem seus procedimentos e requisitos definidos pelas normas ABNT NBR 16667 ou AHRI 700 e ABNT NBR 15960. O fluido contaminado deve ser tratado em equipamento com capacidade para reter partículas, retirar umidade e acidez, separar gases não condensáveis e óleo.

325. Outra iniciativa importante realizada no âmbito das ações brasileiras para a Proteção da Camada de Ozônio foi o projeto de logística reversa de equipamentos de refrigeração doméstica antigos, que contou com apoio financeiro do Ministério Alemão do Meio Ambiente, Conservação da Natureza, Segurança Nuclear e Defesa do Consumidor (BMUV), por meio da Iniciativa Internacional de Proteção do Clima (IKI). No âmbito deste projeto foi instalada, em Careagu no estado de Minas Gerais, uma planta que realiza a segregação dos materiais de aparelhos de refrigeração e ar-condicionado, e que permite o recolhimento das SDOs utilizadas,

quer seja como fluido refrigerante no circuito de refrigeração, quer seja como agente de expansão na espuma de isolamento térmico do equipamento. Entre os anos de 2008 e 2022, foram processados 277.269 de aparelhos antigos e destruídas 34.408 kg de SDOs não recicláveis.

326. O fortalecimento das etapas do gerenciamento de SDOs (regeneração, armazenamento de SDOs contaminadas, logística e transporte, bem como a qualificação e adequação de incinerador nacional para a destruição segura das SDOs) foi o foco do Projeto Demonstrativo para o Gerenciamento e Destinação Final de Resíduos de Sustâncias que Destroem o Ozônio (SDOs), implementado no Brasil entre os anos de 2014 e 2022.

327. O Projeto Demonstrativo realizou atividades para o fortalecimento de quatro CRAs, sendo dois localizados no estado de São Paulo (Americana e Osasco), um no estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro), um no estado de Pernambuco (Recife), quer seja no aumento da capacidade de armazenagem, quer seja na melhoria das condições de regeneração e análise dos fluidos refrigerantes regenerados de acordo com a norma ABNT NBR 16667 ou AHRI 700.

328. Essas ações de fortalecimento dos CRAs foram de fundamental importância para aumentar a confiabilidade nas SDOs regeneradas e fortalecer o mercado de fluido refrigerante regenerado, uma vez que lhes foram conferidas a capacidade de apresentar laudos quanto à qualidade do produto.

329. Além da regeneração, os CRAs também funcionam como centros de armazenagem de fluidos que não são passíveis de regeneração e devem ser conduzidos à destinação final por meio do processo de destruição térmica. Atualmente, quatro CRAs instalados no Brasil possuem as capacidades técnicas de realizar a caracterização dos resíduos e a padronização de lotes para destruição térmica. Essa caracterização é necessária para garantir o correto dimensionamento da quantidade de material injetado no equipamento de incineração de forma a assegurar o atendimento dos padrões ambientais durante o processo de queima desse tipo de resíduo.

330. A destruição das SDOs é a última etapa do processo de gerenciamento dessas substâncias, após terem sido avaliadas, empregadas e/ou descartadas as formas de recuperação, como a regeneração e a reciclagem. No âmbito do Projeto Demonstrativo, o Brasil optou por avaliar a incineração, um processo de destruição térmica sob altas temperaturas, seguido por um complexo tratamento de gases resultantes da combustão e tratamento de efluentes líquidos resultantes do processo. As altas temperaturas e o sistema de tratamento e lavagem desses gases, juntamente com controles operacionais de variáveis peculiares, garantem a eficácia e a não geração de efluentes tóxicos na destruição das SDOs.

331. O equipamento de incineração, localizado em Caieiras no estado de São Paulo, passou por adaptações em sua linha de alimentação para a queima de substâncias gasosas no forno e/ou na Câmara de Pós Combustão (CPC). A adequação e adaptação da planta térmica para o processo de queima de SDOs com alto teor de cloro e flúor e a aquisição de todos os equipamentos e materiais necessários garantiu a efetiva aplicação desta técnica no fechamento do ciclo de vida das SDOs, o que permitiu a destruição de 24.744 kg de resíduos de SDOs do estoque de passivos identificado no país.

332. Os testes de queima, procedimentos prévios à efetiva operação do incinerador e realizados na rotina de manutenção da licença ambiental, são permanentemente acompanhados pela CETESB, órgão ambiental responsável pelo licenciamento do incinerador em questão,

garantindo a segurança e eficiência da destruição das SDOs, segundo normas e procedimentos nacionais e internacionais e diretrizes estabelecidas pelo Protocolo de Montreal.

333. A conscientização de técnicos/as de refrigeração e climatização é também uma ação de fundamental importância para o fortalecimento e consolidação do sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs no Brasil. Por esse motivo, os treinamentos e capacitações em boas práticas realizados no âmbito do PBH trazem em sua grade curricular o fortalecimento dos conceitos de recolhimento, reciclagem e reutilização de SDOs.

334. A **Figura 12** apresenta a localização por estado Unidade de logística reversa de refrigeradores domésticos, das UDRs que receberam apoio do PNC e seguem operando o equipamento de reciclagem de fluido refrigerante, dos CRAs que receberam apoio do PNC e/ou do Projeto Demonstrativo, bem como, da empresa qualificada para a destruição térmica de SDOs no Brasil.

Figura 12 – Localização por estado da Unidade de manufatura reversa de refrigeradores domésticos, das UDRs que seguem operando, dos CRAs e da empresa qualificada para a destruição térmica de SDOs no Brasil que receberam apoio de projetos do Protocolo de Montreal no Brasil.



Fonte: PNUD/GIZ

5. ESTRATÉGIA PARA A ELIMINAÇÃO DOS HCFCs

5.1 Contexto

335. Seguindo as orientações do Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal e em consonância com o Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Redução do Consumo de Hidroclorofluorcarbonos em Cumprimento à Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (Anexos 3 e 4, respectivamente), as ações previstas para a eliminação dos HCFCs estão divididas em três Etapas:

- a) Etapa I, período até 2015, adotou a estratégia para o cumprimento das metas previstas para 2013 e 2015;
- b) Etapa II, contempla a estratégia prevista para o período de 2015 a 2021;
- c) Etapa III, contempla as diretrizes gerais a serem adotadas para o período de 2025 a 2030.

336. Em consonância com os Parágrafos 9 e 11/b da Decisão XIX/6 das Partes do Protocolo de Montreal, pretende-se promover a seleção de alternativas aos HCFCs que minimizem outros impactos ambientais, em particular os impactos ao sistema climático global, levando em consideração, em especial, o potencial de aquecimento global, o consumo de energia e outros fatores relevantes. Aspectos de saúde, segurança e viabilidade econômica também serão considerados. A estratégia aqui definida visa à eliminação total dos HCFCs até 2030, e considera o consumo residual de 2,5% em relação à linha de base apenas para os setores definidos no Artigo 5 parágrafo 8 ter (e) (i) do Protocolo de Montreal, durante o período de 2030 a 2040.

337. As Etapa I e II do PBH deram ênfase à redução do consumo no setor de manufatura, tendo sido realizada a completa conversão tecnológica do setor de espumas para tecnologias de zero PDO e baixo GWP com o apoio dos recursos do FML. A conversão tecnológica do setor de RAC, subsetor de refrigeração comercial, ocorreu, em parte, para tecnologias de zero PDO e baixo GWP, com o apoio dos recursos do FML. Entretanto, muitas empresas deste setor anteciparam suas conversões com recursos próprios para tecnologias de alto GWP. Para a Etapa III, todas as ações serão voltadas ao setor de serviços em RAC.

338. Conforme diagnóstico apresentado na Seção 3 (**Tabela 11**), com a redução de 90,03% do consumo de HCFC-141b em 2020, o consumo de HCFC-22 passou a representar 95,56% do consumo total em t SDO e a 91,95% do consumo total em t PDO, em 2022.

339. O setor de serviços foi responsável por 85% do consumo de HCFC-22, enquanto o setor de manufatura respondeu por 15% do consumo total dessa SDO (**Tabela 12**).

340. O elevado consumo brasileiro no setor de serviços em RAC está relacionado principalmente à manutenção de equipamentos de refrigeração comercial e ar-condicionado do tipo split e janela. A estimativa é de que em média 80% de toda a carga instalada no setor de refrigeração comercial seja perdida anualmente em função de vazamentos nesses sistemas. Destaca-se que as taxas de vazamento dependem de fatores diversos, como a localização física dos sistemas, uma vez que o clima e a umidade relativa impactam de forma significativa o

tempo de vida dos equipamentos. Além disso, aspectos econômicos e sociais também favorecem o cenário de alta taxa de vazamento uma vez que, em função das suas dimensões continentais, o nível de qualificação da assistência técnica disponibilizada no Brasil não é uniforme. Destaca-se ainda um consumo considerável no setor de refrigeração industrial voltado à manutenção de equipamentos. Assim, o consumo de HCFC-22 para o subsetor de serviços de refrigeração foi estimado em 39,15% do consumo total de HCFC-22 no setor de serviços em RAC em 2022.

341. Os índices de vazamentos em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte foram calculados em 10% para aparelhos de ar-condicionado do tipo janela e em 30% para aparelhos de ar-condicionado do tipo *split*, o que corresponderia a 41,32% do consumo de HCFC-22 no setor de serviços em RAC no ano de 2022. O consumo remanescente de HCFC-22 neste setor estaria relacionado a outras atividades, como, por exemplo, as cargas realizadas em campo (*assembly*), no momento da instalação de equipamentos novos como câmaras frigoríficas, entre outros.

342. O consumo de HCFC-22 para a produção de novos equipamentos é cada vez menor no país. Embora ainda seja registrado um consumo de 14,40%, o Brasil já não registra a produção de equipamentos de ar-condicionado do tipo janela, *split*, *self-contained* e *chiller* contendo este fluido refrigerante. No setor de refrigeração comercial, as empresas de grande e médio porte atualmente produzem equipamentos com HCFC-22 somente sob demanda. Entretanto, a produção artesanal, realizada por pequenos produtores, seguem utilizando a substância, em função de dois fatores: o custo acessível do HCFC-22 no mercado nacional, que ainda pode favorecer a produção, e pelo fato de não precisarem promover mudanças tecnológicas que demandam diversas alterações no plano de negócios já estabelecido. Registra-se, ainda, a continuidade da produção de novos compressores que utilizam HCFC-22, principalmente para substituição em caso de defeito. Já a produção de espuma XPS é responsável por uma parcela muito pequena do consumo global do HCFC-22 no país.

343. Por outro lado, observa-se no Brasil que empreendimentos que ainda utilizam sistemas de ar-condicionado de médio e grande porte contendo HCFC-22 como fluido refrigerante, especialmente *chillers* de uso comercial, estão realizando a substituição completa do sistema antes ou ao final de sua vida útil, optando, geralmente, por equipamentos que utilizam soluções com alto potencial de aquecimento global como HFC-134a, R-407C e R-410A.

344. No setor supermercadista, o diagnóstico realizado identificou que durante a substituição do sistema de refrigeração com HCFC-22, devido ao processo de obsolescência dos equipamentos, o mercado tem optado por soluções transitórias, uma vez que utilizam fluidos refrigerantes com alto potencial de aquecimento global. Contudo, a redução do consumo de HCFC-22 no setor supermercadista é nitidamente marcada pela conjuntura de mercado, relacionada principalmente a variações de preço do fluido refrigerante e sua disponibilidade, custos de operação e manutenção, ou pela necessidade de redução do consumo de energia elétrica.

345. No setor de refrigeração industrial, desde meados de 2000 observa-se uma redução do uso do HCFC-22 nos parques industriais e a condução de *retrofits* dos sistemas de refrigeração para a adoção de fluidos alternativos do tipo HFCs, especialmente o HFC-134a, R-404A e R-410A, ou fluidos naturais, como amônia, glicol ou CO₂ em cascata, entre outros. O uso de fluidos naturais tem aumentado no país, mais em empresas de maior porte e com recursos humanos e financeiros e, especialmente em sistemas que requerem maior eficiência energética.

346. Em relação ao HCFC-141b, o consumo dessa substância representou 4,12% do total de HCFCs consumidos pelo país em 2022 e, atualmente, é voltado para aplicações como solvente e propelente para limpeza, sendo 90% destinado ao uso como flushing para a limpeza de circuitos de refrigeração e ar-condicionado (**Tabela 13**).

347. No que se refere aos bancos remanescentes de SDOs e de outras substâncias controladas, elas constituem um passivo ambiental que necessita de cuidados especiais de administração ou eliminação, por meio de recolhimento, reciclagem, regeneração ou destruição, tanto das substâncias de molécula única quanto de misturas. O adequado gerenciamento irá impactar na demanda por substâncias virgens, com benefícios diretos para redução de consumo de fluidos refrigerantes, além de permitir que os equipamentos já produzidos com HCFCs sejam utilizados até o final de sua vida útil, evitando custos adicionais de uma substituição antecipada, até que tecnologias de maior eficiência energética e com fluidos refrigerantes de baixo GWP estejam plenamente disponíveis para comercialização.

348. Diante deste cenário, a estratégia para a Etapa III do PBH está voltada para a realização de atividades de conservação do banco de HCFC-22, seja regenerando, reciclando ou evitando o vazamento, no sentido de manter estoque e evitar a substituição antecipada por fluidos refrigerantes de alto GWP. Ao mesmo tempo, no sentido de promover o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de zero PDO e baixo GWP e que proporcionem maior eficiência energética, a estratégia para a Etapa III do PBH também propõe projetos voltados para treinamentos de diferentes níveis de profissionais do setor de serviços, e a prestação de assistência técnica para a execução de projetos demonstrativos que possuem potencial de serem reproduzidos nos setores abordados, evitando assim as conversões transitórias que utilizam fluidos refrigerantes de alto GWP.

349. Importante destacar que as atividades propostas nos componentes a seguir se complementam e serão executadas em consonância e estreita colaboração.

5.2 Linha de Base e Limites Mandatórios

350. A linha de base brasileira ficou estabelecida em 1.327,3 t PDO e foi calculada a partir da média de consumo real de HCFCs entre os anos de 2009 e 2010, cujo consumo foi de 1.415,5 t PDO e 1.239,0 t PDO, respectivamente.

351. A completa eliminação dos HCFCs no Brasil se dará em Etapas, com limites mandatórios de consumo de HCFCs entre os anos de 2013 e 2040, conforme apresentado na **Tabela 22**.

352. A implementação da Etapa III do PBH permitirá atingir a redução de consumo estabelecido para 2030. Com relação ao consumo remanescente de 2,5%, que pode ser mantido até 2040, apenas para os setores definidos no Artigo 5 parágrafo 8 ter. (e) (i) do Protocolo de Montreal, há uma perspectiva de que, associado à implementação de ações regulatórias, a implementação dos projetos propostos nesta Etapa III potencialize a redução paulatina do consumo dos HCFCs após 2030.

Tabela 22 – Linha de base e limites máximos de consumo de HCFCs (t PDO) de acordo com a Decisão XIX/6.

Consumo / Projeção	t PDO
Consumo real 2009	1.415,50
Consumo real 2010	1.239,00
Consumo real 2011	1.046,40
Consumo real 2012	1.387,87
Consumo real 2013	1.189,25
Consumo máximo permitido em 2013 - Congelamento	1.327,30
Projeção consumo máximo 2015 (- 10%)	1.194,60
Projeção consumo máximo 2020 (- 35%)	862,70
Projeção consumo máximo 2025 (- 67,5%)	431,40
Projeção consumo máximo 2030 (- 97,5%)	33,20
Projeção consumo 2040 (- 100%)	0,00

5.3 Estratégia para a redução do consumo de HCFCs no período de 2025 a 2030 – Etapa III

5.3.1 Componente 1 – Ações Regulatórias

353. A Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs contempla projetos de não investimento do setor de serviços em refrigeração e ar condicionado que visam apoiar o setor na adoção de ações necessárias mediante o cenário de redução estabelecido pelas regulações. Este componente tem como objetivo apoiar, entre outras, o desenvolvimento das seguintes ações e normas:

- i. *Cotas de importação de HCFCs*: revisar a Instrução Normativa (IN) IBAMA nº 20 de 16 de dezembro de 2022, contemplando as reduções necessárias das cotas de importação de HCFCs, segundo os valores definidos no documento de acordo entre o Governo Brasileiro e o Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal;
- ii. *Rotulagem*: Desenvolvimento de mecanismos de controle do uso remanescente permitido para os HCFCs para a manutenção de equipamentos de refrigeração e ar condicionado até 1º de janeiro de 2040 – rotulagem de equipamentos por data de fabricação, regulações quanto à produção de novos equipamentos com HCFCs e comunicação ao mercado sobre os novos equipamentos;
- iii. *Regeneração e Logística reversa*: Apoio na definição de critérios para aquisição de novos veículos no âmbito do Programa de Aumento da Produtividade da Frota Rodoviária no país – Programa Renovar – instituído pela Lei nº 14.440, de 2 de setembro de 2022. Trata-se de uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços para estimular, de forma voluntária, a retirada de circulação de veículos que não atendam aos parâmetros técnicos de rodagem ou que tenham mais de 30 anos de fabricação. É uma ação aplicável a caminhões em geral e não apenas aos frigoríficos. A implantação do programa será feita em etapas, com a coordenação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), e o PBH poderá apoiar indicando o correto recolhimento e destinação dos fluidos refrigerantes inservíveis¹¹ ou obsoletos¹², considerando que o programa promoverá a recompra do caminhão a ser sucateado, com recursos das empresas contratadas para exploração e produção de petróleo e gás natural;
- iv. *Solventes e Flushing*: elaboração de norma específica sobre procedimentos para o manuseio adequado baseada na ABNT NBR 16.667, que traz especificação para fluidos refrigerantes, e na norma ASTM E681 (*Test method for concentration limits of flammability of chemicals (vapors and gases)*). Como os fluidos de limpeza não são, necessariamente, fluidos refrigerantes, mas atuam nas mesmas condições destes, o aproveitamento de especificações de segurança poderá embasar o desenvolvimento de testes de segurança e qualidade e novas normas para os novos produtos de limpeza substitutos do HCFC-141b aplicados no *flushing*.
- v. *Refrigeração Industrial*: apoiar a ABNT, no âmbito do CB-55 (Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado, ventilação e Aquecimento) da ABRVA, na adoção de normas específicas para o manuseio seguro da amônia (R-717), a partir das normas

¹¹ Fluido refrigerante inservível: que apresentam alta contaminação impedindo sua reciclagem e regeneração.

¹² Fluido refrigerante obsoleto: CFCs ou outros que não tenham mais aplicação em unidades de RAC existentes.

já disponibilizadas pelo IIAR (Instituto Internacional de Refrigeração por Amônia - *International Institute of Ammonia Refrigeration*) e a sua revisão no idioma português.

354. Espera-se com isso a eliminação de 41,67 t SDO de HCFC-22 (2,29 t PDO).

5.3.2 Componente 2 – Fortalecimento do Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs (e outras substâncias controladas no âmbito do Protocolo de Montreal) atualmente instalado no Brasil

355. Ainda que o Brasil, assim como outras Partes do Protocolo de Montreal, tenha realizado diversas iniciativas bem-sucedidas de eliminação do consumo de SDOs, tais substâncias permanecem presentes como fluido refrigerante em equipamentos de refrigeração e ar-condicionado, ou como agente de expansão em espuma de poliuretano anteriormente produzidos. Essas substâncias, em algum momento ou ao final de sua vida útil dos produtos, podem ser liberadas para a atmosfera. Assim, os bancos remanescentes de SDOs, formado por substâncias com alto PDO e alto GWP, constituem um passivo ambiental que necessita de cuidados especiais e devem ser adequadamente administrados e eliminados.

356. Adicionalmente, a gestão adequada do uso do HCFC-141b como solvente e propelente é outra ação que visa fortalecer a capacidade do sistema atual e um grande desafio, considerando que com a prática atualmente utilizada todo o fluido de limpeza é efetivamente emitido para a atmosfera após o uso.

357. Aperfeiçoar a gestão das SDOs no País por meio do fortalecimento do Sistema de Gerenciamento Integrado, junto às empresas que atuam neste mercado e aos órgãos ambientais que controlam e fiscalizam estes passivos, é foco deste componente. A adoção dessa estratégia se justifica pela necessidade de gestão desses resíduos e foi construída baseando-se nas experiências e lições aprendidas anteriormente, conforme detalhado na seção 1.6.

358. Os recursos aprovados serão aplicados para:

- i. Fortalecimento dos seis CRAs atualmente instalados no país e apoiados anteriormente por projetos no âmbito do Protocolo de Montreal, especialmente no que se refere à atualização/modernização dos sistemas de regeneração instalados nesses CRAs para sistemas anti-explosão, considerando que a mistura com fluidos inflamáveis é uma realidade e nem todos os sistemas estariam aptos a trabalharem com essas misturas inflamáveis;
- ii. Ampliação do número de CRAs de seis para nove, considerando que os atualmente instalados no país se localizam predominantemente na Região Sudeste do Brasil (São Paulo e Rio de Janeiro) e que o país carece ainda do estabelecimento de CRAs em outras localidades/regiões estratégicas, que apresentem grande capilaridade, com ampla capacidade de atuação em sua região de abrangência;
- iii. Ações voltadas para o fortalecimento da logística reversa de embalagens de fluidos refrigerantes a partir do apoio à estruturação da cadeia de recolhimento e logística, reeducando o mercado para a correta destinação;
- iv. Desenvolvimento de material técnico de orientação a profissionais que utilizam HCFCs como fluido de limpeza de sistemas como: circuitos e placas eletrônicas e

- sistemas de ar-condicionado automotivo e circuitos de refrigeração e ar-condicionado;
- v. Apoiar a capacitação de técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas para melhor contenção de HCFCs em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e equipamentos de refrigeração comercial;
 - vi. Ações voltadas para o desenvolvimento de mecanismos e estratégias para que as substâncias controladas usadas e suas embalagens, que contêm residual de substâncias controladas, cheguem aos CRAs;
 - vii. Apoio ao desenvolvimento de equipamento de regeneração de fluidos refrigerantes utilizando materiais e peças 100% disponíveis no mercado nacional e assistência técnica disponível no país;
 - viii. Ações voltadas para o fortalecimento da fiscalização por órgãos de controle ambiental, quer seja no nível federal, quer seja no nível estadual/municipal, sobretudo em unidades da federação estratégicas, como aquelas em que a manufatura e a manutenção de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado tem destaque. Estas ações envolveriam a realização de treinamentos, disponibilização de equipamentos como analisadores eletrônicos para identificação de gases e acesso aos sistemas de controle;
 - ix. Ações voltadas à disseminação de informação e conscientização do mercado quanto à boa qualidade e eficiência dos equipamentos de RAC que usam fluido refrigerante regenerado;
 - x. Ações voltadas à disseminação de informação e conscientização dos profissionais do setor de manufatura e serviços em refrigeração e ar condicionado e do público consumidor, com o desenvolvimento/criação de campanha de marketing sobre o tema no sentido de sensibilizá-los para a importância do não lançamento na atmosfera dos fluidos refrigerantes e para os benefícios ambientais e econômicos do aproveitamento da infraestrutura de reciclagem e regeneração de fluidos refrigerantes disponível no país.

359. Como pré-requisito para recebimento de recursos do FML, as empresas / instituições a serem beneficiadas pelas ações descritas acima deverão estar em cumprimento com todas as obrigações relacionadas à legislação ambiental brasileira, no que couber, com especial atenção:

- a) às obrigações em relação às SDOs, incluindo as correspondentes licenças ambientais estaduais e/ou municipais necessárias para o seu funcionamento;
- b) ao cadastro na categoria correta do CTF/APP - IBAMA;
- c) a estar em dia com as obrigações decorrentes do CTF/APP – IBAMA.

360. Também será utilizado o mecanismo de Manifestação de Interesse (MI) para a definição dos beneficiários de outras atividades previstas no âmbito deste componente que estabelecerá:

- i. Os critérios para a identificação dos beneficiários, e
- ii. As premissas que deverão ser atendidos pelos beneficiários.

361. O detalhamento das atividades abrangidas nesse componente está apresentado no Anexo 5. Espera-se com isso a eliminação de 1.209,18 t SDO (88,59 t PDO), sendo 807,73 t SDO de HCFC-22 (44,43 t PDO) e 401,46 t SDO de HCFC-141b (44,16 t PDO).

5.3.3 Componente 3 – Programa de Assistência Técnica ao Setor de Ar Condicionado Comercial e Industrial/Aplicação Técnica

362. Durante a fase preparatória da Etapa III do PBH, identificou-se que o setor de ar condicionado com foco nos sistemas para aplicações comerciais e industriais apresenta carga instalada significativa de HCFC-22 e HCFC-123, em sistemas de ar condicionado de médio e grande porte com central de água gelada (*chiller*). Esses equipamentos estão instalados principalmente em edifícios comerciais, shoppings centers, hospitais, hotéis, bancos e hiper/supermercados voltados para o conforto térmico dos usuários, em edificações que abrigam por exemplo, *data centers*, e em plantas fabris de alguns processos produtivos como produção de papel e de têxteis para a climatização de ambientes.

363. Também foi identificado que uma parte importante do mercado que seria voltado aos aparelhos de ar-condicionado central de médio porte em prédios comerciais como redes bancárias, anfiteatros, pequenos centros comerciais, lojas de venda de alimentos (como restaurantes, sorveterias, padarias, açougues), entre outros, utilizam, atualmente, equipamentos do tipo *self-contained*, VRFs e *splits*.

364. O uso comercial de equipamentos tradicionalmente considerados como domésticos faz com que o entendimento das necessidades não esteja claro, evidenciando a existência de uma lacuna de informação para esse subsetor. Portanto, torna-se necessário melhor compreender o comportamento desse subsetor e definir estratégias para a introdução de tecnologias de zero PDO e baixo GWP que sejam adequadas/adaptadas para o uso específico do subsetor.

365. Diante deste cenário, o Brasil considera estratégico a realização de ações de assistência técnica voltada para o setor de ar condicionado central e de uso comercial que promovam a substituição de equipamentos antes ou ao final de vida útil por equipamentos que utilizem fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que proporcionem maior eficiência energética, evitando assim uma conversão transitória que utilize HFCs ou mistura de HFC de alto GWP.

366. Os recursos aprovados serão aplicados para:

- i. Apoiar a substituição de equipamentos utilizados em sistemas de condicionamento de ar central (*chillers*) contendo HCFC-22 em edifícios comerciais (conforto térmico) e industriais (aplicações técnicas), tais como shoppings centers, hospitais, hotéis, hiper/supermercados e instalações industriais, por equipamentos contendo fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que apresentem maior eficiência energética, reduzindo, assim, as emissões de CO₂eq diretas e indiretas (devido ao consumo de energia elétrica);
- ii. Apoiar a substituição de equipamentos utilizados em sistemas de condicionamento de ar de uso comercial (aparelhos *self-contained* e *splits*), contendo HCFC-22 em prédios e lojas comerciais, tais como redes bancárias, anfiteatros, pequenos centros comerciais, lojas de venda de alimentos (como restaurantes, sorveterias, padarias, açougues), entre outros, por equipamentos alternativos contendo fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que proporcionem maior eficiência energética, reduzindo, assim, as emissões de CO₂eq diretas e indiretas (devido ao consumo de energia elétrica);

- iii. Realizar estudo de viabilidade técnica e financeira para a instalação de sistemas de resfriamento distrital (*district cooling*) em empreendimentos como centros comerciais de grande porte, que utilizem fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo GWP) e que proporcionem maior eficiência energética, reduzindo, assim, as emissões de CO₂eq diretas e indiretas (devido ao consumo de energia elétrica);
- iv. Promover a conscientização e sensibilização dos tomadores de decisão dos setores mencionados sobre os impactos ao meio ambiente dos fluidos refrigerantes utilizados nos sistemas de condicionamento de ar e sobre os ganhos ambientais e financeiros advindos da utilização de soluções ambientalmente adequadas;
- v. Disseminar informações sobre os resultados alcançados e lições aprendidas;
- vi. Reforçar a capacidade nacional no gerenciamento ambientalmente adequado e seguro de fluidos refrigerantes de zero PDO e baixo GWP.

367. Como pré-requisitos para recebimento de recursos do FML, as empresas / instituições a serem beneficiadas pelas ações descritas acima deverão estar em cumprimento com todas as obrigações relacionadas à legislação ambiental brasileira, no que couber, e atender aos critérios e diretrizes estabelecidos pela Decisão XIX/6 (Anexo 1) e Decisão 74/50 do Comitê Executivo (ExCom) do Fundo Multilateral (FML) para a Implementação do Protocolo de Montreal:

- a) Possuir capital nacional ou de país A-5;
- b) Ter sido estabelecida até 21 de setembro de 2007.

368. O detalhamento das atividades abrangidas nesse componente está apresentado no Anexo 6. Espera-se com isso a eliminação a eliminação de 1.289,98 t SDO de HCFC-22 (70,95 t PDO).

5.3.4 Componente 4 – Capacitação e Treinamento para o Subsetor de Ar Condicionado Residencial e Subsetores de Refrigeração Comercial e Refrigeração Industrial

a) Treinamentos para engenheiros/as nos setores de ar condicionado e refrigeração comercial

369. Os diagnósticos apontam que fornecedores e prestadores de serviço são os profissionais que mais necessitam de qualificação técnica sobre as novas tecnologias de sistemas de refrigeração (comercial e industrial) e ar-condicionado residencial. Este aspecto foi caracterizado como a parte mais sensível para o processo de mudança e adequação às novas tecnologias, pois a barreira para implementação decorre do perfil médio desse profissional no Brasil que, geralmente possui nível de escolaridade médio, baixa remuneração e elevada rotatividade. Esses documentos também apontam déficit de profissionais de nível superior capacitados, principalmente nos setores de ar condicionado residencial e refrigeração, onde está concentrada a maior demanda por fluidos refrigerantes e a maior quantidade de usuários finais.

370. A eliminação do uso do HCFC-22 como fluido refrigerante exigirá disseminação de informação, treinamento e capacitação de profissionais do setor de RAC. Para o setor de refrigeração e ar condicionado, este Componente 4 prevê o treinamento/capacitação de engenheiros/as que estão em processo de formação acadêmica, de forma a se tornarem aptos a

trabalharem com fluidos refrigerantes inflamáveis e, ao mesmo tempo, adquirirem conhecimentos quanto aos processos de boas práticas e contenção de vazamentos.

371. O objetivo geral da atividade *Treinamentos para engenheiros/as nos setores de ar condicionado e refrigeração comercial* é criar e aperfeiçoar as capacidades nacionais para que estudantes de engenharia, futuros tomadores de decisão e responsáveis técnicos por equipamentos de ar condicionado e refrigeração comercial possam, no que se refere aos fluidos refrigerantes inflamáveis, exercer suas profissões de forma adequada.

372. A capacitação e qualificação dos estudantes de engenharia deverá impactar positivamente os trabalhos prestados por empresas que atuam no setor de serviços, e melhorar a disseminação de informações e conhecimento sobre utilização de ferramentas e o manuseio seguro de fluidos refrigerantes, incluindo os procedimentos de contenção de vazamentos e as tecnologias de zero PDO e de baixo GWP.

373. Essa atividade de capacitação será realizada inicialmente em duas universidades que possuem cursos de engenharia mecânica para a capacitação de 400 estudantes de engenharia. Por meio da implementação das atividades propostas, espera-se a eliminação de 205,10 t SDO (11,28 t PDO) de HCFC-22 até 2030.

b) Treinamentos para técnicos/as de refrigeração no subsetor de refrigeração industrial

374. Com mais de 120 anos de uso, a amônia é um dos fluidos refrigerantes mais eficientes atualmente disponíveis, além de, quando manuseada de forma correta, ser confiável e segura. É um fluido refrigerante natural, que não agride a camada de ozônio (0 PDO) e tampouco contribui para o aquecimento global ($GWP < 1$), tornando-se assim uma solução ambientalmente amigável de longo prazo aos atuais fluidos refrigerantes utilizados na refrigeração industrial.

375. Entretanto, por ser classificada como um fluido refrigerante B2L, que indica ser tóxica em concentrações baixo de 400 ppm (B) e levemente inflamável (2L), é fundamental que a indústria aplique os protocolos de segurança estabelecidos de atuação contra vazamento, e apresente garantias de que os sistemas de detecção de vazamentos sejam bem compreendidos e interpretados por seus técnicos de operação e manutenção. Assim, o treinamento de técnicos para trabalhar com sistemas de amônia é uma demanda urgente do setor de refrigeração industrial.

376. Devido ao potencial de uso da amônia no setor de refrigeração industrial, considera-se estratégico propiciar treinamento sobre o uso de sistemas de refrigeração com baixa carga de amônia, permitindo que os técnicos iniciem um ciclo de aprendizagem atualizado em atendimento aos padrões e requisitos de segurança estabelecidos ou que vieram a ser.

377. A maior preocupação para aplicação da amônia refere-se à carência de mão de obra qualificada para a prestação de serviços de qualidade que garanta segurança da instalação e das pessoas.

378. Neste sentido, a Etapa III do PBH prevê a expansão das atividades de treinamento para que contemple o setor de refrigeração industrial, com o objetivo de prepará-lo para o uso seguro de amônia. Assim, a capacitação de técnicos, teórica e prática, propiciará a expansão segura desta alternativa no setor de refrigeração industrial.

379. Por meio desta atividade, espera-se capacitar 600 técnicos/as de refrigeração industrial sobre boas práticas para o uso seguro da amônia, a fim de facilitar a transição dos HCFCs para tecnologias de zero PDO e baixo GWP. Para essa atividade espera-se eliminar o consumo brasileiro de 263,13 t SDO de HCFC-22 (14,47 t PDO).

380. O detalhamento das atividades abrangidas nesse Componente 4 está apresentado no Anexo 7. No total, as atividades previstas neste componente visam eliminar 468,23 t SDO de HCFC-22 (25,75 t PDO).

5.3.5 Componente 5 – Programa de Assistência Técnica para os Subsetores de Refrigeração Comercial e Industrial

a) Projetos demonstrativos no setor de refrigeração comercial – setor supermercadista

381. No subsetor de refrigeração comercial, identificou-se que este vem passando por um processo de migração que envolve a substituição dos sistemas com HCFC-22 principalmente para alternativas com R-404A, HFC-134a e R-410A, com tendência de continuar pelos próximos anos. Quanto à adoção de fluidos naturais, a principal escolha tem sido o CO₂ em aplicações de baixa temperatura na condição subcrítica. O CO₂ na condição transcítica é limitado a duas redes supermercadistas, que seguem diretrizes de suas sedes localizadas na Europa. Aplicações com HC-290 são bastante difundidas em expositores do tipo *self*. Sistemas centrais de refrigeração com HC-290 ainda mostram aplicação restrita quanto ao número de usuários finais e redes supermercadistas, a maioria implantada em supermercados de grandes redes, como resultado dos projetos executados na Etapa II do PBH. O setor supermercadista representa cerca de 67% da carga instalada de HCFC-22.

382. Desta forma, propõe-se realizar projeto demonstrativo da instalação de sistemas de expansão indireta à base de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO, com condensação a ar e cargas superiores a 3kg por módulo, em oito usuários finais (supermercados), a serem identificados de forma a abranger preferencialmente as cinco regiões brasileiras. Os usuários finais deverão adotar um conceito com o uso de 100% de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO no supermercado.

383. O projeto fornecerá assistência técnica para auxiliar o setor supermercadista na escolha de soluções ambientalmente adequadas, bem como para implementar de forma segura o projeto, obter resultados confiáveis e a disseminar a tecnologia. Os resultados obtidos de cada projeto serão divulgados com a finalidade de informar e motivar outros interessados nas soluções apresentadas.

384. Essas atividades serão complementadas por atividades de capacitação e conscientização e envolverão a participação de associações, fabricantes, especialistas em refrigeração e em segurança de instalações, dentre outros entes.

385. Será utilizado o mecanismo de Manifestação de Interesse com a definição de critérios e premissas a serem atendidas para a seleção dos supermercados interessados e considerados

aptos a receberem os recursos dos referidos projetos.

386. Como pré-requisito para recebimento de recursos do FML, os supermercados a serem beneficiados deverão estar em cumprimento com todas as obrigações relacionadas à legislação ambiental brasileira, no que couber, com especial atenção às obrigações em relação às SDOs, incluindo as correspondentes licenças ambientais estaduais e/ou municipais necessárias para o seu funcionamento, e atender aos critérios e diretrizes estabelecidos pela Decisão XIX/6 (Anexo 1) e Decisão 74/50 do Comitê Executivo (ExCom) do Fundo Multilateral (FML) para a Implementação do Protocolo de Montreal:

- Possuir capital nacional ou de país A-5;
- Ter sido estabelecida até 21 de setembro de 2007.

387. Para essa atividade espera-se a eliminação de 568,44 t SDO HCFC-22 (31,26 t PDO).

b) Projetos demonstrativos no setor de refrigeração industrial

388. Enquanto sistemas antigos com amônia bombeada utilizam cerca de 13,5 kg amônia/TR (tonelada de refrigeração), resultando em plantas com cargas muito elevadas de fluido refrigerante e restrições de segurança elevadas, a adoção de sistemas de refrigeração de amônia de baixa carga (cerca de 0,4 kg amônia/TR) se torna uma alternativa de longo prazo para o setor, porém para muitos usuários finais ainda é necessário vencer a barreira quanto ao receio do uso desta substância. Desta forma, é fundamental demonstrar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso da amônia, incluindo os requisitos de segurança, complementado por atividades de conscientização, capacitação e demonstração tecnológica.

389. No Brasil, ainda existem muitas instalações que utilizam o HCFC-22, majoritariamente instalações com cerca de 20 anos de idade, que precisarão ser substituídas no futuro muito próximo, devido ao final da vida útil dos equipamentos, falta de componentes, pelos custos elevados de manutenção e operação, ou por questões ambientais.

390. No diagnóstico realizado identificou-se que muitas empresas estão migrando para alternativas transitórias, com a adoção de fluidos refrigerantes HFCs, principalmente o R-404A, HFC-134a, R-410A e R-407C, influenciadas por diversos fatores, entre eles a falta de conhecimento sobre como implementar as alternativas ambientalmente adequadas que utilizem fluidos refrigerantes naturais ou de baixo GWP, por questões de custos ou por não visualizarem tecnologias alternativas.

391. Neste contexto, propõe-se realizar projeto demonstrativo em três instalações do setor de refrigeração industrial que utilizem o fluido HCFC-22 para o uso de amônia de baixa carga (cerca de 0,4 kg amônia/TR). O usuário final terá a casa de máquina convertida e adequada para utilização segura da amônia e deverão ser instalados dois ou três *chillers* de baixa carga com condensação a ar, que funcionarão em regime 2+1 ou 1+1, atendendo ao conceito de modularidade, propiciando segurança à operação. O sistema de bombeamento do fluido secundário será dimensionado de acordo com o projeto do sistema instalado, e contribuirá na melhoria da eficiência energética da instalação.

392. Essas atividades serão complementadas por atividades de capacitação e conscientização (conforme Componente 5) e envolverão a participação de associações, fabricantes, especialistas em refrigeração e em segurança de instalações, dentre outros entes. Também serão realizadas atividades para mobilização do setor por meio de reuniões e/ou outras

atividades voltadas para as empresas do setor de refrigeração industrial, usuários finais, projetistas e prestadores de serviço. Os resultados obtidos de cada projeto serão divulgados com a finalidade de informar e motivar outros interessados.

393. Será utilizado o mecanismo de Manifestação de Interesse com a definição de critérios e premissas a serem atendidos para a seleção de empresas interessadas e consideradas aptas a receberem os recursos do projeto.

394. Como pré-requisito para recebimento de recursos do FML, as empresas deverão estar em cumprimento com todas as obrigações relacionadas à legislação ambiental brasileira, no que couber, com especial atenção às obrigações em relação às SDOs, incluindo as correspondentes licenças ambientais estaduais e/ou municipais necessárias para o seu funcionamento, e atender aos critérios e diretrizes estabelecidos pela Decisão XIX/6 (Anexo 1) e Decisão 74/50 do Comitê Executivo (ExCom) do Fundo Multilateral (FML) para a Implementação do Protocolo de Montreal:

- Possuir instalação em operação com o fluido HCFC-22;
- Possuir capital nacional ou de país A-5;
- Ter sido estabelecida até 21 de setembro de 2007.

395. Para essa atividade espera-se a eliminação de 430,83 t SDO de HCFC-22 (23,70 t PDO).

396. Diante desta situação, considera-se estratégico que sejam executados projetos demonstrativos para os setores de refrigeração comercial e industrial que apoiem e motivem o subsetor a realizar a substituição do HCFC-22 para fluidos refrigerantes de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo GWP), e que proporcione maior eficiência energética, evitando assim uma conversão transitória utilizando HFCs de alto GWP e suas misturas.

397. O detalhamento das atividades abrangidas nesse Componente 5 está apresentado no Anexo 8. No total, as atividades previstas neste componente visam eliminar 999,27 t SDO de HCFC-22 (54,96 t PDO).

5.3.6 Componente 6 – Projeto para o Setor de Serviços com Foco nos Subsetores de Refrigeração Comercial e Ar Condicionado de Pequeno Porte

398. Considerando que 85% do consumo de HCFC-22 ocorre no setor de serviços de refrigeração e ar condicionado, torna-se estratégico continuar e ampliar as atividades de contenção e manuseio seguro de fluidos refrigerantes no setor de serviços na Etapa III do PBH.

399. Sem atividades de redução de vazamentos poderá ocorrer uma troca antecipada dos sistemas de ar-condicionado e refrigeração em favor de fluidos refrigerantes de alto GWP que atualmente predominam as vendas de novos equipamentos, com consequências danosas para o sistema climático global (ver também Capítulo 3.5.1).

400. Este Componente tratará, especificamente, de dois subsetores do setor de serviços: ar condicionado de pequeno porte e refrigeração comercial.

401. O desenho da estratégia para o projeto no setor de serviços de refrigeração comercial e ar condicionado de pequeno porte no âmbito da Etapa III do PBH foi construído, baseando-se nas experiências e lições aprendidas anteriores, conforme explicitado no Capítulo 1.6.

402. O objetivo geral é continuar fortalecendo os resultados já obtidos nas etapas anteriores de eliminação gradual dos HCFCs, por meio da criação, aperfeiçoamento e ampliação das capacidades nacionais no setor de serviços de refrigeração comercial e ar condicionado de pequeno porte com base nos dois seguintes elementos estratégicos principais:

- a. conservar os bancos existentes de HCFCs reduzindo o consumo e os vazamentos de fluido refrigerante durante a instalação, manutenção e operação de equipamentos de refrigeração comercial e ar-condicionado de pequeno porte;
- b. introduzir o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de zero PDO e de baixo GWP.

403. Os objetivos específicos das atividades são:

- i. Criar, aperfeiçoar e ampliar as capacidades institucionais para a capacitação de 5.000 técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas para melhor contenção de HCFC-22 em sistemas de ar-condicionado e de refrigeração comercial;
- ii. Fortalecer o conceito de recolhimento, reciclagem e reutilização de HCFC-22, a fim de reduzir a demanda por substância virgem e permitir que os equipamentos existentes à base de HCFCs possam ser utilizados até o final de sua vida econômica, evitando custos adicionais relacionados à substituição antecipada em favor de fluidos alternativos de alto GWP, até que tecnologias de maior eficiência energética com fluidos refrigerantes de baixo GWP estejam plenamente e adequadamente disponíveis para comercialização no mercado;
- iii. Criar e ampliar capacidades institucionais para a capacitação de 8.000 técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas no uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de zero PDO e baixo GWP em aparelhos de ar-condicionado de pequeno porte, com a expansão de ao menos um novo estado por região do Brasil, e em sistemas de refrigeração comercial, incluindo a implantação de mais dois centros de treinamento para o uso seguro e eficiente de CO₂ e do HC em sistemas cascata de refrigeração comercial;
- iv. Desenvolver e implementar projeto piloto de Qualificação, Certificação e Registro (QCR) para 80 técnicos/as de refrigeração e climatização;
- v. Aperfeiçoar e criar, onde necessário, a base normativa adequada para o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes, via participação nos comitês de discussões de normas técnicas e legislações pertinentes;
- vi. Ampliar a conscientização das partes interessadas do setor de serviços e dos usuários finais de equipamentos de refrigeração comercial e de ar-condicionado residencial por meio da divulgação das atividades do PBH, relacionadas às boas práticas e às tecnologias alternativas de fluidos refrigerantes de zero PDO e baixo GWP.

404. A abordagem do programa de treinamento e capacitação consiste na seguinte estratégia:

- Parte 1: Disseminar o conhecimento genérico sobre a manutenção de quaisquer equipamentos RAC (adaptado a grupos-alvo);
- Parte 2: Disseminar o conhecimento sobre boas práticas com referência a fluidos

refrigerantes específicos, especialmente para o uso seguro e eficiente de alternativas de zero PDO e baixo GWP;

- Parte 3: Introduzir sistema piloto de Qualificação, Certificação e Registro (QCR) visando garantir a qualidade de serviços e ajudar a superar barreiras existentes para aplicação de fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP, mitigando ao mesmo tempo possíveis riscos de segurança.

405. O programa de treinamento e capacitação para profissionais (técnicos/as de campo) no setor de serviços de refrigeração comercial e ar condicionado de pequeno porte irá abordar diferentes estágios de equipamentos, como projeto, instalação, reparo, manutenção, desativação e descarte final.

406. As atividades propostas observarão as ações regulatórias descritas na seção 5.1.1.

407. As atividades previstas no âmbito deste Componente e descritas no Anexo 9 visam eliminar 2.454,55 t SDO (135 t PDO) de HCFC-22. O impacto estimado das atividades para a Etapa III do PBH baseia-se na experiência com atividades desenvolvidas ou atualmente em implementação, voltadas à introdução de boas práticas de melhor contenção e recolhimento, reciclagem e regeneração de fluidos refrigerantes que foram realizadas com êxito no âmbito do Plano Nacional de Eliminação dos CFCs e no PBH Etapa I e Etapa II.

408. A **Tabela 23** apresenta um resumo das atividades de treinamento e capacitação.

Tabela 23 – *Resumo das atividades de treinamento e capacitação para profissionais (técnicos/as de campo) no setor de serviços de refrigeração comercial e ar condicionado de pequeno porte.*

Aplicação	Subsetor	Região	Nº Técnicos	Nº Instrutores	Nº Cursos
Boas práticas para melhor contenção de HCFCs	Refrigeração comercial	Norte, Nordeste, Centro Oeste, Sudeste e Sul	1.000	16	63
	Ar condicionado		4.000	50	250
Subtotal			5.000	66	313
Boas práticas no manuseio seguro e eficiente de fluidos alternativos de baixo GWP	Refrigeração comercial	Rio de Janeiro, Paraná e mais dois novos estados em regiões diferentes	3.000	25	375
	Ar condicionado	Rondônia, Goiás, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Norte e, pelo menos, mais um novo estado em cada das cinco regiões do Brasil	5.000	50	625
Subtotal			8.000	75	1.000
Total			13.000	141	1.313

5.3.7 Componente 7 – Implementação e Monitoramento

409. O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) é o órgão responsável pela coordenação geral das atividades a serem realizadas no âmbito do PBH e atua como a Unidade Nacional de Ozônio (NOU). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), instituição vinculada ao MMA, é órgão responsável pelo controle das importações, exportações e comércio das SDOs.

410. Os recursos do Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal - FML somente são internalizados nos Países A-5 por meio das agências implementadoras de cooperação multilateral ou bilateral.

411. O Governo Brasileiro selecionou o PNUD, UNIDO e a GIZ, para a execução das ações referentes à Etapa III do PBH.

412. As agências cooperadoras (UNIDO e GIZ) manterão uma Unidade de Gerenciamento de Projetos (UGP) composta por gerente, especialista e apoio técnico operacional, enquanto a agência implementadora líder (PNUD) manterá uma Unidade de Implementação e Monitoramento (UIM). As Unidades atuarão em estreita articulação com o MMA com o objetivo de oferecer ao Governo Brasileiro o suporte técnico, operacional administrativo e de campo necessários à implementação de todas as atividades previstas neste Programa.

413. Devido ao escopo deste Programa e considerando as lições aprendidas anteriormente na execução dos projetos do PNC e Etapa I e II do PBH, a manutenção da UIM terá os seguintes objetivos:

- Prover as ferramentas de controle administrativo dos projetos e assegurar a execução do orçamento;
- Executar processos seletivos para compra de equipamentos e prestações de serviços de consultoria nacionais e internacionais, entre outros;
- Padronizar dados e informações, elaboração de relatórios de progresso, controle e verificação de dados requeridas pelo Comitê Executivo do Fundo Multilateral;
- Assegurar que os resultados dos planos de ação anuais anteriores sejam refletidos nos planos futuros;
- Assegurar que as revisões técnicas sejam realizadas por peritos técnicos independentes;
- Prestar assessoria na realização de missões de supervisão;
- Monitorar as atividades implementadas pelos projetos de eliminação de SDOs para assegurar que os compromissos de eliminação de HCFCs sejam alcançados;
- Assegurar que reembolsos sejam realizados ao Brasil com base nas metas de desempenho acordadas;
- Dar suporte técnico especializado ao MMA e demais parceiros nacionais sobre a execução de projetos, apoio logístico de implementação de atividades, treinamentos, capacitação e disseminação de tecnologias.

5.4 Efeitos Positivos para o Sistema Climático Global decorrente da Etapa III

414. O PBH, em consonância com a Decisão XIX/6, possibilita aplicar medidas que maximizem os efeitos benéficos para o regime climático global. Dado o elevado potencial de impacto para o sistema climático global dos HCFCs, sua substituição, em si, traz oportunidades para a redução, a médio e longo prazo, das emissões de gases de efeito estufa.

415. Para efeito de cálculo da contribuição da eliminação do consumo de HCFCs, no Brasil, adotou-se os fatores de conversão apresentados na Tabela 7.

416. Esta análise baseia-se nas projeções de ganhos para a proteção do sistema climático global com base nas reduções de consumo de SDOs previsto para a Etapa III deste PBH.

- i. HCFC-22: considera-se a não emissão do HCFC-22 via projetos de não investimento para demonstração de tecnologias de baixo GWP e zero PDO, treinamento/capacitação, contenção de vazamentos, atividades de recolhimento e reciclagem de SDOs e ações regulatórias¹³;
- ii. HCFC-141b: considera-se a aplicação de alternativas de baixo ou desprezível GWP para o uso como solvente e ações regulatórias;
- iii. HCFC-123 e HCFC-124: considera-se a aplicação de ações regulatórias³.

417. Com a aprovação e implementação da Etapa III do PBH, o Brasil tem o potencial para evitar a emissão de 19.530.454,10 toneladas de CO₂ equivalente, entre 2025 e 2040.

¹³ Eliminação total de HFCFs até 1º de janeiro de 2030 permitindo um consumo residual de 2,5% em relação à linha de base apenas para serviços durante o período 2030-2040 conforme Decisão XIX/6.

6. RECURSOS SOLICITADOS

418. Os recursos previstos neste documento serão negociados com o Comitê Executivo do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal, na 94ª Reunião, em junho de 2024.

419. A **Tabela 24** apresenta as quantidades de HCFCs a serem eliminadas pela Etapa III do PBH e o custo-efetividade de cada componente.

Tabela 24 – Estimativa de Custos.

Tipo de Projeto	Setor	Componente	SDO	Aplicação	Agência	t. PDO	t. SDO	Custo Efetividade USD/kg SDO	Valor Total a ser negociado (USD)
Não Investimento	RAC	1	HCFC-22	Ações Regulatórias	PNUD	2,29	41,67	4,8	A SER NEGOCIADO COM O FML
			Subtotal Componente 1						
		2	HCFC-22	Serviços	PNUD	44,43	807,73	4,8	
			HCFC-141b		PNUD	31,55	286,78	4,8	
			HCFC-141b		GIZ	12,61	114,68	4,8	
		Subtotal Componente 2							
		3	HCFC-22	Serviços	PNUD	70,95	1.289,98	4,8	
			Subtotal Componente 3						
		4	HCFC-22	Serviços	UNIDO	25,75	468,23	4,8	
			Subtotal Componente 4						
		5	HCFC-22	Serviços	UNIDO	54,96	999,27	4,8	
			n/a	Gestão Local do Projeto	UNIDO	-	-	n/a	
			Subtotal Componente 5						
		6	HCFC-22	Serviços	GIZ	100,00	1.818,18	4,8	
					PNUD	35,00	636,37	4,8	
			Subtotal Componente 6						
		n/a	n/a	7	n/a	Implem. & Monitor.	PNUD	n/a	
Subtotal Componente 8									
Total						377,54	6.462,88		

* Devido as conversões de kg para toneladas, o somatório total das quantidades em t. PDO e em t SDO por componente podem resultar em divergência na última casa decimal na linha do somatório do valor do componente.

420. As estimativas de custo para implementação das atividades constantes nos Componentes foram baseadas em lições aprendidas durante a conversão dos CFCs e HCFCs e

atualizadas com os custos das ações atualmente em desenvolvimento.

421. Os dados apresentados para o setor de RAC foram validados em campo e os projetos de não investimento nos Anexos de 5 a 9. Cada projeto abordado o tipo de intervenção e o nível de investimento que se propõem aplicar durante a fase de implementação da Etapa III.

7. COORDENAÇÃO

422. De acordo com o organograma apresentado na Figura 1, a coordenação das atividades relativas à proteção da Camada de Ozônio é de competência do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, mais especificamente da Secretaria Nacional de Mudança do Clima, Departamento de Políticas de Mitigação, Adaptação e Instrumentos de Implementação. A POZ, subordinada ao Departamento de Políticas de Mitigação, Adaptação e Instrumentos de Implementação, responde por estas atividades.

423. A POZ atua como a NOU brasileira e exercerá o papel de coordenação das atividades relativas ao PBH. Como instituição vinculada ao MMA, o IBAMA controla as importações, exportações, comércio, uso, destruição, recolhimento, reciclagem e regeneração das SDOs no Brasil.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo 1

IBGE. Brasil em síntese - Área Territorial Brasileira, IBGE, 2023. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em 19 junho 2023.

IBGE. Panorama IBGE - Censo Demográfico 2022. IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 19 junho 2023.

IBGE. Explica IBGE. IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/explica/>. Acesso em: 19 junho 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3PoEZ0c>.

Capítulo 2

BRASIL. Decreto nº 11.349 de 1º de janeiro de 2023, que aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e remaneja cargos em comissão e funções de confiança. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11349.htm.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, Seus Fins e Mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm.

BRASIL. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7735.htm.

BRASIL. Portaria nº 212, 26 de junho de 2012. Institui o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. DOU, Brasília, DF. Disponível em:

<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/portaria-212-de-26-06-2012.pdf>.

IBAMA. Instrução Normativa nº 14, de 20 de dezembro de 2012. Disponível em:

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=872&data=21/12/2012>. Acesso em: 19 junho 2023.

IBAMA. Instrução Normativa nº 04, de 14 de fevereiro de 2018. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-4-de-14-de-fevereiro-de-2018-3347420>. Acesso em: 19 junho 2023.

IBAMA. Instrução Normativa nº 20, de 16 de dezembro de 2022. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-20-de-16-de-dezembro-de-2022-452049183>.

Capítulo 3

IPCC. 5º Relatório de Avaliação do IPCC, 2014. Disponível em:

<https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>. Acesso em: 18 setembro 2023.

Ministério da Economia. Comex Stat. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 novembro 2022.

PNUD. Fase Preparatória da Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. Diagnóstico geral sobre o atual perfil de consumo dos HCFCs no Brasil. Thiago Pietrobon. Brasília, fevereiro de 2023.

PNUD. Fase Preparatória da Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. Diagnóstico de mercado sobre o Setor de Serviços em RAC com foco nos subsetores de ar-condicionado central, comercial e industrial I. Enio Pedone Bandarra Filho. Brasília, março de 2023.

UNIDO. Fase Preparatória da Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. Diagnóstico sobre o Perfil de Consumo de HCFCs: Subsetor de Refrigeração Comercial. Rogério Marson Rodrigues. Brasília, junho de 2023.

UNIDO. Fase Preparatória da Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. Diagnóstico sobre o cenário de utilização do HCFC-22 no setor de refrigeração industrial do Brasil". Ariel Gandelman. Brasília, junho de 2023.

UNIDO. Fase Preparatória da Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. Diagnóstico de mercado - consumo de HCFCs com foco no subsetor ar condicionado residencial - Recomendações e potenciais atividades para a Etapa 3 do PBH. Gutemberg da Silva Pereira. Brasília, junho de 2023.

GIZ. Fase Preparatória da Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. Diagnóstico de mercado sobre o uso e consumo de HCFCs no setor de serviços em refrigeração comercial (supermercados, padarias, restaurantes e açougues) e ar-condicionado residencial. Gutemberg da Silva Pereira. Brasília, abril de 2023.

IBGE. Panorama IBGE - Censo Demográfico 2022. IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 19 junho 2023.

IBGE. Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2022. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 154 p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?=&t=publicacoes>. Acesso em: 02 setembro 2023.

ANBIMA. Raio-X do Investidor 2023. ANBIMA, 2023. Disponível em: https://www.anbima.com.br/pt_br/especial/raio-x-do-investidor-2023.htm. Acesso em: 02 setembro 2023.

EPE. Fact Sheet Ar Condicionado. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-656/EPEFactSheetArCondicionado_2022_03_23.pdf. Acesso em: 01 setembro 2023.

ABRAVA. Boletim Econômico - Fevereiro de 2023. São Paulo: ABRAVA, 2023. Disponível em: <https://abrava.com.br/wp-content/uploads/2023/02/Boletim-economico-fev-2023.pdf>. Acesso em: 04 setembro 2023

ABRAVA. Diretoria - Dezembro de 2022. São Paulo: ABRAVA, 2022. Disponível em: https://abrava.com.br/wp-content/uploads/2022/12/Diretoria_Guilherme_DEZ_22.pdf. Acesso em: 04 setembro 2023.

Capítulo 4

PNUD. Fase Preparatória da Etapa III do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs. Diagnóstico geral sobre o atual perfil de consumo dos HCFCs no Brasil. Thiago Pietrobon. Brasília, fevereiro de 2023.

PNUD. Atualização / validação de informações sobre empresas beneficiárias do PNC que seguem atuando como UDR no Brasil. Tiago Gomes de Jesus. Brasília, outubro de 2023.

Anexo 2

Organização Internacional do Trabalho (OIT). Convenções da OIT. Convenção nº 100 - Igualdade de Remuneração de Homens e Mulheres Trabalhadores por Trabalho de Igual Valor, 1951. Disponível em: https://www.ilo.org/brasilia/convencoes/WCMS_235190/lang-pt/index.htm. Acesso em: 10 agosto 2023.

Organização das Nações Unidas (ONU). Convention on the Political Rights of Women. New York, March 1953. Disponível em: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=I-1&chapter=1&clang=en. Acesso em: 10 agosto 2023

Organização das Nações Unidas (ONU). The Convention on the Elimination of All Forms of Discrimination against Women (CEDAW), 1981. Disponível em: <https://www.un.org/womenwatch/daw/cedaw/>. Acesso em: 10 agosto 2023.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Artigo 5. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 agosto 2023.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Artigo 7. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 agosto 2023.

BRASIL. Lei nº 11.340, de 7 de agosto de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111340.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

BRASIL. Lei nº 12.277, de 30 de junho de 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12277.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

BRASIL. Lei nº 13.104, de 9 de março de 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113104.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.586, de 27 de novembro de 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2015-2018/2018/Decreto/D9586.htm. Acesso em: 04 setembro 2023

BRASIL. Lei nº 13.880, de 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/113880.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

BRASIL. Lei nº 13.882, de 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/113882.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

BRASIL. Lei nº 13.827, de 4 de 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13827.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

BRASIL. Lei nº 14.192, de 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14192.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

Brasil. Lei nº 14.310, de 2022. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14310&ano=2022&ato=3b103aE1kMZpWT5a4>. Acesso em: setembro 2023.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Políticas para as Mulheres. Plano Nacional de Políticas para as Mulheres. Brasília: Secretaria de Políticas para as Mulheres, 2013. 114 p. : il. Disponível em: https://www.gov.br/mulheres/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas-1/arquivo33_pnpm.pdf. Acesso em: 04 setembro 2023

Ministério da Economia. Texto do Projeto de Lei do Plano Plurianual 2020-2023. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa/arquivos/texto-do-projeto-de-lei-do-plano-plurianual-2020-2023.pdf>. Acesso em: 04 setembro 2023.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 11.351 de 1º de janeiro de 2023. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11351.htm. Acesso em: 04 setembro 2023.

ABRAVA. Comitê de Mulheres ABRAVA. 1ª Pesquisa Abrava - Mulheres do AVAC-R. Disponível em: <https://abrava.com.br/publico-feminino-do-setor-avac-r-contribuiu-com-pesquisa-do-comite-de-mulheres-da-abrava-confira-o-resultado/>. Acesso em: 10 agosto 2023.

Ministério da Educação (MEC). Maioria é feminina em ingresso e conclusão nas universidades, 2015. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=21140:maioria-e-feminina-em-ingresso-e-conclusao-nas-universidades>. Acesso em: 04 setembro 2023.

UNEP. Operational Policy on Gender Mainstreaming for Multilateral Fund-Supported Projects (Decision 83/68(C)): Annex IV - List of Gender Results and Indicators.

OzL.Pro/ExCom/84/73. Montreal: UNEP, 16-20 de dezembro de 2019.

Anexo 5

CETESB (São Paulo). Acordo ambiental São Paulo [recurso eletrônico]: 91 cases de sucesso na agenda climática / CETESB, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/Acordo-Ambiental-Sao-Paulo-91-cases-de-sucesso-edicao-2022-Portugues.pdf>. Acesso em: 10 janeiro 2023

ANEXO 1 – DECISÃO XIX/6 DAS PARTES DO PROTOCOLO DE MONTREAL

DECISÃO XIX/6: Ajustes ao Protocolo de Montreal referente ao Anexo C, Grupo I, substâncias (hidroclorofluorcarbonos)

A Décima Nona Reunião das Partes do Protocolo de Montreal decidiu na Decisão XIX/6: As Partes concordam em antecipar o cronograma de eliminação da produção e consumo dos hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), por meio de ajuste ao parágrafo 9 do Artigo 2 do Protocolo de Montreal, nas seguintes bases:

1. Para as Partes amparadas pelo Artigo 5 do Protocolo de Montreal (Países do Artigo 5), mudar a linha de base para a média dos anos de 2009 e 2010, para consumo e produção; e

2. Congelar, no nível da linha de base, o consumo e produção em 2013;

3. Para as Partes amparadas pelo Artigo 2 do Protocolo de Montreal (Países do Artigo 2), ter completado a antecipação da eliminação da produção e consumo de HCFCs em 2020, seguindo as seguintes etapas de redução:

(a) 75% até 2010;

(b) 90% até 2015;

(c) Permitir 0,5% para serviço de manutenção durante o período de 2020 – 2030.

4. As Partes amparadas pelo Artigo 5 devem completar a antecipação da eliminação da produção e consumo em 2030, seguindo as seguintes metas de redução:

(a) 10% até 2015;

(b) 35% até 2020;

(c) 67,5% até 2025;

(d) Permitir a média anual de 2,5% para serviços de manutenção durante o período de 2030-2040.

5. Concordar que os recursos disponíveis para financiamento, por meio do Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal, nas próximas reposições, sejam estáveis e suficientes para suprir todos os custos incrementais acordados para permitir aos Países do Artigo 5 cumprirem com a programação da antecipação da eliminação para os setores de produção e consumo, conforme estabelecido acima. Baseado nesse entendimento, orientar o Comitê Executivo do Fundo Multilateral a proceder às alterações necessárias nos atuais critérios de elegibilidade e assim atender as empresas fundadas após 1995 e permitir o financiamento de segunda conversão.

6. Orientar o Comitê Executivo a prover assistência técnica e financeira e a prestar especial atenção às Partes do Artigo 5 que possuem baixo volume e muito baixo volume de consumo de HCFCs;

7. Orientar o Comitê Executivo a apoiar as Partes na preparação de seus Planos de Gerenciamento da antecipação da eliminação dos HCFCs;
8. Orientar o Comitê Executivo, em caráter de prioridade, a apoiar os Países do Artigo 5 na condução dos levantamentos para melhorar a confiabilidade dos dados de linha de base dos HCFCs;
9. Encorajar as Partes a promover a seleção de alternativas aos HCFCs que minimizem os impactos ambientais, em particular os impactos no clima, bem como considerem os aspectos de saúde, segurança e viabilidade econômica;
10. Solicitar às Partes que reportem regularmente a implementação do parágrafo 7 do Artigo 2F do Protocolo;
11. Concordar que o Comitê Executivo, ao desenvolver e aplicar os critérios de financiamento para projetos e programas, e de acordo com o parágrafo 6, dê prioridade a projetos e programas que possuam relação custo-efetividade adequada e que focalizem, entre outros:
 - (a) Eliminação prioritária dos HCFCs com alto potencial de destruição da camada de ozônio, levando em consideração as circunstâncias nacionais;
 - (b) Substitutos e alternativas que minimizem outros impactos ao meio ambiente, incluindo ao clima, levando em consideração o potencial de aquecimento global, consumo de energia e outros fatores relevantes;
 - (c) Empresas de pequeno e médio porte;
12. Concordar em considerar possibilidades ou necessidades de uso essencial, até 2015, para as Partes do Artigo 2, e até 2020, para Partes do Artigo 5;
13. Concordar em revisar, em 2015, a necessidade de 0,5% para serviços de manutenção, nas condições estabelecidas no parágrafo 3, e, em 2025, a necessidade da média anual de 2,5% para serviços de manutenção, nas condições estabelecidas no parágrafo 4;
14. Para satisfazer às Necessidades Domésticas Básicas, concordar em permitir até 10% do nível da linha de base até 2020. Para o período posterior, considerar-se-ão, até 2015, reduções adicionais a esse valor;
15. Ao acelerar a eliminação dos HCFCs, as Partes concordam em tomar todas as medidas práticas consistentes com os Programas do Fundo Multilateral, para assegurar que os melhores substitutos disponíveis e ambientalmente mais seguros assim como as tecnologias a eles relacionadas sejam transferidos dos Países do Artigo 2 para os Países do Artigo 5, sob condições justas e favoráveis.

Tradução: MMA/MRE.

ANEXO 2 – INTEGRAÇÃO DE GÊNERO

Gênero e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

A equidade de gênero é tema transversal da Agenda 2030, que estabelece os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). O reconhecimento da relação inexorável entre desenvolvimento sustentável e igualdade de gênero figura entre os mais importantes instrumentos que orientam as políticas públicas nacionais e internacionais. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável estabelece o seu ODS 5 como “alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas até 2030”, e transversaliza o mesmo em todos os 17 ODS estabelecidos.

O potencial resultante da intervenção, visando a igualdade de gênero para superação dos problemas de ambientais, já é reconhecido em diversos textos legais relacionados ao tema. Em relação às mudanças climáticas, por exemplo, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) reconhece a importância do engajamento igualitário entre homens e mulheres em políticas climáticas sensíveis ao gênero, por meio de uma agenda específica que aborda questões de gênero e mudanças climáticas. Neste mesmo contexto, o Acordo de Paris, adotado em 2015, e que visa fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas, reconhece que as mulheres e meninas são as mais afetadas pelas mudanças climáticas. Em seguida, na COP 25, em 2019, foi elaborado o Plano de Ação de Gênero otimizado do Programa de Trabalho em Lima e do Plano de Ação sobre Gênero, incluindo pedidos para um foco maior na implementação de soluções climáticas justas e de maior escala relacionadas ao gênero.

Os papéis de gênero são muito importantes para superação dos problemas ambientais. Quando se trata da relação entre gênero e questões ambientais, vemos que as consequências das mudanças climáticas sobrecarregam as mulheres, particularmente as mais pobres e marginalizadas. Degradação da natureza, contaminação de recursos, esterilização de solos e poluição são realidades cada vez mais difundidas nas ações e lutas da sociedade civil pela conscientização sobre os impactos da interação humana e suas relações sociais com o meio ambiente e com a natureza. A promoção do empoderamento econômico das mulheres, e a formação profissional especializada, também podem ter um grande impacto na mitigação das alterações climáticas.

Com comprometimento, coragem, resiliência e paciência, homens e mulheres podem atuar de forma a promover uma melhor condição ambiental, reduzindo os efeitos dos danos decorrentes da ação antropogênica, e até evitar a ocorrência de maiores danos.

Políticas e compromissos do Estado Brasileiro sobre a igualdade de gênero

Além da Organização das Nações Unidas (ONU), outros movimentos internacionais e brasileiros lutam pela igualdade de direito entre homens e mulheres, se dedicando a promover mudanças sociais favoráveis à inclusão das mulheres no mercado de trabalho, abordando

emprego, empreendedorismo, empoderamento digital e participação em questões de sustentabilidade ambiental.

No âmbito internacional, o Brasil assinou e ratificou Tratados Internacionais em vigor sobre o reconhecimento e a proteção dos direitos humanos da mulher e a promoção da igualdade de gênero, nos quais, pelo seu caráter vinculativo, o país assume compromissos explícitos, dentre os quais podem ser citados:

- A Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948);
- Convenção da Organização Internacional do Trabalho (OIT) nº 100 sobre Igualdade de Remuneração de Homens e Mulheres por Trabalho de Igual Valor (1951) (OIT, 1951);
- Convenção sobre os Direitos Políticos das Mulheres (ONU, 1953);
- Convenção No. 111 da OIT sobre Discriminação em Emprego e Ocupação (1958);
- Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Contra as Mulheres - CEDAW (1981) (ONU, 1981);
- Convenção Interamericana para a Prevenção, Punição e Erradicação da Violência contra a Mulher e a Família (Belém do Pará), 9 de junho de 1994;
- Quarta Conferência Global de Mulheres e Plataforma de Ação de Pequim (1995);
- Protocolo facultativo da Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Contra as Mulheres (1999).

No contexto nacional, o Brasil desenvolveu, nas últimas décadas, uma série de leis e políticas públicas que promovem a igualdade de gênero e garantem os direitos humanos das mulheres, desde a Constituição Federal, promulgada em 1988, até leis e decretos específicos, dentre os quais podem ser citados:

- A Constituição Federal, de 1988, que estabelece que homens e mulheres têm direitos e deveres iguais (BRASIL, 1988) e que obriga a proteção da mulher no mercado de trabalho, por meio de incentivos específicos (BRASIL, 1988);
- Lei 9.799, de 1999, entre outras providências, insere na Consolidação das Leis do Trabalho regras sobre o acesso da mulher ao mercado de trabalho, destacando o estabelecimento da proibição de todas as formas de discriminação, inclusive de gênero, a disposição sobre a proteção da situação e do acesso ou preservação do posto de trabalho da gestante;
- Lei 11.340, de 2006, denominada como *Lei Maria da Penha*, que reconhece o direito de todas as mulheres de viverem uma vida sem violência e considera esse tipo de agressão uma violação dos direitos das mulheres. A lei obriga o Estado e a sociedade a proteger a mulher da violência doméstica e familiar, independentemente de idade, classe social, raça, religião e orientação sexual (BRASIL, 2006);
- Lei nº 12.227, de 2010, que institui o Relatório Anual Social e Econômico da Mulher (RASEAM), e possibilita a produção de dados de interesse das políticas para as mulheres (BRASIL, 2010);
- Lei 13.104, de 2015, que classifica o feminicídio como crime hediondo e o inclui no artigo 121 do Código Penal Brasileiro, que trata de homicídios (BRASIL, 2015);
- Decreto nº 9.586, de 2018, que institui o Sistema Nacional de Políticas para as Mulheres (Sinapom), e o Plano Nacional de Combate à Violência Doméstica (PnaViD), visando ampliar e fortalecer a formulação e a execução de políticas públicas de direitos das mulheres (BRASIL, 2018);

- Lei 13.880, de 2019, altera a *Lei Maria da Penha*, para determinar a apreensão de arma de fogo em posse de agressores em casos de violência doméstica (BRASIL, 2019);
- Lei 13.882, de 2019, altera a *Lei Maria da Penha*, para garantir o cadastramento de dependentes de mulheres, vítimas de violência doméstica e familiar, em instituições de ensino fundamental mais próximas de sua residência (BRASIL, 2019);
- Lei 13.827, de 2019, altera a *Lei Maria da Penha*, para permitir a aplicação de medida cautelar emergencial, por autoridade judiciária ou policial, a mulheres em situação de violência doméstica e familiar, ou a seus dependentes (BRASIL, 2019);
- Lei nº 14.192, de 2021, estabelece normas para prevenir, reprimir e combater a violência política contra a mulher, para dispor sobre os crimes de divulgação de fato ou vídeo com conteúdo inverídico no período de campanha eleitoral, para criminalizar a violência política contra a mulher e para assegurar a participação de mulheres em debates eleitorais proporcionalmente ao número de candidatas às eleições proporcionais (BRASIL, 2021);
- Lei nº 14.310, de 2022, altera a *Lei Maria da Penha* para determinar o registro imediato, pela autoridade judicial, das medidas protetivas de urgência deferidas em favor da mulher em situação de violência doméstica e familiar, ou de seus dependentes (BRASIL, 2022).

Nas últimas três décadas, o Brasil tem direcionado diversos esforços para promover avanços em políticas públicas específicas para as mulheres. Dentre essas iniciativas, podemos destacar as seguintes:

- Plano Nacional de Políticas para Mulheres 2013 - 2015, que contribuiu para o fortalecimento e institucionalização da Política Nacional para Mulheres adotada em 2004 e endossada em 2007 e 2011. Alguns dos princípios orientadores foram: (i) autonomia das mulheres em todas as dimensões; (ii) busca da igualdade efetiva entre homens e mulheres em todos os campos; (iii) respeito pela diversidade e luta contra todas as formas de discriminação; (iv) universalização dos serviços e benefícios oferecidos pelo Estado; (v) participação ativa das mulheres em todas as fases das políticas públicas; e implementação integral como princípio norteador de todas as políticas públicas (BRASIL, 2013).
- O Plano Plurianual 2020 - 2023 (PPA 2020 - 2023) é uma ferramenta de planejamento governamental que define as diretrizes, objetivos e metas da administração pública federal para um horizonte de 4 anos. Dentro outras, o PPA estabelece as seguintes pautas: VIII - A promoção e defesa dos direitos humanos, com foco no apoio à família. A Estratégia Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (ENDES) é mantida como uma de suas principais diretrizes, na qual o pilar social afirma: “Promover o bem-estar dos cidadãos e a inclusão social com foco na igualdade de oportunidades e no acesso a serviços públicos de qualidade, por meio da redução das desigualdades sociais e regionais” (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

Em 2023, o governo brasileiro criou o Ministério das Mulheres, responsável pela articulação interministerial e intersetorial das políticas de promoção e proteção dos direitos das mulheres no Brasil, conforme Decreto nº 11.351 de 1º de janeiro de 2023 (BRASIL, 2023). No âmbito de sua estrutura foi criada a Secretaria Nacional de Autonomia Econômica que possui, dentre suas atribuições, a incumbência de:

I - desenvolver, fomentar e disseminar estudos, projetos e pesquisas transversais sobre temáticas de gênero, trabalho, autonomia e políticas de cuidados das mulheres, para subsidiar definições de políticas para as mulheres e seu desenvolvimento econômico;

...

IV - formular, implementar, avaliar e monitorar programas e projetos para as mulheres nas áreas de trabalho, autonomia econômica e política de cuidados.

Participação feminina no Setor de Refrigeração e Ar Condicionado no Brasil

Em resposta à Decisão 84/92, e considerando a política de gênero do FML, os diagnósticos realizados no âmbito da Etapa III do PBH consideraram abordagens sensíveis ao gênero para obtenção de dados, e para avaliação das atividades referentes à participação feminina no Setor de RAC.

Há cerca de duas décadas, a participação feminina no setor de Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado e Refrigeração (AVAC-R) era mínima. Atualmente, a participação feminina vem aumentando a cada ano. Na área administrativa das empresas de AVAC-R é onde encontra-se um número crescente de mulheres atuando.

Nas empresas do setor, as mulheres estão executando trabalhos como gestão, que antes eram realizados predominantemente por homens, incluindo liderança e supervisão de técnicos/as. Anteriormente, 80% dos postos para essa função eram ocupados por homens e 20% por mulheres; atualmente, 90% são ocupados por mulheres e 10% por homens.

Já na área de direção e gestão das empresas de refrigeração e ar condicionado, o número de mulheres também é crescente. Há cinco anos, a participação feminina nos cargos de liderança era estimada em 6%, chegando atualmente a 25%, segundo dados da entrevista com o Sindicato da Indústria de Refrigeração, Aquecimento e Tratamento de Ar (Sindratar) e empresas do setor de serviços.

Também foi identificado que, de modo geral, as mulheres tendem a se adaptar mais rapidamente às mudanças do setor e são mais adeptas às novas tecnologias.

Já nos trabalhos em campo, a participação feminina ainda é tímida, porém crescente. Anteriormente, 99% dos postos para essa função eram ocupados por homens e 1% por mulheres. No cenário atual, o percentual de mulheres nesses postos é de 8%.

A mão de obra, efetivamente, no campo é composta por homens que atuam diretamente nos equipamentos e possuem restrições quanto ao manuseio de fluidos inflamáveis.

No setor de vendas de peças e aparelhos, o número de profissionais mulheres é cada vez maior, tendo atualmente 50% de participação feminina.

A partir de dados da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), considerando o perfil dos profissionais que atuam no setor de Aquecimento, Ventilação, Ar

Condicionado e Refrigeração AVAC-R, com foco na classificação voltada para a instalação e manutenção de sistemas centrais de ar condicionado, de ventilação e refrigeração, estima-se que do total de técnicos/as Microempreendedor individual (MEI) atualmente registrados no país neste segmento 14,4% são do gênero feminino.

O Comitê de Mulheres da ABRAVA (ABRAVA, 2020) realizou, em setembro/2020, uma pesquisa que contou com a participação de 229 entrevistadas, a partir do banco de dados de associados da ABRAVA.

De acordo com a coordenadora do Comitê de Mulheres da ABRAVA, a pesquisa realizada foi capaz de chegar a apenas uma fatia do mercado, e não contemplou as profissionais de campo (instaladoras e manutenção). Neste contexto, os resultados da pesquisa não podem ser extrapolados para todo mercado. Os dados revelados pela pesquisa estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados da pesquisa realizada pelo Comitê de Mulheres da ABRAVA, em 2020.

Quanto à:	Respostas obtidas
Idade	<ul style="list-style-type: none"> 65% das mulheres têm entre 20 e 39 anos.
Estado civil	<ul style="list-style-type: none"> 46,7% são casadas; 48,5% têm filhos.
Grau de escolaridade	<ul style="list-style-type: none"> 78% apresentam ensino superior completo; 29% com formação em Engenharia; 53,3% falam mais de um idioma; 80,8% fizeram ao menos 1 curso de atualização.
Tempo de atuação profissional	<ul style="list-style-type: none"> 63,8% atuam há, no máximo, dez anos no setor; 44,6% escolheram atuar na área.
Áreas onde mais atuam no setor RAC	<ul style="list-style-type: none"> 35,4% estão em áreas administrativas; 34,9% em área comercial; 29,3% em Engenharia.
Tipo de vínculo trabalhista:	<ul style="list-style-type: none"> 79,8% em empresas privadas; 11,2% atuam com cadastro como Microempreendedor Individual (MEI); 5,8% atuam como autônomas; 3,2% atuam como servidoras públicas.
Atuação nas empresas privadas	<ul style="list-style-type: none"> 25,7% atuam em empresas de instalação; 24,3% delas em empresas Fabricante Original de Equipamento (OEM¹⁴); 15,5% em fabricante de componentes; 25,7% ocupam cargos de liderança; 35,8% têm plano de carreira bem definido.
Opiniões e percepções pessoais	<ul style="list-style-type: none"> 64,9% valorizam mais a atuação para satisfação pessoal do que salário, cargo ou benefícios; 64,2% acreditam que o seu cargo atual é compatível com a sua qualificação.
Equilíbrio de gênero no ambiente de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> 73% relatam mais líderes homens do que mulheres; 30,4% relatam equilíbrio entre homens e mulheres no quadro de funcionários; 35% estariam presentes em atividades compreendidas como “chão de fábrica”¹⁵.

¹⁴ OEM é uma sigla para *Original Equipment Manufacturer* que, em tradução livre, significa "Fabricante Original de Equipamento". O termo é usado para designar fabricantes que montam e desenvolvem produtos para outras empresas, que os vendem com o seu próprio nome ou os adicionam aos seus próprios equipamentos.

¹⁵ O termo “chão de fábrica” seria onde ficam os funcionários e máquinas que de fato produzem os produtos de uma indústria.

Há, atualmente, uma busca pelo equilíbrio de gênero nas colocações das empresas privadas. Cumpridos os critérios técnicos para cada posição, encoraja-se a escolha de mulheres. Na visão dos/as entrevistados/as, há ainda muita distorção associada à afinidade por cada área, o que justificaria a prevalência de mulheres em área como marketing e administrativo.

A necessidade constante de cursos de atualização é uma demanda de 94% das respondentes, sendo as áreas de planejamento financeiro (84,4%), gestão de negócios (81,2%) e gestão de equipes (75%) as maiores demandas deste público.

A análise da participação feminina na academia foi possível a partir de dados qualitativos. De modo geral, as mulheres já são maioria nas universidades brasileiras (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015), ao menos, desde 2013, mas não igualmente distribuídas entre os cursos de formação superior. Estes mesmos dados mostram ainda que a educação superior é excludente e desigual, com acesso mais facilitado a pessoas de classes econômicas mais altas. Políticas públicas de cotas e financiamento estudantil parecem ser as ações de melhor resultado para o aumento da diversidade do acesso ao ensino no Brasil.

O desafio atual estaria também no aumento da diversidade, incluindo o fortalecimento da participação feminina no corpo docente e conselhos, ainda dominados por homens em diversas áreas, especialmente as técnicas. A maior presença feminina nas posições de liderança e destaque tendem a tornar o ambiente mais propício à manutenção da diversidade em geral.

De fato, o corpo docente dos cursos da área AVAC-R tem, em média, 4% a 5% de professoras, número muito próximo do observado também no corpo discente, inclusive nos cursos de treinamento e capacitação implementados no âmbito da Etapa II do PBH.

Se na universidade a maior parte dos alunos não é “chefe de família”, a situação se inverte nos cursos técnicos e tecnológicos. Há uma maior tendência de que mulheres casadas e com filhos participem nestes cursos. Assim, cursos de curta duração, ambiente *online*, focados em pontos específicos, são entendidos pelo Comitê de Mulheres da ABRAVA como uma alternativa para qualificação de mulheres arrimo de família e/ou que somam a atividade profissional com a do cuidado de família (economia do cuidado), pelo limitado tempo para o aperfeiçoamento e capacitação.

A análise destacou questões como ambientes dominados por homens serem mais desafiadores para a presença de mulheres (seja em empresas, associações e salas de aulas). A percepção delas é que nestes ambientes, seria necessário apresentar desempenho melhor que dos homens para se sentirem aceitas. Apenas a ampliação da presença feminina poderia influenciar neste aspecto.

Esta conclusão corresponde também com experiências adquiridas durante a implementação dos cursos de capacitação e treinamento no âmbito da Etapa II do PBH, e o *feedback* recebido das participantes dos cursos exclusivos para mulheres.

O último destaque vem da percepção sobre a origem das alunas de cursos técnicos. As relações pessoais / indicações pessoais são a maior fonte de incentivo à entrada delas nos cursos

técnicos. Há, na maioria das vezes, alguém da família as incentivando, ou que as indicou para o curso técnico.

A análise da participação feminina em redes sociais foi possível a partir de dados qualitativos. Diferentes perfis foram criados nos últimos anos, atraindo a participação de mulheres. Há uma separação não formal entre grupos de mulheres de campo (técnicas) e mulheres em outras áreas do setor AVAC-R, com poucos pontos / pessoas criando pontes entre os grupos.

Importante destacar que as influenciadoras digitais e lideranças femininas apresentam grande relevância na comunicação assertiva.

Um fenômeno interessante observado no Brasil é a maior atratividade de grupos de WhatsApp formados só por mulheres do AVAC-R, com o engajamento e trocas de informações nesses grupos sendo maior que nas redes sociais. Na visão das entrevistadas fica claro que o grupo de WhatsApp é visto como um ambiente mais seguro para expressarem suas dúvidas e opiniões, sem o julgamento e contestação de outros (especialmente homens).

É importante promover atividades que garantam que todas as mulheres possam participar plenamente, e ter oportunidades iguais de liderança, promovendo a igualdade de gênero e o empoderamento de todas as mulheres que estejam envolvidas nos projetos, em todos os níveis.

Integração de gênero na Etapa III do PBH

Em resposta à Decisão 84/92 (UNEP, 2019), e considerando a política de gênero do FML e as políticas e compromissos do Estado Brasileiro sobre a igualdade de gênero, a Etapa III do PBH se propõe a monitorar os indicadores listados no Quadro 2 em relação a todos os componentes propostos.

Quadro 2 – Indicadores a serem monitorados no âmbito da Etapa III do PBH.

Resultado	Indicador
Gestão de recursos humanos sensível ao gênero (centrada no recrutamento)	<ul style="list-style-type: none">• Número e percentagem de consultores/especialistas/assistentes técnicos, etc., masculinos e femininos, recrutados através do projeto;• TdR que incluam disposições que incentivem as mulheres a se candidatarem (sim/não);• Número e percentagem de mulheres e homens no painel de recrutamento.
Documentos elaborados no âmbito do projeto sensíveis às questões de gênero (por exemplo, políticas, estratégias, materiais de formação, produtos de conhecimento)	<ul style="list-style-type: none">• Porcentagem de dados coletados em avaliações desagregadas por sexo;• Número e percentagem de mulheres e homens envolvidos no desenvolvimento de documentos.
Gestão/disseminação do conhecimento sensível ao gênero	<ul style="list-style-type: none">• Número de eventos realizados com foco em gênero (por exemplo, treinamentos, workshops, discussões, mesas redondas, eventos paralelos em conferências);• Número de mulheres e homens que receberam/acessaram informações.
Reforço das capacidades sensíveis às questões de gênero	<ul style="list-style-type: none">• Número e percentagem de participantes do sexo masculino e feminino concluintes nos treinamentos e participantes em workshops, discussões, mesas redondas, eventos paralelos em conferências;• Dados dos participantes dos treinamentos desagregados por sexo (sim/não);• O material de treinamento/informação é sensível ao gênero (sim/não).
Maior empoderamento econômico das mulheres	<ul style="list-style-type: none">• Número e percentagem de mulheres e homens em posições de liderança nas empresas e instituições parceiras do PBH;• Evidências para verificar se percepção do empoderamento das mulheres mudou (por exemplo, testemunhos, entrevistas).
Melhor compreensão da <i>Gender Equality and Women's Empowerment</i> (GEWE) entre a equipe do projeto / partes interessadas e beneficiários	<ul style="list-style-type: none">• Evidências de que as mulheres estão mais conscientes dos seus direitos (por exemplo, através de entrevistas/testemunhos);• Evidência de que os homens apoiam o GEWE (por exemplo, através de entrevistas/testemunhos).

ANEXO 3 – DECISÃO 74/50 DO COMITÊ EXECUTIVO DO FUNDO MULTILATERAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO DE MONTREAL

O Comitê Executivo decidiu determinar os critérios para financiamento da eliminação do consumo de HCFC para as Etapas II e III do HPMP em Países do Artigo 5:

Data de Corte

(a) Não considerar nenhum projeto de conversão tecnológica para empresas usuárias de HCFCs estabelecidas após 21 de setembro de 2007;

Segunda Conversão

(b) Aplicar os seguintes princípios com relação aos projetos alvo de segunda conversão:

(i) O financiamento integral dos custos incrementais elegíveis dos projetos em segunda conversão será considerado nos casos em que as Partes descritas no Artigo 5 demonstrem claramente em seu HPMP que tais projetos:

- a. são necessários para cumprir com as metas de HCFCs do Protocolo de Montreal, até a redução de 35%, inclusive, até 1º de Janeiro de 2020; e/ou
- b. são projetos com maior custo-efetividade mensurados em toneladas PDO que a Parte interessada pode realizar no setor de manufatura de forma a alcançar essas metas; e/ou
- c. farão a transição para alternativas de baixo potencial de aquecimento global (GWP).

(ii) O financiamento para todos os outros projetos em segunda conversão que não foram citados no parágrafo (b)(i) acima será limitado aos custos de instalação, testes, e treinamento associado aos respectivos projetos;

Custos incrementais elegíveis para projetos de eliminação dos HCFCs

(c) Aplicar os seguintes princípios em relação aos custos incrementais elegíveis para os projetos de eliminação dos HCFCs durante a Etapa II do HPMP, sujeito a revisão em 2020:

(i) Os atuais valores limites de custo efetividade usados para projetos de eliminação de CFC citados no parágrafo 32 do Relatório Final da 16ª Reunião do Comitê Executivo (documento UNEP/OzL./Pro/ExCom/16/20), a ser medido em quilogramas métricos, e o limite de custo-efetividade de US\$ 7,83 por kg métrico para espuma rígida utilizada em isolamento no setor de refrigeração, devem ser utilizados como diretrizes para o desenvolvimento e implementação da segunda e subseqüente etapas dos HPMPs;

(ii) Os Países A5 terão flexibilidade para alocar os recursos financeiros aprovados entre custos operacionais e custos de capital incrementais e alocar até 20% dos custos de capital aprovados para custos operacionais, contanto que esta flexibilidade não altere o propósito do projeto. Qualquer realocação deve ser comunicada ao Comitê Executivo;

(iii) Financiamento de até 25% acima do limite de custo-efetividade será fornecido para projetos quando necessário para a introdução de alternativas de baixo potencial de aquecimento global (GWP); no entanto, para pequenas e médias empresas do setor de espumas com consumo inferior a 20 toneladas métricas será permitido financiamento de até 40% acima do limite de custo-efetividade;

Eliminação dos HCFCs no setor de espumas:

(iv) Os custos operacionais incrementais para projetos do setor de espumas de poliuretano serão considerados à taxa de US\$ 1,60/kg métrico do consumo de HCFC-141b; no entanto, para projetos que façam a transição para alternativas de baixo GWP, o custo operacional incremental pode ser considerado até o valor de US\$5,00/quilograma métrico;

(v) Os custos operacionais incrementais para projetos do setor de espuma de poliestireno expandido serão considerados à taxa de US\$ 1,40/kg métrico para a eliminação do consumo de HCFC-142b, HCFC-142b/HCFC-22, ou HCFC-22, na empresa de manufatura;

(vi) Para projetos em grupo vinculados às casas de sistema, os custos operacionais incrementais serão calculados com base no consumo total de HCFC a ser eliminado por todas as empresas usuárias finais;

(vii) Quando for claramente demonstrado que a utilização de alternativas de baixo GWP com o financiamento do custo operacional incremental conforme estabelece o parágrafo (c)(iv) é inviável, o Comitê Executivo financiará valores mais elevados de custo operacional incremental quando necessário para a introdução de alternativas de baixo GWP em pequenas e médias empresas;

Eliminação de HCFC nos setores de manufatura de refrigeração e ar-condicionado.

(viii) Custos operacionais incrementais para projetos do subsetor de ar condicionado serão considerados à taxa de US\$ 6,30/kg métrico de consumo de HCFC a serem eliminados na empresa de manufatura;

(ix) Custos operacionais incrementais para projetos do subsetor de refrigeração comercial serão considerados à taxa de US\$ 3,80/kg métrico de consumo de HCFC a serem eliminados na empresa de manufatura;

(x) De acordo com a decisão 31/45 do Comitê Executivo, os custos operacionais incrementais não serão considerados para as empresas categorizadas como do subsetor de montagem de equipamentos de refrigeração, instalação e carga;

Eliminação de HCFC no setor de serviços de refrigeração, incluindo serviços em todos os relevantes subsetores de refrigeração e ar-condicionado

(xi) Os Países do Artigo 5 com consumo de HCFC até 360 toneladas métricas e os Países do Artigo 5, formalmente definidos como de baixo volume de consumo (LVC), com consumo apenas no setor de serviços de refrigeração, acima de 360 toneladas métricas, devem incluir em seus HPMP, no mínimo:

- a. O compromisso em cumprir, sem mais solicitações de financiamento, pelo menos a redução de 35% em 2020 e, se o país assim decidir, a redução de 67,5% em 2025 ou a eliminação completa de HCFCs conforme, ou previamente, ao cronograma do Protocolo de Montreal. Isto inclui um compromisso do país em restringir as importações de equipamentos a base de HCFC, se isto for necessário para garantir o cumprimento das metas de redução e para apoiar as relevantes atividades de eliminação;
- b. Relatórios obrigatórios, na solicitação das parcelas do financiamento para o HPMP, sobre a implementação das atividades desenvolvidas no setor de serviços e de manufatura de refrigeração, quando aplicável, do ano anterior, bem como um completo e abrangente plano anual de trabalho para a implementação das atividades associadas à parcela seguinte;
- c. Descrição das competências e responsabilidades dos principais atores, bem como da agência implementadora líder e das agências cooperadoras, quando aplicável;

(xii) Os Países do Artigo 5 com consumo total de HCFC de até 360 toneladas receberão financiamento compatível com o nível de consumo no setor de serviços de refrigeração, como mostra tabela abaixo. No entendimento de que as propostas de projeto precisam demonstrar que o nível de financiamento é necessário para alcançar as metas de eliminação de 2020 e 2025 ou, se o país assim decidir, metas de redução posteriores:

Consumo (tm)*	Financiamento (US \$)(**)		
	Até 2020	Até 2025	Eliminação total
>0 <15	205.625	396.500	587.500
15 <40	262.500	506.250	750.000
40 <80	280.000	540.000	800.000
80 <120	315.000	607.500	900.000
120 <160	332.500	641.250	950.000
160 <200	350.000	675.000	1.000.000
200 <320	560.000	1.080.000	1.600.000
320 <360	630.000	1.215.000	1.800.000

(*) Nível de consumo de HCFC no setor de serviços de refrigeração /

(**) Representa o limite de financiamento elegível, incluindo o financiamento já fornecido

(xiii) Os Países do Artigo 5 com consumo de HCFC somente no setor de serviços de refrigeração superior a 360 toneladas métricas receberão financiamento para atividades de eliminação de US\$ 4,8/quilogramas métricas;

(xiv) Os Países do Artigo 5 com consumo total de HCFC de até 360 toneladas métricas somente no setor de serviços, terão flexibilidade na utilização dos recursos disponíveis para atender às necessidades específicas que possam surgir durante a implementação do projeto, para facilitar uma eliminação tranquila dos HCFCs, consistente com as decisões do Comitê Executivo;

(xv) Os Países do Artigo 5 com consumo total de HCFC de até 360 toneladas métricas, utilizados em ambos os setores, de manufatura e de serviços de refrigeração, podem, além do financiamento para eliminar o consumo de HCFC no setor de serviços, apresentar projetos de investimento de eliminação de HCFC de acordo com as políticas e decisões do Fundo Multilateral vigentes;

(xvi) Os Países do Artigo 5 com consumo total de HCFC superior a 360 toneladas métricas nos setores de manufatura e de serviços de refrigeração, devem, quando possível, priorizar o consumo no setor de manufatura para atender à meta de redução em 2020. O financiamento para as atividades no setor de serviços para esses países, será calculado à taxa de US\$ 4,8/kg métricos, a ser deduzido do ponto de partida das reduções agregadas do consumo de HCFC;

Eliminação de HCFC nos setores de aerossol, extintores de incêndio e solventes

(xvii) A aprovação de custos incrementais operacionais e de capital para os projetos de eliminação de HCFC nos setores de aerossol, extintores de incêndio e solventes serão considerados caso a caso; e

(d) O Comitê Executivo está aberto a considerar projetos em setores relevantes que promovam a transição para tecnologias alternativas não tradicionais (*not-in-kind technologies*).

Tradução PNUD e MMA.

**ANEXO 4 – ACORDO ATUALIZADO ENTRE O GOVERNO DA
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL E O COMITÊ
EXECUTIVO DO FUNDO MULTILATERAL PARA A REDUÇÃO
DO CONSUMO DE HIDROCLOROFLUOROCARBONOS EM
CUMPRIMENTO À ETAPA III DO PROGRAMA BRASILEIRO DE
ELIMINAÇÃO DOS HCFCs**

1. O presente Acordo representa o entendimento entre o Governo da República Federativa do Brasil (o “País”) e o Comitê Executivo com relação à redução do uso controlado de substâncias que destroem a camada de ozônio (SDO) estabelecidas no Apêndice 1-A (“As Substâncias”) para um nível sustentado de 730,02 toneladas PDO até 1º de janeiro de 2021, em cumprimento ao cronograma do Protocolo de Montreal.
2. O País concorda em obedecer aos limites anuais de consumo das Substâncias, como estabelecido na linha 1.2 do Apêndice 2-A (“As Metas e Financiamento”) do presente Acordo, assim como no cronograma de redução do Protocolo de Montreal para todas as Substâncias mencionadas no Apêndice 1-A. O País concorda que, mediante a aceitação do presente Acordo e o cumprimento pelo Comitê Executivo de suas obrigações de financiamento descritas na cláusula 3, fica impossibilitado de solicitar ou receber outros financiamentos do Fundo Multilateral em relação a qualquer consumo das Substâncias que exceda o nível definido na linha 1.2 do Apêndice 2-A como a etapa final de redução nos termos deste Acordo para todas as Substâncias especificadas no Apêndice 1-A e no que se refere a qualquer consumo de cada uma das Substâncias que exceda o nível definido nas linhas 4.1.3, 4.2.3, 4.3.3, 4.4.3 e 4.5.3 (consumo restante elegível para financiamento).
3. Sujeito ao cumprimento do País com suas obrigações estabelecidas neste Acordo, o Comitê Executivo concorda, em princípio, em prover o financiamento estabelecido na linha 3.1 do Apêndice 2-A (“As Metas e Financiamento”) para o País. Em princípio, o Comitê Executivo oferecerá este financiamento nas reuniões do Comitê Executivo especificadas no Apêndice 3-A (“Cronograma de Aprovação do Financiamento”).
4. O País concorda em implementar o presente Acordo em conformidade com a Etapa II do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH) aprovado (o “Plano”). Em conformidade com o inciso 5(b) do presente Acordo, o País aceitará a verificação independente da consecução dos limites de consumo anuais das Substâncias, como disposto na linha 1.2 do Apêndice 2-A deste Acordo. A verificação supracitada será encomendada pela agência bilateral ou implementadora relevante.
5. O Comitê Executivo não fornecerá os Recursos de acordo com o Cronograma de Aprovação do Financiamento, a menos que o País atenda as seguintes condições pelo menos oito semanas que antecedem a reunião do Comitê Executivo aplicável estabelecida no Cronograma de Aprovação do Financiamento:
 - (a) Que o País tenha alcançado as Metas definidas na linha 1.2 do Apêndice 2-A para todos os anos relevantes. Anos relevantes são todos os anos desde o ano em que este Acordo foi aprovado. Os anos em não há previsão de apresentação de relatórios de implementação do programa no país na data da reunião do Comitê Executivo na qual a solicitação de financiamento for apresentada estão isentos;
 - (b) Que o cumprimento dessas Metas tenha sido verificado de forma independente, exceto se o Comitê Executivo decidir que tal verificação não é necessária;
 - (c) Que o País tenha apresentado Relatório de Implementação de Parcela na forma do Apêndice 4-A (“Formato dos Relatórios e Planos de Implementação de Parcela”) cobrindo cada ano civil anterior; que tenha alcançado um nível significativo de implementação das atividades iniciadas com as parcelas previamente aprovadas; e que a taxa de desembolso do financiamento disponível da parcela previamente

aprovada for superior a 20%; e

- (d) Que o País tenha apresentado um Plano de Implementação de Parcela na forma do Apêndice 4-A cobrindo cada ano civil até e incluindo o ano para o qual o cronograma de financiamento prevê o envio da próxima parcela ou, no caso da parcela final, até a conclusão de todas as atividades previstas.

6. O País deve garantir um monitoramento preciso de suas atividades nos termos deste Acordo. As instituições estabelecidas no Apêndice 5-A (“Instituições Monitoradoras e Papéis”) irão monitorar e reportar a implementação das atividades nos Planos de Implementação de Parcela anteriores, em conformidade com seus papéis e responsabilidades estabelecidas no Apêndice 5-A. Este monitoramento também estará sujeito à verificação independente, como descrito na cláusula 4 acima.

7. O Comitê Executivo concorda que o País pode ter flexibilidade para realocar parte ou a totalidade dos fundos aprovados, de acordo com as circunstâncias, para alcançar a melhor redução do consumo e eliminação das Substâncias especificadas no Apêndice 1-A:

- (a) As realocações categorizadas como mudanças substantivas devem ser documentadas previamente seja no Plano de Implementação de Parcela, como descrito no inciso 5(d) acima, ou como uma revisão de um Plano de Implementação de Parcela existente a ser apresentado oito semanas antes de qualquer reunião do Comitê Executivo, para sua aprovação. As mudanças substantivas dizem respeito a:
 - (i) Questões que possam estar relacionadas com as regras e políticas do Fundo Multilateral;
 - (ii) Mudanças que poderiam modificar qualquer cláusula do presente Acordo;
 - (iii) Mudanças nos níveis anuais de financiamento alocado para agências bilaterais ou implementadoras individuais para as diferentes parcelas; e
 - (iv) Concessão de financiamento para programas ou atividades não incluídos no Plano de Implementação de Parcela endossado, ou remoção de uma atividade do Plano de Implementação de Parcela, com custo superior a 30% sobre o custo total da última parcela aprovada;
- (b) As realocações não categorizadas como mudanças substantivas poderão ser incorporadas no Plano de Implementação de Parcela aprovado, cujas atividades estão sendo implementadas à época, e deverão ser informadas ao Comitê Executivo no Relatório de Implementação de Parcela subsequente;
- (c) Se, durante a implementação do Acordo, o País decidir introduzir uma tecnologia alternativa diferente da proposta no Plano, será necessária aprovação do Comitê Executivo como parte de um Plano de Implementação de Parcela ou revisão do plano aprovado. Qualquer submissão de solicitação de mudança de tecnologia será acompanhada dos custos incrementais associados, do potencial impacto para o sistema climático e quaisquer diferenças em toneladas PDO que serão eliminadas, se aplicável. O País concorda que a potencial economia nos custos incrementais relacionada à mudança de tecnologia diminuiria o nível total de financiamento nos termos deste Acordo;
- (d) Qualquer empresa a ser convertida para tecnologia livre HCFCs incluída neste Plano, mas que vier a se tornar inelegível segundo as diretrizes do Fundo Multilateral (ou seja, por motivo de capital acionário estrangeiro ou fundação após a data limite de 21 de setembro de 2007), não receberá assistência. Essas informações deverão ser reportadas ao Comitê Executivo como parte do Plano de Implementação de Parcela;
- (e) O País concorda, em casos em que tecnologias à base de HFCs foram escolhidas como alternativa ao HCFC, e considerando circunstâncias nacionais relacionadas à

saúde e segurança: em monitorar a disponibilidade de substitutos e alternativas que melhor minimizem os impactos sobre o clima; em considerar, na revisão de regulamentos, normas e incentivos, cláusulas adequadas que incentivem a introdução de tais alternativas; e em considerar o potencial para a adoção de alternativas econômicas que minimizem o impacto climático na implementação do PBH, conforme o caso, além de informar devidamente o Comitê Executivo sobre os progressos nos relatórios de implementação de parcela; e

- (f) Os fundos remanescentes detidos pelas agências bilaterais ou implementadoras ou pelo País no âmbito do Plano serão restituídos ao Fundo Multilateral após a conclusão da última parcela prevista neste Acordo.

8. Será dada atenção específica à execução das atividades no subsetor de serviços em refrigeração incluídas no Plano, em particular:

- (a) O País poderá usar a flexibilidade prevista neste Acordo para endereçar necessidades específicas que possam surgir no curso da implementação do projeto; e
- (b) O País e as agências bilaterais e/ou implementadoras relevantes levarão em conta a decisão 72/41 durante a implementação do Plano.

9. O País concorda em assumir total responsabilidade pela gestão e implementação do presente Acordo e por todas as atividades realizadas por ele ou em seu nome com vistas ao cumprimento das obrigações previstas neste Acordo. O PNUD concordou em ser a agência implementadora líder (a “AI Líder”); a UNIDO e os Governos da Alemanha e da Itália aceitaram em ser as agências implementadoras cooperadoras (as “AIs Cooperadoras”) sob a liderança da AI Líder, em relação às atividades do País ao abrigo deste Acordo. O País concorda com as avaliações, que poderão ser efetuadas em conformidade com os programas de trabalho de monitoramento e avaliação do Fundo Multilateral ou com o programa de avaliação da AI Líder e/ou das AIs Cooperadoras que integram este Acordo.

10. A AI Líder será responsável por garantir o planejamento, implementação e relatórios coordenados de todas as atividades ao abrigo do presente Acordo, incluindo, mas não se limitando a, verificação independente conforme inciso 5(b). Essa responsabilidade inclui a necessidade de coordenação com as AIs Cooperadoras de modo a garantir a tempestividade e sequência de atividades na implementação. As AIs Cooperadoras apoiarão a AI Líder por meio da implementação das atividades listadas no Apêndice 6-B, sob a coordenação geral da AI Líder. A AI Líder e as AIs Cooperadoras acordarão os arranjos de planejamento inter-agenciais, incluindo reuniões de coordenação regulares, relatórios e responsabilidades no âmbito deste Acordo, a fim de facilitar a implementação coordenada do Plano. O Comitê Executivo concorda, em princípio, em fornecer à AI Líder e às AIs Cooperadoras as taxas estabelecidas nas linhas 2.2, 2.4, 2.6 e 2.8 do Apêndice 2-A.

11. Se o País, por qualquer motivo, não alcançar as Metas de eliminação das Substâncias estabelecidas na linha 1.2 do Apêndice 2-A ou se não cumprir com o presente Acordo, então o País concorda que não terá direito ao Financiamento segundo o Cronograma de Aprovação do Financiamento. A critério do Comitê Executivo, o financiamento será reestabelecido conforme Cronograma de Aprovação do Financiamento revisado, determinado pelo Comitê Executivo, após o País ter demonstrado que cumpriu com todas as obrigações que deveriam ter sido atendidas antes de receber a próxima parcela de financiamento, em conformidade com o Cronograma de Aprovação do Financiamento. O País reconhece que o Comitê Executivo poderá reduzir o valor do Financiamento pelo valor estabelecido no Apêndice 7-A (“Reduções no Financiamento por Falta de Conformidade”) em relação a cada quilograma PDO de reduções no consumo não alcançado em um ano. O Comitê Executivo discutirá cada caso específico em que o País não cumpriu com o presente Acordo e tomará decisões pertinentes. Uma vez que as decisões forem tomadas, o caso específico de não cumprimento do presente Acordo não representará impedimento para a concessão de financiamento para parcelas futuras, segundo cláusula 5 acima.

12. O Financiamento deste Acordo não será modificado com base em qualquer decisão futura do Comitê Executivo que possa afetar o financiamento de quaisquer outros projetos do setor de

consumo ou quaisquer outras atividades relacionadas no País.

13. O País atenderá a qualquer solicitação razoável do Comitê Executivo, da AI Líder e das AIs Cooperadoras no sentido de facilitar a implementação do presente Acordo. Em particular, concederá à AI Líder, bem como às AIs Cooperadoras, acesso às informações necessárias para verificar o cumprimento deste Acordo.

14. A finalização do Plano e do Acordo associado ocorrerá ao final do ano seguinte ao último ano em que um nível máximo total de consumo permitido foi especificado no Apêndice 2-A. Se à época ainda houver atividades pendentes, e que foram previstas no último Plano de Implementação de Parcela e em suas revisões posteriores, segundo inciso 5(d) e cláusula 7, a finalização do Plano será postergada até o final do ano seguinte à implementação das atividades restantes. As exigências de relatório, conforme os incisos 1(a), 1(b), 1(d) e 1(e) do Apêndice 4-A, continuarão em vigor até o momento da conclusão do Plano, salvo decisão contrária por parte do Comitê Executivo.

15. Todas as condições estabelecidas no presente Acordo são assumidas exclusivamente no contexto do Protocolo de Montreal e conforme especificado no presente Acordo. Todos os termos utilizados no presente Acordo têm o significado a eles atribuído no Protocolo de Montreal, salvo definição contrária.

16. Este Acordo atualizado substitui o Acordo estabelecido entre o Governo Brasileiro e o Comitê Executivo na 88ª Reunião do Comitê Executivo.

APÊNDICES

APÊNDICE 1-A: AS SUBSTÂNCIAS

Substância	Anexo	Grupo	Ponto de partida para reduções agregadas no consumo (toneladas PDO)
HCFC-22	C	I	792,0
HCFC-141b	C	I	521,7
HCFC-142b	C	I	5,6
HCFC-123	C	I	0,3
HCFC-124	C	I	7,7
Total			1.327,3

APÊNDICE 2-A: AS METAS E FINANCIAMENTO

Linha	Características	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
1.1	Cronograma de redução do Protocolo de Montreal das substâncias do Anexo C, Grupo	1.194,60	1.194,60	1.194,60	1.194,60	1.194,60	862,74	862,74	862,74	862,74	862,74	n/a
1.2	Total máximo permitido de consumo das substâncias do Anexo C, Grupo I (toneladas)	1.194,60	1.194,60	1.194,60	1.194,60	1.194,60	862,74	730,02	730,02	730,02	730,02	n/a
2.1	Financiamento acordado da AI Líder (PNUD) (US\$)	3.078.900	-	2.627.704	7.168.396	-	-	1.400.000	-	-	-	14.275.000
2.2	Custos de suporte da AI Líder (US\$)	215.523	-	183.939	501.778	-	-	98.000	-	-	-	999.240
2.3	Financiamento acordado da AI Cooperadora (UNIDO) (US\$)	1.748.175	-	-	1.902.953	-	-	116.000	-	-	-	3.767.128
2.4	Custos de suporte da AI Cooperadora (US\$)	122.372	-	-	133.207	-	-	8.120	-	-	-	263.699
2.5	Financiamento acordado da AI Cooperadora (Alemanha) (US\$)	1.299.386	-	686.978	2.363.637	-	1.004.545	1.500.000	-	-	872.727	7.727.273
2.6	Custos de suporte da AI Cooperadora (US\$)	144.614	-	76.457	263.059	-	11.800	166.941	-	-	97.129	760.000
2.7	Financiamento acordado da AI Cooperadora (Itália) (US\$)	250.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250.000
2.8	Custos de suporte da AI Cooperadora (US\$)	32.500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.500
3.1	Financiamento total acordado (US\$)	6.376.461	-	3.314.682	11.434.986	-	1.004.545	3.016.000	-	-	872.727	26.019.401
3.2	Custos de suporte total (US\$)	515.009	-	260.396	898.044	-	11.800	273.061	-	-	97.129	2.055.439
3.3	Custos totais acordados (US\$)	6.891.470	-	3.575.078	12.333.030	-	1.016.345	3.289.061	-	-	969.856	28.074.840
4.1.1	Eliminação total do HCFC-22 acordada para ser alcançada segundo este Acordo (toneladas PDO)											164.16
4.1.2	Eliminação do HCFC-22 a ser alcançada em projetos previamente aprovados (toneladas PDO)											51.50
4.1.3	Consumo remanescente de HCFC-22 elegível (toneladas PDO)											576.34
4.2.1	Eliminação total do HCFC-141b acordada para ser alcançada segundo este Acordo (toneladas PDO)											300.90
4.2.2	Eliminação do HCFC-141b a ser alcançada em projetos previamente aprovados (toneladas PDO)											168.80
4.2.3	Consumo remanescente de HCFC-141b elegível (toneladas PDO)											52.00
4.3.1	Eliminação total do HCFC-142b acordada para ser alcançada segundo este Acordo (toneladas PDO)											0.00
4.3.2	Eliminação do HCFC-142b a ser alcançada em projetos previamente aprovados (toneladas PDO)											0.00

4.3.3	Consumo remanescente de HCFC-142b elegível (toneladas PDO)	5.60
4.4.1	Eliminação total do HCFC-123 acordada para ser alcançada segundo este Acordo (toneladas PDO)	0.00
4.4.2	Eliminação do HCFC-123 a ser alcançada em projetos previamente aprovados (toneladas PDO)	0.00
4.4.3	Consumo remanescente de HCFC-123 elegível (toneladas PDO)	0.30
4.5.1	Eliminação total do HCFC-124 acordada para ser alcançada segundo este Acordo (toneladas PDO)	0.00
4.5.2	Eliminação do HCFC-124 a ser alcançada em projetos previamente aprovados (toneladas PDO)	0.00
4.5.3	Consumo remanescente de HCFC-124 elegível (toneladas PDO)	7.70

APÊNDICE 3-A: CRONOGRAMA DE APROVAÇÃO DO FINANCIAMENTO

1. O financiamento para as parcelas futuras será considerado para aprovação na primeira reunião do ano especificada no Apêndice 2-A.

APÊNDICE 4-A: FORMATO DOS RELATÓRIOS E PLANOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE PARCELA

1. A apresentação do Relatório e Planos de Implementação de Parcela para cada pedido de parcela consistirá em cinco partes:

- (a) Um relatório narrativo, com dados fornecidos por ano civil, sobre o progresso desde o ano antecedente ao relatório anterior, refletindo a situação do País em relação à eliminação das Substâncias, como as diferentes atividades contribuem para isso e como se relacionam umas com as outras. O relatório deverá incluir a eliminação de SDO como resultado direto da implementação de atividades, por substância, e a tecnologia alternativa usada e a introdução de alternativas, para permitir que a Secretaria forneça informações ao Comitê Executivo sobre a mudança resultante nas emissões climáticas relevantes. O relatório deve destacar adicionalmente os sucessos, experiências e desafios relacionados às diferentes atividades incluídas no Plano, refletindo as mudanças nas circunstâncias do País e fornecendo outras informações pertinentes. O relatório também deve incluir informações e justificativa para eventuais mudanças em relação ao(s) Plano(s) de Implementação de Parcela apresentado(s) anteriormente, tais como atrasos, uso da flexibilidade para realocação de recursos durante a implementação de uma parcela, como previsto na cláusula 7 do presente Acordo, ou outras mudanças. O relatório narrativo cobrirá todos os anos relevantes especificados no inciso 5(a) do Acordo e também pode incluir informações sobre as atividades do ano em curso;
- (b) Um relatório de verificação independente dos resultados do Plano e do consumo das Substâncias mencionadas no Apêndice 1-A, conforme o inciso 5(b) do Acordo. Salvo decisão contrária do Comitê Executivo, essa verificação deve ser apresentada juntamente com cada solicitação de parcela e deve apresentar a verificação de consumo para todos os anos relevantes, como especificado no inciso 5(a) do Acordo, para os quais o Comitê ainda não acusou recebimento do relatório de verificação;
- (c) Uma descrição escrita das atividades a serem realizadas até e incluindo o ano da submissão planejada da próxima solicitação de parcela, destacando a interdependência das atividades e tendo em conta as experiências e o progresso alcançado na implementação das parcelas anteriores; os dados no plano serão fornecidos por ano civil. A descrição também deve incluir uma referência ao plano global e o progresso alcançado, assim como a qualquer potencial mudança no plano geral previsto. A descrição deve abranger os anos especificados no inciso 5(d) do Acordo. Ela também deve especificar e explicar em detalhes tais mudanças no plano global. Essa descrição das atividades futuras pode ser apresentada como parte do mesmo documento que o relatório narrativo, conforme o inciso (b) acima;
- (d) Um conjunto de informações quantitativas para todos os Relatórios e Planos de Implementação de Parcela, apresentado por meio de um banco de dados eletrônico. Essas informações quantitativas, a serem apresentadas por ano civil com cada solicitação de parcela, aditarão as narrativas e a descrição do relatório (vide inciso 1(a) acima) e do plano (vide inciso 1(c) acima), o Plano de Implementação de Parcela e todas as mudanças no plano global, abrangendo os mesmos períodos e atividades; e
- (e) Um Resumo Executivo de cerca de cinco parágrafos, resumindo as informações dos incisos 1(a) a 1(d) acima.

2. Se, em um ano específico, mais de uma Etapa do PBH estiver sendo implementada em paralelo, as seguintes considerações deverão ser observadas quando da preparação dos Relatórios e Planos de Implementação de Parcela:

- (a) Os Relatórios e Planos de Implementação de Parcela mencionados como parte do presente Acordo farão referência exclusivamente às atividades e recursos abrangidos por este documento; e
- (b) Caso as Etapas em implementação tenham diferentes metas de consumo de HCFCs em um ano específico, a meta de consumo de HCFCs mais baixa será utilizada como referência para o cumprimento dos Acordos de PBH e para a verificação independente.

APÊNDICE 5-A: INSTITUIÇÕES E FUNÇÕES DE MONITORAMENTO

1. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) é responsável pela coordenação geral das atividades a serem realizadas no âmbito do PBH e atuará como a Unidade Nacional de Ozônio (NOU). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é a instituição de aplicação da lei vinculada ao MMA, responsável pela execução das políticas e legislações nacionais referentes ao controle de SDO. A NOU (sob direção do MMA) monitora, em nível gerencial, o consumo de todas as SDO. O IBAMA controla – através do sistema de licenciamento – o consumo de SDO (importação e exportação) e em nível de usuário final. A AI Líder e as AIs Cooperadoras serão responsáveis pela implementação e pelo monitoramento das atividades sob sua responsabilidade.

2. O Governo tem oferecido e busca oferecer continuidade às atividades e apoio aos projetos nos próximos anos, conforme especificado no componente de ações regulatórias e na lista de atividades do projeto de fortalecimento institucional. Isso garantirá o sucesso de qualquer atividade aprovada para o País.

3. Monitoramento cuidadoso de todas as atividades e a coordenação entre os interessados são elementos essenciais do PBH e crucial para o cumprimento das ações e metas. Haverá reuniões regulares de coordenação com as partes interessadas da indústria, importadores de HCFCs, partes relevantes do Governo (ex. PROZON), várias associações industriais e todos os setores envolvidos com a finalidade de aprovar os acordos e medidas necessários para realizar as atividades de investimento e não investimento a tempo e de forma coordenada. No setor de manufatura, o processo de implementação e a realização da eliminação serão monitorados por visitas de campo a cada empresa beneficiada. O monitoramento anual, por sua vez, será realizado pelo sistema de licenciamento e quota de SDO. As visitas de verificação no local serão realizadas por peritos internacionais independentes.

APÊNDICE 6-A: PAPEL DA AGÊNCIA IMPLEMENTADORA LÍDER

1. A AI Líder será responsável por uma série de atividades, incluindo, no mínimo, o seguinte:
- (a) Garantir a verificação financeira e do desempenho em conformidade com o presente Acordo e com seus procedimentos e requisitos internos específicos, tal como estipulado no HPMP do País;
 - (b) Auxiliar o País na preparação dos Relatórios e Planos de Implementação de Parcela, conforme o Apêndice 4-A;
 - (c) Apresentar ao Comitê Executivo uma verificação independente de que as Metas foram alcançadas e as atividades associadas à parcela foram concluídas, como indicado no Plano de Implementação de Parcela de forma consistente com o Apêndice 4-A;
 - (d) Garantir que as experiências e o progresso sejam refletidos em atualizações do plano global e em futuros Planos de Implementação de Parcela de forma consistente com

os incisos 1(c) e 1(d) do Apêndice 4-A;

- (e) Atender aos requisitos de reportes para os Relatórios e Planos de Implementação de Parcela, bem como para o plano global especificado no Apêndice 4-A para apresentação ao Comitê Executivo. As exigências de relatório incluem relatórios sobre as atividades realizadas pelas AIs Cooperadoras;
- (f) Assegurar de que peritos técnicos independentes adequados executem as revisões técnicas;
- (g) Realizar as missões de supervisão necessárias;
- (h) Garantir a presença de um mecanismo operacional que permita a implementação eficaz e transparente do Plano de Implementação de Parcela e de relatórios de dados precisos;
- (i) Coordenar as atividades das AIs Cooperadoras e assegurar a sequência adequada das atividades;
- (j) Em caso de reduções no financiamento por não conformidade segundo a cláusula 11 do Acordo, determinar, em consulta com o País e as AIs Cooperadoras, a alocação das reduções para os diferentes itens do orçamento e ao financiamento da AI Líder e de cada AI Cooperadora;
- (k) Assegurar de que os desembolsos realizados para o País se baseiem no uso de indicadores; e
- (l) Prestar assistência com políticas, gerenciamento e suporte técnico, quando necessário.

2. Após consultas com o País e considerando todos os pontos de vista apresentados, a AI Líder selecionará e instruirá uma entidade independente para realizar a verificação dos resultados do PBH e o consumo das Substâncias mencionadas no Apêndice 1-A, conforme o inciso 5(b) do Acordo e o inciso 1(b) do Apêndice 4-A.

APÊNDICE 6-B: PAPEL DAS AGÊNCIAS IMPLEMENTADORAS COOPERADORAS

1. As AIs Cooperadoras serão responsáveis por uma série de atividades. Essas atividades são especificadas no Plano, incluindo, no mínimo, o seguinte:

- (a) Prestar assistência para o desenvolvimento de políticas, quando necessário;
- (b) Auxiliar o País na implementação e avaliação das atividades financiadas pelas AIs Cooperadoras, bem como consultar a AI Líder para garantir uma sequência coordenada nas atividades; e
- (c) Apresentar relatórios para a AI Líder sobre essas atividades, visando à sua inclusão nos relatórios consolidados, segundo Apêndice 4-A.

APÊNDICE 7-A: REDUÇÕES NO FINANCIAMENTO POR NÃO CUMPRIMENTO

1. Em conformidade com a cláusula 11 do Acordo, o valor do financiamento oferecido poderá ser reduzido em US\$ 154,98 por kg de consumo de PDO além do nível especificado na linha 1.2 do Apêndice 2-A para cada ano em que a meta especificada na linha 1.2 do Apêndice 2-A não for alcançada. Caso a penalidade seja aplicada para um ano em que há dois Acordos em vigor (duas Etapas do PBH sendo implementadas em paralelo) com níveis de penalidade diferentes, a aplicação da penalidade será determinada caso a caso, considerando os setores específicos relacionados à falta de conformidade. Se não for possível determinar um setor ou se ambas as Etapas estiverem abordando o mesmo setor, o nível de penalidade aplicado será o maior.

ANEXO 5 – COMPONENTE 2: FORTALECIMENTO DO SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE SDOs (E OUTRAS SUBSTÂNCIAS CONTROLADAS NO ÂMBITO DO PROTOCOLO DE MONTREAL) NO BRASIL

1. CONTEXTO

O Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs do Brasil é constituído por toda a infraestrutura criada para promover a destinação final ambiental das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal. Atualmente, é formado por Centros de Regeneração e Armazenagem (CRAs), Unidades Descentralizadas de Reciclagem (UDRs) e por uma empresa qualificada para a destruição térmica de SDOs, localizadas em alguns pontos estratégicos do País.

O Brasil é um dos maiores países do mundo e o atual Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs não abrange grande parte do território nacional, o que tem prejudicado o reaproveitamento e o adequado tratamento das substâncias controladas, principalmente quando são levadas em conta os custos de transporte. Além disso, a infraestrutura atual foi pensada para tratar substâncias de molécula única, tais como o CFC-12, HCFC-22 e HFC-134a, não estando apto para o tratamento de misturas, tais como o R-410A e R-404A.

Considerando que os bancos remanescentes de SDOs e de outras substâncias controladas é formado por substâncias com alto PDO e alto GWP e constituem um passivo ambiental que necessita de cuidados especiais de administração ou eliminação, o Brasil considera estratégico fortalecer esse Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs, com o objetivo de aumentar as capacidades de recolhimento, reciclagem, regeneração e destruição, tanto para substâncias de molécula única quanto de misturas.

O fortalecimento da capacidade do sistema atual permitirá reduzir a demanda por substância virgem, com benefícios diretos para redução de consumo de fluidos refrigerantes. Além disso, os equipamentos já produzidos com HCFCs poderão ser utilizados até o final de sua vida útil, evitando custos adicionais de uma substituição antecipada, até que tecnologias de maior eficiência energética e com fluidos refrigerantes de baixo GWP estejam plenamente disponíveis para comercialização.

Esse fortalecimento também contribuirá para aumentar a capilaridade do sistema de gerenciamento, a partir da criação de novos pontos de coleta e de tratamento, o que permitirá aumentar o volume das substâncias recuperadas, especialmente pelos profissionais de refrigeração formados no âmbito dos projetos apoiados com recursos do Protocolo de Montreal.

A gestão adequada do uso do HCFC-141b como solvente e propelente, para limpeza de sistemas de RAC e circuitos eletrônicos, é outra ação que visa fortalecer a capacidade do sistema atual e que se apresenta como um grande desafio, considerando que com a prática atualmente utilizada, todo o fluido de limpeza é efetivamente emitido para a atmosfera após o uso. Trata-se, portanto, de uma ação que visa mudar a cultura dos prestadores de serviço que realizam a limpeza de sistemas de RAC.

Importante destacar, ainda, que nos próximos anos, com o início da implantação da Emenda de Kigali no país, o Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs deverá, naturalmente, passar a englobar as ações para o gerenciamento dos HFCs.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste componente é aperfeiçoar a gestão das SDOs no País por meio do fortalecimento do Sistema Integrado de Gerenciamento, junto às empresas que atuam neste mercado e aos órgãos ambientais que controlam e fiscalizam estes passivos e viabilizar a transição adequada, segura e eficiente do uso do HCFC-141b como solvente e propelente para limpeza para o uso de substâncias alternativas de reduzido impacto ambiental (substâncias com zero PDO e baixo GWP).

2.2 Objetivos específicos

- i. Fortalecer a capacidade de atuação dos seis Centros de Regeneração e Armazenagem (CRAs) atualmente instalados no país;
- ii. Ampliar de seis para nove o número de CRAs instalados no país;
- iii. Criar/fortalecer estratégias para que os fluidos refrigerantes usados e suas embalagens sejam enviadas para regeneração e logística reversa, respectivamente;
- iv. Desenvolver materiais técnicos para a capacitação / orientação de profissionais que utilizam HCFCs como fluido de limpeza de sistemas como: circuitos e placas eletrônicas, sistemas de ar-condicionado automotivo e circuitos de refrigeração e ar-condicionado;
- v. Apoiar a capacitação de 5.000 técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas para melhor contenção de HCFCs em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e equipamentos de refrigeração comercial;
- vi. Apoiar o desenvolvimento de equipamento de regeneração de fluidos refrigerantes utilizando materiais e peças 100% disponíveis no mercado nacional e assistência técnica disponível no País;
- vii. Apoiar o fortalecimento da fiscalização dos órgãos de controle ambiental em nível federal, estadual e municipal, em unidades da federação estratégicas, como aquelas em que a manufatura e a manutenção de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado tem destaque;
- viii. Aumentar a conscientização sobre a importância do não lançamento na atmosfera dos fluidos refrigerantes;
- ix. Reforçar a capacidade nacional no gerenciamento ambientalmente adequado e seguro de fluidos refrigerantes;
- x. Desenvolver ações voltadas à disseminação de informação e conscientização dos profissionais do setor de manufatura e serviços em refrigeração e ar condicionado e do público consumidor, com o desenvolvimento/criação de campanha de marketing sobre o tema no sentido de sensibilizá-los para a importância do não lançamento na atmosfera dos fluidos refrigerantes e para os benefícios ambientais e econômicos do aproveitamento da infraestrutura de recolhimento, reciclagem e regeneração de fluidos refrigerantes disponível no país.

3. ATIVIDADES PROPOSTAS

3.1 – Fortalecimento de seis Centros de Regeneração e Armazenagem (CRAs) instalados no Brasil

Atualmente o país conta com seis Centros de Regeneração e Armazenagem (CRAs) de atuação consolidada e que foram anteriormente apoiados por projetos no âmbito do Protocolo de Montreal, a saber:

- Frigelar Comércio e Distribuição, localizado na cidade de Osasco/SP;
- Bandeirantes Refrigeração, localizado na cidade de São Paulo/SP;
- Ecosuporte Resíduos, localizado na cidade de Americana/SP;
- Recigases, localizado na cidade do Rio de Janeiro/RJ;
- Centro de Regeneração do Nordeste – CRN, localizado na cidade de Recife/PE e
- Regentech Regeneradora da Gases, localizada na cidade de Porto Alegre/RS.

As empresas possuem diferentes estratégias comerciais de atuação, quer seja, operando apenas resíduos próprios, focadas em nichos de mercados e/ou e atividade complementar a suas operações e serviços prestados para garantir a sustentabilidade do negócio. Cada empresa, tem, em média, um potencial de regeneração de cerca de 250 toneladas/ano de refrigerantes.

No âmbito do Projeto Demonstrativo para o Gerenciamento e Destinação Final de Resíduos de SDOs, implementado no Brasil entre os anos de 2014 e 2022, quatro CRAs receberam apoio e investimentos para aumentar a capacidade de armazenamento temporário de SDOs inservíveis, melhorias na operação de regeneração e na capacidade de análise e qualificação dos fluidos regenerados, além de melhorias na operação visando a destinação final por meio da incineração do passivo de SDOs inservíveis armazenados nesses CRAs.

Em que pesem as melhorias promovidas, os CRAs atuam hoje com limitações, especialmente no que se refere à operação segura com fluidos refrigerantes inflamáveis e com as novas famílias de fluidos refrigerantes. A mistura com fluidos refrigerantes inflamáveis é uma realidade e nem todos os CRAs estão aptos a trabalharem com eles de forma segura.

Diante deste contexto, a estratégia da Etapa III prevê o fortalecimento desses seis CRAs com melhorias nos sistemas de regeneração para sistemas anti-explosão e multi-gases, aquisição de equipamentos de identificação de fluidos refrigerantes, entre outros equipamentos, componentes e acessórios. O cronograma de trabalho e o detalhamento dos custos são apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

3.2 – Ampliação do número de Centros de Regeneração e Armazenagem (CRAs) no Brasil

Os CRAs atualmente instalados no país se localizam predominantemente na região sudeste do Brasil (São Paulo e Rio de Janeiro).

Os fluidos refrigerantes encaminhados para regeneração tendem a ser enviados pelo próprio cliente ao CRA mais próximos de sua localização. Assim, os CRAs localizados no estado de São Paulo recebem, majoritariamente, fluidos provenientes do próprio estado (região metropolitana e interior do estado) e do estado do Rio de Janeiro. Entretanto, em alguns casos, registra-se também o recebimento de fluido refrigerante proveniente dos estados de Santa Catarina, Minas Gerais, Ceará e Bahia. O CRA localizado na região nordeste, em Recife, recebe fluido refrigerante de clientes de todos os estados da região, entretanto, a participação de fluidos refrigerantes provenientes do próprio estado de Pernambuco corresponde a cerca de 85% da quantidade recebida. Em relação ao CRA localizado na região sul, em Porto Alegre, ele recebe fluido refrigerante principalmente do estado do Rio Grande do Sul e eventualmente dos estados de Santa Catarina e Paraná.

Devido às dificuldades de logística com o transporte das SDOs, a região de abrangência de cada CRA torna-se limitada, evidenciando que algumas regiões do país, como as Regiões Nordeste, Norte e Sul carecem do estabelecimento de CRAs em localidades estratégicas, como aquelas em que a manufatura e a manutenção de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado tem destaque, e que apresentem alta capilaridade em sua região de abrangência, de modo a poder ofertar os serviços de recebimento e regeneração de fluidos refrigerantes contaminados a um maior número de empresas e profissionais do setor de RAC, fortalecendo assim o mercado de fluido refrigerante regenerado.

Diante deste contexto, a estratégia da Etapa III prevê o apoio para o estabelecimento de três novos CRAs localizados no estado da Bahia, na Região Nordeste, no estado do Amazonas, na Região Norte, e no estado de Paraná, na região Sul do país. Serão disponibilizados equipamentos que permitam a estruturação do CRA, incluindo a estrutura laboratorial para certificação da qualidade e pureza dos fluidos refrigerantes regenerados, e treinamento para capacitação técnica dos funcionários. O cronograma de trabalho e o detalhamento dos custos são apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

Para a formação dos novos CRAs, três instituições manifestaram interesse em participar desta iniciativa, o Instituto Federal da Bahia – IFBA, localizado em Salvador, capital do estado da Bahia, a RLX Fluidos Refrigerantes, na unidade localizada em Manaus, capital do estado do Amazonas e a Escola Técnica Profissional (ETP) em Curitiba, capital do Paraná.

a) Instituto Federal da Bahia – IFBA

O Instituto Federal da Bahia (IFBA) é uma instituição centenária, fundada em 23 de setembro de 1909 com o nome de Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica na Bahia para oferecer educação profissional gratuita para a população em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Ao longo dos seus mais de cem anos de história, o IFBA vem desempenhando com níveis de excelência o seu papel de formador para o setor produtivo. Foi fundamental, por exemplo, na implantação do Polo Petroquímico de Camaçari e de outros polos industriais menores no Estado.

O IFBA conta com estrutura laboratorial moderna e quadro profissional com mais de 370 doutores entre seus docentes e uma política voltada para a interação com o setor produtivo e o desenvolvimento econômico e social.

O IFBA possui uma estrutura multicampi e pluricurricular. Com 22 campi e cinco centros avançados, oferece cursos técnicos de nível médio e superior, através de bacharelados, engenharias, licenciaturas, formações tecnológicas e pós-graduações. Possui mais de 36 mil estudantes (presenciais e à distância), 300 cursos presenciais (cerca de 90 cursos distintos, sendo sete cursos de pós-graduação, 27 cursos superiores, 36 cursos técnicos e três cursos técnicos EJA), 17 cursos à distância (sendo um pós-graduação, seis cursos superiores e seis cursos técnicos), cerca de 1.700 professores (aproximadamente 1.500 efetivos e 200 substitutos) e mais 1.000 técnicos administrativos.

Além dos campi e centros avançados, o IFBA conta também com um Polo de Inovação: O Polo de Inovação Salvador (PIS) tem como finalidade atender às demandas das cadeias produtivas em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), formação de recursos humanos e prestação de serviços tecnológicos para os setores de base tecnológica, especialmente nos segmentos que envolvem o Complexo Industrial da Saúde.

A característica multicampi do IFBA é um aspecto importante no que se refere à abrangência e capilaridade da implementação de um Centro de Regeneração e Armazenagem na instituição, pois permitiria uma atuação em todas as regiões do estado. A **Figura 1** apresenta a distribuição geográfica dos 22 campi do IFBA no estado da Bahia.

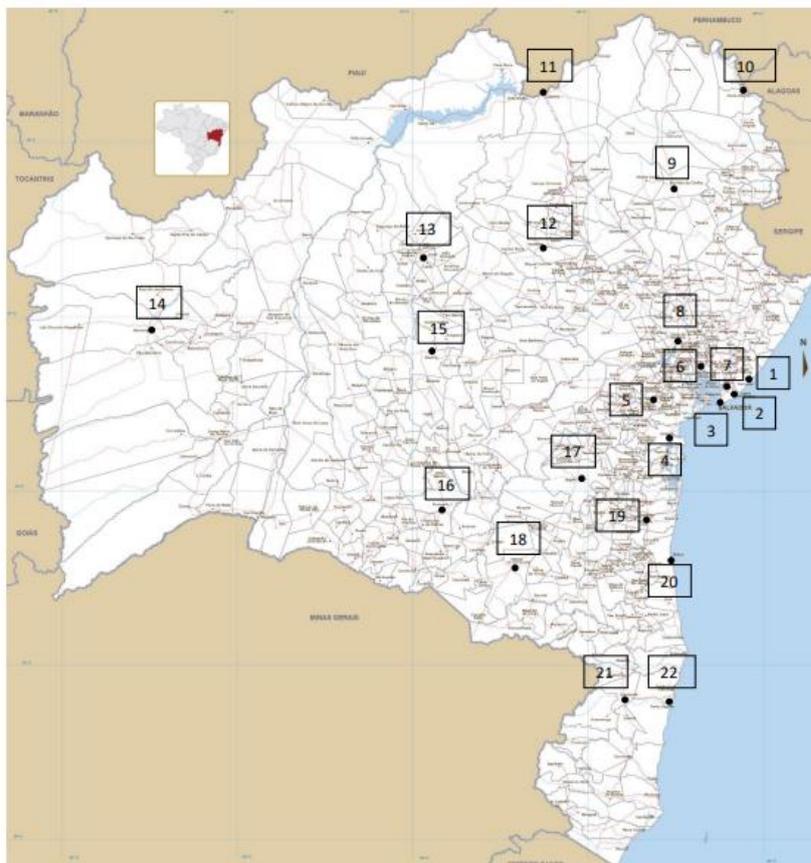
Todos os campi da instituição seriam, potencialmente, polos de recebimento de material para reciclagem e regeneração, podendo se tornar referência no estado para a coleta, reciclagem e regeneração de fluidos refrigerantes, além de favorecer a divulgação e disseminação de informações sobre o tema.

A localização do estado da Bahia na Região Nordeste e a abrangência que o IFBA ocupa nesta região gera uma forte intersecção com estados que fazem divisa com a Bahia, como Sergipe, Alagoas, Piauí, Tocantins, Goiás, Espírito Santo e Minas Gerais, e que possuem proximidade com vários desses campi.

Nesse sentido, o Polo de Inovação Salvador (PIS) poderá prestar serviço tecnológico com o desenvolvimento de aplicativo piloto que apoie a estruturação da rede de coleta de fluidos refrigerantes, inicialmente centrada nos campi do IFBA, como, por exemplo, auxiliando o profissional de manutenção de RAC no estado da Bahia e em municípios localizados em outros estados, mais próximos a um dos 22 campi, com a localização do ponto de coleta de fluido refrigerante contaminado mais próximo e/ou mais conveniente para que ele leve o material para destinação.

Entretanto, também será previsto o desenvolvimento de aplicativo piloto que apoie a estruturação da rede de coleta centrado em outras dez localidades, fora do estado da Bahia, a serem definidas posteriormente, a partir das lições apreendidas com a experiência desenvolvida no IFBA.

Figura 1 – Distribuição geográfica dos 22 campi do IFBA no estado da Bahia: 1-Camaçari, 2-Lauro de Freitas, 3-Salvador, 4-Valença, 5-Santo Antônio de Jesus, 6-Santo Amaro, 7-Simões Filho, 8-Feira de Santana, 9-Euclides da Cunha, 10-Paulo Afonso, 11-Juazeiro, 12-Jacobina, 13-Irecê, 14-Barreiras, 15-Seabra, 16-Brumado, 17-Jequié, 18-Vitória da Conquista, 19-Ubaitaba, 20-Ilhéus, 21-Eunápolis, 22-Porto Seguro.



Outra característica importante a ser considerada é a participação do IFBA como centro de capacitação envolvido nos Projetos de Treinamento e Capacitação (Boas Práticas em Refrigeração Comercial e Boas Práticas em Sistemas de Ar Condicionado) implementados pela GIZ no âmbito do PBH, Etapas I e II. Até julho de 2023, o IFBA realizou a capacitação de 2.659 técnicos do setor na Região Nordeste do país, incluindo a capacitação de 12 docentes no ano de 2018, no âmbito do Curso Treinamento dos Treinadores, para docentes da Região Nordeste, do Curso de Boas Práticas em Sistemas de Refrigeração Comercial e do Curso de Boas Práticas em Sistemas de Ar Condicionado.

Esse aspecto confere à instituição a capacidade de realizar o processo de conscientização e disseminação de informação tanto dos alunos dos cursos técnicos regulares afetos ao tema, quanto dos alunos capacitados no âmbito dos treinamentos e capacitações acima mencionados.

b) *RLX Fluidos Refrigerantes*

A RLX iniciou suas atividades em 2005, comercializando equipamentos, peças e acessórios para refrigeração no sul do Brasil. Em 2010, a empresa realizou uma mudança na visão estratégica a partir de um estudo de mercado para melhor entender as carências e necessidades do setor, dando início à importação de vários artigos e a criação de uma marca própria. As atividades comerciais se expandiram por todo o Brasil. Parcerias estratégicas com fornecedores estrangeiros começaram a acontecer. Grandes clientes do varejo e indústrias também foram atendidos diretamente. Porém, foi na linha de fornecimento de fluidos refrigerantes que a empresa encontrou seu verdadeiro diferencial.

Hoje, a RLX se dedica integralmente à sua linha de fluidos refrigerantes. Além de atender todo o mercado brasileiro, sua atuação se expandiu para os Estados Unidos e América Latina. Com um mix completo de fluidos refrigerantes, alto padrão de qualidade e lançamentos exclusivos, a marca ganha cada vez mais relevância e reconhecimento. Atualmente, possui cinco centros de distribuição, sendo quatro no Brasil e um nos Estados Unidos, e uma planta fabril e envasadora no Polo Industrial de Manaus. No último ano, mais de 7 milhões de quilos de fluido refrigerante foram vendidos no Brasil sob a marca RLX a mais de 3.000 clientes ativos.

Em 2020, a RLX identificou uma oportunidade para evitar que o fluido refrigerante dos aparelhos de ar-condicionado não-conformes produzidos na Zona Franca de Manaus fossem liberados na atmosfera e deu início ao projeto de Logística Reversa junto a alguns fabricantes de Manaus. Na ocasião nenhuma das indústrias tinha estrutura instalada para o recolhimento dos fluidos refrigerantes desses equipamentos.

O projeto dedica-se a recolher e regenerar os fluidos refrigerantes R-410A e HFC-32. Neste caso, a RLX fornece os equipamentos e os instala nas linhas de revisão dos aparelhos não-conformes no local dos clientes. Portanto, quando um aparelho precisa sofrer reparos, há o recolhimento do fluido refrigerante por meio deste sistema que o destina a um tanque de armazenagem. Quando o tanque atinge sua capacidade máxima, ele é recolhido e encaminhado para a RLX para análise e tratamento/regeneração. A **Figura 2** apresenta dois exemplos de equipamentos instalados em clientes no âmbito do projeto de Logística Reversa desenvolvido pela empresa.

Figura 2 – Equipamentos instalados nos clientes no âmbito do projeto de Logística Reversa da RLX (a) – Recolhimento de R-410A e (b) Recolhimento de HFC-32.



Atualmente a RLX tem parceria firmada com algumas indústrias de ar-condicionado em Manaus, como TCL, MIDEA CARRIER, ELECTROLUX e DAIKIN e tem identificado outros fabricantes locais de interesse.

Em 2021, a RLX iniciou um novo projeto especialmente voltado para o fluido refrigerante HFC-134a, que é comercializado para um cliente com estabelecimentos comerciais em todo o Brasil. Neste projeto, o cliente é responsável por coletar os cilindros de um quilo utilizados em suas filiais, com resíduo do fluido refrigerante HFC-134a em fase vapor por não ser possível a extração sem uma recolhadora, e destiná-los a um centro logístico contratado pela RLX em São Paulo, que posteriormente são transferidos para a planta da RLX em Manaus, onde uma linha de desgaseificação, desenvolvida pela RLX, realiza o recolhimento do refrigerante residual de 20 cilindros simultaneamente em um tempo de recolhimento de 20 minutos, uma média de 1 minuto por cilindro.

O fluido refrigerante recolhido deste processo é destinado a um tanque que quando atinge o peso de 900 kg é enviado para análise e regeneração. O laboratório da RLX verifica se os parâmetros de qualidade foram atingidos, conforme norma AHRI 700. Após a conclusão do tratamento, o fluido refrigerante é classificado no estoque como gás regenerado e comercializado desta forma através de cilindros retornáveis com capacidade de 57 kg. A **Figura 3** apresenta uma visão geral da linha de desgaseificação.

Figura 3 – Visão geral da linha de desgaseificação da RLX.



Em que pese a atuação da RLX estar totalmente voltada para os HFCs, a instalação de um Centro de Regeneração e Armazenamento de SDOs justifica-se pela inexistência de outra empresa que realize essa atividade na Região Norte do país. Adicionalmente, a estrutura já existente na RLX no que se refere aos HFCs será de grande utilidade em anos futuros, quando o país estiver executando ações voltadas à implementação da Emenda de Kigali, considerando que a unidade proposta como beneficiária deste projeto localiza-se no Polo Industrial de Manaus, que concentra as principais empresas produtoras de aparelhos de ar-condicionado no Brasil.

c) Escola Técnica Profissional (ETP)

A Escola Técnica Profissional – ETP, com sua experiência consolidada em quase 25 (vinte e cinco) anos de atuação no mercado de capacitação e aperfeiçoamento na área de AVAC-R (Aquecimento, Ventilação, Ar-Condicionado e Refrigeração) no Estado do Paraná, foi fundada em 16 de novembro de 1998 e atualmente conta com sede própria em Curitiba.

A escola, que forma cerca de 100 técnicos em refrigeração por ano, iniciou suas atividades ofertando cursos profissionalizantes livres na área de refrigeração e climatização. A partir de 2003 passou a ofertar o curso técnico em Refrigeração e Climatização e os cursos de NR-10, Gerência de Manutenção, Projetos de Carga Térmica, Eletricidade Básica e Industrial. Já em 2014 a Escola Técnica Profissional tornou-se mantenedora da Faculdade Profissional (FAPRO), ofertando cursos de graduação e pós-graduação nas áreas de refrigeração, climatização, eletrotécnica e eficiência energética. Em 2018 a FAPRO passou a ofertar cursos de pós-graduação na modalidade à distância, em parceria com a ABRAVA.

Em 2022, a FAPRO lançou o seu primeiro curso de nível superior na modalidade de Educação a Distância (EAD), concentrado na esfera da Tecnologia de Refrigeração e Climatização, que atualmente, ultrapassa a marca dos 300 alunos matriculados. A ETP também desenvolve projetos voltados à área de eficiência energética, apresentando projetos em várias chamadas públicas da Companhia Elétrica do Paraná (COPEL), aprovando iniciativas que trouxeram ganhos de economia de energia em diversos setores, como indústrias, shoppings centers, hospitais e empresas prestadoras de serviços.

Em 2020, a escola firmou parceria com a GIZ e o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - MMA no âmbito do PBH, para a execução do Projeto de Treinamento e Capacitação de Mecânicos e Técnicos de Refrigeração, focado no uso seguro do CO₂ e HC-290 em Sistemas de Refrigeração Comercial, no qual serão fornecidos equipamentos, ferramentas e componentes para a instalação de um mini supermercado-escola com fluidos refrigerantes naturais na escola. Essa iniciativa permitirá a capacitação de 150 profissionais até 2025.

Uma característica importante a ser considerada é a participação da ETP como instituição capacitadora nos projetos de treinamento implementados hoje no Brasil. Esse aspecto confere à instituição a capacidade de realizar o processo de conscientização e disseminação de informação, tanto dos alunos dos cursos técnicos regulares afetos ao tema quanto dos alunos capacitados no âmbito dos treinamentos e capacitações acima mencionados.

A localização do ETP no estado do Paraná é outro aspecto importante no que se refere à abrangência e capilaridade da implementação de um Centro de Regeneração e Armazenagem na instituição, pois os estados do Paraná e Santa Catarina se destacam pela concentração de empresas de produção de equipamentos de refrigeração comercial do Brasil.

3.3 – Projeto Piloto para a implementação de três Centros de Apoio a Reciclagem e a Regeneração (CARRs)

Outra iniciativa no âmbito da Etapa III do PBH, que será implementada a partir da parceria entre PNUD e GIZ, é o apoio a três escolas técnicas de ensino profissionalizante que atuam na capacitação de profissionais do setor de RAC para que possam operar também como centros de apoio a reciclagem e a regeneração.

Em que pesem os esforços do programa de treinamento/capacitação de profissionais do setor de RAC, apoiado pelo PBH e implementados pela GIZ, para orientar os profissionais treinados para o recolhimento de fluidos refrigerantes servíveis e a sua destinação final adequada, por meio da reciclagem ou regeneração, uma queixa constante refere-se às dificuldades logísticas que eles precisam enfrentar para levar adiante tais orientações.

Assim, a atuação de instituições técnicas de ensino profissionalizante como centros de apoio à reciclagem e à regeneração seria fundamental para ampliar a quantidade de fluidos refrigerantes recuperados para o mercado, e ainda teria o caráter educativo de conscientização, de disseminação de informação e de fortalecimento do Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs. Normalmente, as escolas técnicas de ensino profissionalizante mantêm vínculos com os alunos formados, mesmo após a conclusão dos treinamentos, dada a proximidade da escola com o local de trabalho desses profissionais. A recuperação de fluidos refrigerantes seria uma oportunidade de renda para o funcionamento desses centros, e também para os profissionais e empresas que venham a utilizar seus serviços.

A proposta inclui a implementação de um projeto piloto em três escolas técnicas de ensino profissionalizante localizadas em pontos estratégicos do país, que permitam avaliar a efetividade dos CARR e que, a depender dos resultados, poderão ser posteriormente ampliados no âmbito da implementação do KIP no País.

Para viabilizar os CARRs, serão disponibilizados apoio para a elaboração do projeto de engenharia para a instalação do Centro de Apoio na instituição, de modo a garantir a operação segura, conforme normas vigentes, dos equipamentos de análise de fluidos refrigerantes, recicladoras, regeneradoras, recolhedoras e kits de ferramentas e outros equipamentos (cilindros de diferentes capacidades, balanças, bombas de vácuo, etc.), além de treinamento para capacitação técnica dos funcionários. Será ainda desenvolvido um Programa Operacional Padrão (POP), para padronização de processos, manutenção da qualidade, segurança e para evitar riscos. Adicionalmente, pretende-se também criar sinergias com as atividades desenvolvidas pelo GIZ que apoiará a implementação dos três CARRs.

As três escolas técnicas de ensino profissionalizante parceiras serão selecionadas por meio de um processo de manifestação de interesse, que identificará as instituições com a melhor proposta, contemplando elementos de localização e sustentabilidade do Centro de Apoio a Reciclagem e a Regeneração.

O cronograma de trabalho, bem como o detalhamento dos custos estão apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

3.4 – Desenvolvimento de equipamentos de regeneração de fluidos refrigerantes utilizando materiais e peças 100% disponíveis no mercado nacional

Um dos mecanismos para fortalecer a etapa de regeneração de fluidos refrigerantes previstos na Etapa III é o apoio financeiro para o desenvolvimento de equipamentos de regeneração de fluidos refrigerantes utilizando materiais e peças 100% disponíveis no mercado nacional, com custos acessíveis e assistência técnica disponível no país. Além disso, os equipamentos deverão ser de fácil manutenção e reparo.

A estratégia inclui o apoio financeiro para o desenvolvimento de dez protótipos de equipamento de regeneração, que serão disponibilizados às empresas consolidadas que atuem com o gerenciamento de fluidos refrigerantes, tais como CRAs e escolas que realizam treinamento de profissionais do setor de RAC. O uso de tais equipamentos será constantemente monitorado a partir do fornecimento de amostras para a realização de testes de performance quanto à eficácia e à eficiência tanto da reciclagem de fluidos refrigerantes puros como da regeneração de fluidos refrigerantes puros e misturas.

Para a definição dos beneficiários desta atividade, será utilizado o mecanismo de Manifestação de Interesse (MI) que estabelecerá:

- i. Os critérios para a definição dos beneficiários, e
- ii. As premissas dos projetos que deverão ser atendidos pelos beneficiários.

As análises dos fluidos reciclados e regenerados serão periodicamente testadas com o apoio dos laboratórios das próprias escolas, no caso dos fluidos reciclados, e pelos CRAs que atualmente possuem laboratórios de análise adequados à análise de fluidos refrigerantes regenerados.

Acredita-se que a tecnologia nacional será mais facilmente difundida, dado o menor custo de aquisição, operação e manutenção. Desta forma, vislumbra-se que outras empresas que atuem no setor de serviços possam utilizar a tecnologia de forma a ampliar o reaproveitamento dos fluidos refrigerantes puros e de misturas e reduzir os tempos e os custos de manutenção de sistema RAC.

O cronograma de trabalho, bem como o detalhamento dos custos estão apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

3.5 Estratégias para o fortalecimento da regeneração de SDOs e da logística reversa de embalagens pós consumo e equipamentos obsoletos

As dificuldades logísticas são comuns a todos os CRAs e são um gargalo para que os fluidos refrigerantes usados sejam regenerados e levados de volta ao mercado. Os CRAs atualmente instalados no país tem, individualmente, uma capacidade média de regeneração de 250 toneladas/ano de fluidos refrigerantes, ou 1.500 toneladas/ano, considerando os seis CRAs. Entretanto, no ano de 2022, o país regenerou cerca de sete toneladas de fluidos refrigerantes.

Em relação aos fluidos refrigerantes virgens que chegam ao mercado, estima-se que 100 gramas do conteúdo permaneçam na embalagem descartável de 30 libras (~13,61 kg) após o uso (CETESB, 2022). A correta destinação dessas embalagens evitaria a emissão de dezenas de toneladas de CO_{2eq} para a atmosfera.

Nesse sentido, o desenvolvimento de uma rede de pontos de coleta poderá otimizar o recolhimento tanto das SDOs usadas, quanto de embalagens pós-consumo e equipamentos obsoletos contendo fluidos refrigerantes, reduzindo custos com deslocamentos. Portanto, a estratégia da Etapa III prevê a realização de ações voltadas à definição de estratégias de recolhimento de SDOs usadas, com o fortalecimento da logística reversa de embalagens e equipamentos obsoletos, a partir do apoio à estruturação da cadeia de recolhimento e da logística, reeducando o mercado para a correta destinação.

A participação e interlocução com as entidades setoriais, rede de distribuição e outros atores envolvidos com o setor será de fundamental importância para a estruturação e implementação desta rede de apoio. Adicionalmente, a realização de mapeamento da demanda de consumo de fluido refrigerante por tipo de embalagem e setor, por região/município, deverá orientar a avaliação/definição dos pontos de coleta na rede de distribuição de fluidos refrigerantes e pontos de coleta em “pontos de consumo” para realização de piloto. Como mecanismos de apoio à estruturação da rede, será desenvolvido software de gestão aplicável, com identificação de pontos de coleta de SDOs usadas, embalagens de SDOs e equipamentos obsoletos, que permitirá, futuramente, a extração de dados quantificáveis para verificação de resultados. Por fim, cabe ressaltar a importância da definição de mecanismos de incentivo aos usuários para que utilizem a rede de pontos de coleta.

A recolocação dos fluidos refrigerantes regenerados no mercado e aceitação como alternativa para manutenção ativa de equipamentos é outro fator importante a ser considerado para o fortalecimento do sistema integrado. O fortalecimento de quatro CRAs no âmbito do projeto demonstrativo foi de grande importância para aumentar a confiabilidade nas SDOs regeneradas e fortalecer o mercado de fluido refrigerante regenerado, uma vez que lhes conferiu a capacidade de apresentar laudos quanto à qualidade do produto.

Entretanto, observa-se no mercado brasileiro uma “desconfiança” quanto à qualidade deste fluido. Em pesquisa realizada com técnicos de refrigeração e supermercadistas constatou-se que qualquer desconfiança ou não recomendação do fabricante do compressor, por exemplo, inviabiliza a utilização desse fluido. A atribuição dos “problemas” à “má qualidade do fluido” é a prática mais comum no mercado, mesmo que não haja evidência.

Portanto, a realização de ações voltadas à disseminação de informação e conscientização do mercado quanto à qualidade e eficiência do fluido refrigerante regenerado estão previstas para acontecer ao longo da implementação da estratégia para a Etapa III do PBH.

Também será avaliada a viabilidade de implementação de políticas públicas de facilitação e/ou incentivo ao uso de refrigerantes regenerados, como, por exemplo, compras públicas e criação de programas relacionando a pureza dos fluidos refrigerantes aos indicadores de eficiência energética, por meio de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs).

O cronograma de trabalho, bem como o detalhamento dos custos estão apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

3.6 – Ações para o gerenciamento da substituição do HCFC-141b como solvente e propelente

Atualmente, o consumo desta SDO é voltado majoritariamente para aplicações como solvente e propelente para limpeza, por exemplo, de circuitos e placas eletrônicas e de sistemas de ar-condicionado automotivo e como flushing para a limpeza de circuitos de refrigeração e ar-condicionado.

Em relação à utilização como *flushing*, atualmente se encontram no mercado nacional novos produtos de limpeza com propriedades de solventes, alguns inflamáveis e outros de base aquosa. Na prática, as substâncias mais inflamáveis apresentam melhor resultado na limpeza, mas requerem cuidados especiais na operação, enquanto os agentes de limpeza de base aquosa não teriam inflamabilidade, mas requereriam mais tempo de trabalho e cuidado para completa remoção dos contaminantes do sistema.

As atividades de serviços de RAC que mais demandam fluidos de limpeza são as atividades de manutenção de ar condicionado do tipo split e geladeiras domésticas; ar condicionado automotivo; equipamentos de refrigeração comercial (pequeno porte), como cervejeiras, expositoras e freezers. Além dessas atividades, *retrofits* de sistemas RAC em geral também utilizam fluidos de limpeza.

O maior impacto ambiental nestas operações está relacionado ao fato de que a substância utilizada como agente de limpeza é efetivamente emitida para a atmosfera após o uso. Além disso, o uso é disperso entre inúmeras oficinas de manutenção e sistemas descentralizados de refrigeração e ar-condicionado. Portanto, a estratégia para gerenciar a eliminação do uso do HCFC-141b como solvente e propelente será baseada em três ações principais:

- a) Treinamento/capacitação de profissionais do setor de RAC: Considerando que atualmente o país conta com um programa de treinamento no âmbito do PBH implementado pela GIZ, será desenvolvido, em cooperação com essa agência, um módulo específico sobre fluidos alternativos para limpeza de sistemas de refrigeração e ar-condicionado e sobre práticas/tecnologias de *flushing* com recolhimento do fluido de limpeza. Esse módulo será integrado nos cursos de boas práticas para melhor contenção de HCFCs, ampliando a carga horária atual dos cursos já em implementação de 32 horas para entre 36 a 40 horas (ver também Anexo 9);
- b) Apoio a 50 oficinas de manutenção de equipamentos RAC, a 50 profissionais registrados como microempreendedores individuais e a 18 instituições de treinamento que participam do programa de treinamento no âmbito do PBH. Serão disponibilizados equipamentos que permitam o recolhimento e a reciclagem do agente de limpeza utilizado para a realização do *flushing* durante operações de manutenção de equipamentos de RAC. A definição dos beneficiários desta ação se dará por meio de mecanismo de Manifestação de Interesse (MI) que estabelecerá os critérios para a definição dos beneficiários, e as premissas dos projetos que deverão ser atendidas pelos beneficiários, tais como: contrapartida dos beneficiários, entre outros;
- c) Elaboração de material informativo, realização de workshops e outras atividades voltadas à disseminação de informação e conscientização dos profissionais que utilizam o HCFC-141b como agente de limpeza não englobados no item a.

O cronograma de trabalho, bem como o detalhamento dos custos estão apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

3.7 Ações para o fortalecimento da fiscalização dos órgãos de controle ambiental no nível federal, estadual e municipal, em unidades da federação estratégicas

A estratégia da Etapa III prevê também apoio para fortalecer a descentralização da fiscalização, atualmente consolidada no nível federal no que se refere ao controle de importação, mas que já encontra a base legal necessária à atuação dos Estados e Municípios, quanto à sua aplicação e destinação.

A Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, que fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, prevê em seu artigo 6º que:

As ações de cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão ser desenvolvidas de modo a atingir os objetivos previstos no art. 3º e a garantir o desenvolvimento sustentável, harmonizando e integrando todas as políticas governamentais.

Adicionalmente, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei 6.938/81, estabelece que o IBAMA deve atuar como seu órgão executor, sendo responsável pela implementação e execução das políticas e diretrizes governamentais relacionadas ao meio ambiente. A PNMA estabelece que os estados são considerados como órgãos seccionais, sendo os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental. Além disso, considera que os municípios são órgãos locais, sendo os órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

Por fim, a Resolução Conama nº 267/2000, que dispõe sobre a proibição da utilização de substâncias que destroem a Camada de Ozônio, estabelece as seguintes atribuições:

Art. 12º O IBAMA e os Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente devem exercer atividades orientadoras e fiscalizadoras com vistas ao cumprimento do disposto nesta Resolução.

Art. 13 O IBAMA colocará à disposição dos Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente os dados oficiais de seu cadastro relativo às empresas de cada estado, a fim de auxiliar a participação destes órgãos nas ações de controle e fiscalização previstas nesta Resolução.

Art. 14 Os Órgãos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente devem fornecer ao IBAMA dados e informações disponíveis e de interesse relativos às substâncias controladas nos respectivos estados.

Serão realizadas ações voltadas para o fortalecimento da fiscalização dos órgãos de controle ambiental, quer seja no nível federal, quer seja no nível estadual/municipal, sobretudo em unidades da federação estratégicas, como aqueles em que a manufatura e a manutenção de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado tem destaque, por meio da realização de seminários, capacitações/treinamentos e disponibilização de equipamentos como identificadores de fluidos refrigerantes.

O cronograma de trabalho, bem como o detalhamento dos custos estão apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

3.8 Conscientização e divulgação

Ao longo da implementação dos diferentes projetos que compõem o PBH, a disseminação de informações sempre ocupou um papel de destaque para garantir o alcance dos resultados. De forma semelhante, para o fortalecimento do Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs (e outras substâncias controladas no âmbito do Protocolo de Montreal), essa lição apreendida será de extrema relevância.

Assim, será definido um plano de comunicação, com ações voltadas à disseminação de informação e conscientização dos profissionais do setor de manufatura e serviços de RAC, profissionais em formação e do público consumidor. Serão desenvolvidas campanhas de marketing envolvendo peças publicitárias, realizado estudo dos públicos-alvo e a contratação de mídias dirigidas com o objetivo de ampliar a capacidade de comunicação sobre o tema e de sensibilização para a importância do não lançamento na atmosfera dos fluidos refrigerantes, além da campanha específica para a divulgação da iniciativa relacionada ao projeto piloto de rede de coleta de SDOs usadas e suas embalagens, além de equipamentos obsoletos.

O plano de comunicação deverá ainda incluir estratégias como a realização de seminários e treinamentos para os diferentes públicos-alvo afetos ao tema, bem como a participação em eventos e feiras setoriais e a criação de sinergias com os demais componentes da Etapa III do PBH.

O website do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (www.protocolodemontreal.org.br), uma importante ferramenta de apoio para a disseminação de informações dos projetos realizados até aqui, seguirá disponibilizando as informações sobre as atividades e resultados alcançados, bem como, acesso às publicações e materiais informativos desenvolvidos.

O cronograma de trabalho, bem como o detalhamento dos custos estão apresentados nos itens IV e V, respectivamente.

4. CRONOGRAMA DE TRABALHO

Componente / Atividade	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Fortalecimento de seis Centros de Regeneração e Armazenagem instalados no Brasil</i>																				
Aquisição de equipamentos para a melhoria no processo de regeneração de fluidos refrigerantes					x	x	x	x												
Aquisição de equipamentos e materiais de laboratório					x	x	x	x												
Entrega de equipamentos							x	x	x	x										
Monitoramento e avaliação de resultados											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ampliação do número de Centros de Regeneração e Armazenagem no Brasil</i>																				
Adequação da estrutura física dos novos CRAs (contrapartida dos CRAs)	x	x	x	x																
Aquisição de equipamentos para a melhoria no processo de regeneração de fluidos refrigerantes					x	x	x	x												
Aquisição de equipamentos e materiais de laboratório					x	x	x	x												
Entrega de equipamentos							x	x	x	x										
Realização de treinamentos											x	x	x							
Implementação do CRA													x	x	x					
Monitoramento e avaliação de resultados													x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Projetos Piloto para a implementação de três Centros de Apoio a Reciclagem e a Regeneração</i>																				
Adequação da estrutura física dos CARRs (contrapartida dos CARRs)					x	x	x	x												
Aquisição de equipamentos																				
Entrega de equipamentos							x	x	x	x										
Elaboração do POP							x	x	x	x										
Realização de treinamentos											x	x	x							
Implementação do CARRs											x	x	x							
Monitoramento e avaliação de resultados													x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Desenvolvimento de equipamentos regeneração de fluidos refrigerantes utilizando materiais e peças 100% disponíveis no mercado nacional</i>																				

Desenvolvimento de 10 protótipos de equipamento de regeneração			x	x	x	x														
Disponibilização de protótipos de equipamento de regeneração							x	x	x	x										
Realização de testes para avaliação dos resultados									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Monitoramento e avaliação de resultados									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Estratégia para o fortalecimento da regeneração de SDOs e da logística reversa de embalagens</i>																				
Formulação da estratégia a partir da interlocução com entidades setoriais, rede de distribuição e outros atores envolvidos				x	x	x	x	x	x											
Implementação do projeto piloto								x	x	x	x									
Desenvolvimento de software de gestão aplicável							x	x	x											
Implementação de mecanismo de incentivo aos usuários										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Monitoramento e avaliação de resultados										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ações para o gerenciamento da substituição do HCFC-141b como solvente e propelente</i>																				
Contratação de consultoria para elaboração de materiais didáticos	x	x	x	x																
Realização dos treinamentos					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aquisição de Kit de equipamento de segurança incluindo EPI				x	x							x	x							
Realização de Manifestação de Interesse				x	x															
Divulgação da lista de beneficiários da ação						x														
Aquisição de equipamentos e entrega dos equipamentos					x	x	x	x												
Verificação independente											x					x				x
<i>Ações para o fortalecimento da fiscalização dos órgãos de controle ambiental no nível federal, estadual e municipal, em unidades da federação estratégicas</i>																				
Aquisição de identificadores/analísadores de fluido refrigerante					x	x	x	x												
Realização de treinamentos presenciais											x	x			x	x				x
<i>Conscientização e divulgação</i>																				
Desenvolvimento de plano de comunicação e campanha de marketing					x	x	x													
Produção de peças publicitárias							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Divulgação de informações em mídias sociais	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Realização de workshops, participação em eventos e feiras setoriais	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

5. CUSTOS

A SER NEGOCIADO COM O FML

DRAFT

ANEXO 6 – COMPONENTE 3: PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE AR CONDICIONADO COMERCIAL E INDUSTRIAL/APLICAÇÃO TÉCNICA

1. CONTEXTO

O diagnóstico realizado para o setor de ar condicionado com foco nos sistemas para aplicações comerciais (conforto térmico) e industriais (climatização de ambientes) apresentou estimativa de carga instalada significativa de HCFC-22 e HCFC-123, distribuída principalmente em edifícios comerciais, shoppings centers, hospitais, hotéis, bancos e hiper/supermercados, em sistemas de ar condicionado de médio e grande porte com central de água gelada (*chiller*). Também se identificou a aplicação técnica desse tipo de equipamento para a climatização de ambientes como *data centers* e em alguns processos produtivos como produção de papel e de têxteis.

Foram ainda identificadas instalações em prédios comerciais, como redes bancárias, anfiteatros, pequenos centros comerciais, entre outros, utilizando equipamentos de condicionamento de ar unitários e resfriados a ar, do tipo *self-contained*s, VRFs e *splits*.

O diagnóstico também ressaltou que, atualmente, o R-410A é um fluido refrigerante amplamente utilizado por esse setor, tanto na produção de equipamentos de maior porte como os *chillers* quanto em sistemas VRF e *self-contained*. Os fabricantes de *chillers* iniciaram a fabricação de equipamentos com os fluidos refrigerantes HFC-134a, R-407C e R-410A no Brasil a partir da década de 1990 e, atualmente, a maioria dos fabricantes utilizam o R-410A. Entretanto, a produção de *chillers* com HCFC-22 no país ocorreu até 2014, segundo informações dos fabricantes.

No cenário atual, tendo o Brasil promulgado a Emenda de Kigali em 24 de agosto de 2023, o país irá iniciar nos próximos anos a implementação do cronograma de *phase-down* dessas substâncias. Assim, pretende-se, com este Programa, disseminar para o público-alvo as alternativas de sistemas de condicionamento de ar que utilizam fluidos refrigerantes que possuem reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo ou médio GWP) e que proporcionam maior eficiência energética, evitando assim uma conversão transitória, que utilizem HFCs ou misturas de HFCs de alto GWP.

A **Tabela 1**, extraída do Relatório do Comitê de Opções Técnicas em Refrigeração e Ar condicionado – RTOC (UNEP, 2023) classifica os refrigerantes de acordo com seu GWP utilizando os termos “menor que” ou “maior que” e, portanto, refrigerantes como o HC-290 ou HFO 1234yf estão incluídos nos grupos de GWP ultrabaixo, muito baixo e baixo.

Tabela 1 – Classificação dos valores de GWP - 100 anos (UNEP 2023).

100-anos GWP	Classificação
< 30	Ultra Baixo
< 100	Muito baixo
< 300	Baixo
300-1000	Médio
> 1000	Alto
> 3000	Muito alto
> 10000	Ultra alto

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste componente é desenvolver um programa de assistência ao setor de ar condicionado comercial (conforto térmico) e industrial (aplicação técnica) que promova a substituição de equipamentos contendo o refrigerante HCFC-22 por equipamentos que utilizem fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que apresentem maior eficiência energética, evitando assim uma conversão transitória que utilize HFCs ou mistura de HFCs de alto GWP.

2.2 Objetivos específicos

- i. Apoiar a substituição de equipamentos utilizados em sistemas de condicionamento de ar central (*chillers*) contendo HCFC-22 em edifícios comerciais (conforto térmico) e industriais (aplicações técnicas), tais como shoppings centers, hospitais, hotéis, hiper/supermercados e instalações industriais, por equipamentos contendo fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que apresentem maior eficiência energética, reduzindo, assim, as emissões de CO₂eq diretas e indiretas (devido ao consumo de energia elétrica);
- ii. Apoiar a substituição de equipamentos utilizados em sistemas de condicionamento de ar de uso comercial (por exemplo, *self-contained*s e *splits*), contendo HCFC-22 em prédios e lojas comerciais, tais como redes bancárias, anfiteatros, pequenos centros comerciais, lojas de venda de alimentos (como restaurantes, sorveterias, padarias, açougues), entre outros, por equipamentos contendo fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que tenham maior eficiência energética, reduzindo, assim, as emissões de CO₂eq diretas e indiretas (devido ao consumo de energia elétrica);
- iii. Realizar estudos de viabilidade sobre a implantação de sistemas de resfriamento distrital (*district cooling*) em empreendimentos como centros comerciais de grande porte que utilizem equipamentos com fluido refrigerante de reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP), ou tecnologias alternativas como sistemas de absorção, e que proporcionem maior eficiência energética, reduzindo, assim, as emissões de CO₂eq diretas e indiretas (devido ao consumo de energia elétrica);
- iv. Promover a conscientização e sensibilização dos tomadores de decisão dos setores mencionados sobre os impactos ao meio ambiente dos fluidos refrigerantes utilizados nos sistemas de condicionamento de ar e sobre os ganhos financeiros e ambientais advindos da utilização de soluções ambientalmente adequadas;
- v. Disseminar informações sobre os resultados alcançados e lições aprendidas;
- vi. Reforçar a capacidade nacional no gerenciamento ambientalmente adequado e seguro de fluido refrigerante.

3.ATIVIDADES PROPOSTAS

O Programa proposto contará com a consultoria de especialistas nacionais e internacionais do setor que atuarão no acompanhamento deste Programa, auxiliando na definição de critérios para a seleção dos beneficiários e nas premissas dos projetos propostos nas atividades 3.1 e 3.2 que deverão ser atendidos pelos beneficiários. Atuarão ainda no acompanhamento da implementação dos projetos, bem como, na avaliação dos resultados alcançados.

3.1 – Projetos demonstrativos para a substituição de unidades de resfriamento de líquidos (*chillers*) contendo HCFC-22 utilizados em sistemas de condicionamento de ar central em edifícios comerciais

Observa-se, atualmente no Brasil, que empreendimentos que ainda utilizam unidades de resfriamento de líquidos (*chillers*) contendo HCFC-22 como fluido refrigerante em seus sistemas de ar-condicionado central estão realizando a substituição completa do sistema antes ou ao final de sua vida útil, optando, geralmente, por equipamentos que utilizam soluções com alto potencial de aquecimento global.

Diante deste contexto, a estratégia deste Programa, parte da Etapa III do PBH, prevê a realização de dez projetos demonstrativos a serem implementados em localidades estratégicas das diferentes regiões do país, em edificações comerciais como shoppings centers, hospitais, hotéis, e hiper/supermercados, para a substituição dos *chillers* que utilizam HCFC-22 e que são parte de sistemas de ar condicionado com centrais de água gelada, por *chillers* com fluido refrigerante que possuam reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que apresentem maior eficiência energética, evitando assim uma conversão transitória que utilize HCFs ou misturas de HFC de alto GWP.

3.1.1 – Definição dos beneficiários dos projetos demonstrativos

A definição dos empreendimentos potencialmente beneficiários dos projetos demonstrativos será realizada a partir das seguintes ações:

- Consulta aos fabricantes de *chillers* para a identificação de empreendimentos que possuam equipamentos contendo HCFC-22 como fluido refrigerante, para os quais já exista um interesse prévio dos tomadores de decisão dos empreendimentos em realizar o investimento necessário para a adequação / substituição de tais equipamentos;
- Desenvolvimento de atividades e ações direcionadas ao público-alvo, voltadas para o engajamento/sensibilização, como a realização de seminários e/ou reuniões para: apresentar as características dos projetos demonstrativos e as condicionantes para a participação, apresentação das opções tecnológicas existentes para apoiar os possíveis candidatos na tomada de decisão quanto à tecnologia para substituição do *chiller* com HCFC-22;
- Utilização de mecanismo de Manifestação de Interesse (MI) que estabelecerá os critérios para a definição dos beneficiários, e as premissas dos projetos que deverão ser atendidas pelos beneficiários, tais como: projeto para a substituição do sistema com as características dos equipamentos substitutos escolhidos, análise quanto aos

ganhos em termos de eficiência energética, contrapartida dos beneficiários, entre outros.

3.1.2 – Seleção da tecnologia

De acordo com o RTOC (UNEP, 2023), as opções de fluidos refrigerantes de baixo ultrabaixo GWP e zero PDO para novos equipamentos disponíveis no mercado atualmente são apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Opções de fluidos refrigerantes para chillers resfriados a ar e água.

	Refrigerante	Classe de inflamabilidade	Classe de toxicidade	GWP
Baixa Pressão	HFO-1233zd	1	A	Ultrabaixo
	R-514A	1	B	Ultrabaixo
Média e Alta Pressão	HFC-134a	1	A	Alto
	R-513A	1	A	Médio
	R-515B	1	A	Baixo
	R-717	2L	B	Ultrabaixo
	HFO-1234ze(E)	2L	A	Ultrabaixo
	HFO-1234yf	2L	A	Alto
	HCFC-22	1	A	Alto
	R-410A	1	A	Alto
	R-466A	1	A	Médio
	R-452B	2L	A	Médio
	R-454B	2L	A	Médio
	HFC-32	2L	A	Médio
	HC-290	3	A	Ultrabaixo

Os fluidos refrigerantes de baixa, média e alta pressão são usados em *chillers* centrífugos, centrífugos e de parafuso, além de *chillers* com compressor scroll e de deslocamento positivo, respectivamente.

Os fluidos refrigerantes de baixo GWP, tais como o HC-290 e R-717, estão recebendo atenção. No entanto, essas soluções devem ser precedidas de uma acurada avaliação dos riscos de segurança devido à inflamabilidade e toxicidade, respectivamente, levando em conta os códigos de segurança para o uso e manuseio adequado.

3.1.3 – Execução dos projetos demonstrativos

A execução dos projetos demonstrativos incluirá as seguintes etapas:

- i. Implementação dos projetos. Acompanhamento da instalação dos equipamentos com fluido refrigerante de zero PDO e baixo/médio GWP para os projetos selecionados;
- ii. Monitoramento da operação do antigo sistema com HCFC-22 e do novo sistema com fluido refrigerante de zero PDO e baixo/médio GWP, por período que permita avaliar os resultados alcançados em termos de eficiência energética, além de benefícios econômicos e ambientais;
- iii. Assistência técnica para a elaboração do plano de descarte dos equipamentos que utilizam

- HCFC-22 (Plano de descomissionamento dos equipamentos e Plano de recolhimento do HCFC-22 substituído);
- iv. Implementação do plano de descarte (contrapartida do empreendimento beneficiário);
 - v. Verificação independente dos projetos demonstrativos executados.

3.2 – Projeto de apoio à substituição de equipamentos de condicionamento de ar unitários e resfriados a ar contendo HCFC-22, utilizados em edifícios comerciais (aparelhos tais como *self-contained* e *splits*).

No Brasil, prédios e lojas comerciais, tais como redes bancárias, anfiteatros, pequenos centros comerciais, lojas de venda de alimentos (como restaurantes, sorveterias, padarias, açougues), entre outros, normalmente utilizam equipamentos de condicionamento de ar unitários e resfriados a ar, do tipo *self-contained* e *splits*. Durante a realização dos diagnósticos para a preparação da Etapa III do PBH, identificou-se que há uma lacuna de informação para este subsetor. O uso comercial de equipamentos tradicionalmente considerados como domésticos faz com que o entendimento das necessidades não esteja claro. Portanto, torna-se necessário melhor compreender o comportamento desse subsetor e definir estratégias para a introdução de tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP que sejam adequadas/adaptadas para o uso específico do subsetor.

Diante deste contexto, a estratégia deste Programa prevê apoio a 50 estabelecimentos comerciais de pequeno porte, para a substituição dos equipamentos de condicionamento de ar que utilizam HCFC-22 por equipamentos de condicionamento de ar com fluido refrigerante que possuam reduzido impacto ambiental (tecnologias de zero PDO e baixo/médio GWP) e que proporcionem maior eficiência energética, evitando assim uma conversão transitória que utilize HFCs ou misturas de HFCs de alto GWP.

3.2.1 – Definição dos beneficiários do projeto

A identificação dos empreendimentos potencialmente beneficiários do projeto de apoio será realizada a partir das seguintes ações:

- Desenvolvimento de atividades e ações direcionadas ao público-alvo, voltadas para o engajamento/sensibilização, como a preparação de material de divulgação, envio de correspondências, realização de seminários e/ou reuniões para apresentar as características do projeto de apoio e as condicionantes para a participação;
- Utilização de mecanismo de Manifestação de Interesse (MI) que estabelecerá os critérios para a definição dos beneficiários, e as premissas dos projetos que deverão ser atendidas pelos beneficiários, tais como: contrapartida dos beneficiários, entre outros.

3.2.2 – Seleção da tecnologia

De acordo com o RTOC (UNEP, 2023), as opções de fluidos refrigerantes de baixo e médio GWP para novos equipamentos são apresentadas na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Opções fluidos de refrigerante para condicionadores de ar.

Refrigerante	GWP	Small self-contained	Non-ducted single split		Ducted commercial split		Multi-split		Packaged ducted	
			≤ 20 kW	> 20 kW	≤ 20 kW	> 20 kW	≤ 15 kW	> 15 kW	≤ 20 kW	> 20 kW
HFC-32	675	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HFC-152a*	153	✓	✓		✓		✓		✓	
HFC-161*	5	✓	✓		✓		✓		✓	
HC-290*	<<1	✓	✓		✓		✓		✓	
R-444B	327	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-446A	510	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-447A	643	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-447B	815	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-452B	769	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-454A	263	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-454B	516	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-455A	162	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-459A	510	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-466A	807	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-511A	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R-744	1	✓							✓	✓
HFO-1234yf	<1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HC-1270*	<<1	✓	✓		✓		✓		✓	

* Quantidades de carga maiores devido à norma IEC 60335-2-40 revisada. Observe-se que as faixas de capacidade são uma aproximação; por exemplo, para refrigerantes da classe A2, o limite de capacidade pode ser de 20 a 30 kW, enquanto para a classe A3, de 10 a 20 kW, dependendo do refrigerante específico, da configuração e da função do sistema.

3.1.3 – Execução do projeto de apoio

A execução do projeto de apoio incluirá as seguintes etapas:

- i. Avaliação das opções tecnológicas existentes e seleção da tecnologia com fluido refrigerante de zero PDO e baixo/médio GWP, para substituição dos equipamentos de condicionamento de ar unitários e resfriados ar, apresentados na **Tabela 3**, que utilizam HCFC-22 como fluido refrigerante;
- ii. Aquisição dos equipamentos com fluido refrigerante de zero PDO e baixo/médio GWP;
- iii. Instalação dos equipamentos com fluido refrigerante de zero PDO e baixo/médio GWP para os beneficiários selecionados;
- iv. Monitoramento da operação dos equipamentos antigos e dos novos equipamentos, por período que permita avaliar os resultados alcançados em termos de eficiência energética, além de benefícios econômicos e ambientais;
- v. Assistência técnica para a elaboração do plano de descarte dos equipamentos que utilizam HCFC-22;

- vi. Implementação do plano de descarte (contrapartida do empreendimento beneficiário);
- vii. Verificação independente do projeto executado.

3.3 – Estudo de viabilidade para a implantação de sistemas de resfriamento distrital (*district cooling*)

Um sistema de resfriamento distrital, conhecido como *district cooling* em inglês, é uma infraestrutura centralizada capaz de fornecer serviços de resfriamento para edifícios e instalações em uma área geográfica específica, tal como um complexo comercial ou industrial, campus universitário, etc. É uma alternativa eficiente e sustentável aos sistemas individuais de resfriamento usados em edifícios. Pode ser também utilizado para aquecimento (sistema de resfriamento e aquecimento distrital – *district cooling and heating*)

Em um sistema de resfriamento distrital há a produção centralizada de água gelada em uma planta de resfriamento, de forma similar a um sistema central de ar condicionado, mas com capacidade de resfriamento muito maior. Essa água gelada é então distribuída por uma rede de tubulações para os edifícios e instalações dentro da área de serviço. Cada edifício é equipado com trocadores de calor (*fan-coils*) utilizados no sistema de ar condicionado interno do edifício, resfriando o ar que circula pelo sistema. No caso de também ser utilizado para aquecimento, o sistema produz e circula água quente ou vapor.

Os sistemas de resfriamento distrital são uma alternativa para sistemas individuais de condicionamento de ar em edifícios localizados em áreas urbanas e não urbanas (por exemplo, complexos hoteleiros) densamente povoadas, onde a demanda por resfriamento é alta e a eficiência energética é uma preocupação importante. Eles contribuem para a sustentabilidade ambiental e podem desempenhar um papel importante na redução do consumo de energia e nas emissões de gases de efeito estufa.

O estudo de viabilidade proposto incluirá a realização das seguintes etapas:

- i. Realização de estudo de mercado incluindo a identificação de empreendimentos com viabilidade para a instalação de sistema de resfriamento distrital, análise preliminar de custos, identificação de fatores de riscos potenciais e modelo de negócios;
- ii. Realização de seminários para a disseminação de informações sobre a lógica empresarial do sistema de resfriamento distrital ao público-alvo;
- iii. Preparação de material para disseminação de informação;
- iv. Avaliação do atual marco regulatório do país sobre o tema.

3.4 – Conscientização e divulgação

Ao longo da implementação dos diferentes projetos que compõem o PBH, a disseminação de informações sempre ocupou um papel de destaque para garantir o alcance dos resultados. De forma semelhante, para a implementação do Programa de Assistência Técnica ao setor de ar condicionado central e de uso comercial, essa lição apreendida será de extrema relevância.

Assim, será definido um plano de comunicação para o componente voltado à disseminação de informações ao público-alvo em eventos setoriais; elaboração de materiais técnicos, campanhas

de marketing envolvendo peças publicitárias para a divulgação de informações e resultados motivadores que aumentem o interesse por ações semelhantes.

O website do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (www.protocolodemontreal.org.br), uma importante ferramenta de apoio para a disseminação de informações dos projetos realizados até aqui, seguirá disponibilizando as informações sobre as atividades e resultados alcançados, bem como, acesso às publicações e materiais informativos desenvolvidos.

4. CRONOGRAMA DE TRABALHO

Atividade	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Definição de critérios para seleção dos beneficiários e de premissas dos projetos a serem atendidas pelos beneficiários	x	x																		
<i>Projetos demonstrativos para a substituição de unidades de resfriamento de líquidos (chillers) contendo HCFC-22 utilizados em sistemas de condicionamento de ar central em edifícios comerciais</i>																				
Definição dos beneficiários dos projetos demonstrativos																				
Consulta aos fabricantes de <i>chillers</i>		x	x																	
Realização de seminários e reuniões			x	x																
Realização da Manifestação de Interesse					x	x	x	x												
Divulgação da lista de beneficiários dos projetos demonstrativos					x															
Execução dos projetos demonstrativos																				
Implementação dos projetos									x	x	x	x	x	x	x	x				
Monitoramento da operação					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Assistência técnica para a elaboração do plano de descarte dos equipamentos					x	x	x	x												
Implementação do plano de descarte dos equipamentos									x	x	x	x	x	x	x					
Verificação independente																			x	x
<i>Projeto de apoio à substituição de equipamentos de condicionamento de ar unitários e resfriados ar contendo HCFC-22, utilizados em edifícios comerciais (aparelhos tais como self-contained e splits)</i>																				
Definição dos beneficiários dos projetos demonstrativos																				
Envio de correspondências e realização de seminários e reuniões	x	x	x	x																
Realização da Manifestação de Interesse					x	x														
Divulgação da lista de beneficiários dos projetos demonstrativos							x													
Execução do projeto de apoio																				

5. CUSTOS

A SER NEGOCIADO COM O FML

ANEXO 7 – COMPONENTE 4: PROJETOS DE CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO PARA OS SUBSETORES DE AR CONDICIONADO RESIDENCIAL, REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

TREINAMENTO E QUALIFICAÇÃO SOBRE BOAS PRÁTICAS NO SETOR DE SERVIÇOS EM AR CONDICIONADO RESIDENCIAL E REFRIGERAÇÃO COMERCIAL, EM UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

1. INTRODUÇÃO

Em 2022, o consumo de HCFC-22 no Brasil foi de 8.474,41 t SDO, sendo que cerca de 41,32% ocorreu no setor de serviços de ar condicionado e 39,16 % no setor de serviços de refrigeração comercial.

Estima-se que a carga instalada de HCFC-22 em aparelhos residenciais de ar-condicionado, fabricados entre 2012 e 2021, considerando os tipos janela e *splits*, seja de aproximadamente 14.592 toneladas. Deste total, os aparelhos do tipo *split* são os grandes consumidores e representam aproximadamente 93% do consumo de HCFC-22 para a reposição de carga, enquanto os aparelhos tipo janela representam 7%. Considerando uma taxa de vazamento de 30% para aparelhos *split* e de 10% para aparelhos do tipo janela, conforme diagnóstico de mercado, o consumo de HCFC-22 para a reposição de carga foi estimado em 3.837.712 kg em 2022.

Quanto ao setor de refrigeração comercial, estima-se que existam aproximadamente 614 mil Pontos de Vendas (PDV), e que cerca 70% dos PDVs ainda possuem equipamentos de refrigeração comercial com o HCFC-22, resultando em uma carga instalada de, aproximadamente, 3.528.739 kg de HCFC-22, distribuídos conforme apresentado na Tabela 1. Para este setor a taxa de vazamento foi estimada em 80%, conforme diagnóstico de mercado, o que representa um consumo anual de 2.822.991 kg de HCFC-22 somente para reposição de carga.

Tabela 1 – Distribuição do consumo de HCFC-22 no setor de refrigeração comercial.

Ponto de Venda (PDV)	Quantidade de PDV	PDV que usa R-22	Carga de HCFC-22 instalada (kg)	Distribuição da carga instalada
Mercearias	376.000	263.200	263.200	8%
Supermercados	89.000	52.309	2.379.539	67%
Padarias	84.000	58.800	470.000	13%
Açougues	65.000	52.000	416.000	12%
Total	614.000	426.309	3.528.739	100%

Conforme Tabela 1, a maior carga de HCFC-22 está presente no subsetor supermercadista, onde também está concentrada a maior quantidade e tipologias de equipamentos de refrigeração comercial. Em 2022, o valor consumido pelo setor supermercadista representou aproximadamente 22,46% do consumo brasileiro de HCFC-22.

Em virtude disso, a fim de assegurar o sucesso na redução do consumo dos HCFCs até 2030 e continuar a reduzir os vazamentos de fluidos refrigerantes para a atmosfera, bem como preparar o setor para uma utilização crescente e segura de fluidos refrigerantes de baixo GWP, é indispensável que as ações de capacitação/treinamentos e a disseminação de informações sobre as boas práticas na refrigeração relacionadas à instalação e manutenção de sistemas de refrigeração comercial e ar condicionado sejam ampliadas e fortalecidas no âmbito da Etapa III do PBH.

O diagnóstico do setor de refrigeração comercial identificou, com relação aos fornecedores e prestadores de serviço, que este é o setor cujos profissionais mais necessitam de qualificação técnica sobre as novas tecnologias. Este aspecto foi caracterizado como uma parte sensível para o processo de transição e adequação às novas tecnologias, pois as barreiras de implementação muitas vezes decorrem do perfil médio de formação desses profissionais no Brasil que, geralmente, possuem nível de escolaridade inferior, baixa remuneração e elevada rotatividade. Situação semelhante também foi observada no diagnóstico realizado para o setor de ar condicionado.

O atendimento a essas necessidades e exigências são apenas parcialmente supridas pelos sistemas nacionais de ensino superior (universidade) e de formação profissional, pois muitas vezes os cursos de formação se prendem aos aspectos formais da grade curricular, com a maior parte da carga horária de ensino realizada no ambiente de aulas de sala com poucas atividades de treinamento prático em laboratórios ou em campo.

Por outro lado, verifica-se que a capacitação e qualificação de profissionais em universidades tem o poder de impactar positivamente o trabalho das empresas que atuam no setor de serviços, a partir do aumento da disponibilidade de engenheiros mais bem capacitados e conscientes, que receberam o conhecimento adequado sobre as técnicas de manejo de fluidos refrigerantes e utilização de ferramentas, bem como sobre procedimentos adequados para contenção de vazamentos.

Atualmente, estima-se que existam cerca de 357 instituições de ensino superior no país, cujo curso superior de engenharia mecânica inclui disciplinas relacionadas à refrigeração e climatização. Dessas instituições, 17% são públicas e 83% são privadas.

O desenvolvimento de um programa de capacitação com a participação de universidades certamente apoiaria a demanda de mercado por mão de obra qualificada no setor de refrigeração comercial e ar condicionado residencial. Além disso, o uso de conhecimentos e a aplicação de metodologias validadas certamente aumentariam a disseminação das melhores práticas no mercado brasileiro, fornecendo suporte adicional para o mercado.

Assim, visando o desenvolvimento de capacidades nacionais para o uso seguro e eficiente de novas tecnologias de zero PDO e baixo impacto para o sistema climático global, a estratégia da Etapa III do PBH prevê um programa abrangente de treinamento voltado para estudantes de engenharia, que inclua atividades práticas relacionadas às boas práticas para contenção dos HCFCs nos sistemas existentes de ar-condicionado e refrigeração comercial e para o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de baixo impacto para o sistema climático global.

Por meio da implementação das atividades propostas para o setor de serviços na Etapa III do PBH, espera-se a eliminação de 205,10 t SDO (11,28 t PDO) de HCFC-22 até 2030.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral desse projeto é criar e aperfeiçoar as capacidades nacionais para o treinamento prático de estudantes de engenharia, vistos como futuros tomadores de decisão e responsáveis técnicos de equipamentos de ar-condicionado e refrigeração comercial, principalmente no setor de serviços, com base nos seguintes elementos estratégicos:

- Implantar dois laboratórios de treinamento para capacitação de alunos de graduação, criando capacidades institucionais para a capacitação de 400 alunos de engenharia em boas práticas para melhor contenção de vazamentos de HCFC-22 e no uso seguro e eficiente de fluidos alternativos de zero PDO e baixo GWP para sistemas de ar-condicionado e de refrigeração comercial;
- Capacitar engenheiros em formação universitária para a aplicação das boas práticas em serviços de refrigeração e climatização;
- Conservar os bancos existentes de HCFCs reduzindo o consumo e os vazamentos de fluido refrigerante durante a instalação, manutenção e operação de equipamentos residenciais de ar-condicionado e de refrigeração comercial;
- Fortalecer o conceito de recolhimento, reciclagem e reutilização de HCFC-22;
- Reduzir a demanda de HCFC-22 virgem e permitir que os equipamentos existentes com esta substância sejam utilizados até o final de sua vida econômica, evitando custos adicionais de uma substituição antecipada;
- Promover a disseminação do conhecimento sobre fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP e sobre os requisitos necessários para seu manuseio de forma segura e possíveis ganhos em eficiência energética na operação de aparelhos residenciais de ar-condicionado e equipamentos de refrigeração comercial;
- Aumentar a conscientização do setor de serviços por meio da divulgação das boas práticas na refrigeração e de tecnologias alternativas de zero PDO e baixo impacto para o sistema climático global;
- Promover o engajamento das universidades brasileiras no processo de disseminação de novas tecnologias de zero PDO e baixo impacto para o sistema climático global;
- Eliminar 205,10 t SDO (11,28 t PDO) de HCFC-22 até 2030.

3. ATIVIDADES PROPOSTAS

O programa de capacitação para estudantes de engenharia, proposto na Etapa III do PBH, incluirá técnicas sobre redução de vazamentos de fluidos refrigerantes e atividades relacionadas à manutenção corretiva, que contribuirão para a melhoria da eficiência dos aparelhos de ar-condicionado e dos equipamentos de refrigeração comercial, bem como para a redução dos níveis de recarga de HCFCs. As atividades realizadas devem fortalecer os conceitos de recolhimento, reciclagem e reutilização de HCFC-22.

As atividades práticas nos sistemas de refrigeração comercial serão realizadas com o fluido R-290, que é um dos principais fluidos alternativos deste setor. As atividades com aparelhos residenciais de ar-condicionado serão realizadas com o fluido R-32, que possui previsão de crescimento nos próximos anos, e/ou o fluido R-290, considerada uma alternativa de longo prazo. Ambos os fluidos possuem características inflamáveis, desta forma também serão abordadas questões técnicas relativas à segurança no manuseio e métodos de detecção de vazamentos, instalação, operação, manutenção e práticas para manter o sistema em condições seladas, considerando que os fluidos refrigerantes alternativos requerem este tipo de condição para o funcionamento seguro.

O treinamento e capacitação em boas práticas em sistemas residenciais de ar-condicionado e refrigeração comercial ocorrerá tendo como base a estrutura e cooperações estabelecidas durante as Etapas I e II do PBH para o setor de serviços. Assim, a Etapa III do PBH prevê a ampliação das atividades de treinamento em boas práticas para sistemas de ar-condicionado e refrigeração comercial, com a inclusão dos estudantes de engenharia. Em princípio, o treinamento contemplará a capacitação em boas práticas de instalação (provisão de sistemas em condições seladas), operação, manutenção (incluindo práticas de carga e recolhimento de fluido refrigerante e a detecção de vazamentos) para o uso seguro de fluidos refrigerantes alternativos de baixo impacto para o sistema climático global.

Por meio destas atividades de capacitação, que serão iniciadas em dois laboratórios técnicos pilotos com sistemas de ar condicionado residencial e refrigeração, prevê-se capacitar 400 estudantes de engenharia.

Esses laboratórios receberão toda a infraestrutura necessária, composta por equipamentos de demonstração, ferramentas, itens de segurança, entre outros, para a realização das atividades práticas. A programação do curso contendo o roteiro das atividades práticas e o material didático das aulas práticas será desenvolvida em parceria com as universidades selecionadas.

Adotando a abordagem “Treinamento dos Treinadores”, os instrutores que compõem o corpo técnico responsável pelos laboratórios, e que serão responsáveis por ministrarem o curso para os estudantes de engenharia, serão primeiramente capacitados por especialistas internacionais ou nacionais.

As instituições que receberão os laboratórios e executarão as atividades de capacitação/treinamento serão selecionadas por meio de um processo seletivo a ser publicado pela UNIDO, que considerará a capacidade técnica, experiência, infraestrutura de ensino e, também, a experiência prévia, reconhecida pela vinculação técnica com o tema.

A

Tabela 2 apresenta as atividades que serão executadas no âmbito do projeto de capacitação de engenheiros.

Tabela 2 – Atividades do Projeto.

Componentes do Projeto	Resultado esperado	Atividade
Preparação - Etapa I	Corpo docente engajado; Material didático desenvolvido.	<ul style="list-style-type: none"> • Workshop com as equipes dos professores das Universidades, MMA e UNIDO para debater e discutir todos os aspectos do treinamento, elaboração de relatórios, procedimentos organizacionais e as sobre as atividades, a fim de ter entregas harmonizadas e consistentes; • Desenvolvimento de programação com os roteiros das atividades práticas; • Elaboração material didático para realização das atividades práticas com o seguinte conteúdo teórico definido.
Preparação – Etapa II	02 Laboratórios adequados e equipados, e material prático adquirido.	<ul style="list-style-type: none"> • Adequação de dois laboratórios para realização de atividades práticas em sistemas de ar condicionado residencial e refrigeração comercial; • Fornecimento de equipamentos de demonstração (kits práticos), ferramentas, itens de segurança e materiais consumíveis.
Capacitação Corpo Técnico	técnicos e professores responsáveis pelos laboratórios capacitados.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicação dos instrutores selecionados pelas instituições de ensino; • Treinamento do corpo técnico responsável pelos laboratórios por especialistas internacionais ou nacionais identificados pela UNIDO.
Treinamento e capacitação	400 alunos de engenharia capacitados cursos de capacitação ministrados	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento sobre sistemas residenciais de ar-condicionado e refrigeração comercial para estudantes de engenharia, contemplando a capacitação em boas práticas de instalação, operação, manutenção (incluindo práticas de carga e recolhimento de fluido refrigerante e a detecção de vazamentos) para o uso seguro de fluidos alternativos de baixo impacto para o sistema climático global.
Conclusão da capacitação	Relatório elaborado	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de cada uma das universidades contendo as atividades desenvolvidas, os desempenhos dos alunos, fotos, bem como estatísticas relacionadas aos cursos, incluindo aspectos de gênero; • Os cursos e as atividades deverão ser monitorados e registrados com fotos e vídeos.
Assistência Técnica	Informação divulgada	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de duas (2) reuniões/workshop, sendo um com cada um dos setores envolvidos, para apresentação de resultados do projeto, no formato virtual e/ou presencial, para apresentação dos resultados finais do projeto.

4. CUSTOS

A SER NEGOCIADO COM O FML

5. CRONOGRAMA

A Tabela apresenta o cronograma de implementação do projeto.

Tabela 4 – Cronograma de implementação do Projeto.

Atividades de demonstração	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Contratação da Universidade	X	X																		
Adequação dos laboratórios			X	X	X	X	X	X												
Elaboração de material didático	X	X	X	X	X	X	X	X												
Treinamento dos Treinadores							X	X												
Treinamento de alunos									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Disseminação dos resultados												X							X	
Monitoramento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

PROJETO PARA O SETOR DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de refrigeração industrial são caracterizados por equipamentos com capacidade de refrigeração entre 100 kW a 10 MW, normalmente em temperaturas de evaporação de -50°C a $+20^{\circ}\text{C}$. Os sistemas industriais caracterizam-se pela complexidade do projeto e pela natureza da instalação. Devido à ampla gama de aplicações existentes, é difícil avaliar o tamanho do mercado de refrigeração industrial como um todo.

No Brasil, as principais aplicações dos sistemas de refrigeração industrial são para resfriamento de equipamentos, resfriamento de processos e controle de temperatura em ambientes industriais. Ainda existem instalações que utilizam o fluido refrigerante HCFC-22, majoritariamente instalações com cerca de 20 anos de idade. Desde os anos 2000, outros fluidos refrigerantes alternativos passaram a ser utilizados, principalmente o R-404A, HFC-134a, R-410A e R-407C.

O propano (HC-290) e o dióxido de carbono (R-744) ainda possuem baixa adesão no setor de refrigeração industrial. A amônia (R-717) é considerada uma alternativa importante para o setor, sendo empregada especialmente na indústria alimentícia, frigorífica, de bebidas, farmacêuticas e no agronegócio, para conservação de frutas, verduras, legumes, dentre outras aplicações, porém ainda existem barreiras quanto à adoção dessa solução, principalmente devido à sua toxicidade e pela carência de mão de obra qualificada.

Com mais de 120 anos de uso, a amônia é um dos fluidos refrigerantes mais eficientes atualmente disponíveis, além de que, quando manuseada de forma correta, ser confiável e segura. A amônia é um fluido refrigerante natural, que não agride a camada de ozônio (zero PDO) e tampouco contribui para o aquecimento global ($\text{GWP} < 1$), tornando-se assim uma solução ambientalmente amigável e tida como uma alternativa de longo prazo aos atuais fluidos refrigerantes utilizados na refrigeração industrial.

A classificação de segurança da amônia é B2L, indicando ser um fluido refrigerante tóxico em concentrações abaixo de 400 ppm (B) e levemente inflamável (2L). Uma mistura de ar e amônia poderá se tornar explosiva em concentração entre 16 e 25% em volume. O limite de exposição à toxicidade aguda (ATEL) da amônia é de $0,22 \text{ g/m}^3$, ou 320 ppm (v/v). Este valor, mesmo considerado muito baixo, propicia a que um pequeno vazamento represente risco à instalação e aos usuários do local. Assim, questões de segurança são fundamentais durante a elaboração, instalação e operação de projetos técnicos com este fluido.

Há relatos de acidentes em plantas industriais que utilizam sistema de refrigeração com amônia, entretanto documentos ou investigações desses acidentes identificaram problemas decorrentes de falhas na manutenção, inclusive na detecção do vazamento. Um dos problemas identificados em acidentes decorrem de falhas nos sistemas de comunicação de risco, por isso é fundamental que a indústria possua protocolos estabelecidos para atuação contra vazamento de gases e apresente garantias de que os sistemas de detecção de vazamentos são bem compreendidos e interpretados pelos seus técnicos. Desta forma, o treinamento de técnicos para trabalhar com sistemas de amônia ainda é uma demanda no setor de refrigeração industrial.

Além da reciclagem do conhecimento sobre o assunto agregar segurança ao setor, o treinamento para uso de equipamento de amônia de baixa carga, proposto neste projeto, permitirá que os técnicos iniciem um ciclo de aprendizagem novo que se caracteriza como uma oportunidade para que se estabeleçam novos padrões de comportamento em relação à segurança.

Para o setor de refrigeração industrial, há três aspectos fundamentais que podem estimular a adoção dessa substância:

- Adoção de *chillers* com baixa carga;
- Regulamentação e segurança; e
- Treinamento.

Atualmente, existem fabricantes que atuam no país e que disponibilizam equipamentos com baixa carga de amônia para resfriar um fluido secundário, aplicando o conceito de modularidade, que propicia confiabilidade, segurança e redução de carga na instalação. Estima-se que a adoção de um sistema de expansão indireta com condensador microcanal utilize cerca de 0,40 kg de amônia/TR (tonelada de refrigeração), enquanto um sistema de expansão direta com amônia bombeada utilize 13,5 kg /TR, ou seja, o sistema de expansão indireta proporciona uma redução de aproximadamente 97% da carga de amônia.

O país já possui normas que orientam o uso da amônia, como a ABNT NBR ISO 5149. Entretanto, essa norma, entre outras, por serem pouco difundidas no setor, devem ser objeto de atividades de capacitação para o setor de serviços em refrigeração industrial.

A maior preocupação em relação à aplicação do R-717, como fluido refrigerante alternativo de baixo impacto para o sistema climático global em sistemas de refrigeração industrial, é com a carência de mão de obra qualificada para a prestação de serviços que garanta segurança durante a instalação, operação e manutenção desses sistemas. Nesse sentido, a capacitação de técnicos, por meio de uma formação teórica e prática, propiciaria a expansão desta alternativa no setor de refrigeração industrial.

Assim, para o fortalecimento das capacidades nacionais no setor de serviços de refrigeração industrial, é proposta a criação de atividades de capacitação/treinamento para o uso seguro da amônia como alternativa para o setor de refrigeração industrial, incluindo a demonstração do seu uso em sistemas de refrigeração comercial e ar condicionado, associados. Neste contexto, um sistema de refrigeração com amônia de baixa carga será desenvolvido e interligado a equipamentos de refrigeração comercial e de ar-condicionado, simultaneamente (em série), com a finalidade de demonstrar também as diferentes possibilidades de aplicação da amônia.

Com base nas cooperações estabelecidas durante as Etapa I e II do PBH para o setor de serviços, a estratégia da Etapa III do PBH prevê a expansão das atividades de treinamento, contemplando também o setor de refrigeração industrial. A estratégia da Etapa III do PBH considera essencial a preparação do setor para o uso seguro de amônia e, para isso, prevê a inclusão deste assunto no programa de treinamento e capacitação em boas práticas para o uso seguro do R-717 no setor de refrigeração industrial.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral desse projeto é criar e aperfeiçoar as capacidades nacionais relacionadas à capacitação/treinamento de profissionais no uso seguro do fluido refrigerante R-717, principalmente no setor de serviços, e assim ampliar o uso dessa substância no setor de refrigeração industrial, além de demonstrar sua aplicabilidade em outros setores, com base nos seguintes elementos estratégicos:

- Estimular o uso do R-717 como fluido alternativo ao HCFC-22;
- Criar capacidades institucionais para a capacitação de 600 técnicos de refrigeração em boas práticas para identificação e contenção de vazamentos do fluido refrigerante R-717 para refrigeração industrial, incluindo a modernização de um laboratório de treinamento;
- Aumentar a conscientização do setor de serviços por meio da divulgação das boas práticas e de tecnologias alternativas de zero PDO e baixo impacto para o sistema climático global;
- Introduzir o uso seguro e eficiente de fluido refrigerante alternativos de zero PDO e de baixo impacto para o sistema climático global para o setor de refrigeração industrial, e demonstrar a aplicação do R-717 também no setor de refrigeração comercial e ar condicionado;
- Apresentar e divulgar os requisitos necessários para o manuseio de forma segura e os ganhos em eficiência energética na aplicação industrial do R-717;
- Aumentar o número de profissionais capacitados para operar sistemas com R-717 e, assim, estimular a adoção desta alternativa nos setores de refrigeração industrial, comercial e ar condicionado;
- Eliminar o consumo brasileiro de 263,13 t HCFC-22 (14,47 t PDO).

A capacitação de técnicos do setor de refrigeração industrial é um pilar fundamental na adoção de tecnologias alternativas de baixo impacto ao sistema climático global. Desta forma, o projeto proposto será uma importante ferramenta para ampliar o uso da amônia em sistemas de baixa carga, não só no setor industrial, mas também no setor de refrigeração comercial e de ar condicionado. A partir da experiência obtida neste projeto, poderão ser identificadas novas regiões do país que possuem demanda de capacitação no setor de refrigeração industrial.

Os resultados gerados serão amplamente divulgados e poderão ser utilizados como fonte de informação para o setor industrial no que diz respeito a adoção da amônia como fluido refrigerante em sistemas de baixa carga.

3. ATIVIDADES PROPOSTAS

Para a implementação do PBH – Etapa III e a fim de assegurar o sucesso na redução do consumo dos HCFCs no longo prazo é indispensável que se invista no treinamento e na capacitação específica de mecânicos e técnicos de refrigeração industrial para que tenham condições adequadas de lidar com a amônia como fluido refrigerante. Sem disponibilidade de mão de obra qualificada para o manuseio seguro dessa substância, os usuários finais não avançarão ou avançaram de forma lenta na adoção de fluidos refrigerantes naturais.

O projeto se propõe a realizar a adequação de um laboratório para a capacitação e treinamento de engenheiros, técnicos e mecânicos de refrigeração industrial sobre o uso do fluido refrigerante R-717. O projeto viabilizará a aquisição de equipamentos e ferramentas necessárias ao laboratório de treinamento prático, por exemplo: *chiller* de amônia de baixa carga, sistema de bombeamento, uma câmara fria, ferramentas, componentes (compressores, válvulas, etc.), kits de segurança pessoal e coletiva e itens de primeiros socorros, para que os alunos possam desenvolver habilidades, tais como:

- Identificar o funcionamento dos sistemas de refrigeração industrial e seus componentes para definir as etapas de manutenção;
- Identificar os tipos de degelo utilizados em sistemas de refrigeração industrial que utilizam amônia como fluido refrigerante;
- Desmontar e montar compressor alternativo aberto e atender as recomendações do manual do fabricante;
- Reconhecer as propriedades físicas e químicas da amônia;
- Reconhecer os procedimentos de segurança de trabalho na manutenção de sistemas de refrigeração industrial que utilizam amônia como fluido refrigerante;
- Identificar os tipos de equipamentos de proteção individual e coletiva e características da instalação em sistemas de refrigeração industrial que utilizam amônia como fluido refrigerante;
- Realizar carga de amônia e de óleo em sistema de refrigeração industrial, em atendimento às recomendações do manual do fabricante e normas técnicas vigentes;
- Realizar procedimento de remoção de gases não condensáveis e umidade em sistemas de refrigeração industrial;
- Realizar procedimento de manutenção e manobra em válvulas de controle e bloqueio de sistemas de refrigeração industrial;
- Realizar testes e ajustes em sistemas de refrigeração industrial e atender as recomendações do manual do fabricante;
- Seguir as orientações do manual do fabricante para realizar procedimentos de manobra em componentes de sistemas de refrigeração industrial;
- Seguir as normas de saúde e segurança no trabalho vigentes, para realizar procedimentos de operação em sistemas de refrigeração industrial que utilizam amônia como fluido refrigerante;
- Conhecer aplicações com amônia no setor de refrigeração comercial e ar condicionado;
- Conhecer e aplicar as normas do setor;
- Conhecer e aplicar os procedimentos de primeiros socorros.

Os fabricantes dos equipamentos deverão prestar serviços de instalação e comissionamento dos sistemas e treinamento dos treinadores do laboratório onde ocorrerão os treinamentos, e serão

responsáveis pela manutenção do sistema durante o período de garantia dos equipamentos, que deverá ser de, no mínimo, um ano.

a) Instituição Beneficiária

São requisitos da instituição beneficiária possuir capacidade técnica, experiência prévia com amônia, infraestrutura de ensino, infraestrutura física para receber os equipamentos e manifestar disponibilidade para iniciar projeto.

Para a seleção da escola profissionalizante a ser contratada para a realização dos cursos de capacitação sobre as boas práticas de refrigeração para o setor de refrigeração industrial com a utilização de sistema de refrigeração de amônia de baixa carga, será publicado edital de manifestação de interesse contendo os critérios de elegibilidade e de classificação.

b) Material didático

Será elaborado material didático e roteiro contendo a programação das atividades teóricas e práticas.

Para isto serão contratados especialistas nacionais e internacionais com conhecimento do tema, bem como serão consideradas as experiências e materiais já desenvolvidos em etapas anteriores do PBH.

c) Capacitação do corpo técnico

O Programa adotará a abordagem “Treinamento dos Treinadores”, no qual instrutores da instituição de ensino selecionada serão capacitados por especialistas nacionais e internacionais. Os instrutores serão selecionados pela escola profissionalizante contratada.

d) Adequação do laboratório prático

Com o objetivo de realizar as atividades práticas e permitir aos alunos praticarem e adquirirem habilidades durante o treinamento, o Programa prevê a adequação de um laboratório para realização da capacitação em sistemas refrigeração industrial.

O projeto prevê o fornecimento de equipamentos de demonstração (kits práticos), assim como ferramentas, itens de segurança e materiais consumíveis para realização das atividades práticas. Os principais itens são:

- *Chiller* de amônia de baixa carga;
- Sistema de bombeamento de fluido secundário;
- Câmara fria;
- Ferramentas para manuseio da amônia;
- Kit de componentes para realização de atividades práticas (compressores, válvulas, etc.);
- Kits de segurança pessoal, coletiva e primeiros socorros;
- Sistema de monitoramento da instalação;
- Adequação da infraestrutura civil e elétrica;
- Execução de projetos de refrigeração, civil e elétrico;
- Equipamentos de ar condicionado e refrigeração comercial para demonstração de aplicação nestes setores.

Visando demonstrar outras aplicações em diferentes faixas de temperatura, deverão ser adquiridos também um equipamento de ar condicionado e dois de refrigeração, podendo ser um *fan coil*, uma máquina de gelo, um expositor para supermercado, dentre outras opções, a fim de demonstrar a viabilidade da aplicação da amônia nos demais setores.

e) Treinamento e capacitação em refrigeração industrial

O treinamento contemplará a capacitação em boas práticas de instalação, operação, manutenção, incluindo práticas de carga e recolhimento de fluido refrigerante e a detecção de vazamentos, para o uso seguro do R-717.

Por meio destas atividades de capacitação, espera-se capacitar 600 técnicos de refrigeração industrial em boas práticas e no uso seguro da amônia, a fim de facilitar a transição dos HCFCs para tecnologias de zero PDO e baixo impacto para o sistema climático global.

4. ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A componente de assistência técnica é um item fundamental e complementar do componente de capacitação, pois auxiliará o setor de refrigeração industrial na adoção de soluções de baixo impacto ao sistema climático global e, também, atuará como uma atividade complementar no incentivo ao setor de refrigeração comercial e ar condicionado quanto à adoção de fluidos naturais.

Como forma de incrementar a informação técnica, é proposta uma atividade de suporte aos treinamentos executados, através da elaboração de materiais informativos e audiovisuais relativos à utilização da amônia como fluido refrigerante para o setor de refrigeração industrial.

É indispensável manter as normas técnica sobre utilização da amônia como fluido refrigerante atualizadas. Desta maneira, o projeto apoiará a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), no âmbito do CB-55 (Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) da ABRAVA, na adoção de normas específicas para o manuseio seguro do R-717.

É proposto a realização de três workshops, sendo dois para capacitação sobre normas e segurança e um workshop para disseminação de resultados. Os eventos contarão com a participação de entidades reguladoras, fabricantes, consultores, projetistas, corpo de bombeiros, técnicos, prestadores de serviço e usuários finais. Esta atividade visa sanar uma das barreiras identificadas para adoção desta solução, que é a falta de conhecimento das normas disponíveis, como requisitos de segurança necessários, e apresentar os resultados e lições aprendidas durante os treinamentos para o setor de refrigeração industrial e demais escolas técnicas.

Para fins de divulgação, os treinamentos serão acompanhados durante sua implementação, com visitas técnicas, que resultarão na elaboração de material audiovisual incluídos filmagens, fotografias e depoimentos dos professores e alunos. Todos os materiais elaborados no âmbito do projeto, tais como material didático e apresentações de workshops, serão disponibilizados para o setor através de um website.

5. CUSTOS

A SER NEGOCIADO COM O FML

6. CRONOGRAMA

A Tabela 2 apresenta o cronograma de implementação do projeto de capacitação.

Tabela 2 – Cronograma.

Atividades de demonstração	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Contratação da escola	X	X																		
Adequação dos laboratórios			X	X	X	X	X	X												
Elaboração de material didático	X	X	X	X	X	X	X	X												
Treinamento dos Treinadores							X	X												
Treinamento de alunos									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Workshop de Capacitação		X										X							X	
Disseminação dos resultados												X				X			X	
Suporte Elaboração de Normas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monitoramento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ANEXO 8 – COMPONENTE 5: PROJETOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E DEMONSTRATIVOS PARA OS SUBSETORES DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL

PROJETO PARA O SETOR DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o setor supermercadista é o maior consumidor de fluidos refrigerantes do País. Levantamentos realizados indicam a existência de cerca de 52.309 supermercados que ainda possuem equipamentos de refrigeração com o fluido refrigerante HCFC-22, com carga instalada estimada superior a 2.379 toneladas de HCFC-22. Nas instalações antigas predomina o conceito de expansão direta, caracterizado por elevada carga de fluido refrigerante, enquanto nas instalações novas predominam os sistemas de expansão indireta, com carga reduzida.

No contexto atual, uma parcela significativa dos equipamentos de refrigeração comercial para supermercados é formada por sistemas centralizados com uso de fluido secundário e expositores incorporados (*self*), que além dos fluidos refrigerantes sintéticos tem adotado os naturais e promovido uma redução da carga de fluido refrigerante. Os principais fluidos refrigerantes sintéticos adotados em substituição ao HCFC-22 pelo setor são o R-404A, o HFC-134a e o R-410A. Tratando-se de fluidos naturais, as principais alternativas são o R-744 (CO₂) e o R-290. Em 2023, registrou-se aproximadamente 60 lojas operando com sistemas de CO₂ na condição transcrítica, mas restritas a apenas duas redes supermercadistas, e mais de 550 instalações na condição subcrítica. O projeto demonstrativo com R-290, implementado na Etapa II do PBH, foi bem recebido pelo setor supermercadista e, em 2023, foram registradas 13 instalações em cinco diferentes redes de supermercados, localizadas nas Regiões Sul e Sudeste do país.

Com a proximidade do ano 2030, que marca o prazo de eliminação de 97,5% do consumo de HCFCs, os fluidos refrigerantes alternativos precisam ser avaliados considerando não apenas os aspectos econômicos, mas também os aspectos técnicos e ambientais. Dentre as opções disponíveis, os HFCs são considerados a alternativa mais acessível com disponibilidade no curto/médio prazo, entretanto, serão alvo de ações para redução do consumo em virtude da Emenda de Kigali, que estabelece o controle do consumo dessas substâncias e a redução escalonada nos próximos anos.

Neste contexto, levando em consideração os aspectos técnicos e ambientais, os fluidos naturais são vistos como as alternativas promissoras de longo prazo, tanto devido ao reduzido impacto ao sistema climático global como por possuírem excelentes propriedades termodinâmicas. Entretanto, é preciso levar em conta as propriedades e particularidades de cada aplicação. O R-290 (HC) é inflamável, o R-744 (CO₂) opera com elevadas pressões, e o R-717 (amônia) é tóxico. Além dessas opções, a indústria química tem buscado introduzir no mercado as substâncias denominadas hidrofluorolefinas (HFOs) que, por ainda serem substâncias químicas relativamente novas, apresentam custos elevados com relativa baixa aceitação no setor.

Atualmente, um conceito que tem apresentado uma relação custo-benefício atrativa ao setor supermercadista e que tem sido amplamente utilizado no Brasil é a utilização de um resfriador

de líquido (*chiller*) em um sistema de expansão indireta. Neste sistema, também conhecido como sistema remoto, o circuito de refrigeração fica restrito a uma casa de máquinas ou uma cobertura da instalação, sendo responsável por resfriar um fluido secundário, geralmente o glicol, que é utilizado para condensar o CO₂ na condição subcrítica, resfriar câmaras frigoríficas de resfriados e adentrar ao salão de vendas para resfriar os expositores de produtos resfriados. Já o sistema de CO₂ atende à demanda de congelados das câmaras frias e dos expositores de congelados. A Figura 1 ilustra a configuração descrita acima.

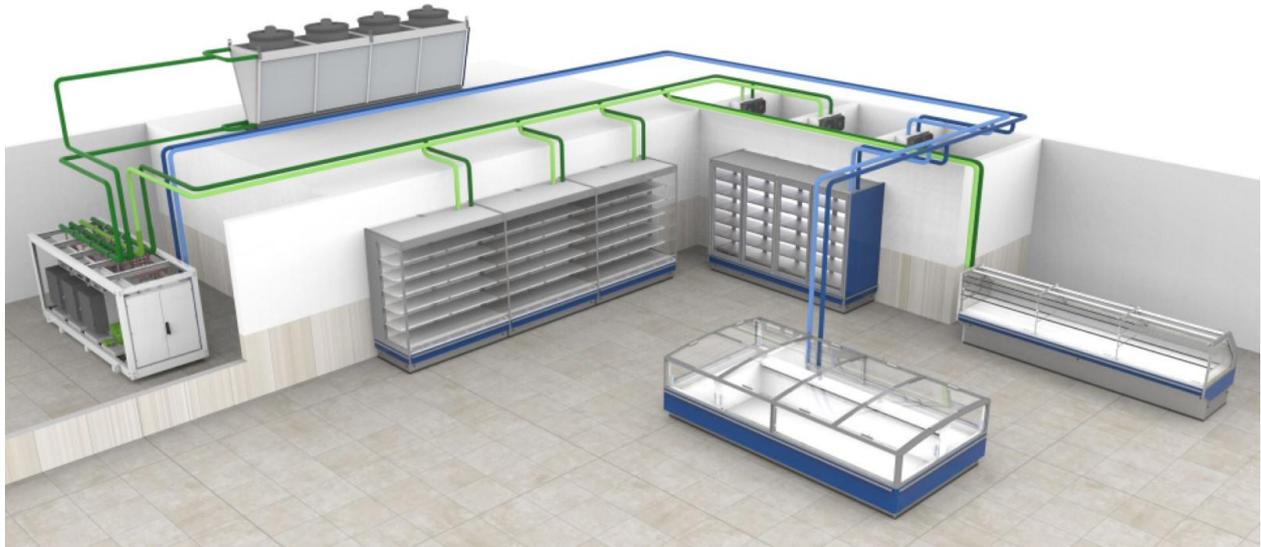


Figura 1 - Esquema de um supermercado (Fonte: Eletrofrío).

Sobre experiências anteriores relacionadas a esta alternativa destaca-se que, durante a Etapa II do PBH, duas empresas que atuam na manufatura de equipamentos de refrigeração comercial desenvolveram *chillers* modulares utilizando o fluido R-290. A área de carga de cada empresa foi convertida para o manuseio seguro do R-290 e, em seguida, os equipamentos fabricados foram testados em dois supermercados. Apesar dos projetos terem conceitos similares, na prática os equipamentos de refrigeração desenvolvidos foram distintos, enquanto uma empresa optou por desenvolver um equipamento voltado para lojas médias ou grandes, com condensação a água, para ser instalado em uma casa de máquinas fechada; a segunda empresa optou por desenvolver um equipamento para lojas médias/pequenas, com condensação a ar, a ser instalado em uma casa de máquinas aberta ou na cobertura de um supermercado. Porém, ambas as empresas optaram por utilizar baixa carga de R-290 em cada módulo. Enquanto a primeira utilizou 1,9 kg, a segunda empresa utilizou 1,04 kg.

Os testes dos equipamentos desenvolvidos foram realizados em dois supermercados por meio da componente demonstrativa da Etapa II do PBH. A Figura 2 apresenta os *chillers* desenvolvidos.



Figura 2 - Chillers desenvolvidos pela Etapa 2 do Projeto PBH. (a) Projeto Eletrofrio, (b) Projeto Plotter Racks

Considerando que este tipo de alternativa, com uso do fluido refrigerante propano para o setor supermercadista, foi identificada como sendo pertinente e promissora, há necessidade de incentivo para a sua adoção e disseminação no setor. Assim, a implementação de projetos demonstrativos com *chillers* modulares com carga de fluido refrigerante alternativos de baixo GWP e zero PDO em diferentes regiões do país permitirá a difusão desta tecnologia, disseminando de forma ampla e abrangente o uso de fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP no setor supermercadista.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste projeto é ampliar o uso de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO na rede supermercadista em diferentes regiões do país, no conceito de expansão indireta, com a instalação de *chillers* modulares de condensação a ar com carga de fluido refrigerante superior a três (3) kg por módulo e, assim, apresentar ao setor uma solução de baixa carga de fluido refrigerante e de baixo impacto ao sistema climático global, com boa eficiência energética.

Assim, considerando que o Brasil é um país de dimensões continentais, dividido em cinco regiões distintas e diversificadas entre si, tanto no que se refere aos aspectos relacionados à temperatura e umidade quanto aos aspectos relacionados ao nível de desenvolvimento econômico e social, incluindo a disponibilidade de mão de obra qualificada, propõe-se a implementação de oito projetos demonstrativos, preferencialmente um em cada região do país. Devido à concentração dos supermercados que ainda utilizam o HCFC-22 nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil, no qual estima-se que possuam juntas mais de 65% das lojas com HCFC-22, propõe-se que estas regiões recebam três projetos demonstrativos adicionais em estados com alta concentração de lojas com HCFC-22.

Por meio das atividades demonstrativas, espera-se:

- Ampliar o uso de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO em sistemas de refrigeração no setor supermercadista;
- Estimular que fabricantes desenvolvam equipamentos de refrigeração com fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO;

- Promover a substituição do HCFC-22 no subsetor de refrigeração comercial, principalmente no setor supermercadista;
- Reduzir o consumo do HCFC-22 no setor de serviços;
- Demonstrar a viabilidade técnica e econômica da utilização de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO (média temperatura e baixa temperatura) em equipamentos de refrigeração comercial destinados ao setor supermercadista, em diferentes condições climáticas e em diferentes regiões brasileiras;
- Disseminar informações e conscientizar o setor supermercadista sobre as soluções de fluidos refrigerantes de baixo impacto ao sistema climático global; e
- Eliminar o consumo brasileiro de 568,44 t de HCFC-22 (31,26 t PDO).

3. POTENCIAL DE EXPANSÃO DE TECNOLOGIA

A experiência adquirida com o projeto demonstrativo com R-290, implementado no âmbito da Etapa II do PBH, demonstrou que o processo de introdução de uma nova tecnologia requer tempo de internalização e demanda um esforço conjunto do setor de refrigeração, envolvendo atividades de regulação, fabricantes de equipamentos, associações, usuários finais e centros de treinamento e capacitação de técnicos.

O cenário atual é propício para a expansão de soluções com fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO, uma vez que um número significativo de supermercados deverá ser convertido nos próximos anos e tendem a buscar tecnologias alternativas de longo prazo, caso elas sejam competitivas em relação às alternativas de curto e médio prazo, que estão facilmente disponíveis. Nesse contexto, também é sabido que os principais fabricantes nacionais de equipamentos de refrigeração comercial para o setor supermercadista possuem capacidade técnica para disponibilizar soluções com fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO aos seus clientes, mas é preciso ampliar o alcance dessas tecnologias e sensibilizar o setor sobre os benefícios econômicos, sociais e ambientais associados. Por fim, os custos das tecnologias alternativas tendem a reduzir e se tornar mais acessível ao setor à medida que novas instalações sejam demandadas e instaladas.

O diagnóstico do setor de refrigeração comercial indicou que as associações de supermercados são representativas e atuantes, com acesso e influência sobre os supermercadistas brasileiros. Assim, as atividades propostas incluirão a participação dessas associações com o objetivo de auxiliar o setor no papel de disseminador de informação para conscientização sobre as demandas ambientais, disponibilidade de fluidos refrigerantes, eficiência energética, aspectos técnicos e comerciais relacionados aos sistemas de refrigeração com fluidos refrigerantes de baixo impacto ao sistema climático global.

A reprodutibilidade dessa atividade será fortalecida no sentido de que a capacitação de profissionais do setor de refrigeração comercial é um pilar fundamental na adoção de tecnologias alternativas. Neste contexto, as atividades de formação e capacitação de técnicos e engenheiros realizadas no País no âmbito do PBH, para o manuseio adequado e seguro de fluidos refrigerantes de zero PDO e baixo GWP, serão expandidas nos próximos anos e contribuirão para a ampliação e consolidação de tecnologias ambientalmente adequadas ao setor de refrigeração comercial.

Desta forma, o projeto demonstrativo proposto será uma ferramenta fundamental para a expansão de tecnologias alternativas de baixo impacto ao sistema climático global, que serão

avaliadas em diferentes regiões do país, permitindo comparar cenários socioambientais de contextos distintos. Os resultados gerados serão amplamente divulgados e servirão como fonte de consulta para o setor supermercadista no que diz respeito à adoção de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO.

4. ATIVIDADES PROPOSTAS

Propõe-se realizar atividades demonstrativas de instalação de sistemas de expansão indireta à base de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO, com condensação a ar e cargas superiores a três (3) kg por módulo, em oito usuários finais (supermercados), abrangendo preferencialmente as cinco regiões brasileiras.

Os usuários finais deverão adotar um conceito que consiste no uso de 100% de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO no supermercado, obedecendo os seguintes critérios:

- *Chillers* modulares de condensação a ar com fluido refrigerante de baixo GWP e zero PDO resfriarão um fluido secundário (por exemplo, glicol), que atenderá expositores e câmaras frias de média temperatura e condensará o CO₂ (R-744);
- Unidades condensadoras com R-744, condensadas pelo fluido secundário glicol, que atenderão balcões e câmaras frias de baixa temperatura;
- Expositores incorporados (*self*) de resfriados e congelados usarão o fluido refrigerante R-290.

O projeto viabilizará, para cada supermercado beneficiário, a aquisição e instalação de até três módulos de *chillers* e do sistema de bombeamento do fluido secundário. Este pacote será suficiente para suprir a demanda de carga térmica de resfriados e condensar o sistema de R-744 de um supermercado de médio porte, conforme o conceito de loja descrito anteriormente e proposto para esse projeto.

Prevê-se que o benefício disponibilizado pelo Projeto represente cerca de 30% do valor necessário para a conversão total do sistema de refrigeração comercial de um supermercado de médio porte. Assim, o investimento restante, que contemplará a aquisição de novos módulos (no caso de supermercados maiores), unidades condensadoras com R-744 e balcões *self*, incluindo outros equipamentos e componentes necessários para o projeto de conversão tecnológica, será de responsabilidade do próprio beneficiário.

Ademais, a adequação da infraestrutura necessária incluindo, mão de obra, obra civil e elétrica, obtenção de licenças e alvarás de funcionamento, será de inteira responsabilidade do supermercadista.

O fabricante do equipamento deverá prestar serviço de instalação e comissionamento dos módulos e será responsável pela manutenção e monitoramento do sistema durante o período de garantia do equipamento, que deverá ser de, no mínimo, um ano.

Com a finalidade de obter dados comparativos relacionados a diferentes sistemas de refrigeração, as instalações do sistema de refrigeração dos supermercados beneficiários serão monitoradas em relação ao seu desempenho por um período de pelo menos quatro meses, sendo dois meses na etapa de pré-conversão, ou seja, com o sistema de refrigeração original, e dois meses na etapa pós-conversão, quando o sistema com novo fluido refrigerante estiver em operação.

PLANO DE DESCARTE DOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos que utilizam HCFC-22 deverão ser inutilizados e encaminhados para a destinação final ambientalmente adequada, incluindo o tratamento adequado do HCFC-22 para a sua reutilização ou destruição.

4.1 REDES SUPERMERCADISTAS

A Tabela 1 apresenta uma lista de redes supermercadistas que possuem lojas com HCFC-22 e que demonstraram interesse em participar do projeto. Essas redes supermercadistas foram identificadas no âmbito de pesquisa realizada no Brasil e atendem aos critérios de: serem 100% nacionais; possuírem lojas de médio porte que utilizam o HCFC-22 no sistema de refrigeração; e estarem aptas a receber a solução de refrigeração proposta neste projeto.

Para início da execução do projeto, a UNIDO publicará manifestação de interesse estabelecendo os critérios mínimos para a seleção dos supermercados beneficiários.

Tabela 1 – Redes supermercadistas.

#	Rede supermercadista	Quantidade estimada de lojas com R-22	Carga estimada de R-22 (kg)
1	Mercantil Nova Era	11	4.407
2	Líder Comércio e Indústria	11	12.573
3	A.C.D.A. Importação e Exportação	6	1.993
4	Frangolândia Supermercados	5	2.500
5	Supermercado Nordesteão	5	3.346
6	SDB Comércio de Alimentos	32	19.113
7	Atacadão Dia a Dia	13	13.136
8	DelMoro Supermercados	6	2.000
9	ABV Comércio de Alimentos	10	3.023
10	Costa Atacadão	4	3.123
11	Savegnago Supermercados	23	7.762
12	Extrabom Supermercados	13	5.200
13	Supermercado Alvorada	17	5.950
14	Supermercados BH	105	24.486
15	Koch Supermercados	19	10.314
16	Irmãos Muffato	35	23.655
17	Condor Supermercados	23	17.967
18	Cia Beal de Alimentos (Festval)	10	2.612

5. ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A componente de assistência técnica é um item fundamental e complementar desse componente demonstrativo. A assistência técnica visa auxiliar o setor supermercadista na adoção de soluções de baixo impacto ao sistema climático global e é proposta como uma atividade para ajudar o setor supermercadista a implementar de forma segura e obter resultados confiáveis dos equipamentos instalados.

Para isso, é proposta uma atividade inicial de informação, para apresentar as alternativas disponíveis e as questões técnicas e operacionais envolvidas na utilização de fluidos refrigerantes de baixo GWP e PDO = 0, e uma atividade de conclusão do projeto, para apresentação e divulgação dos resultados obtidos. Também serão realizadas ações

intermediárias, com conteúdo técnico, dirigidas às associações supermercadistas da respectiva região, associados e prestadores de serviço. Essas atividades são informadas a seguir:

- **Atividade Inicial:** realização de reunião com as associações supermercadistas e associados, para apresentação do projeto, no formato virtual e/ou presencial;
- **Atividades Intermediárias** (a ser realizada durante a execução do projeto): realização de um (01) workshop por região, totalizando cinco (05) workshops, dirigidos às associações supermercadistas da respectiva região, associados e prestadores de serviços (manutenção, instalação). A agenda de trabalho, formulada com a colaboração dos supermercados participantes, será voltada exclusivamente para o objetivo do projeto, e contará também com a apresentação de resultados e compartilhamento de lições aprendidas durante a implementação. Os workshops poderão ter a cooperação, e colaboração, dos fornecedores de componentes e equipamentos. Neste período intermediário, serão realizadas ações de monitoramento e registro do projeto, utilizando fotos e vídeos das instalações;
- **Atividade Final:** realização de reunião com as associações supermercadistas, associados prestadores de serviço (manutenção, instalação) e os responsáveis pelos supermercados executores do projeto, no formato virtual e/ou presencial, para apresentação e divulgação dos resultados.

Os projetos serão monitorados durante a implementação, com visitas técnicas que resultarão na coleta de dados e elaboração de fichas técnicas, por supermercado, para apresentação de resultados. Durante as visitas será elaborado material audiovisual das conversões, incluindo filmagens, fotografias e depoimentos dos principais atores envolvidos no processo de conversão. Esse material servirá de base para elaboração dos workshops propostos pelo projeto e para publicações dos resultados em revistas, feiras e websites voltados para o setor supermercadista.

6. CUSTOS

A SER NEGOCIADO COM O FML

7. CRONOGRAMA

A Tabela 3 apresenta o cronograma de implementação do projeto.

Tabela 3 – Cronograma de implementação do Projeto

Atividades de demonstração	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Seleção de supermercados	X				X				X				X							
Adequação da loja e fabricação dos equipamentos		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X				
Monitoramento Conversão			X	X	X	X			X	X	X	X			X	X	X	X		
Instalação dos equipamentos nos usuários finais				X				X				X				X				
Divulgação do projeto e disseminação dos resultados	X	X					X	X			X	X			X	X			X	X
Monitoramento		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

PROJETO PARA O SETOR DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de refrigeração industrial são caracterizados por equipamentos com capacidade de refrigeração entre 100 kW a 10 MW, que normalmente operam em temperaturas de evaporação de -50°C a $+20^{\circ}\text{C}$. Os sistemas industriais caracterizam-se pela complexidade do projeto e pela natureza da instalação. O tamanho exato do mercado de refrigeração industrial é difícil de avaliar devido à ampla gama de aplicações existentes.

No Brasil, ainda existem muitas instalações que utilizam o HCFC-22, majoritariamente, com cerca de 20 anos de idade que precisarão ser substituídas em um futuro muito próximo, seja pelo final da vida útil dos equipamentos, por falta de componentes, pelos custos de manutenção e operação, ou por questões ambientais. Assim, durante estudo sobre o setor de refrigeração industrial, foi identificado que muitas empresas estão migrando para alternativas transitórias, com a adoção de equipamento com fluidos refrigerantes HFCs, principalmente, o R-404A, HFC-134a, R-410A e R-407C. influenciadas por diversos fatores. entre eles a falta de conhecimento sobre alternativas ambientalmente adequadas que utilizam fluidos refrigerantes naturais ou de baixo GWP, por questões de custos e pela disponibilidade de tecnologias.

A amônia (R-717) é o principal fluido alternativo natural utilizado no setor de refrigeração industrial, sendo empregada especialmente na indústria alimentícia, frigorífica, de bebidas, farmacêuticas e no agronegócio.

Devido a sua toxicidade e pelo fato de os sistemas mais antigos utilizarem elevadas carga de amônia, estimada em 13,5 kg/TR (tonelada de refrigeração), resultando em plantas com muitas restrições de segurança, muitos usuários finais passaram a evitar o uso desta alternativa. Acrescenta-se a isso o baixo conhecimento técnico do setor, a carência de mão de obra qualificada, o medo de vazamentos e a dificuldade de se obter licenças para operar com este fluido refrigerante em algumas regiões.

A estratégia da Etapa III do PBH prevê o desenvolvimento de um projeto piloto para demonstrar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso da amônia como fluido refrigerante em sistemas industriais de refrigeração com baixa carga (cerca de 0,4 kg amônia/TR), a partir da conversão de três usuários finais.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste projeto é apoiar o uso da amônia como fluido refrigerante no setor industrial, com a instalação de *chillers* de baixa carga, e, assim, apresentar ao setor os resultados de uma solução de zero PDO, baixo GWP e excelente eficiência energética.

Por meio das atividades demonstrativas, espera-se:

- Incentivar o uso dos fluidos refrigerantes naturais em sistemas de refrigeração no setor industrial;
- Promover a substituição do HCFC-22 no subsetor de refrigeração industrial;
- Reduzir o consumo do HCFC-22 no setor de serviços;
- Demonstrar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da solução R-717 com baixa carga de fluido refrigerante no setor industrial;
- Conscientizar o setor sobre os aspectos de segurança de sistemas com R-717;
- Conscientizar o setor sobre as soluções de fluidos refrigerantes de baixo impacto ao sistema climático global; e
- Eliminar o consumo brasileiro de 430,83 t de HCFC-22 (23,70 t PDO).

3. POTENCIAL DE EXPANSÃO DE TECNOLOGIA

A experiência adquirida com os projetos demonstrativos implementados no âmbito da Etapa II do PBH mostrou que o processo de introdução de uma nova tecnologia requer tempo para ser internalizado e demanda um esforço conjunto do setor de refrigeração, envolvendo atividades de regulação, fabricantes de equipamentos, associações, usuários finais e centros de treinamento e capacitação de técnicos.

A amônia é um fluido refrigerante usado desde o início da refrigeração, possui excelente eficiência energética, porém devido a sua toxicidade e inflamabilidade (classificação de segurança B2L) foi preterida diante da expansão do HCFC-22.

No cenário atual há uma tendência de migração dos sistemas antigos para os HFCs de alto GWP, mesmo sendo de conhecimento geral que são alternativas de médio e curto prazo. Entretanto, este momento se mostra como oportuno para a expansão de soluções com fluidos de baixo GWP e zero PDO, consideradas de longo prazo, com destaque para os sistemas de amônia de baixa carga, devido a sua eficiência energética e confiabilidade.

O projeto demonstrativo proposto, que será executado em paralelo com atividades de capacitação quanto à aplicação das boas práticas de manuseio da amônia, será uma ferramenta fundamental para a divulgação e fortalecimento da solução com amônia de baixa carga no setor de refrigeração industrial. As atividades demonstrativas servirão de modelo para o setor, apresentando informações relativas à segurança, confiabilidade, eficiência e fatores ambientais. Essas atividades também poderão impulsionar o mercado na adoção desta alternativa e reduzir o interesse pelos fluidos refrigerantes de alto GWP. As lições aprendidas servirão como referencial para proposição de atividades futuras e para o direcionamento do setor de refrigeração industrial brasileiro. Os resultados gerados serão amplamente divulgados e poderão ser utilizados como fonte de informação pelo setor no que diz respeito a adoção de fluidos refrigerantes de baixo GWP e zero PDO.

4. ATIVIDADES PROPOSTAS

Propõe-se realizar atividades demonstrativas de substituição do fluido refrigerante HCFC-22 pela amônia, contemplando um setor de uma instalação industrial, no qual a casa de máquina passará por um *retrofit* para a utilização adequada e segura do R-717.

O projeto apoiará, para cada beneficiário, a aquisição e instalação de um novo sistema de refrigeração, composto por *chillers* com R-717 de baixa carga, e a substituição do sistema de bombeamento do fluido secundário, instalação de pacote de segurança para monitoramento da casa de máquinas, aquisição de kits de primeiros socorros e treinamento de técnicos.

Deverão ser instalados dois ou três *chillers* de amônia de baixa carga com condensação a ar, que funcionarão em regime 2+1 ou 1+1 e assim atenderão ao conceito de modularidade, propiciando segurança à operação. O sistema de bombeamento do fluido secundário será dimensionado de acordo com o projeto do sistema instalado e contribuirá na melhora da eficiência da instalação.

Por se tratar de um fluido tóxico e levemente inflamável (classificação de segurança B2L), a amônia requer aspectos de segurança adicionais quando comparado com instalações convencionais, sendo necessária uma adequação na infraestrutura civil e elétrica das casas de máquinas. A casa de máquinas deverá ser adequada para receber apenas o sistema de refrigeração por amônia e seus equipamentos auxiliares, não havendo quaisquer outros equipamentos ou dispositivos que não façam parte desse sistema ou que tenham superfícies com temperaturas elevadas. O layout da casa de máquinas deve propiciar um espaço suficiente para permitir o acesso aos equipamentos para fins de manutenção e todas as saídas devem estar em acordo com todas as normas e regulamentos municipais, estaduais ou federais.

A casa de máquinas deverá ter sistema de alarme visual e sonoro, com sensores fixos. O sistema de proteção contra incêndio deverá ser adequado conforme as normas do corpo de bombeiro. Devido ao risco de exposição, deverão ser instalados chuveiros e torneiras de emergência. A instalação elétrica deverá ser adequada, sendo utilizados componentes elétricos classificados para tal aplicação.

Devido às intervenções listadas acima, será necessária a realização de projetos de refrigeração, mecânico, elétrico e civil. As instalações receberão kits de primeiros socorros e treinamentos de resposta em caso de vazamento. As equipes operacional e de engenharia da fábrica também serão capacitadas para operar o sistema.

Modificações necessárias quanto à substituição de tubulações, evaporadores e outros equipamentos, bem como adequação de infraestrutura civil e elétrica, que façam parte do sistema de refrigeração, e a obtenção de licenças e alvarás de funcionamento, serão de inteira responsabilidade do usuário final.

O fabricante dos *chillers* de amônia deverá prestar serviço de instalação e comissionamento dos equipamentos, e será responsável pela manutenção e monitoramento do sistema durante o período de garantia do equipamento, que deverá ser de, no mínimo, um ano.

Os beneficiários do projeto serão empresas do setor de refrigeração industrial que possuam instalações com o fluido HCFC-22. As empresas serão selecionadas por meio de manifestação de interesse e deverão estar em conformidade com todas as obrigações relacionadas à legislação

ambiental brasileira, no que couber, incluindo as normas técnicas, e atender aos seguintes critérios:

- a. Possuir instalação em operação com o fluido HCFC-22;
- b. Possuir capital nacional ou de país A-5;
- c. Ter sido estabelecida até 21 de setembro de 2007.

PLANO DE DESCARTE DOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos que utilizam HCFC-22 deverão ser inutilizados e encaminhados para a destinação final ambientalmente adequada, incluindo o tratamento adequado do HCFC-22 para a sua reutilização ou destruição.

5. ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A componente de assistência técnica é um item fundamental e complementar desse componente demonstrativo. Ela visa auxiliar o setor de refrigeração industrial na adoção de soluções de baixo impacto ao sistema climático global com baixa carga de fluido refrigerante. Para isso, inicialmente será proposta uma atividade de informação e capacitação, para demonstrar a segurança e viabilidade técnica, econômica e ambiental na adoção da amônia como fluido refrigerante. Serão propostas atividades voltadas para o setor de refrigeração industrial, com foco na mobilização do setor e na apresentação de resultados.

A atividade para mobilização do setor inclui a realização de reuniões e/ou atividades voltadas para as empresas do setor de refrigeração industrial, usuários finais, projetistas e prestadores de serviços. Uma agenda de trabalho será formulada com a colaboração de especialistas do setor, fabricantes de equipamentos, e órgãos reguladores, onde serão abordados todos os aspectos relacionados ao manuseio seguro da amônia, questões regulatórias, ambientais e econômicas relativas à adoção desta substância. Esta atividade será fundamental para mobilizar o setor e identificar empresas beneficiárias aptas para o projeto.

A atividade para disseminação de resultados contará com a realização de reuniões/eventos com usuários finais, associações, prestadores de serviço (manutenção, instalação), fabricantes de equipamentos, especialistas do setor e projetistas, no formato virtual e/ou presencial, para apresentação dos resultados do projeto.

6. CUSTOS

A SER NEGOCIADO COM O FML

7. CRONOGRAMA

A Tabela 2 apresenta o cronograma de implementação do projeto.

Tabela 2 – Cronograma de implementação do Projeto

Atividades de demonstração	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Reuniões com as partes interessadas. comitê de coordenação e de especialistas	X	X																			
Seleção das Empresas beneficiárias			X	X																	
Adequação da instalação e instalação dos equipamentos de refrigeração					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Capacitação das Equipes Técnicas					X				X				X								
Divulgação do projeto e disseminação dos resultados																	X	X			
Monitoramento		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

ANEXO 9 – COMPONENTE 8: PROJETO PARA O SETOR DE SERVIÇOS EM RAC COM FOCO NOS SUBSETORES DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E AR CONDICIONADO RESIDENCIAL (ABORDAGEM VOLTADA PARA PROFISSIONAIS DE CAMPO)

1. RESUMO

Considerando que 85% do consumo de HCFC-22 ocorre no setor de serviços de refrigeração e ar condicionado, torna-se estratégico continuar e ampliar as atividades de contenção e manuseio seguro de fluidos refrigerantes no setor de serviços na Etapa III do PBH.

É fundamental continuar a fortalecer as capacidades nacionais no setor de serviços de refrigeração e ar condicionado por meio de capacitação de técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas a fim de reduzir o consumo e os vazamentos de HCFCs durante as atividades de instalação, manutenção e reparo. Apesar de que em um futuro próximo não haverá mais produção de novos equipamentos à base de HCFCs, o Brasil possui um parque grande de sistemas de refrigeração comercial e de ar-condicionado à base de HCFC-22 já instalados no País, que necessitam de reparos e manutenções periódicas. Estes equipamentos poderão ser utilizados até o final de sua vida econômica, evitando custos adicionais de uma substituição antecipada em favor de fluidos alternativos de alto GWP, e até que tecnologias de maior eficiência energética e com fluidos refrigerantes de baixo GWP estejam plenamente disponíveis para comercialização e aceitas pelo mercado.

Concomitantemente, o fortalecimento e a criação de novas capacidades nacionais para o uso seguro e eficiente de novas tecnologias de zero PDO e baixo GWP é parte fundamental da estratégia, a fim de superar as barreiras que inibem a utilização de fluidos refrigerantes de baixo GWP em grande escala, garantindo assim, que a eliminação gradual dos HCFCs seja aproveitada como uma oportunidade para introduzir soluções ecologicamente adequadas e eficientes em termos de energia. Geralmente, as alternativas de baixo GWP disponíveis estão associadas à inflamabilidade, toxicidade ou pressão alta de trabalho e os desafios de segurança precisam ser superados para uma ampla introdução e aplicação no mercado. Neste sentido, a introdução de um sistema de qualificação, certificação e registro (QCR) de técnicos/as de refrigeração e climatização mostra-se ser um mecanismo essencial para gerenciar o manuseio seguro de fluidos refrigerantes.

Por meio da implementação das atividades propostas para o setor de serviços na Etapa III do PBH, espera-se a eliminação de 135 t PDO de HCFC-22 até 2030.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral é continuar fortalecendo os resultados já obtidos nas etapas anteriores de eliminação gradual dos HCFCs, por meio de criação, aperfeiçoamento e ampliação das capacidades nacionais no setor de serviços de refrigeração comercial e ar condicionado de pequeno porte com base nos dois seguintes elementos estratégicos principais:

1. conservar os bancos existentes de HCFCs reduzindo o consumo e os vazamentos de fluido refrigerante durante a instalação, manutenção e operação de equipamentos de refrigeração comercial e ar-condicionado de pequeno porte;
2. introduzir o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de zero PDO e de baixo GWP.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Criar, aperfeiçoar e ampliar as capacidades institucionais para a capacitação de 5.000 técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas para melhor contenção de HCFC-22 em sistemas de ar-condicionado e de refrigeração comercial;
- Fortalecer o conceito de recolhimento, reciclagem e reutilização de HCFC-22, a fim de reduzir a demanda por substância virgem e permitir que os equipamentos existentes à base de HCFCs possam ser utilizados até o final de sua vida econômica, evitando custos adicionais de uma substituição antecipada em favor de fluidos alternativos de alto GWP, e até que tecnologias de maior eficiência energética e com fluidos refrigerantes de baixo GWP estejam plenamente disponíveis para comercialização e aceitos pelo mercado;
- Criar e ampliar capacidades institucionais para a capacitação de 8.000 técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas no uso seguro e eficiente de fluidos alternativos de zero PDO e baixo GWP em aparelhos de ar-condicionado de pequeno porte, com a expansão de ao menos um novo estado por região do Brasil, e em sistemas de refrigeração comercial, incluindo a implantação de mais dois centros de treinamento para o uso seguro e eficiente de CO₂ e do HC em sistemas cascata de refrigeração comercial;
- Desenvolver e implementar projeto piloto de Qualificação, Certificação e Registro (QCR) de 80 técnicos/as de refrigeração e climatização;
- Aperfeiçoar e criar, onde necessário, a base normativa para uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes por meio da participação dos comitês de discussões de normas técnicas e legislações pertinentes;
- Ampliar a conscientização das partes interessadas do setor de serviços e dos usuários finais de equipamentos de refrigeração comercial e de ar-condicionados residenciais por meio da divulgação das atividades do PBH, das boas práticas e de tecnologias alternativas de zero PDO e baixo GWP.

3. ATIVIDADES PROPOSTAS

Estima-se que 85% do consumo brasileiro de HCFC-22 ocorra no setor de serviços de refrigeração e ar condicionado. Em 2022, o setor de serviços de refrigeração consumiu 210,26 t PDO de HCFC-22 e o consumo no setor de serviços de ar condicionado correspondeu a aproximadamente 221,93 t PDO.

No subsetor de serviços de refrigeração, a refrigeração comercial é o principal consumidor do HCFC-22 correspondendo a 73,84% do consumo deste subsetor. O volume médio anual de vazamentos estimado em supermercados brasileiros e demais autosserviços corresponde a aproximadamente 80% em relação à carga de gás instalada. Embora alternativas ambientalmente adequadas para a substituição do HCFC-22 em sistemas de refrigeração comercial já estejam sendo disponíveis, tecnologias transitórias (tais como, R-404A, HFC-134a e R-507, entre outros) ainda predominam no mercado. A aplicação de fluidos naturais

ainda não é muito disseminada neste setor no Brasil, em função dos custos iniciais mais elevados e pela falta de profissionais qualificados para o manuseio seguro destas substâncias.

No subsetor de serviços de ar condicionado, os aparelhos do tipo *Split* são os grandes consumidores de HCFC-22 com vazamentos anuais estimados em 30% em relação à carga inicial. Atualmente, o R-410A é a principal alternativa adotada no Brasil para a substituição do HCFC-22 pela indústria do setor de ar condicionado residencial e de ar condicionado comercial de baixa e média capacidade. Além dos custos iniciais mais elevados, a falta de profissionais qualificados e certificados para instalar e manter sistemas de ar-condicionado de pequeno porte utilizando fluidos refrigerantes inflamáveis tem sido uma das principais barreiras para adoção no Brasil.

Diante deste contexto, a estratégia da Etapa III do PBH prevê um projeto específico para o setor de serviços com foco nos subsetores de ar condicionado de pequeno porte e de refrigeração comercial.

Apesar dos evidentes ganhos ambientais decorrentes das atividades propostas, também se esperam ganhos sociais com a qualificação técnica de pessoal e ganhos econômicos devido aos custos reduzidos para reposição de fluido refrigerante e melhorias na eficiência energética.

3.1 PROGRAMA DE TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

Para a implementação futura do PBH e a fim de assegurar a eliminação bem-sucedida dos HCFCs a longo prazo, será indispensável fortalecer as capacidades nacionais no setor de serviços de refrigeração e ar condicionado por meio de capacitação de técnicos/as de refrigeração e climatização em boas práticas a fim de reduzir os vazamentos de HCFCs durante as atividades de instalação, manutenção e reparo. Uma mão de obra qualificada é essencial para garantir que os equipamentos de refrigeração comercial e ar-condicionado existentes à base do HCFC-22 possam ser utilizados até o final de sua vida econômica, evitando, assim, custos adicionais de uma substituição antecipada em favor de fluidos alternativos de alto GWP, e até que tecnologias de maior eficiência energética e com fluidos refrigerantes de baixo GWP estejam disponíveis em grande escala no mercado nacional (ver Capítulo 3.1.1). Ressalta-se também que equipamentos com uma boa manutenção são equipamentos energeticamente (mais) eficientes em comparação com equipamentos da mesma tecnologia sem manutenção adequada.

Ao mesmo tempo, a criação e ampliação de capacidades nacionais para o uso seguro e eficiente de novas tecnologias de zero PDO e baixo GWP é fundamental para garantir que a eliminação gradual dos HCFCs seja aproveitada como uma oportunidade para introduzir soluções ecologicamente adequadas e eficientes em termos de energia e para superar as barreiras que inibem a sua aplicação em grande escala atualmente. Neste contexto, a introdução de um sistema de qualificação, certificação e registro (QCR) de técnicos/as de refrigeração e climatização é um mecanismo essencial para gerenciar o manuseio seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos aos HCFCs (ver Capítulos 3.1.2).

Os treinamentos serão apoiados pelo desenvolvimento e implementação do sistema de QCR (ver Capítulo 3.1.3). por atividades de conscientização e divulgação (ver Capítulo 3.2) e pelo desenvolvimento de normas técnicas (ver Capítulo 3.3).

3.1.1 Treinamento e capacitação em boas práticas para melhor contenção de HCFCs em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e equipamentos de refrigeração comercial

Cerca de 15% dos profissionais de refrigeração e climatização que atuam no setor de serviços em RAC ganharam a sua experiência em campo sem ter participado de cursos técnicos de capacitação profissional formal oferecidos por escolas técnicas de ensino técnico profissionalizante e, por desconhecimento técnico, não aplicam conceitos importantes de boas práticas em refrigeração, como segurança, detecção e controle de vazamentos de fluidos refrigerantes, recolhimento e reciclagem de fluidos refrigerantes, registro de dados técnicos, entre outros. Além disso, não dispõem de ferramentas adequadas, e, em sua maioria, não têm consciência ambiental e a liberação de fluidos refrigerantes para a atmosfera é considerada como uma ocorrência normal durante trabalhos de reparo e manutenção apesar da proibição em legislação vigente.

A falta de acesso a cursos de capacitação profissional, principalmente, ocorre em regiões rurais e regiões com infraestrutura menos desenvolvida. Portanto, a estratégia da Etapa III do PBH prevê a continuação e expansão do programa de treinamento e capacitação para melhor contenção dos HCFCs em sistemas de refrigeração comercial e ar-condicionado durante a instalação, operação, manutenção e reparo, com foco em estados e regiões que ainda não foram atendidas pelo programa nas Etapas I e II do PBH, ou que ainda possuem alta demanda. Durante as Etapas I e II do PBH já foram treinados, em nível nacional, mais de 14.000 técnicos(as) em refrigeração e climatização. Todas as lições aprendidas e feedback recebido dos alunos capacitados durante as etapas anteriores estão sendo aproveitados para o aperfeiçoamento contínuo do curso e contribuirão também para a atualização do material didático a ser realizada no âmbito da Etapa III. A fim de atender da melhor forma possível as necessidades locais de treinamento, sequências curtas com conteúdo customizado para regiões distintas podem ser desenvolvidas. As cooperações já estabelecidas nas etapas anteriores com a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) e a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) serão mantidas para garantir que o programa continue a refletir as necessidades do setor.

As capacitações têm como objetivo apresentar técnicas que permitam a redução de vazamentos de fluidos refrigerantes e necessidades de manutenção corretiva, as quais, ao mesmo tempo, contribuirão para a melhoria da eficiência dos aparelhos e para a redução de níveis de recarga de HCFCs. Os cursos irão fortalecer o conceito de recolhimento, reciclagem e reutilização de HCFC-22, a fim de reduzir a demanda por HCFC-22 virgem, permitindo que os equipamentos já instalados possam ser utilizados até o final de sua vida útil. Neste contexto, pretende-se também criar sinergias com as atividades desenvolvidas pelo PNUD para fortalecer o Sistema Integrado de Gerenciamento de SDOs no Brasil e de apoiar a implementação de três Centros de Apoio a Reciclagem e a Regeneração (CARRs), entre outros. Adicionalmente, o treinamento de boas práticas inclui segurança em serviços RAC, métodos de detecção de vazamentos, atividades de manutenção preventiva planejadas, registro de dados técnicos, comissionamento e práticas para manter o sistema em condições seladas. Além disso, considerando que o fluido predominantemente utilizado para limpeza de circuitos de refrigeração de sistemas RAC continua sendo o HCFC-141b, será desenvolvido em cooperação com o PNUD um módulo específico de capacitação sobre fluidos alternativos para limpeza de sistemas de refrigeração e ar-condicionado e sobre práticas/tecnologias de *flushing* com recolhimento do fluido de limpeza a ser integrado nos cursos de boas práticas para melhor contenção de HCFCs (ver Anexo 5). Será avaliado junto aos atores envolvidos o aumento da carga horária do curso atual

de 32 horas para entre 36 a 40 horas. com 30% de aulas teóricas e 70% voltado para aprendizagem prática. Cada curso contará com a participação máxima de 16 alunos.

Destaca-se que as boas práticas de refrigeração são as mesmas para HCFCs e HFCs e que os cursos para HCFCs, ao mesmo tempo, também contribuirão para a melhor contenção dos HFCs, além de formar a base essencial para o manuseio seguro de fluidos alternativos (inflamáveis) de baixo GWP.

Com o objetivo de permitir aos técnicos/as praticarem e aperfeiçoarem suas habilidades durante o treinamento, equipamentos de demonstração e kits de ferramentas adequados serão fornecidos pelo programa.¹⁶

O programa adotará a abordagem comprovada do “Treinamento dos Treinadores”, no qual serão primeiramente capacitados 66 instrutores, que junto com especialistas internacionais e locais das entidades envolvidas na capacitação serão responsáveis por ministrarem mais de 300 cursos de boas práticas para melhor contenção de HCFCs para um total de 5.000 técnicos/as de refrigeração e climatização (ver Tabela 1). As escolas técnicas de ensino técnico profissionalizante regionais parceiras serão escolhidas por meio de um processo seletivo considerando a capacidade técnica, experiência e infraestrutura na respectiva região.

Espera-se que a implementação dos cursos de boas práticas incentive as instituições parceiras e outras instituições de ensino técnico profissionalizante a incorporarem o conceito das boas práticas nas suas atividades regulares de formação profissionalizante, como já ocorre no âmbito da Etapa II do PBH.

Com o intuito de aumentar a participação feminina no setor de refrigeração e ar condicionado e nos cursos de boas práticas, o Projeto, desde 2023, vem promovendo cursos exclusivos para mulheres. Até agosto de 2023, no âmbito da Etapa II do PBH, já ocorreram quatro turmas exclusivas de mulheres e três turmas encontravam-se em fase de preparação. Estes esforços serão continuados durante a implementação da Etapa III do PBH (ver também Anexo 2).

Tabela 1. Distribuição do programa de treinamento em boas práticas para melhor contenção de HCFC-22 em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e de equipamentos de refrigeração comercial por setor.

Setor	Técnicos/as	Cursos	Instrutores	Região
Refrigeração Comercial	1.000	63	16	nível nacional, em regiões que ainda não foram atendidas pelo programa nas Etapas I e II do PBH, ou que ainda possuem alta demanda
Ar Condicionado	4.000	250	50	nível nacional, em regiões que ainda não foram atendidas pelo programa nas Etapas I e II do PBH, ou que ainda possuem alta demanda
Total	5.000	313	66	

¹⁶ Os processos de aquisição de equipamentos e ferramentas serão realizados em cooperação com o PNUD.

3.1.2 Treinamento e capacitação em boas práticas para o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e equipamentos de refrigeração comercial

Serão criadas e ampliadas as capacidades institucionais para o treinamento no uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e equipamentos de refrigeração comercial a fim de superar barreiras existentes e facilitar a transição de equipamentos à base de HCFCs para tecnologias energeticamente eficientes de zero PDO e baixo GWP.

a) Treinamento e capacitação para o uso seguro e eficiente de CO₂ e HC em equipamentos de refrigeração comercial

Conforme entrevistas realizadas com operadores de sistemas comerciais de refrigeração em supermercados, a maior preocupação em relação à aplicação de fluidos refrigerantes naturais em instalações comerciais são os relativos altos custos de investimentos iniciais e a falta de mão de obra qualificada no mercado, preparada para lidar com estas substâncias.

Diante deste contexto, no âmbito da Etapa II do PBH, está sendo criado um programa de treinamento e capacitação de 300 técnicos/as de refrigeração em projeto, instalação, operação e manutenção segura de sistemas de refrigeração comercial à base dos fluidos refrigerantes naturais CO₂ e propano. As atividades estão sendo iniciadas em dois estados piloto (Rio de Janeiro e Paraná), incluindo a implantação de dois centros de treinamento (mini-supermercados) e o fornecimento de kits de ferramentas especializadas para viabilizar o aprendizado prático. Os mini-supermercados são sistemas em cascata projetados como um circuito de refrigeração de expansão seca de CO₂ para congelamento de produto, e um sistema indireto convencional para resfriamento de produto com um *drycooler* integrado.

Com base nas lições aprendidas e cooperações estabelecidas durante a Etapa II do PBH, a estratégia para a Etapa III prevê a expansão das atividades de treinamento para o uso seguro e eficiente de CO₂ e HC em equipamentos de refrigeração comercial, incluindo a implantação de mais dois centros de treinamento (mini-supermercados) em duas novas regiões.¹⁷ As duas novas escolas técnicas de ensino técnico profissionalizante regionais parceiras serão escolhidas por meio de um processo seletivo considerando os seguintes critérios: capacidade técnica, segurança, experiência e localização/infraestrutura na respectiva região, sustentabilidade do centro de treinamento, entre outros. Espera-se que, após a implementação dos centros de treinamento em CO₂ e HC no setor de refrigeração comercial, as instituições incorporem o conceito nas suas atividades regulares de formação profissionalizante, em conformidade com as normas técnicas e de segurança.

Atualmente, a apostila de boas práticas para as capacitações no uso seguro de CO₂ e HC está sendo desenvolvida e será atualizada para as novas capacitações a serem realizadas no âmbito da Etapa III. Os cursos terão uma carga horária de 40 horas, com 30% de aulas teóricas e 70% voltado para aprendizagem prática. Cada curso contará com a participação máxima de 8 alunos.

Com o objetivo de capacitar 3.000 profissionais do setor em boas práticas e uso seguro de CO₂ e HC em sistemas de refrigeração comercial, 25 multiplicadores das instituições parceiras serão inicialmente treinados por especialistas nacionais e internacionais. Estes instrutores serão

¹⁷Os processos de aquisição de equipamentos e ferramentas serão realizados em cooperação com o PNUD.

responsáveis por multiplicarem o conteúdo didático durante 385 cursos para 3.000 técnicos/as de refrigeração (ver Tabela 2).

b) Treinamento e capacitação para o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes inflamáveis de zero PDO e baixo GWP em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte

A maior preocupação em relação à aplicação de fluidos alternativos de baixo GWP em sistemas de ar-condicionado são os relativos altos custos iniciais e a falta de mão de obra qualificada para prestar serviços de qualidade e para garantir a segurança durante a instalação, operação e manutenção. Isto acontece porque as alternativas de baixo GWP atualmente disponíveis no setor de ar condicionado, em sua maioria, são substâncias inflamáveis.

Considerando o número crescente de vendas¹⁸, especialmente de sistemas de ar-condicionado de pequeno porte, a estratégia considera essencial continuar os trabalhos iniciados no âmbito da Etapa II do PBH para preparar o setor para o uso seguro das alternativas inflamáveis de baixo GWP. Está sendo lançado um programa de treinamento e capacitação de 700 técnicos/as de refrigeração para uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes inflamáveis durante a instalação, operação e manutenção de sistemas de ar-condicionado de pequeno porte. As atividades estão sendo iniciadas em cinco estados piloto (Rondônia, Goiás, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Norte), incluindo o fornecimento de aparelhos de ar-condicionado à base de HC-290 e de kits de ferramentas especializadas para viabilizar o aprendizado prático.¹⁹

Com base nas lições aprendidas e cooperações estabelecidas durante a Etapa II do PBH, a estratégia para a Etapa III prevê a expansão das atividades de treinamento para o uso seguro e eficiente das alternativas inflamáveis de baixo GWP em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte, atendendo, pelo menos, mais um estado em cada região do País. As novas escolas técnicas de ensino técnico profissionalizante regionais parceiras serão escolhidas por meio de um processo seletivo considerando os seguintes critérios: capacidade técnica, segurança, experiência e localização/infraestrutura na respectiva região, sustentabilidade do centro de treinamento, entre outros. Espera-se que, após a implementação do projeto, as instituições incorporem o conceito nas suas atividades regulares de formação profissionalizante, em conformidade com as normas técnicas e de segurança.

Uma apostila de boas práticas para as capacitações no uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes inflamáveis em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte já foi desenvolvida e será atualizada para as novas capacitações a serem realizadas no âmbito da Etapa III. Os cursos terão uma carga horária de 40 horas, com 30% de aulas teóricas e 70% voltado para aprendizagem prático. Cada curso contará com a participação máxima de 8 alunos.

O treinamento incluirá a capacitação em boas práticas de instalação (provisão de sistemas em condições seladas) e de manutenção (incluindo a segurança elétrica) para o uso seguro de fluidos inflamáveis de baixo GWP. Com o objetivo de demonstrar as atividades práticas e

¹⁸ De acordo com a ABRAVA, a aquisição de equipamento de ar-condicionado de pequeno porte tem aumentado gradualmente e o Brasil ocupa atualmente a 3ª posição no ranking mundial do setor, com presença em 17% das residências no país.

¹⁹ Os processos de aquisição de equipamentos e ferramentas serão realizados em cooperação com o PNUD.

permitir aos participantes praticarem e aperfeiçoarem as habilidades durante o treinamento, serão fornecidos aparelhos de ar-condicionado à base de fluido inflamável e kits de ferramentas especializadas.

Com o objetivo de capacitar 5.000 profissionais do setor em boas práticas e uso seguro de fluidos inflamáveis em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte, 50 multiplicadores das instituições parceiras serão inicialmente treinados por especialistas internacionais. Estes instrutores serão responsáveis por multiplicarem o conteúdo didático durante 625 cursos para os 5.000 técnicos/as de refrigeração (ver Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição do programa de treinamento em boas práticas para o uso seguro e eficiente de fluidos alternativos de baixo GWP em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e equipamentos de refrigeração comercial por setor.

Setor	Técnicos/as	Cursos	Instrutores	Região
Refrigeração Comercial	3.000	375	25	Rio de Janeiro, Paraná e mais dois novos estados em regiões diferentes
Ar Condicionado	5.000	625	50	Rondônia, Goiás, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Norte e, pelo menos, mais um novo estado em cada das cinco regiões do Brasil
Total	8.000	1.000	75	

3.1.3 Projeto Piloto de Qualificação, Certificação e Registro (QCR) de técnicos/as de refrigeração e climatização

A certificação é uma medida que visa garantir a qualidade de serviços e que ajuda a superar barreiras existentes para aplicação de fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP, mitigando ao mesmo tempo possíveis riscos de segurança. Profissionais altamente qualificados e experientes são essenciais para lidar de forma segura e eficiente com o crescente número e a variedade de aparelhos de refrigeração e climatização.

Portanto, no setor de serviços em RAC no Brasil, há consenso de que o ambiente profissional precisará ser mais bem regulado e que um esquema de qualificação, certificação e registro (QCR) de técnicos/as deveria ser desenvolvido para reduzir os vazamentos de fluidos refrigerantes e para viabilizar a introdução segura e eficiente de fluidos alternativos aos HCFCs. Contudo, ainda há muitos questionamentos sobre as pré-condições necessárias e quais autoridades a serem envolvidas para criar e operacionalizar o sistema QCR.

Diante deste contexto, a estratégia da Etapa III do PBH prevê o desenvolvimento de um esquema piloto de QCR a ser testado em um estado piloto em cooperação com uma escola de ensino técnico profissionalizante parceira. Espera-se que o sistema desenvolvido e testado em âmbito estadual possa continuar a evoluir para se tornar um sistema estabelecido e autossustentável em âmbito nacional a longo prazo.

O projeto incluirá as seguintes atividades:

- Consultas a partes interessadas e identificação de autoridades a serem envolvidas para criar e operacionalizar o esquema de QCR, conforme a norma técnica ABNT NBR 17131 (Sistemas de climatização e refrigeração — Certificação e qualificação de pessoas), que se baseia na norma internacional ISO 22712;
- Análise de programas de treinamento existentes e desenvolvimento do esquema de QCR, incluindo: criação da estrutura modular, desenvolvimento de roteiro e currículo de treinamento, material didático para treinamento teórico e prático, métodos e processos de avaliação, etc.;
- Implantação de laboratórios e fornecimento de equipamentos e ferramentas adequadas que simulem cenários do mundo real e permitam que os alunos adquiram experiência prática e possam ser avaliados e certificados. Serão utilizadas unidades de treinamento baseadas em recursos computacionais ou *software* que simulem as operações de um sistema RAC, com cenários de solução de problemas, verificações termodinâmicas e experiências de aprendizado interativo. Essas unidades podem fornecer simulações virtuais e permitir que os alunos pratiquem em um ambiente controlado;²⁰
- Treinamento de, no mínimo, 10 treinadores e avaliadores;
- Treinamento, certificação e registro de, no mínimo, 80 técnicos/as de refrigeração e climatização.

A estratégia prevê o desenvolvimento do sistema de QCR com foco, em um primeiro momento, no setor de ar-condicionado de pequeno porte, com criação dos seguintes módulos/certificados:

- Eletricista qualificado para atividades específicas RAC (aprox. 90 horas)
- Instalação e comissionamento de sistemas de ar-condicionado do tipo split (aprox. 90 horas)
- Qualificação para o uso de fluidos refrigerantes inflamáveis (aprox. 24 horas)
- Teste de qualificação de brasagem (aprox. 6 horas)
- Saúde e Segurança no Trabalho (aprox. 6 horas)

Os objetivos de aprendizagem do projeto piloto incluirão também o desenvolvimento de competências digitais, a recuperação de informações provenientes de redes digitais e a utilização de recursos digitais que permitem aprender e ensinar à distância (*e-learning*).

Além disso, os módulos de treinamento incluirão sequências de treinamento baseadas em tecnologias de computação ou *software* que simulem a operação do sistema AVAC-R, com cenários de solução de problemas, verificações termodinâmicas e experiências de aprendizagem interativas.

²⁰ Os processos de aquisição de equipamentos e ferramentas serão realizados em cooperação com o PNUD.

Com base nas lições aprendidas e *feedback* a ser coletado dos participantes do projeto piloto, espera-se ampliar o esquema de QCR no âmbito do KIP para outros setores RAC e de torná-lo um sistema totalmente operacional em nível nacional. A fim de otimizar a operacionalização do esquema QCR piloto em âmbito nacional, elementos adicionais de digitalização (por exemplo, para a administração de certificados, monitoramento dos níveis de qualificação, etc.) serão estudados.

3.2 CONSCIENTIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO

A fim de apoiar o estabelecimento do programa, um plano de comunicação setorial será preparado.

Pretende-se continuar os trabalhos em andamento no âmbito da Etapa II do PBH e elaborar e distribuir materiais de divulgação para despertar a atenção do setor para as atividades desenvolvidas e seus resultados. Publicações técnicas e guias de boas práticas e de segurança serão desenvolvidos/aperfeiçoados e informações técnicas e ambientais sobre tecnologias alternativas aos HCFCs e boas práticas de refrigeração serão disponibilizadas em material impresso e on-line (website e mídias sociais). O website do Projeto para o Setor de Serviços (www.boaspraticasrefrigeracao.com.br) será mantido e atualizado no decorrer da Etapa III do PBH. O website atualmente disponibiliza informações sobre as atividades em desenvolvimento e em planejamento, novas tecnologias de baixo GWP e energeticamente eficientes, legislação ambiental vigente, além de seções específicas para acessar vídeos informativos e de treinamento produzidos pelo programa e para *download* de publicações técnicas e material informativo elaborados.

A formação e continuação de parcerias estratégicas para a campanha de conscientização é necessária para harmonizar o conteúdo de materiais elaborados, a fim de aumentar o alcance de informações e identificar as necessidades especiais da indústria e usuários finais de cada subsetor. Atenção especial será dada à elaboração de campanha específica para os usuários finais a fim de divulgar sobre os benefícios ambientais e econômicos de fluidos refrigerantes energeticamente eficientes e de baixo GWP para permitir escolhas informadas e conscientes. Ao mesmo tempo, pretende-se aumentar a conscientização sobre a importância de contratar profissionais qualificados e certificados para serviços de instalação e manutenção.

A fim de conseguir uma participação positiva e apoio das partes interessadas, um diálogo contínuo será mantido com o setor. Portanto, a estratégia inclui a organização de workshops para todas as partes interessadas em nível regional e a participação em eventos, seminários e feiras setoriais, dentre outros.

Com o intuito de proporcionar um momento de atualização de conhecimentos e de troca de experiência entre os instrutores na implementação dos cursos de boas práticas, serão promovidos encontros nacionais para reunir os multiplicadores das escolas parceiras de todo o Brasil. Espera-se que os encontros fortaleçam a identificação dos instrutores com o PBH e seus objetivos e que crie uma rede de professores ainda mais comprometida com a construção de um setor RAC mais sustentável no Brasil. Ademais, esses encontros poderão servir para se conhecer melhor as necessidades e desafios atuais em relação às capacitações e infraestrutura e, desta forma, contribuir para o aperfeiçoamento contínuo do programa. Encontros nacionais também serão promovidos para a alta gestão (coordenadores e/ou diretores) para garantir que também haja apoio institucional e comprometimento da Escola na implementação dos objetivos do PBH, incluindo especificadamente a estratégia de gênero (ver Anexo 2).

Será realizado o acompanhamento contínuo do desenvolvimento de novas tecnologias envolvendo as autoridades nacionais, consultores e engenheiros nacionais e internacionais, bem com os provedores de tecnologia internacional, em busca de soluções viáveis, as quais sejam adaptáveis ao contexto brasileiro.

3.3 GESTÃO E MONITORAMENTO

Para as atividades de gestão local, monitoramento e avaliação do projeto, o apoio de uma equipe local com infraestrutura própria será necessário, que atuará em estreita articulação com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima com o objetivo de oferecer ao Governo Brasileiro o suporte técnico, operacional, administrativo e de campo necessário à implementação de todas as atividades previstas neste programa.

Serão realizadas visitas de monitoramento periódicas com objetivo de monitorar a qualidade dos cursos de capacitação e de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos participantes. Além disso, serão realizadas entrevistas por amostragem com os participantes dos cursos.

Pretende-se continuar prestar apoio técnico à ABNT na elaboração e discussão de normas técnicas específicas que assegurem, em âmbito nacional, a padronização do manuseio, instalação e manutenção de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado, incluindo a elaboração de normas técnicas que criem a base normativa para o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes alternativos de baixo GWP.

4. CÁLCULO DE CUSTOS

A SER NEGOCIADO COM O FML

5. PLANO DE TRABALHO PRELIMINAR

Atividade	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5				Ano 6				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Treinamento e capacitação em boas práticas para melhor contenção de HCFs em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte e equipamentos de refrigeração comercial																									
Seleção e contratação das instituições de formação profissionalizante parceiras			x	x																					
Elaboração de especificações técnicas e aquisição dos equipamentos e kits de ferramentas adequadas para as capacitações		x	x	x	x																				
Entrega dos equipamentos e kits de ferramentas adequadas para as capacitações					x	x																			
Atualização do material didático e apoio ao desenvolvimento do módulo específico sobre “flushing”	x	x	x	x																					
Seleção dos multiplicadores e realização dos cursos do tipo “Treinamento de Treinadores”						x																			
Organização e realização dos cursos para técnicos/as de refrigeração e climatização						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Treinamento e capacitação para o uso seguro e eficiente de CO2 e HC em equipamentos de refrigeração comercial																									
Seleção e contratação das instituições de formação profissionalizante parceiras				x	x																				
Elaboração de especificações técnicas e aquisição dos equipamentos e kits de ferramentas adequadas para as capacitações			x	x	x	x																			
Entrega e instalação dos equipamentos e kits de ferramentas adequadas para as capacitações						x	x																		
Atualização do material didático				x	x	x																			
Seleção dos multiplicadores e realização dos cursos do tipo “Treinamento de Treinadores”										x															
Organização e realização dos cursos para técnicos/as de refrigeração e climatização										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Treinamento e capacitação para o uso seguro e eficiente de fluidos refrigerantes inflamáveis de zero PDO e baixo GWP em sistemas de ar-condicionado de pequeno porte																									

