

VI-151 - PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O USO DE FLUIDOS REFRIGERANTES VISANDO A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Raquel Azarias Alves⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Faculdade de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Técnica em Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Ana Carolina Fonseca Borges Thomaziello

Engenheira Agrônoma, Mestre em Água e Solo pela Universidade Estadual de Campinas- Unicamp. Docente da Faculdade de Engenharia Ambiental e Sanitária da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Endereço⁽¹⁾: Rua Santo Anastácio, 38 – Jardim Nova Europa – Campinas – São Paulo – CEP: 13040-075 – Brasil - Tel: +55 (19) 3278-2075 - Cel: +55 (19) 9354-9546 - e-mail: raquelalves3@hotmail.com

RESUMO

A camada de ozônio é responsável pela proteção da vida terrestre contra a radiação ultravioleta proveniente do sol. Esta camada está situada na estratosfera terrestre e há alguns anos cientistas apontaram que a sua destruição pode comprometer a vida no planeta. Esta camada é importante por reduzir a incidência de raios ultravioletas, responsáveis pelo aumento do número de casos de câncer de pele, enfraquecimento do sistema imunológico, redução das safras agrícolas, dentre outros impactos negativos. A destruição da camada de ozônio se dá principalmente pelo uso de substâncias que contém o cloro e o bromo em sua composição, como os clorofluorcarbonos-CFCs, que foram amplamente utilizados como fluidos refrigerantes no passado. A presente pesquisa objetivou realizar o levantamento do uso de substâncias destruidoras de ozônio (SDOs) em uma empresa do ramo alimentício situada no município de Americana-SP, bem relacionar as alternativas viáveis, de modo a promover e incentivar a substituição das SDOs no setor de refrigeração. Para isso foi realizado o levantamento das SDOs nesta empresa onde foram inventariados os equipamentos que possuem gases refrigerantes. Em paralelo foi realizado o levantamento de empresas da região que trabalham com a substituição das SDOs. Trabalhou-se com a possibilidade de duas alternativas, sendo a primeira trocar o equipamento antigo por equipamento mais moderno que utilize substâncias menos agressivas ao meio ambiente e a segunda alternativa seria fazer a substituição do fluido refrigerante utilizado a partir de uma adaptação do equipamento (Retrofit). Concluiu-se que tanto a reforma dos equipamentos quanto a troca destes exige um planejamento econômico e é necessário que se verifique para cada situação e para cada equipamento qual seria a melhor alternativa. Ressalta-se que ao optar-se pela troca do equipamento deve-se atentar para o fluido refrigerante que será utilizado, sendo que além de não prejudicar a camada de ozônio, este também deve ser menos agressivo ao sistema climático. No caso da substituição dos equipamentos antigos, também deve ser levada em consideração a questão do descarte dos gabinetes. A troca do equipamento apresenta como ponto favorável a melhoria da eficiência energética, visto que equipamentos novos consomem menos energia do que os equipamentos antigos.

PALAVRAS-CHAVE: Camada de ozônio, SDOs, Fluido refrigerante, Protocolo de Montreal.

INTRODUÇÃO

A camada de ozônio é uma fina camada situada na estratosfera terrestre que protege a vida na terra da radiação ultravioleta proveniente do Sol. A radiação solar em altas intensidades pode causar sérios danos à saúde humana e ao equilíbrio dos ecossistemas naturais.

Há alguns anos a camada de ozônio vem sendo destruída por substâncias químicas que possuem principalmente moléculas de cloro e bromo, as quais são produzidas pelo homem. Essas substâncias, conhecidas como SDOs – substâncias destruidoras de ozônio, ao serem liberadas para a atmosfera reagem com o ozônio estratosférico, contribuindo para sua redução. As SDOs compreendem os grupos dos clorofluorcarbonos (CFCs), halons, tetracloreto de carbono, metil clorofórmio, hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), hidrobromocarbonos (HBFCs), bromoclorometano e brometo de metila.

A partir dos anos setenta começaram a ser expressas as preocupações de que a camada de ozônio fosse vulnerável a danos causados pela liberação destes produtos químicos e um longo trabalho realizado por

cientistas. Em 1985 foi realizada a Convenção de Viena para a proteção da camada de ozônio e no ano de 1987, 46 países assinaram o Protocolo de Montreal sobre substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. O Brasil regulamentou a sua adesão ao Protocolo de Montreal em 1990 comprometendo-se a reduzir e a eliminar o uso das SDOs no Brasil.

Inicialmente o Brasil trabalhou com a eliminação dos CFCs, substâncias com maior Potencial de Destruição da camada de ozônio- PDO e muito utilizadas principalmente na produção de equipamentos de refrigeração (comercial, industrial e doméstica), ar condicionado automotivo, fabricação de espumas, dentre outros usos. Os CFCs foram completamente banidos em janeiro de 2010, porém outras substâncias, que apesar de não agredirem a camada de ozônio contribuem para o aquecimento global estão sendo amplamente utilizadas.

Tendo em vista os prazos estabelecidos pelo Protocolo de Montreal para promover a redução da produção e do consumo das SDOs, especificamente os hidroclorofluorcarbonos-HCFCs, este trabalho propôs-se a realizar o levantamento da quantidade destas substâncias nos equipamentos de refrigeração de uma indústria e propor alternativas ambientalmente adequadas.

METODOLOGIA

Foi realizado o levantamento do uso de SDOs em uma indústria alimentícia localizada no município de Americana-SP, a qual possui como principal atividade a produção de sucos e néctares. O levantamento foi realizado durante o período de 20/09/2010 a 30/09/2010 onde foram inventariados os equipamentos que possuem gases refrigerantes, verificando as características de cada equipamento, o tipo de gás refrigerante e a quantidade do gás.

Em paralelo foi realizado o levantamento de empresas da região que trabalham com a substituição das SDOs a partir do contato via e-mail, busca na internet e via telefônica. Trabalhou-se com a possibilidade de duas alternativas: a primeira seria trocar o equipamento antigo por equipamento mais moderno que utilize substâncias menos agressivas ao meio ambiente e a segunda alternativa seria fazer a reforma do equipamento (Retrofit), ou seja, substituir o fluido refrigerante utilizado a partir de uma adaptação do equipamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do levantamento realizado, observou-se que a indústria possui equipamentos tanto na área industrial (onde é feito o processamento dos sucos e néctares), quanto na área de escritórios.

Na área de produção é utilizada a amônia como gás refrigerante. Na área de escritórios, levantou-se o uso de R12 (clorofluorcarbônico- CFC 12), R134a (hidrofluorcarbônico-HFC-134a) e principalmente de R22 (hidroclorofluorcarbônico- HCFC 22) utilizados como gases refrigerantes nos sistemas de climatização de ambientes, refrigeradores e bebedouros, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Levantamento de equipamentos e gás refrigerantes utilizados na empresa estudada.

Tipo do equipamento	Tipo do gás refrigerante	Quantidade (gramas)
Bebedouro	R134 a	150
Refrigerador	R134 a	525
	R12	200
Freezer	R12	255
Incubadora	R134a	360
Frigobar	R134a	80
Ar condicionado	R22	67.750
TOTAL	-	69.320

O CFC-12 é um gás cuja produção no Brasil foi encerrada há mais de 20 anos, toda a quantidade utilizada para abastecimento dos sistemas de refrigeração era proveniente da importação a partir de outros países. O Brasil, por meio da implementação do Plano Nacional de Eliminação dos CFCs (PNC) e por meio de legislação (Resolução Conama nº 267/00), proibiu a fabricação de equipamentos novos que utilizavam tais substâncias como refrigerantes, além de estabelecer um cronograma de redução das importações de CFCs. Este

cronograma foi completamente cumprido e, atualmente, o único uso permitido para os CFCs é para a produção de medicamentos (“bombinhas” para asmáticos), a partir dos estoques que foram feitos até o final de 2009. Entretanto existe um grande passivo ambiental proveniente dos equipamentos antigos, tais como refrigeradores, ar condicionado automotivo, resfriadores industriais (*chillers*), espumas, dentre outros, o qual necessita ser gerenciado.

O HCFC-22, no início da década de 90, quando foi iniciada a implementação do Protocolo de Montreal no Brasil, foi considerado o substituto mais viável do CFC-12, principalmente para uso nos sistemas de refrigeração doméstica. Entretanto, apesar do impacto dos HCFCs na Camada de Ozônio ser relativamente menor do que o impacto dos CFCs, o efeito no clima ainda é bastante considerável, conforme pode ser verificado na Tabela 2. Este impacto pode ser quantificado por meio do Poder de Aquecimento Global (sigla em inglês GWP para Global Warming Power), o qual indica o potencial de aquecimento de uma substância em relação ao CO₂ (que no caso apresenta GWP igual a 1). Dizer que o HCFC-22 tem um GWP de 1.780 significa dizer que 1 tonelada de HCFC-22 equivale a 1.780 toneladas de CO₂, ou seja, contribui 1.780 vezes a mais que o CO₂ para o aquecimento do planeta.

O HFC-134a também foi uma das alternativas utilizadas para a substituição dos CFCs, principalmente nos sistemas de ar condicionado automotivo e nos sistemas de refrigeração. Essa substância também apresenta um impacto no clima bastante considerável (Tabela 2).

Tabela 2: Potencial de impactos de gases refrigerantes na Camada de Ozônio e no clima.

Substância	Nome comercial	Potencial de Destruição da Camada de Ozônio- PDO	Poder de Aquecimento Global- GWP
CFC-12	R12	1	10.720
HCFC-22	R22	0,055	1.780
HFC-134a	R134a	0	1.300
HC-600a	R600a	0	3
Amônia	R717	0	3

Fonte: IPCC (2007)

Atualmente, o Brasil e os demais países signatários do Protocolo de Montreal, têm desenvolvido diversas ações e projetos para eliminar o uso dos HCFCs, assim como foi feito com os CFCs no passado. O Brasil elaborou o Plano Nacional de Eliminação de HCFCs- PBH, para promover a eliminação dos HCFCs nos diversos setores usuários de gases refrigerantes e o IBAMA publicou a Instrução Normativa nº 207/08 estabelecendo limites para a importação dos HCFCs. As importações irão decrescer a partir de 2015, até serem proibidas a partir de 2040.

Em relação às alternativas para o setor de refrigeração doméstica, o uso de hidrocarbonetos-HCs, em especial o isobutano (HC-600a) ou misturas contendo isobutano, tem se mostrado bastante favorável, mesmo considerando as questões de segurança, visto que os HCs são inflamáveis. Estima-se que atualmente exista mais de 350 milhões de refrigeradores em uso na Europa, América Latina, China, Japão, Rússia, Índia e Austrália. No Brasil, já existe a fabricação e comercialização de refrigeradores com hidrocarbonetos, os quais já são encontrados no mercado.

Também estão sendo desenvolvidas novas versões dos HFC-134a menos agressivas ao meio ambiente, com o GWP menor que 150, contra os 1.300 atuais.

Para os equipamentos antigos, existe a alternativa de se fazer a adaptação para uso de gases alternativos (hidrocarbonetos, por exemplo), mas por ser um processo caro, seria necessário avaliar as questões financeiras envolvidas.

Outra alternativa neste setor é fazer a troca dos equipamentos atuais por equipamentos novos que funcionam à base de refrigerantes menos agressivos ao meio ambiente (baixo PDO e GWP). Neste caso, também é necessário fazer uma avaliação da situação econômica. Como a troca de equipamentos refletirá no descarte dos gabinetes, do ponto de vista ambiental, será imprescindível realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos com a destinação ambientalmente adequada de cada um dos componentes (plástico, metal, óleos, gases refrigerantes,

etc.). Outra vantagem que deve ser considerada no caso da troca dos equipamentos é a questão da eficiência energética, visto que os equipamentos novos utilizam menos energia do que os equipamentos antigos.

O emprego da amônia demonstra no setor produtivo da empresa pode indicar que há uma preocupação em relação aos impactos ambientais, além das questões econômicas envolvidas. A amônia, utilizada como gás refrigerante, apresenta a vantagem de ser menos agressiva ao meio ambiente, tendo em vista que o seu GWP é 3 e o PDO é zero. O seu uso no setor industrial tem se mostrado bastante vantajoso, principalmente quando utilizado em conjunto com o CO₂ (ciclo cascata), apresentando como vantagem uma redução considerável na carga de amônia do sistema. De acordo com Cleto (2008) as perspectivas para crescimento do uso de CO₂ no setor de refrigeração industrial são muito boas. Já existem regulamentações que, visando à questão de segurança, restringem o uso de grandes cargas de amônia em determinadas localizadas, minimizando os riscos de acidentes.

CONCLUSÕES

No setor produtivo da empresa estudada já é adotada a amônia como fluido refrigerante; em termos ambientais, esta troca é bastante favorável, pois a amônia não contribui com a destruição da camada de ozônio nem com o aquecimento global. Vários estudos têm demonstrado a viabilidade do uso da amônia em conjunto com o CO₂ em sistemas de refrigeração industriais.

Recomenda-se que os setores usuários de SDOs sejam informados e desenvolvam uma consciência sobre a necessidade de se fazer o gerenciamento dos equipamentos que funcionam à base de CFCs, seja pela adaptação de tais equipamentos para funcionarem com outros gases refrigerantes, em especial os hidrocarbonetos, seja pela troca por equipamentos novos. Neste segundo caso, destaca-se a necessidade de se fazer o gerenciamento dos resíduos sólidos, com a destinação ambientalmente adequada de cada um dos componentes.

Para os equipamentos que funcionam à base de HCFCs, o prazo estabelecido pelo Protocolo de Montreal ainda é consideravelmente confortável (2040), assim recomenda-se que seja feito um planejamento para promover a substituição escalonada de tais equipamentos ao longo do tempo ou a adaptação (retrofit), de forma a atender as legislações ambientais pertinentes.

No caso do HFC-134a, apesar deste ser um gás com alto potencial de aquecimento global e fazer parte da “cesta de gases” controlados do Protocolo de Quioto, não existe nenhuma legislação que proíba ou regulamente o seu uso. As perspectivas futuras são do desenvolvimento de alternativas com menor GWP do que as versões atuais. Do ponto de vista ambiental, o uso de um gás com menor GWP é recomendável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CLETO, L.T. *In*: Aplicações de CO₂ como fluido refrigerante no setor de refrigeração industrial. Uso de Fluidos Naturais em Sistemas de Refrigeração e Ar-Condicionado- **Publicação Técnica**. Ministério do Meio Ambiente, 2008. 348 p.
2. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Fourth Assessment Report** (AR 4), 2007.
3. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Proteção da Camada de Ozônio no Brasil: 1990/2005. Brasil, 2005. Acesso em 05/06/2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao05012009025944.pdf
4. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Uso de Fluidos Naturais em Sistemas de Refrigeração e Ar-condicionado. Brasil, 2008.
5. PEIXOTO, R. de. Impacto Ambiental de refrigerantes em sistemas de refrigeração e AC. Disponível em: http://www.consultoriaambiental.com.br/artigos/impacto_ambiental_de_refrigerantes_em_sistemas_de_refrigeracao_e_ac.pdf. Acesso em: 29/10/2010.
6. PIMENTA, J.M.D.; TEIXEIRA, P.S. Hidrocarbonetos como fluidos refrigerantes: estado da arte. Universidade de Brasília- UNB. Disponível em: http://www.laar.unb.br/Publicacoes_LaAR_arquivos/45019_FINAL.pdf. Acesso em 29/10/2010.