

IMPACTO AMBIENTAL DE REFRIGERANTES EM SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO E AC

Roberto de Aguiar Peixoto - Professor e pesquisador do Instituto Mauá de Tecnologia-Escola de Engenharia Mauá, membro do "Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee" e consultor independente.

Nos últimos dez anos o setor de refrigeração e ar condicionado viveu um grande movimento de discussão e avaliação dos seus impactos ambientais devido à proteção da camada de ozônio e a eliminação dos CFCs e HCFCs, que originou e ainda vai gerar diversas modificações nos fluidos refrigerantes, nos projetos dos seus produtos e equipamentos, nos processos de fabricação e procedimentos de manutenção.

É muito difícil prever com precisão as conseqüências das mudanças na atmosfera. Nos anos recentes um outro problema ambiental também de dimensões globais, o efeito estufa e o processo de aquecimento global, vem sendo analisado e a participação dos diversos setores industriais, entre eles o setor de refrigeração e ar condicionado tem sido debatida.

Este artigo procura apresentar de uma forma resumida e inicial o problema do efeito estufa e da relação do setor de refrigeração e ar condicionado com este.

O Efeito Estufa e o Processo de Aquecimento Global

Além da destruição da camada de ozônio, um outro efeito de alguns fluidos refrigerantes sobre o meio ambiente é a sua contribuição para o processo de aquecimento mundial da atmosfera. A teoria de aquecimento global estabelece que, devido a atividades humanas, a concentração de certos gases que absorvem calor está aumentando na atmosfera. Este fato é considerado como a causa do aumento lento da temperatura média da atmosfera.

Esta teoria está sendo estudada ativamente pela comunidade científica com o objetivo de entendê-la melhor. Atualmente diversos cientistas acreditam que este fenômeno está ocorrendo indubitavelmente, mas existem outros cientistas que não acreditam. Ainda que o Protocolo de Montreal estabeleça um limite de produção e a eliminação de refrigerantes baseada somente nos efeitos de destruição da camada de ozônio, é igualmente importante observar seus efeitos sobre o processo de aquecimento mundial da atmosfera que estão sendo considerados sob a Convenção sobre Mudanças Climáticas assinada na ECO 92 em janeiro de 1992, no Rio de Janeiro.



Refrigerantes contribuem para o aquecimento global pelo fenômeno chamado efeito estufa. Este processo ocorre devido às interações entre a Terra, sua atmosfera e a radiação solar. A radiação solar que atinge a superfície da Terra é parcialmente absorvida, parcialmente refletida e parcialmente re-irradiada, e é novamente emitida pela superfície da Terra com comprimento de onda diferente da radiação que chega.

Alguns gases na atmosfera, como o vapor d'água, dióxido de carbono (CO₂), metano, fluidos refrigerantes e outros gases, absorvem esta radiação e a reemitem. Estes gases são chamados de gases de efeito estufa. O efeito líquido é o aquecimento da superfície da Terra, similar a forma que uma estufa aprisiona a radiação aquecendo o ar (e as plantas) dentro dela.

O efeito estufa é importante para a vida. Sem ele, a temperatura média na superfície da Terra seria apenas -18° C. Entretanto é previsto que com o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, a temperatura da Terra irá aumentar.

É muito difícil prever com precisão as conseqüências que mudanças na composição da atmosfera podem ter no clima. Os vários modelos matemáticos que simulam a composição da atmosfera e o clima coincidem apenas na previsão que um aumento na concentração de gases de efeito estufa resultará em aquecimento global, mas eles diferem no valor que irá ocorrer.

Alguns dos efeitos associados são:

Aumento do nível do mar - É previsto que o aumento da temperatura irá causar o derretimento de geleiras que atualmente estão armazenadas acima do nível do mar (p.ex.: em glaciares) e o escoamento para os oceanos. Aumentando o nível do mar globalmente.

Clima - Modelos utilizados fornecem uma estimativa média global. No entanto, mudanças em temperaturas chuvas, radiação, solar, etc...Variam muito de um para outro.

Colheitas - A maior concentração de CO₂ poderia beneficiar colheitas de certas culturas, mas a incerteza relacionada com as mudanças climáticas regionais não permite a previsão de quais poderão se adaptar às mudanças em cada zona.

Ecossistemas - Os ecossistemas locais são muito mais sensíveis às mudanças de temperatura, precipitações e umidade do solo. Algumas espécies de plantas e animais podem desaparecer em algumas regiões se não puderem se adaptar às novas condições ou migrar com suficiente rapidez a ecossistemas mais favoráveis.

Quando um gás de efeito estufa é liberado na atmosfera, pode contribuir para o processo de aquecimento global da atmosfera. A quantidade para causar este efeito depende da capacidade do gás de absorver a radiação infravermelha e o



tempo que decorre antes de ser eliminado da atmosfera. O efeito total depende do tempo, já que uma certa quantidade de gás liberada na atmosfera não desaparecerá de imediato, mas permanecerá decompondo-se durante certo tempo.

Desta forma, a contribuição acumulada de determinado gás ao processo de aquecimento global continuará aumentando até que tenha sido eliminado na totalidade da atmosfera.

Considerando estes fatores, a uma dada substância química pode ser associada um potencial de aquecimento global (GWP- "Global Warming Potencial") para determinar o grau que esta substância contribui para o aquecimento global. Os valores de GWP, assim como de PDO (Potencial de Destruição da Camada de Ozônio) são calculados em relação a uma substância adotada como referência. O dióxido de carbono é admitido com o valor 1,0 independente do prazo considerado. Todos os outros gases recebem um valor relativo ao CO₂. Ressalte-se que estes valores podem ser diferentes para uma mesma substância de acordo com o prazo considerado.

Sistemas de refrigeração e ar condicionado podem contribuir para o aquecimento global também de uma outra forma. Todos estes sistemas necessitam energia, na maioria dos casos eletricidade, para funcionar. Nos Estados Unidos e em vários países da Europa esta energia é gerada através de processos termoelétricos por meio da queima de combustíveis fósseis produzindo emissões de CO₂. Carvão, petróleo e gás natural produzem CO₂ ao ser queimado para geração de eletricidade. No caso do Brasil, devido ao fato da eletricidade ser produzida quase na sua totalidade através de recursos hídricos, esta relação não ocorre tanto. No entanto, como a geração termoelétrica deve aumentar significativamente sua participação na matriz energética, esta situação deve mudar. Unidades resfriadoras (chillers) com motores a gás natural, chillers a absorção e outras tecnologias de conversão direta também emitem CO₂. A energia solar é uma das poucas fontes que se pode explorar sem emissões de CO₂.

O Protocolo de Montreal e o Protocolo de Kyoto

Na década de 70 foram levantadas questões sobre a relação entre a acumulação de clorofluorcarbonos, (CFCs) na atmosfera e a conseqüente destruição da camada de ozônio e o aquecimento global. Em 1985, a primeira evidência da destruição da camada de ozônio veio com o relato do buraco na camada de ozônio na Antártica. Em 1987 um tratado internacional, o Protocolo de Montreal, foi estabelecido para o controle do uso de CFCs, com uma proposta de 50% de redução do consumo em 1998 para países desenvolvidos. O Protocolo foi substancialmente fortalecido em 1990 (Londres), com 100% de eliminação de CFCs em 2000, e em 1992 (Copenhague), com 100% de eliminação dos CFCs e HCFCs em 1996 e 2030, respectivamente. Em Viena (1995) o controle sobre os CFCs se tornou mais rígido com 99,5% de eliminação até 2020. Estas datas foram estabelecidas para os países denominados desenvolvidos; os países em desenvolvimento têm um prazo



adicional de 10 anos. Os HCFCs têm uma eliminação posterior aos CFCs porque eles são removidos da atmosfera 5 a 10 vezes mais rápido que os CFCs, e por isso têm um menor potencial de destruição da camada de ozônio (PDO).

Hidrofluorcarbonos (HFCs) foram desenvolvidos nos anos 80 e 90 como refrigerantes alternativos aos CFCs e HCFCs. HFCs não contêm cloro e desta forma não destroem a camada de ozônio, mas eles têm contribuição ao aquecimento global. HFCs são um dos seis gases cujas futuras emissões serão controladas pelo Protocolo de Kyoto (Kyoto, 1997). Estes gases são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nítrico (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Pelo Protocolo de Kyoto, as emissões individuais dos gases efeito estufa serão agregadas como equivalentes em CO₂. Muitos desenvolvidos devem reduzir suas emissões equivalentes em CO₂ em 5-8% abaixo dos níveis de 1990 para CO₂, CH₄, N₂O, e níveis de 1995 para HFCs, PFCs, SF₆ durante o período de 2008-2012. Hidrocarbonetos, que são também utilizados para substituição de CFC, não são incluídos no Protocolo de Kyoto.

Avaliação do impacto ambiental

Para aplicações estacionárias como ar condicionado central, refrigeração comercial (supermercados) e industrial, o impacto ambiental do refrigerante a ser utilizado deve ser analisado utilizando o critério de Desempenho Climático de Ciclo de Viena ("Life-Cycle Climate Performance"-LCCP).

O impacto climático mais aceitável é atingido através de uma combinação ótima de refrigerante, projeto do equipamento, controle e manutenção. Melhor eficiência energética pode ser atingida com alto custo utilizando modificações adicionais nos componentes do ciclo, etc. O desempenho climático de tecnologias competidoras pode ser comparado calculando-se a contribuição direta das emissões de produtos químicos e a contribuição indireta da energia necessária para produzir o refrigerante e operar o equipamento.

Emissões de produtos químicos incluem emissões durante o processo de produção do refrigerante, durante a operação do equipamento e no momento da disposição. As emissões de produtos químicos envolvem as emissões de refrigerantes.

O impacto climático é minimizado através da seleção da tecnologia de refrigeração e da espuma de isolamento térmico que tem o mais alto LCCP. O efeito direto da emissão de refrigerantes depende do GWP do refrigerante ou do agente de expansão da espuma e da quantidade emitida. A quantidade emitida depende da engenharia do produto, procedimentos de produção e da manutenção e disposição. O impacto indireto das emissões da geração de energia depende da tecnologia utilizada para produção de energia (nuclear,



hidráulica, eólica, termoelétrica, etc.) e, no caso das termoelétricas, do combustível utilizado e da eficiência de combustão e/ou geração.

Desta forma, a escolha ambiental depende da situação particular na localização onde a atividade irá ocorrer.

O impacto climático da geração de energia elétrica depende do combustível utilizado em localizações geográficas particulares e das mudanças que irão ocorrer nestes sistemas ao longo dos anos. Por exemplo, o impacto climático da geração de energia via tecnologia nuclear, eólica, hidroeletricidade, fotovoltaica é menor que o impacto dos sistemas a carvão, petróleo ou gás.

O impacto ambiental dos refrigerantes sobre a camada de ozônio ou aquecimento global depende da sua concentração na estratosfera. Os níveis futuros de CFCs e HCFCs serão controlados pela atual versão do Protocolo de Montreal (Montreal, 1997). No entanto o Protocolo de Kyoto, que irá definir os níveis futuros de HFCs está na sua infância. Se controles significativos de emissões de HFCs foram introduzidos sob o Protocolo de Kyoto, a indústria de refrigeração e ar condicionado, que representa a maior fonte de emissões de HFCs deverá ter um papel importante no desenvolvimento e implementação de políticas destinadas a atingir reduções significativas nestas emissões.

