

A IMPORTÂNCIA DA CONSCIENTIZAÇÃO DOS FLUÍDOS REFRIGERANTES NA REFRIGERAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO E SEU MANUSEIO

Data de aceite: 01/03/2024

Alexandre Fernandes Santos

Universidade Beira Interior, Covilhã,
Portugal
<https://orcid.org/0000-0001-5306-6968>

Darlo Torno

Fapro - Faculdade Profissional. Curitiba -
Paraná

Daiane Busanello

Fapro - Faculdade Profissional. Curitiba -
Paraná

Heraldo José Lopes de Souza

Fapro - Faculdade Profissional. Curitiba -
Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-8471-7804>

Natalia Tinti

Fapro - Faculdade Profissional. Curitiba -
Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-8471-7804>

Márcia Cristina de Oliveira

Fapro - Faculdade Profissional. Curitiba -
Paraná

Sandro Adriano Zandoná

Fapro - Faculdade Profissional. Curitiba -
Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-8471-7804>

Eliandro Barbosa de Aguiar

Fapro - Faculdade Profissional. Curitiba -
Paraná

RESUMO: Os fluidos refrigerantes são essenciais para os equipamentos de refrigeração e climatização, apesar de ser um volume pequeno possuem alto impacto ambiental, para se ter uma ideia os fluidos refrigerantes geram de aquecimento global o equivalente a 22% de todas as queimadas do planeta, as soluções são conectadas ao uso de fluidos refrigerantes naturais que ou são tóxicos ou combustíveis ou de altas pressões de trabalho, o treinamento dos profissionais é a solução viável para a redução do aquecimento global.

PALAVRAS-CHAVE: Aquecimento global, refrigeração, fluidos refrigerante, GWP.

ABSTRACT: Refrigerants are essential for refrigeration and air conditioning equipment, despite being a small volume, they have a high environmental impact. To give an idea, refrigerants generate global warming equivalent to 22% of all planet's wildfires. Solutions are connected to the use of natural refrigerants, which are either

toxic, flammable, or operate at high pressures. Training professionals is a viable solution for reducing global warming.

KEYWORDS: Global warming, refrigeration, refrigerants, GWP.

INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório do (Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group III & Edenhofer, n.d.), entre os significativos contribuintes do aquecimento global estão os fluidos refrigerantes fluorados conhecidos como F-gases (2,2% das emissões globais), apesar de seu pequeno volume os F-gases são equivalentes a 22% de todas as emissões das queimadas (as emissões das queimadas são 10% das emissões globais).

Para efeito de comparação, o fluido refrigerante mais utilizado na refrigeração, HFC-404-A, possui um GWP (Global Warming Potencial) de 3.922 kg CO₂, enquanto o Propano (R-290) apresenta um GWP de 3, o que representa uma redução de 99,92%. No caso do ar condicionado, um dos fluidos alternativos é o R-32, que possui um GWP de 675, em contraste com o GWP de 2088 do R-410 A, predominantemente utilizado em sistemas split, resultando em uma redução de 67,7% nas emissões de CO₂(Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group III & Edenhofer, n.d.).

Além das questões relacionadas às emissões, muitos fluidos refrigerantes contêm cloro, que afeta a camada de ozônio. No parque industrial brasileiro, o HCFC-22 é um gás refrigerante dominante, com excelentes características entálpicas, porém causa danos significativos ao efeito estufa e à camada de ozônio(Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group III & Edenhofer, n.d.).

Há também a preocupação com os PFAS (Per- and polyfluoroalkyl substances), presentes nos F-gases em geral (com exceção do R-32). A exposição a altos níveis de PFAS na água potável não apenas a contamina, mas também pode resultar em efeitos adversos à saúde, como aumento nos níveis de colesterol, alterações nas enzimas hepáticas, disrupção hormonal e aumento do risco de doenças da tireoide. Em dias chuvosos, vazamentos de fluidos refrigerantes podem contaminar rios e oceanos(Coperchini et al., 2021).

Embora os fluidos refrigerantes fluorados tenham um alto GWP e muitos deles causem destruição da camada de ozônio e contenham PFAS, eles operam em pressões aceitáveis para evitar acidentes de trabalho. Em geral, eles não são considerados tóxicos e não são inflamáveis, exceto quando são classificados como A2L, ou seja, levemente inflamáveis. Isso os torna fáceis de transportar e oferece muitas vantagens aos técnicos em refrigeração, apesar de seus impactos ambientais(Coperchini et al., 2021).

Os fluidos refrigerantes mais sustentáveis, conhecidos como naturais, incluem amônia (NH₃) com GWP zero, propano (R-290) com GWP de 3, isobutano (R-600a) com GWP de 3 e dióxido de carbono (R-744) com GWP de 1. Além disso, há o R-32, um F-gas (não natural) com um GWP moderado de 675 (apesar de não ser natural, possui

um GWP e PFAS aceitáveis em comparação com outros F-gases). Todos esses fluidos têm características distintas que requerem treinamento especializado para manuseio. Eles foram amplamente utilizados até 1924, mas causavam frequentes acidentes de trabalho e, às vezes, resultavam em fatalidades, devido à toxicidade da amônia, à alta inflamabilidade do R-290 e do R-600a, às altas pressões do R-744 em seus recipientes e à inflamabilidade leve do R-32. Até o momento, essas são as soluções de mercado para um mundo sustentável (Coperchini et al., 2021).

Recentemente, um técnico de refrigeração de 38 anos morreu após a explosão do cilindro de gás durante a manutenção em um imóvel na cidade de Maceió, deixando uma filha pequena órfã (UOL, 2024) .

O estado do Paraná é uma referência em refrigeração comercial, com empresas como Gelopar, Eletrofrío, Trox, Plotter Racks, Electrolux e até uma nova fábrica da LG que será estabelecida no município de Fazenda Rio Grande (Indústria, 2024).

Para promover o equilíbrio, a GIZ na Alemanha realiza treinamentos sobre o manuseio de fluidos refrigerantes naturais, uma iniciativa que carece de apoio no Brasil.

IMPACTO AMBIENTAL E SEGURANÇA NO MANUSEIO DE FLUIDOS REFRIGERANTES NA REFRIGERAÇÃO E AR-CONDICIONADO: UMA ANÁLISE CRÍTICA

O aumento das temperaturas globais decorrentes do aquecimento global tem sido sentido de forma cada vez mais evidente, impulsionando a demanda por equipamentos de ar-condicionado, amplamente reconhecidos por sua capacidade de salvar vidas. Contudo, esse crescimento na utilização de ar-condicionado acarreta em preocupações ambientais significativas devido aos fluidos refrigerantes utilizados em tais equipamentos (Ballester et al., 2023).

Um dos fluidos refrigerantes mais amplamente empregados na refrigeração, o R-404A, apresenta um GWP alarmante de 3.922 por kg (Callahan et al., 2011), equivalente à poluição gerada por um carro 1.0 transportando quatro passageiros por 43.000 km (ECCAPLAN, 2024) .Em um cenário típico de um supermercado médio, onde cerca de 100 kg desse fluido refrigerante podem estar presentes, um único vazamento por ano resultaria em uma poluição equivalente à de 6.400 carros percorrendo a distância entre Curitiba e Foz do Iguaçu (ECCAPLAN, 2024)

Além das preocupações relacionadas à refrigeração, o mercado de ar-condicionado está experimentando um crescimento explosivo de vendas, com estimativas da Abrava apontando para quase 4.000.000 de unidades de Splits vendidos no Brasil em 2024(Costa et al., 2020). O fluido refrigerante mais comumente utilizado, o R-410A, possui um GWP de 2.088, enquanto o R-32, com um GWP de 675 e a vantagem de não conter o poluente PFA, tem enfrentado resistência por parte de muitos técnicos em refrigeração devido a preocupações com segurança (UOL, 2024).

A hesitação dos técnicos brasileiros em trabalhar com o R-32, que é classificado como levemente inflamável (A2-L), destaca preocupações ainda maiores em relação ao uso do Propano R-290. Comparativamente, o R-32 requer aproximadamente 1000 vezes mais energia para a ignição do que o propano, sugerindo a necessidade urgente de capacitação e preparo dos profissionais do setor (UOL, 2024). Na Alemanha, já é possível encontrar Splits que operam com propano.

É crucial salientar que além do GWP, os F-gases também apresentam preocupações relacionadas ao PFA, com muitos deles sendo alvo de proibições na Europa. Prevê-se que até 2050, os HFCs (Hidrofluorcarbonos) sejam completamente eliminados como fluidos refrigerantes na região (European, 2024).

Diante desse contexto, torna-se imprescindível investir em treinamento e conscientização dos técnicos em refrigeração do Paraná sobre a importância do manejo responsável de fluidos refrigerantes, não apenas enfocando as novas tecnologias, mas também a prevenção de vazamentos em sistemas mais antigos. Essa iniciativa pode posicionar o Paraná como um líder em sustentabilidade. Além disso, a disseminação de informações sobre normas de segurança no manuseio de novos fluidos refrigerantes pode contribuir para a conscientização dos técnicos sobre as vantagens dos fluidos refrigerantes naturais (Indústria, 2024).

Em última análise, a capacitação e conscientização dos técnicos em refrigeração desempenham um papel fundamental na mitigação do impacto ambiental e na promoção de práticas mais sustentáveis na indústria de refrigeração e ar-condicionado. Esses profissionais são fundamentais para garantir a conservação adequada de alimentos, medicamentos e outros produtos sensíveis à temperatura, ao mesmo tempo em que desempenham um papel vital na proteção do meio ambiente contra os efeitos nocivos dos fluidos refrigerantes.

DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM CURSO ONLINE PARA TREINAMENTO EM UTILIZAÇÃO DE FLUIDOS REFRIGERANTES NATURAIS: UM PASSO RUMO À DESCARBONIZAÇÃO NO PARANÁ

A metodologia proposta para este projeto visa inicialmente realizar uma revisão abrangente da literatura científica existente, a fim de analisar e documentar os impactos ambientais dos fluidos refrigerantes, tanto em termos de efeito estufa quanto de contaminação ambiental por F-gases. Os resultados desta revisão serão utilizados para embasar a produção de artigos científicos destinados à publicação em revistas de alto impacto, com o apoio da Fundação Araucária.

Após a conclusão da revisão bibliográfica e análise dos artigos publicados, será elaborada uma apostila digital em formato PDF. Esta apostila será dividida em diversos capítulos, abordando os seguintes temas:

Introdução: Esta seção fornecerá uma explicação detalhada sobre o treinamento proposto, destacando os impactos dos fluidos refrigerantes na cadeia de refrigeração de alimentos e na climatização. Será fornecida uma orientação sobre a navegação no curso e sua duração.

Conceitos Básicos de Refrigeração: Este capítulo abordará temas essenciais, tais como a relação entre temperatura e pressão, determinação da temperatura de evaporação e de condensação, escolha do fluido refrigerante, estrutura do diagrama pressão-entalpia, ciclo de refrigeração prático e fatores que influenciam na carga térmica.

Fluidos Refrigerantes Naturais: Nesta seção serão discutidas as propriedades e classificações dos fluidos refrigerantes naturais, técnicas de manuseio seguro do propano e do R-32, conexões e tubulações frigoríferas, métodos de detecção de vazamentos, técnicas para balanceamento frigorífero, eficiência energética em AVAC-R, eletricidade em AVAC-R e normas de segurança.

RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados almejados deste projeto são:

Estabelecer o estado do Paraná como pioneiro no treinamento online para utilização de fluidos refrigerantes naturais, com foco principal no propano e no R-32.

Capacitar até 1000 técnicos de refrigeração e climatização por meio deste curso online, de forma totalmente gratuita, em parceria com o CRT-04, Asbrav e Ashrae, fornecendo certificados de conclusão aos participantes.

Contribuir para acelerar o processo de descarbonização no estado do Paraná, promovendo práticas mais sustentáveis e responsáveis no setor de refrigeração e climatização.

Este projeto visa não apenas fornecer capacitação técnica, mas também conscientizar os profissionais sobre a importância da utilização de fluidos refrigerantes naturais como parte de um esforço mais amplo para mitigar os impactos ambientais do setor de refrigeração e ar-condicionado.

CONCLUSÃO

Os fluidos refrigerantes desempenham um papel fundamental nos equipamentos de refrigeração, climatização e na manutenção da cadeia de frio. Algumas empresas, como o Grupo Madero em Ponta Grossa, já adotaram uma matriz de refrigeração utilizando CO₂, caracterizada por um impacto ambiental reduzido. Contudo, a substituição generalizada de fluidos refrigerantes requer um investimento significativo em treinamento para os profissionais de refrigeração. Esse treinamento é considerado urgente no estado do Paraná, que se destaca como um dos principais centros de atividade no setor de refrigeração no Brasil..

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2024. *Paraná firma acordo com a LG para receber nova fábrica no Brasil*. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Parana-firma-acordo-com-LG-para-receber-nova-fabrica-no-Brasil>>.

BALLESTER, J., QUIJAL-ZAMORANO, M., MÉNDEZ TURRUBIATES, R.F. *et al.* *Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022*. *Nat Med* **29**, 1857–1866, (2023).

CALLAHAN WANDA; JAMES FAVA SHELL A; WICKWIRE, SUSAN; et al. *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*, 2011.

COPERCHINI, FRANCESCA; CROCE, LAURA; RICCI, GIANLUCA et al; *Thyroid Disrupting Effects of Old and New Generation PFAS*, (2021).

COSTA, FERNANDO; GOMES, RODOLFO; JANNUZZI, GILBERTO; et al. *Estudo de Impacto Regulatório Diretrizes Gerais e Estudo de Caso para Condicionadores de Ar tipo Split System no Brasil*, 2020.

ECCAPLAN, 2024. *Calcule e Neutralize suas Emissões de CO2*. Disponível em: <<https://calculadora.eccaplan.com.br>>.

EDENHOFER, OTTMAR; PICHS-MADRUGA, RAMÓN; SOKONA, YOUNG et al. *Climate change 2014: mitigation of climate change : Working Group III contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, (2014).

EUROPEAN COMMISSION, F-gas regulation, 2014. Disponível em: <https://climate.ec.europa.eu/eu-action/fluorinated-greenhouse-gases/eu-legislation-control-f-gases_en>.

UOL, 2024. *Técnico de refrigeração morre após ar-condicionado explodir em Maceió*. Disponível em: <[Engenharias: Qualidade, produtividade e inovação tecnológica 5](https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2024/01/31/cilindro-de-ar-condicionado-explode-e-mata-tecnico-de-refrigeracao-em-al.htm#:~:text=Um%20t%C3%A9cnico%20de%20refrigera%C3%A7%C3%A3o%20de,%2C%20em%20Macei%C3%B3(AL)>.></p></div><div data-bbox=)