PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs

GUIA ORIENTATIVO

Gerenciamento e Destinação Final Ambientalmente Adequada de Resíduos de Substâncias que Destroem o Ozônio (SDOs)

Ministério do Meio Ambiente

GUIA ORIENTATIVO

Gerenciamento e Destinação Final Ambientalmente Adequada de Resíduos de Substâncias que Destroem o Ozônio (SDOs)

Presidência da República
Jair Messias Bolsonaro

Vice-Presidente
Hamilton Mourão

Ministério do Meio Ambiente
Joaquim Álvaro Pereira Leite

Secretaria Executiva
Felipe Ribeiro de Mello

Secretaria de Clima e Relações Internacionais
Marcus Henrique Morais Paranaguá (Secretário)
Mariana Miranda Maia Lopes (Secretária Adjunta - Substituta)

Ministério do Meio Ambiente
Secretaria de Clima e Relações Internacionais
Departamento de Clima

GUIA ORIENTATIVO

Gerenciamento e Destinação Final Ambientalmente Adequada de Resíduos de Substâncias que Destroem o Ozônio (SDOs)

Brasília
MMA
2022

© 2022 Ministério do Meio Ambiente - MMA
Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente ou sítio da Internet no qual pode ser encontrado o original em: www.mma.gov.br/ozonio e www.protocolodemontreal.org.br

Departamento de Clima
Mariana Miranda Maia Lopes (Diretora/MMA)

Coordenação
Millene Francine Lourenço Martins (Gerente de Projeto/MMA)
Carina Dolabella Pereira (Gerente de Projeto/MMA)
Adriana Brito da Silva (Coordenadora de Projetos/MMA)

Coordenação Técnica
Magna Leite Luduvice (MMA)
Frank Edney Gontijo Amorim (MMA)
Tatiana Lopes de Oliveira Pereira (MMA)
Ana Paula Pinho Rodrigues Leal (PNUD)

Autoria
Ministério do Meio Ambiente

Revisão Técnica
Raquel Martins Rocha (PNUD)
Ana Paula Pinho Rodrigues Leal (PNUD)
Maria Cristina Poli (CETESB)
Lia Helena Monteiro de Lima Demange (CETESB)
Maria Fernanda Pelizzon Garcia (CETESB)
Ana Cristina Soares Linhares (IBAMA)
Ellen Roseane Pozzebom (IBAMA)
Mariana Midori Nakashima (IBAMA)
Frank Edney Gontijo Amorim (MMA)
Magna Leite Luduvice (MMA)

Colaboração
Cleonice Soares de Araujo (PNUD)
Sady Sidney Fauth (PNUD)
Thiago Pietrobon (Ecosuporte)

Fotografia
Fernando Guimarães (CRN)
Ivanir Pagnoncelli (Frigelar)
Lucas Tolentino (PNUD)
Raquel Martins Rocha (PNUD)
Thiago Pietrobon (Ecosuporte)
Jorge Colaço (Recigases)
Laura Pompeu Viveiros de Toledo (Essencis)

Projeto Gráfico, Diagramação e Arte
Raquel Prado | Tikinet

Revisão Ortográfica e edição de texto
Lara Nunes | Tikinet

Secretaria de Clima e Relações Internacionais
Departamento de Clima
Esplanada dos Ministérios, Bloco B, 5º andar, Sala 522, CEP: 70068-900
Brasília – DF
Telefone: (61) 2028-2248
E-mail: ozonio@mma.gov.br

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)
Setor de Embaixadas Norte, Quadra 802, Conjunto C, Lote 17, CEP: 70800-400
Brasília – DF
Telefone: (61) 3038-1095
E-mail: contato@protocolodemontreal.org.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B823i Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Clima e Relações Internacionais. Guia Orientativo: gerenciamento e destinação final ambientalmente adequada de resíduos de substâncias que destroem o ozônio (SDOs). – Brasília, DF: MMA, 2022.
34 P. : il.
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-88265-28-4

1. Ozônio. 2. Substâncias que destroem o ozônio (SDOs). 3. Manejo. 4. Gerenciamento. 5. Protocolo de Montreal. 6. Armazenamento. 7. Reciclagem. 8. Regeneração 9. Embalagem 10. Logística reserva I. Título II. Rocha, Raquel Martins. III. Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs.

CDU (2ª ed.) 502.175

Elaborada por Patrícia da Silva Soares – CRB 1/1567

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHRI – *Air Conditioning, Heating, & Refrigeration Institute*
ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CFC – Clorofluorcarbono
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRA – Centro de Regeneração e Armazenamento de SDOs
CTC – Tetracloreto de carbono
FDSR – Ficha com Dados de Segurança de Resíduos Químicos
FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos
FML – Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal
HBFC – Hidrobromofluorcarbono
HCFC – Hidroclorofluorcarbono
HFC – Hidrofluorcarbono
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MSDS – *Material Safety Data Sheet*
NBR – Norma Brasileira
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PNRS – Política Nacional da Resíduos Sólidos
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RT – Responsável Técnico
SDO – Substância que Destrói o Ozônio
UDR – Unidade Descentralizada de Reciclagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO, 11

1.1. Sobre o Protocolo de Montreal 12
1.2. Substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal 12
1.3. Riscos do manejo inadequado de SDOs 15

2. GESTÃO DE SDOs, 16

2.1. Gestão de SDOs servíveis para reciclagem ou regeneração 17
2.1.1. Reciclagem 19
2.1.2. Regeneração 19
2.2. Gestão de SDOs inservíveis para destruição térmica 21
2.2.1. Etapas que fazem parte da gestão de inservíveis 24
2.3. Logística reversa de embalagens de SDOs 26

3. RESUMO DE NORMAS E LEGISLAÇÃO, 28

3.1. Meio Ambiente 29
3.2. Armazenamento 29
3.3. Transporte 30
3.4. Reciclagem, Regeneração e Laboratório 30
3.5. Destinação Final 30
3.6. Controle de SDOs 30

REFERÊNCIAS, 32

APRESENTAÇÃO

Com a entrada em vigor da Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, em 1985, a comunidade internacional presenciou a criação de um marco para a proteção do ozônio estratosférico, surgindo, em 1987, o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. Esse Tratado Internacional entrou em vigor em 1° de janeiro de 1989, quando as partes assumiram obrigações específicas para a redução progressiva da produção e do consumo das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDOs) até a total eliminação. As SDOs mais conhecidas são os clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs).

No Brasil, as ações desenvolvidas no âmbito do Plano Nacional de Eliminação de CFCs (PNC) tiveram sucesso em eliminar o consumo dessas substâncias desde 2010. A partir de 2012, o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), criou as condições necessárias para a sua completa eliminação de HCFCs até 2040.

Nesse processo de eliminação e controle de SDOs, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) tem atuação fundamental, uma vez que é a instituição responsável pelo controle da importação, exportação, comércio, uso, destruição térmica, recolhimento, reciclagem e regeneração de SDOs, implantando medidas de definição e controle das cotas dessas substâncias, de prevenção ao comércio irregular e de fiscalização das empresas que trabalham com as SDOs. O IBAMA sistematiza os dados do sistema de controle e monitoramento e reporta as informações ao Ministério de Meio Ambiente, para que seja realizada a comunicação anual e oficial ao Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal e ao Secretariado do Protocolo de Montreal, oferecendo uma base adequada de conhecimento para subsidiar as decisões políticas inerentes ao tema e propiciar informação para a elaboração de regulamentações, planejamento de atividades de treinamento e campanhas de conscientização no País.

Ao longo desse tempo de implementação do PBH, foram diversas as iniciativas bem-sucedidas de extinção do consumo de SDOs, mas fazia-se necessário promover mecanismos para a destinação final ambientalmente adequada dessas substâncias, que se encontram presentes, principalmente, em equipamentos de refrigeração e ar-condicionado (RAC) ou como agentes de expansão de espumas de poliuretano, evitando o lançamento na atmosfera ao final da vida útil desses equipamentos, com benefícios diretos para a proteção da camada de ozônio e para o sistema climático global, visto que as SDOs são potentes gases de efeito estufa.

Pensando nisso, o Governo brasileiro, em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), implementou o "Projeto Demonstrativo de Gerenciamento e Destinação Final de Resíduos de SDOs". Esse projeto, aprovado pelo Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal e executado no âmbito do PBH, teve como finalidade: aprimorar a rede de recolhimento, reciclagem, regeneração e armazenagem de fluidos refrigerantes instalada no País; criar um sistema piloto para o gerenciamento de

resíduos de SDOs e de substâncias alternativas, como os hidrofluorcarbonos; apoiar a destinação final de resíduos das SDOs e HFCs; realizar capacitações e disseminar informações sobre procedimentos e processos adequados de manuseio e destinação final de resíduos de SDOs e substâncias alternativas.

Considerando que a quantidade de incineradores de gases que processam cloro e fluor é bastante reduzida no Brasil, o projeto fez um chamamento às empresas que tivessem interesse de participar do projeto demonstrativo. A empresa selecionada tem sua sede no Estado de São Paulo. Iniciou-se então a construção de um processo de licenciamento específico para instalação de equipamentos e incineração de SDOs, com a participação ativa da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), responsável pelo licenciamento ambiental no estado.

Desde então, a CETESB vem atuando em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, IBAMA e PNUD na elaboração de manuais e instruções técnicas para auxiliar o setor no tratamento das SDOs inservíveis

Este guia foi desenvolvido no contexto desse projeto, objetivando esclarecer os procedimentos para o gerenciamento ambiental adequado que deverá ser aplicado ao passivo de SDOs e das substâncias alternativas.

Torna-se um documento inovador, na medida em que busca esclarecer dúvidas e elucidar questões relativas ao adequado manejo do passivo ambiental das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal.

1. INTRODUÇÃO

1.1. SOBRE O PROTOCOLO DE MONTREAL

O Brasil aderiu ao Protocolo de Montreal por meio do Decreto nº 99.280, de 6 de junho de 1990 (BRASIL, 1990). O Protocolo de Montreal estabeleceu metas de eliminação de substâncias químicas com potencial de destruir a camada de ozônio. Estas substâncias são chamadas de Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDOs) e provocam a destruição de moléculas de ozônio na estratosfera.

As obrigações estabelecidas no âmbito do Protocolo referem-se à eliminação da produção e do consumo para todas as partes, mas respeita o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, que determina que os países desenvolvidos contribuam com recursos financeiros para apoiar a implantação de medidas para eliminação de SDOs nos países em desenvolvimento[1]. Desta forma, em 1990, foi instituído o **Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal (FML)** para prover assistência técnica e financeira aos países em desenvolvimento.

1.2. SUBSTÂNCIAS CONTROLADAS PELO PROTOCOLO DE MONTREAL

As SDOs são substâncias químicas sintetizadas pelo homem e que contêm átomos halogenados – normalmente cloro, bromo ou flúor – em sua composição. Essas substâncias têm capacidade de longa permanência na atmosfera e, ao reagirem com as moléculas de ozônio, provocam sua destruição (MMA, 2014).

Entre as diversas aplicações como matérias-primas de vários processos industriais, as SDOs foram muito utilizadas na refrigeração doméstica, comercial, industrial e automotiva, na produção de espumas – agente de expansão do poliuretano –, na agricultura para desinfecção do solo – controle de pragas –, na proteção de mercadorias (desinfecção) e em laboratórios (MMA, 2017a).

O Protocolo de Montreal dividiu as substâncias químicas controladas[2] em sete famílias.

Os **Hidrofluorcarbonos (HFCs)** foram incluídos na lista de substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal a partir da aprovação da Emenda de Kigali. Os HFCs são substâncias que não causam danos à camada de ozônio, porém apresentam elevado impacto ao sistema climático global, tendo sido utilizados há décadas como alternativas aos CFCs e HCFCs.

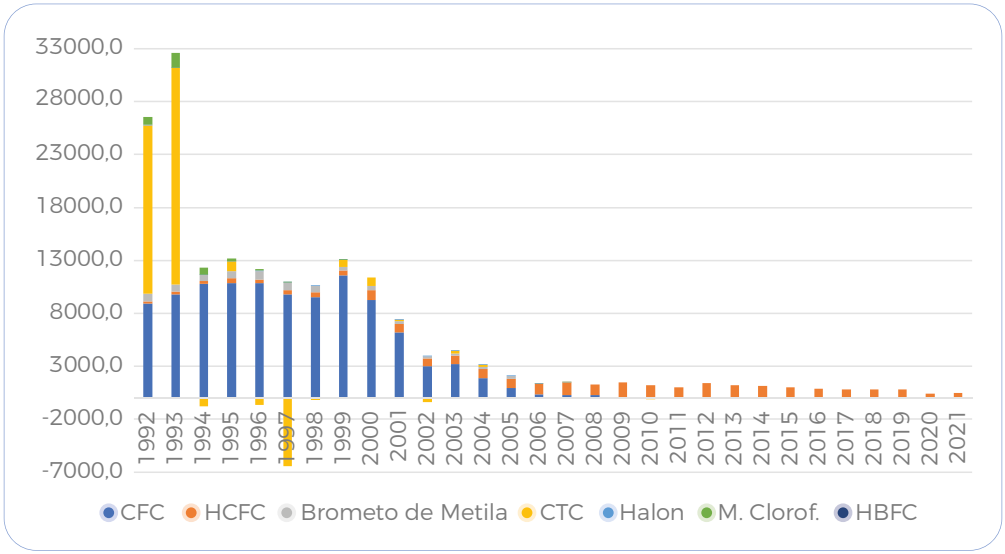
Os gráficos 1 e 2 apresentam o histórico do consumo de todas SDOs (Gráfico 1) e o histórico do consumo dos HCFCs (Gráfico 2), demonstrando a redução gradual do consumo dessas substâncias.

1 Qualquer parte pertencente ao Artigo 5º e cujo consumo anual das substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal seja inferior a 300g per capita na data de entrada em vigor do Protocolo para a parte em questão, no caso do Brasil.

2 A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 267, de 14 de setembro de 2000, lista as substâncias controladas pelo IBAMA em território nacional.

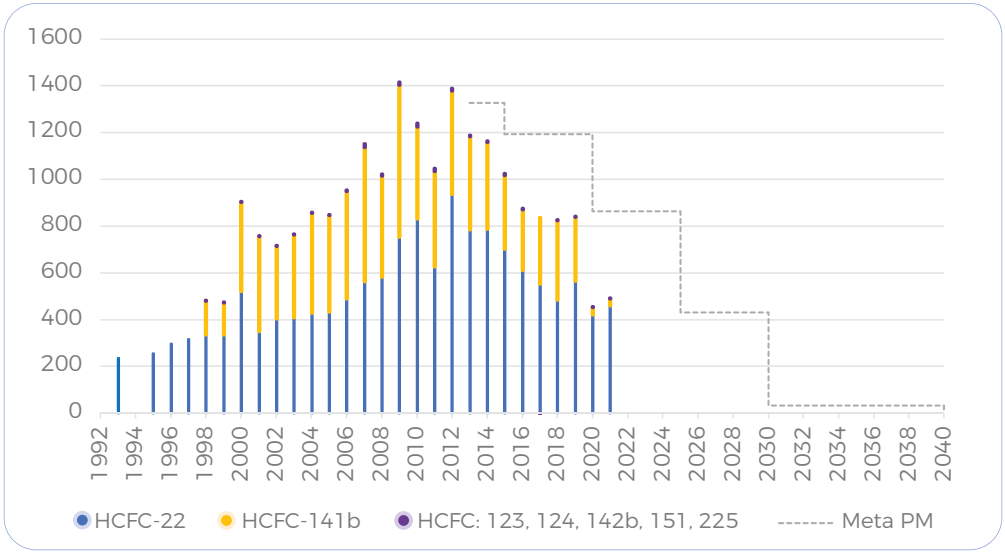
SDOs	USO	STATUS NO BRASIL
Brometo de metila	Agricultura (desinfecção e esterilização de solos), Fumigação de cereais, proteção de mercadorias armazenadas e desinfeção de depósitos e moinhos	2005 – Eliminado para uso agrícola. Pode ser utilizado em tratamento fitossanitário com fins quarentenários nas operações de importação e de exportação
Clorofluorcarbonos (CFCs)	Espumas, limpeza, solventes farmacêuticos e industriais, refrigeração doméstica e comercial	2010 – Uso proibido
Halons	Extintores de incêndio	2001 – Importação proibida. Uso permitido dos halons regenerados, principalmente Halon-1211 e Halon-1301
Hidrobromofluorcarbonos (HBFCs)	Agentes de expansão de espumas, solventes e fluidos de refrigeração	Não há consumo da substância no país
Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)	Refrigeração doméstica e comercial e setor de espumas	Atualmente em processo escalonado de redução de consumo, com eliminação total prevista para 2040
Metilclorofórmio	Solvente industrial para limpeza	2000 – Consumo eliminado
Tetracloreto de carbono (CTC)	Solvente para limpeza, agente de processos químicos industriais e laboratoriais e matéria-prima para produção de CFC	2008 – Consumo eliminado

GRÁFICO 1 – Consumo de SDOs no Brasil de 1992 a 2021



Fonte: MMA/IBAMA.

GRÁFICO 2 – Consumo de HCFCs no Brasil de 1992 a 2021



Fonte: MMA/IBAMA.

***PM:** Protocolo de Montreal

1.3. RISCOS DO MANEJO INADEQUADO DE SDOs

Embora encontradas em toda a atmosfera, cerca de 90% das moléculas de ozônio localizam-se na estratosfera, concentradas em uma região cuja altitude é entre 20 e 35 km denominada camada de ozônio. Os 10% restantes são encontrados na troposfera – 10 a 16 km de altitude (MMA, 2014).

As moléculas de ozônio que constituem a camada são responsáveis pela absorção de 90% da radiação ultravioleta que incide no planeta.

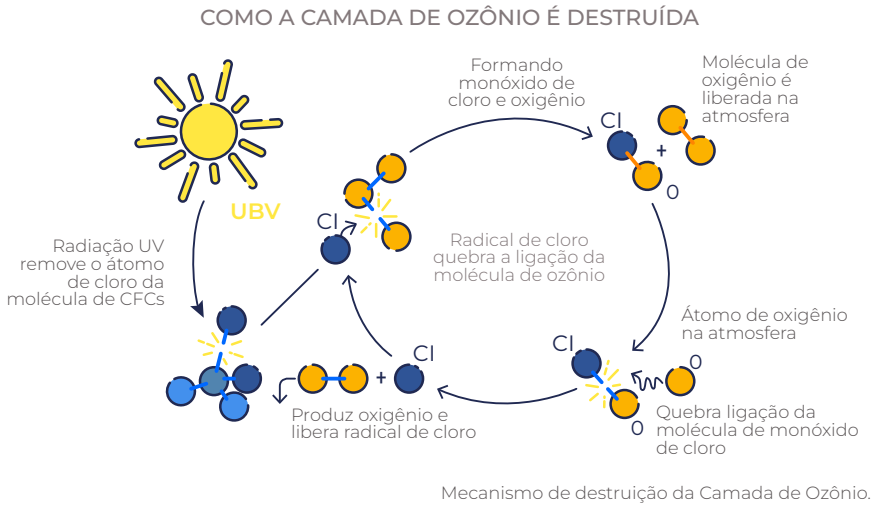
Reações químicas naturais de formação e destruição do ozônio, provocadas pela radiação ultravioleta, acontecem a todo momento, mas de forma equilibrada. O mecanismo de formação e destruição do ozônio é chamado de Ciclo de *Chapman*.

Os átomos de cloro (Cl) e bromo (Br) emitidos pela atividade humana sofrem a ação da radiação ultravioleta, liberando radicais livres que destroem as moléculas de ozônio, causando um desequilíbrio no ciclo.

Um único átomo de cloro proveniente de uma molécula de SDO tem a capacidade de destruir cerca de um milhão de moléculas de ozônio. A destruição provocada pela presença desses átomos na estratosfera ocasiona um desequilíbrio na reação de formação da camada de ozônio, fazendo com que ela fique rarefeita – com menor espessura.

Com a destruição dessa camada, o excesso de raios UVB ultrapassa essa barreira natural, podendo causar prejuízo ao nosso sistema imunológico, desenvolvimento de câncer de pele à catarata e outras doenças oculares. Os animais e a vida vegetal (terrestre e marinha) sofrem as consequências do aumento da radiação, prejudicando, inclusive, a produção do oxigênio que respiramos.

FIGURA 1 – Dinâmica do ciclo de destruição do ozônio, a partir de uma molécula de CFC.



Fonte: MMA.

2. GESTÃO DE SDOs

As SDOs, após o uso, demandam necessidade de recolhimento para o tratamento adequado, seja para reuso/reutilização ou para a eliminação, no caso de serem consideradas resíduos, compreendidas nestes termos de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010).

De acordo com a PNRS, a responsabilidade pela correta destinação de resíduos de SDOs é da empresa ou pessoa física que gerou os resíduos. O gerador de resíduos deve fazer o gerenciamento ambientalmente adequado das substâncias ou contratar prestadores de serviços qualificados, considerando a gradação disposta no artigo 9º da PNRS sobre as etapas de prioridades estabelecidas para os resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

Muito embora a implementação de projetos de proteção da camada de ozônio objetive eliminar o uso de SDOs nos processos produtivos dos setores de manufatura de espumas e equipamentos de refrigeração comercial e ar-condicionado, seu uso ainda é permitido para os equipamentos mais antigos, que não comportam a adaptação com outro tipo de substância, o que deverá durar até o fim da vida útil de cada maquinário.

Assim, o recolhimento e tratamento adequado das SDOs é fundamental para assegurar a disponibilidade das substâncias capazes de manter os equipamentos mais antigos em funcionamento, por meio da reciclagem ou da regeneração, com garantia da sua qualidade.

O gerenciamento ambientalmente adequado de SDOs tem início quando se faz necessária a troca da SDOs e sua reposição, seja por apresentar contaminação com material particulado, óleos e graxas, substâncias ácidas e água, seja por estar inservível. Neste momento, se procede o recolhimento da SDO, sua avaliação e destinação final ambientalmente adequada: reciclagem ou regeneração e reuso ou eliminação por profissional especializado.

A opção pela destinação final adequada ocorre após uma avaliação das substâncias que serão classificadas como servíveis ou inservíveis. Após o processo de identificação, se as substâncias forem passíveis de reciclagem ou regeneração (substâncias servíveis), o cilindro será separado e encaminhado ao processo adequado. Caso contrário, o cilindro deverá ser encaminhado para transvase em cilindros de 1.000 libras para o armazenamento temporário e posterior envio à destruição térmica (substâncias inservíveis).

2.1. GESTÃO DE SDOs SERVÍVEIS PARA RECICLAGEM OU REGENERAÇÃO

As SDOs servíveis são as passíveis de serem recicladas para que retornem à cadeia produtiva como fluido refrigerante de qualidade. A empresa geradora do resíduo pode gerenciá-lo por contra própria, com profissional habilitado e a devida licença ambiental, ou contratar um prestador de serviço:

- **UDR e/ou oficina que coleta fluidos de refrigeração:** realiza a reciclagem de SDOs *in situ* ou em local próprio. Caso o fluido não possa mais ser reciclado, deve ser

armazenado em cilindro e enviado a um CRA para avaliação e posterior destinação final;

- **CRA:** realiza várias etapas do gerenciamento para a destinação final, que incluem: obtenção de autorização ambiental, armazenamento temporário, recolhimento, reciclagem, regeneração e envio para destruição térmica quando não há possibilidade de aproveitamento dos fluidos. Alguns CRAs possuem transporte próprio, outros podem subcontratar;
- **Gerenciador de resíduos gasosos:** trabalha com gerenciamento de resíduos gasosos. O gerenciador não realiza a reciclagem ou a regeneração de fluidos, somente as etapas de armazenamento, obtenção de autorização ambiental e destinação final. Alguns gerenciadores também fazem transporte até o destino final, enquanto outros podem subcontratar. Os gerenciadores normalmente são empresas que trabalham com o gerenciamento de resíduos sólidos ou líquidos.

FIGURA 2 – Fluxograma do serviço de gerenciamento de resíduos de SDOs

Fonte: Elaboração própria.

Alguns prestadores de serviço possuem analisador de fluidos refrigerantes (Figura 3), que os auxilia a identificar o tipo de fluido ou mistura contida no cilindro. Com esta informação é possível direcionar para qual ação seguirá a substância pura ou a mistura de substâncias.

Os potenciais contaminantes em fluidos refrigerantes são ácidos, umidade, gases não condensáveis e material particulado. Mesmo o baixo nível destes contaminantes pode reduzir a vida útil de um sistema de refrigeração e ar-condicionado (MMA, 2017b).

Importante observar que os procedimentos de recolhimento, reciclagem e regeneração dos fluidos refrigerantes devem seguir os métodos e procedimentos estabelecidos na norma NBR 15960 (ABNT, 2021c).

FIGURA 3 – Analisador ou identificador de fluidos refrigerantes.

Fonte: Adaptado de Ministério do Meio Ambiente (2017b).

IMPORTANTE!
A mistura de diferentes tipos de fluidos em um mesmo tanque ou cilindro no ato do recolhimento pode inviabilizar a sua reciclagem ou regeneração. É preciso consultar o CRA para avaliar qual será o destino adequado.

2.1.1. RECICLAGEM

A reciclagem é um processo simples de retirada de impurezas de um fluido contaminado que permite que ele seja reutilizado com segurança no mesmo equipamento de origem ou em outros sistemas. Este processo, normalmente, é realizado por equipamentos móveis nas oficinas das UDRs ou, ainda, nos CRAs.

A principal vantagem da realização da reciclagem com equipamentos móveis é que toda a operação pode ser realizada no local de trabalho, minimizando, assim, riscos e custos com logística.

Este processo não torna o fluido apto para a venda como regenerado.

2.1.2. REGENERAÇÃO

A regeneração é um processo mais complexo do que a reciclagem de tratamento de fluidos refrigerantes contaminados para levá-los à condição de produtos novos.

Neste processo, o fluido atinge alto grau de pureza, similar à condição de um fluido novo, o que lhe confere garantia para a comercialização segura.

O equipamento de regeneração, chamado de regeneradora, possui alto poder de processamento, para remoção dos contaminantes.

Após o fluido passar pelo processo de regeneração, ele segue por análises laboratoriais de Cromatografia Gasosa para comprovação dos padrões estabelecidos pelas normas AHRI 700[3] e NBR 16667 (ABNT, 2018).

Se a análise demonstrar alto grau de pureza, o fluido poderá ser comercializado. Caso contrário, deverá retornar ao processo para nova regeneração ou, então, ser enviado para destruição térmica.

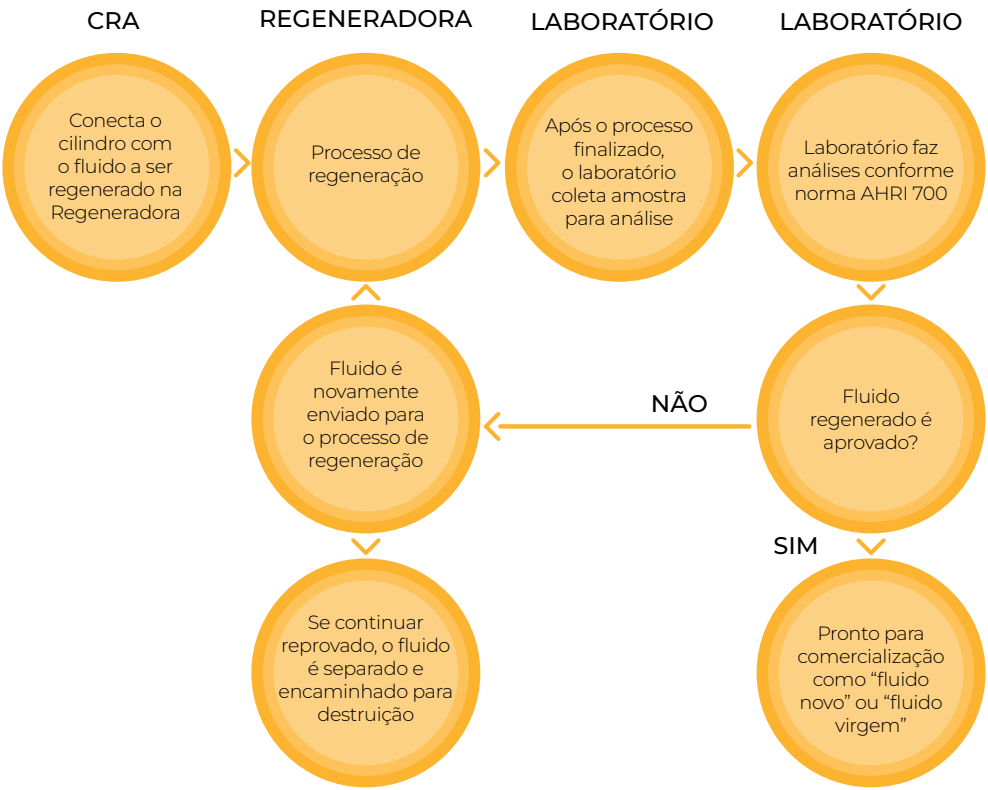
Todos os CRAs que possuem estrutura com equipamentos de regeneração e laboratórios com sistema de cromatografia gasosa estão aptos a tratar os fluidos refrigerantes CFCs, HCFCs, HFCs e suas misturas. O processo de regeneração é regulado pela Norma Internacional AHRI-700 ou pela NBR 16667 (ABNT, 2018). O fluido contaminado é tratado em equipamento com capacidade para filtrar partículas, retirar umidade, reduzir a acidez e separar gases não condensáveis e óleo.

Este processo de regeneração atende a PNRS por se tratar de um processo de recuperação de gases, reduzindo a geração de resíduos. Dentre seus benefícios

3 Air-Conditioning, Heating, & Refrigeration Institute – Standard for Specifications for Refrigerants (AHRI, 2019)

está a redução do consumo de fluidos virgens, mas também proporciona maior tempo de vida útil aos equipamentos antigos ainda em funcionamento, durante as fases de transição para equipamentos livres de SDOs e/ou livres de fluidos refrigerantes de alto ou médio impacto para o sistema climático global.

FIGURA 4 – Processo de regeneração de resíduos servíveis no CRA



Fonte: Elaboração própria.

SAIBA MAIS

ABNT NBR 15960:2021 – 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.

Para ser comercializado como "fluido virgem", denominação utilizada na cadeia produtiva, o fluido regenerado deve passar por análises laboratoriais que verificam o grau de pureza. Ao adquirir um fluido regenerado, deve-se exigir o laudo ou certificado de teste laboratorial assinado por químico ou técnico responsável.

No laboratório são feitas análises de cromatografia gasosa para determinação do grau de pureza do fluido em questão (R-11, R-12, R-22, R-123, R-141b, R-134a e

outros) e ensaios para determinação de acidez, cloretos, gases não condensáveis, ponto de ebulição e presença de umidade.

A cromatografia gasosa é uma tecnologia cujo objetivo é identificar se a amostra em processo de teste tem a mesma composição da amostra do gás padrão inserido no equipamento, seja por meio de identificação, quantificação ou obtenção da substância pura para os mais diversos fins.

O laboratório deve contar com técnico em química ou químico responsável técnico (RT), bem como com equipamentos aptos para a realização das análises acima, com base nas orientações da norma AHRI-700 ou NBR 16667 (ABNT, 2018).

FIGURA 5 – Laboratório ECOSUPORTE – Americana/SP

Fonte: Ecosuporte.

FIGURA 6 – Laboratório do CRA CRN – Recife/PE

Fonte: CRN.

FIGURA 7 – Laboratório Frigelar – Osasco/SP

Fonte: Frigelar.

FIGURA 8 – Cromatógrafo Gasoso Recigases – Rio de Janeiro/RJ

Fonte: Recigases.

2.2. GESTÃO DE SDOs INSERVÍVEIS PARA DESTRUIÇÃO TÉRMICA

Uma vez identificada a impossibilidade de recuperação, o fluido passará a ser classificado como resíduo inservível e deverá ser segregado, transvasado para cilindros de 1.000 libras e armazenado de forma temporária para posterior envio a uma empresa de tratamento térmico, para destinação final via incineração.

Os fluidos refrigerantes inservíveis que não puderam ser reciclados ou regenerados e aqueles apreendidos por órgãos fiscalizadores são considerados

resíduos de SDOs e, portanto, deverão ser devidamente armazenados e posteriormente enviados para a destinação final por meio da destruição térmica. O Gerador de resíduos de SDOs/CRA/Gerenciador deve selecionar uma empresa de tratamento térmico que possua licença ambiental válida para a destinação final. É fundamental verificar se as condicionantes da licença ambiental estão sendo cumpridas e conferir se a empresa é adequada antes do envio das substâncias. A incineração é atualmente uma das opções de tratamento térmico mais comuns para a destruição segura das substâncias.

A incineração é a tecnologia de tratamento térmico que promove a destruição de SDOs com altas temperaturas com refinado sistema de tratamento dos gases resultantes do processo de queima.

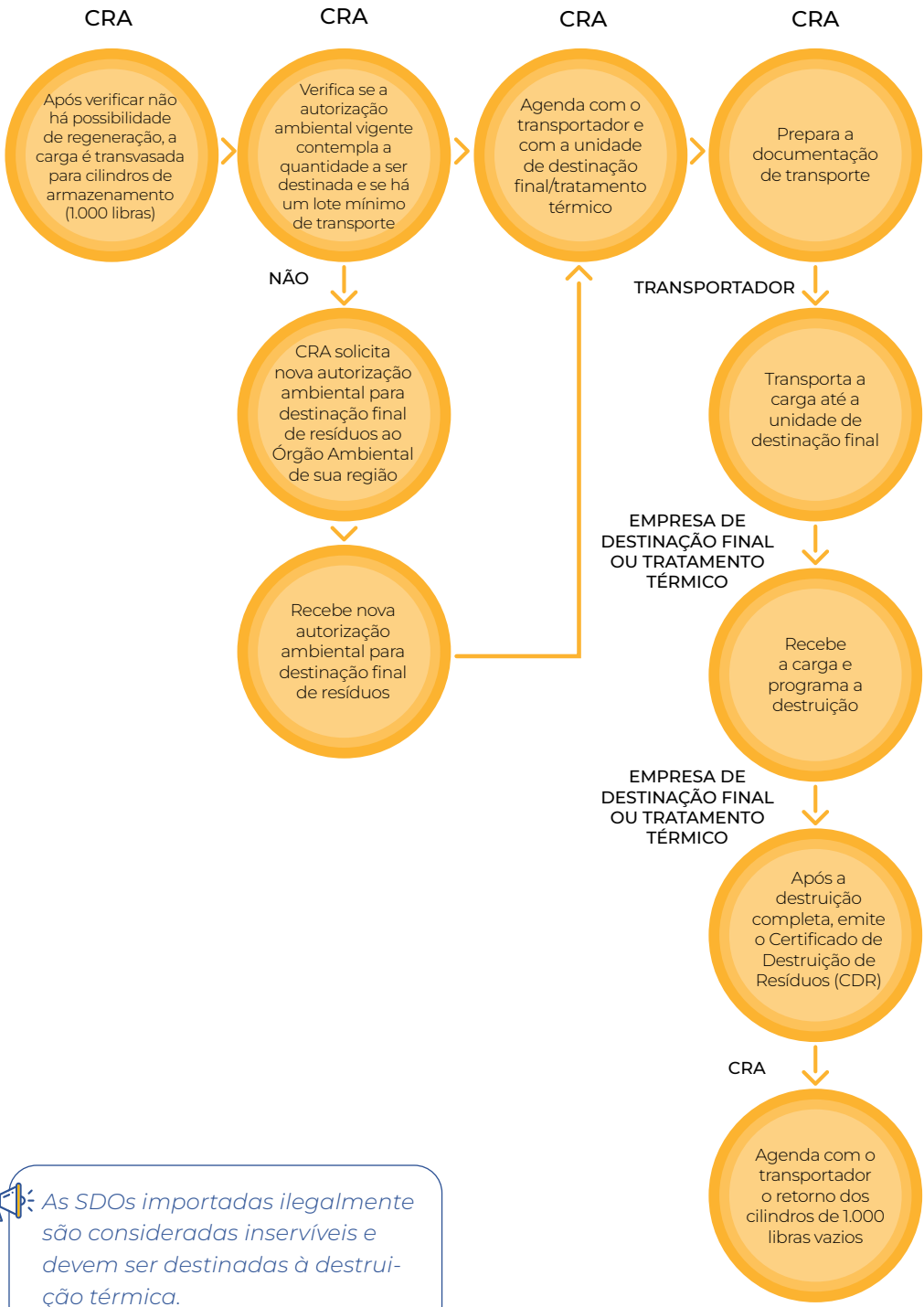
A destinação final de SDOs inservíveis deve ser realizada por um CRA ou por uma empresa de gerenciamento de resíduos licenciados.

A Figura 10 demonstra o fluxograma de trabalho de um CRA, desde a identificação até o envio para a destruição térmica.

FIGURA 9 – Cilindros de 1.000 libras

Fonte: Ecosuporte.

FIGURA 10 – Processo de gerenciamento para destinação final de SDOs inservíveis (resíduos de SDOs)



As SDOs importadas ilegalmente são consideradas inservíveis e devem ser destinadas à destruição térmica.

Fonte: Elaboração própria.

IMPORTANTE!
A mistura de diferentes tipos de fluidos em um mesmo tanque ou cilindro no ato do recolhimento pode inviabilizar a sua reciclagem ou regeneração. É preciso consultar o CRA para avaliar qual será o destino adequado.

2.2.1. ETAPAS QUE FAZEM PARTE DA GESTÃO DE INSERVÍVEIS

a. Caracterização de resíduos de SDOs

No caso de SDOs não regeneráveis (inservíveis), antes mesmo de armazená-las temporariamente, o prestador de serviços deverá registrar as informações sobre o conteúdo dos cilindros em seu sistema e nos rótulos (ou etiquetas) de identificação dos cilindros para que as informações sejam usadas durante o processo de obtenção de autorização ambiental (rastreabilidade), especialmente no caso de misturas, em que vários tipos de substâncias com características e composições diferentes estão armazenadas em um mesmo cilindro.

A Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) ou *Material Safety Data Sheet* (MSDS) da(s) substância(s) contida(s) no cilindro deverá ser mantida em pasta de fácil acesso, pois será útil para a solicitação de autorização ambiental, para o transporte da(s) substância(s) e para consulta de necessidades específicas.

Em geral, os resíduos de SDOs são classificados como Classe I por serem perigosos. A maior parte dos fluidos refrigerantes encaminhada para a destinação final está misturada dentro de cilindros pressurizados e pode conter ou não substâncias inflamáveis.

Deve-se atentar para não misturar substâncias que reajam entre si, de acordo com o especificado na FISPQ.

b. Armazenamento Temporário

Sempre que for identificada a necessidade de encaminhar resíduos inservíveis de SDOs para a destinação final, estes devem permanecer armazenados enquanto se aguarda a autorização ambiental ou, então, enquanto se espera alcançar uma quantidade mínima para enviar à empresa de destinação final.

As SDOs inservíveis devem permanecer armazenadas temporariamente em cilindros preferencialmente de 1.000 libras, de acordo com a Resolução CONAMA nº 340/2003 (BRASIL, 2003), com o cuidado frequente de verificação do funcionamento das válvulas.

O local de armazenamento deve ser bem ventilado e sinalizado. Se contiver substâncias inflamáveis, os cilindros devem permanecer em local isolado e longe de fontes de ignição, sempre respeitando as normas vigentes de segurança do trabalho.

Os cilindros e/ou tambores devem ter um "rótulo" de identificação, de acordo com as orientações preconizadas na NBR 7500 (ABNT, 2021a).

É necessário preparar a Ficha com Dados de Segurança de Resíduos Químicos (FDSR) para misturas de gases e substâncias individuais e para o armazenamento e transporte, conforme NBR 16725 (ABNT, 2014). Caso seja uma substância única, a FISPQ do produto deve sempre acompanhar a carga.

Em caso de dúvidas sobre segurança, saúde, meio ambiente e classificação

de perigo, o Gerador de resíduos de SDOs/CRA/Gerenciador deve consultar a NBR 14725, que fornece orientações para o manuseio seguro das substâncias químicas (ABNT, 2009).

c. Transporte

O transporte deve ser realizado por empresas transportadoras de resíduos Classe I, licenciadas e legalizadas para o transporte, quando aplicável, entre os locais de origem e destino, considerando o disposto nas legislações pertinentes, como a Resolução nº 5.848, de 25 de junho de 2019, que atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, e a NBR 13221, que estabelece os requisitos necessários para o transporte terrestre de resíduos classificados como perigosos (ABNT, 2021b).

Os cilindros devem seguir no transporte com o rótulo de identificação, conforme orientado no item de Armazenamento (2.3.3). O veículo deve estar em bom estado de conservação, de modo que a carga fique seguramente protegida, e portar placas de sinalização devidamente posicionadas no caminhão, conforme as orientações e números da ONU[4].

O Gerador de resíduos de SDOs/CRA/Gerenciador deve preparar a documentação de transporte: Manifesto de Transporte (MTR), envelope de emergência, Ficha de Emergência, autorização ambiental, FISPQs/MSDSs/FDSRs e nota de simples remessa.

Para elaboração da Ficha de Emergência, deve-se consultar e seguir as recomendações da NBR 7503 (ABNT, 2020).

O transporte de retorno (devolução) da destinação final, com os cilindros de 1.000 libras vazios, após a destinação final, não precisa ser classificado como transporte de resíduos perigosos Classe I.

d. Autorização ambiental

O transporte dos resíduos de SDOs do local de uso ou armazenamento temporário para o local de destinação final deve sempre ser realizado mediante autorização ambiental para transporte e destinação final de resíduos, que deve ser solicitada ao órgão ambiental na primeira vez em que for realizado o translado e renovada quando estiver a 120 dias[5] do seu vencimento.

Para fazer a solicitação, são necessárias as seguintes informações:

- Dados do Gerador de resíduos de SDOs/CRA/Gerenciador (razão social, CNPJ, endereço completo, pessoa de contato, e-mail, telefones);
- Licença ambiental do equipamento de tratamento de SDOs;
- Características dos resíduos (composição química aproximada);
- Quantidades (de passivo, se houver, e geração anual em quilogramas ou toneladas);
- Forma de armazenamento (cilindros 1.000 libras, tambores 200 L etc.);

4 O número ONU é uma sequência numérica de quatro dígitos determinada pela instituição para identificar produtos químicos e/ou produtos que oferecem perigo à vida. Este número fica na parte inferior do painel laranja (o painel de segurança). Pode ser definido como o RG de um produto perigoso.

5 LC 140/11

- FISPQs ou MSDSs dos produtos armazenados, descrição da mistura de fluidos ou da substância pura armazenada.

O tempo para a emissão de uma autorização ambiental varia conforme cada órgão ambiental, mas, em geral, a estimativa é de 60 a 90 dias.

e. Incineração

A incineração é atualmente uma das tecnologias de destruição térmica que pode ser utilizada para a destinação final de resíduos de SDOs.

O processo de incineração deverá contar com forno de alta temperatura (câmara primária) e câmara de pós-combustão normalmente com temperaturas superiores a 1.000 °C, para a oxidação dos gases, além de um processo de tratamento de gases resultantes da queima de resíduos que consiga atender aos limites recomendados para a emissão, em especial de dioxinas e furanos e cloro livre/ácido clorídrico. Cabe observar que, em função da localidade em que se encontra o incinerador – por exemplo, áreas agrícolas e de vegetação –, deverá também ser dada atenção a emissão de flúor (gasoso e sólido) e de ácido fluorídrico.

Outro ponto a ser observado é: nos equipamentos de incineração de SDOs em estados sólidos ou pastosos, não é recomendado que a câmara primária seja fixa.

A destruição térmica de SDOs requer um sistema de alimentação dedicado e o controle da taxa de alimentação da linha de queima de gases, além do atendimento de parâmetros operacionais que podem diferir das condições utilizadas para outros resíduos Classe I. Portanto, é importante averiguar na licença de operação da empresa de tratamento térmico se ela está devidamente autorizada para a destinação final de resíduos de SDOs. Deve-se observar, também, o cumprimento das condicionantes estabelecidas no documento de licença de operação e se a empresa realiza, com a frequência exigida pelo órgão ambiental, os testes de queima de SDOs e de substâncias cloradas específicas e o controle adequado da emissão de dioxinas e furanos.

FIGURA 11 – Linha de incineração de substâncias gasosas – ESSENCIS/SP

Fonte: Essencis Soluções Ambientais.

2.3. LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE SDOs

A logística reversa é uma obrigação trazida pelo art. 33, inciso VI, da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), regulamentada pelo Decreto nº 10.240 (BRASIL, 2020).

Neste sentido, equipamentos eletroeletrônicos de uso domiciliar e seus componentes, veículos e outros produtos, como embalagens em geral, estão sujeitos à logística reversa dos resíduos pós-consumo. Isso significa que os fabricantes, comerciantes e distribuidores

desses produtos devem promover suas destinações à reciclagem.

Uma vez que os produtos contenham SDOs, eles precisam ser descontaminados, com a efetiva coleta. Embalagens de fluidos refrigerantes, consideradas como vasos de pressão[6], precisam passar por processo de descontaminação, uma vez que podem conter resíduos de SDOs em pequenas quantidades.

Portanto, as embalagens descartáveis – cilindros pressurizados descartáveis – não podem ser descartadas como resíduos metálicos simples sem passar pelo processo de retirada dos gases residuais, que normalmente é realizado pelo CRA. Após esse procedimento, o Centro emite um atestado de descontaminação.

O artigo 6º da Instrução Normativa nº 05 do IBAMA (BRASIL, 2018) determina que as substâncias controladas existentes em equipamentos e sistemas sejam recolhidas apropriadamente e destinadas aos CRAs ou ao tratamento térmico.

6 Vaso de pressão: recipientes estanques de qualquer tipo e dimensão, projetados para resistir com segurança a pressões internas diferentes da pressão atmosférica. São muito utilizados para armazenar substâncias gasosas em geral.

3. RESUMO DE NORMAS E LEGISLAÇÃO

3.1. MEIO AMBIENTE

- Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008 – Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências;
- Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022 – Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências;
- Decreto nº 99.280, de 6 de junho de 1990 – Promulgação da Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio;
- Instrução Normativa IBAMA nº 10, de 27 de maio de 2013 – Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental;
- 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;
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências – conhecida como "Lei de Crimes Ambientais";
- Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000 – Altera a Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente;
- 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 – conhecida como "PNRS";
- Princípio do "Poluidor-Pagador", também conhecido como "PPP", consubstanciado no artigo 4º, VIII da Lei nº 6.938/81 – traz a concepção de que, quem polui, deve responder pelo prejuízo que causa ao meio ambiente. E a sua responsabilização se dá em forma de pagamento, que, por sua vez, pode consistir em uma prestação em dinheiro ou em atos do poluidor;
- Resolução CONAMA nº 001, de 16 de março de 1998 – Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- Resolução CONAMA nº 267, de 14 de setembro de 2000 – Lista as substâncias controladas pelo IBAMA em território nacional (BRASIL, 2000).

3.2. ARMAZENAMENTO

- ABNT NBR 4706:2010 – Cilindros de gás – Cilindros recarregáveis, de aço, com costura – Pressão de ensaio menor ou igual a 60 bar;
- ABNT NBR 16725:2014 – Resíduo químico – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem;

- ABNT NBR 7500:2021 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos;
- ABNT NBR 14725-2:2019 – Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 2: Sistema de classificação de perigo;
- Resolução CONAMA nº 340, de 25 de setembro de 2003 – Dispõe sobre a utilização de cilindros para o envasamento de gases que destroem a Camada de Ozônio, e dá outras providências.

3.3. TRANSPORTE

- ABNT NBR 7503:2020 – Transporte de produtos perigosos – Ficha de emergência – Requisitos mínimos.
- ABNT NBR 13221:2021 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Resíduos.
- Resolução nº 5.232 (Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, ANTT, Diretoria Colegiada), de 14 de dezembro de 2016 – Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências;
- Resolução nº 5.848 (Ministério da Infraestrutura / ANTT / Diretoria Colegiada), de 25 de junho de 2019 (BRASIL, 2019) – Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências.

3.4. RECICLAGEM, REGENERAÇÃO E LABORATÓRIO

- ABNT NBR 11650:2008 – Desempenho de equipamento de recolhimento e/ou reciclagem de fluidos refrigerantes;
- ABNT NBR 15960:2021 – Fluidos frigoríficos – Recolhimento, reciclagem e regeneração (3R) – Procedimento;
- ABNT NBR 16667:2018 – Especificações para fluidos refrigerantes;
- AHRI-700 (2019) – *Specifications for Refrigerants*.

3.5. DESTINAÇÃO FINAL

ABNT NBR 11175:1990 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho – Procedimento;

Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002 – Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistema de tratamento térmico de resíduos.

3.6. CONTROLE DE SDOs

- Instrução Normativa IBAMA nº 4, de 14 de fevereiro de 2018 – 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;
- Instrução Normativa IBAMA nº 5, de 14 de fevereiro de 2018 – Regulamenta o controle ambiental do exercício de atividades potencialmente

poluidoras referentes às substâncias sujeitas a controle e eliminação conforme o Protocolo de Montreal;

- Instrução Normativa IBAMA nº 37, de 29 de junho de 2004 – Apresenta definições dos nomes das substâncias controladas pelo Protocolo e Montreal gerenciado pelo IBAMA;
- Portaria MMA nº 212, de 26 de junho de 2012 – Institui o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs – PBH, no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
- Resolução ANVISA nº 88, de 25 de novembro de 2008 – Proíbe, a partir de 1º de janeiro de 2011, a produção e importação de medicamentos inaladores de dose medida que utilizem CFC como gás propelente;
- Resolução CONAMA nº 267, de 14 de setembro de 2000 – Lista as substâncias controladas pelo IBAMA em território nacional;
- Resolução CONAMA nº 340, de 25 de setembro de 2003 – Proíbe o uso de cilindros descartáveis na comercialização de CFC-12, CFC-114, CFC-115, R-502 e dos halons H-1211, H-1301 e H-2402.

REFERÊNCIAS

AIR-CONDITIONING, HEATING, & REFRIGERATION INSTITUTE. **AHRI 700 (2019)**: standard for specifications for refrigerants. Arlington: AHRI, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14725-2**: produtos químicos – informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 2: sistema de classificação de perigo. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16725**: resíduo químico – informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16667**: especificações de fluidos frigoríficos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**: transporte terrestre de produtos perigosos – resíduos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15960**: fluidos refrigerantes – recolhimento, reciclagem e regeneração (3R) – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2021c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7503**: transporte terrestre de produtos perigosos – ficha de emergência – requisitos mínimos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Decreto Federal nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 fev. 2020. Disponível em: https://bit.ly/3PsGtXw. Acesso em: 13 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 99.280, de 6 de junho de 1990. Promulgação da Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jun. 1990. Disponível em: https://bit.ly/3WcHFjR. Acesso em: 13 dez. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Instrução Normativa nº 05, de 14 de fevereiro de 2018**. Regulamenta o controle ambiental do exercício de atividades potencialmente poluidoras referentes às substâncias sujeitas a controle e eliminação conforme o Protocolo de Montreal. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 16 fev. 2018.

BRASIL. Lei Federal 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. Acesso em: 13 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Resolução nº 5.848, de 25 de junho de 2019. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jun. 2019. Disponível em: https://bit.ly/3FQib6D. Acesso em: 13 dez. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 267, de 14 de setembro de 2000. Dispõe sobre a proibição no Brasil, da utilização das substâncias controladas especificadas nos Anexos A e B do Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a Camada de Ozônio – SDO's. Restringe a importação de SDO's, estabelece os prazos e limites das importações, entre outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 dez. 2000. Disponível em: https://bit.ly/3j1Ngei. Acesso em: 13 dez. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 340, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre a utilização de cilindros para o vazamento de gases que destroem a Camada de Ozônio, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 nov. 2003. Disponível em: https://bit.ly/3iZnc3A. Acesso em: 13 dez. 2022.

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

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs-PBH**: treinamento e capacitação para boas práticas em sistemas de ar-condicionado do tipo janela e *mini-split*. Brasília, DF: MMA, 2017a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs-PBH**: treinamento e capacitação para boas práticas em sistemas de refrigeração comercial. Brasília, DF: MMA, 2017b.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs

PNUD

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL