

Responsabilidade ambiental: A contribuição do Instituto Federal da Bahia (Campus Salvador) para o Meio Ambiente através da reciclagem dos fluidos refrigerantes atendidos pelo o Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs

Luanda Kívia de Oliveira Rodrigues ^{1*} Antonio Gabriel de Souza Almeida ²

¹Doutora em Engenharia Mecânica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil. (*Autor correspondente: luandakiva@ifba.edu.br)

²Doutor em Ciências, Energia e Meio Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

Histórico do Artigo: Submetido em: 08/06/2020 – Revisado em: 15/07/2020 – Aceito em: 14/09/2020

RESUMO

Quando há intervenção em sistemas de refrigeração os Fluidos Refrigerantes (FR) são liberados na atmosfera, porém eles são substâncias com alto Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (PDO) e alto Potencial de Aquecimento Global (GWP). Por isso o Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs (PBH) tem o objetivo de eliminá-los gradualmente até 2040. A escassez desses fluidos eleva seu custo. Por isso, o IFBA – Campus Salvador, através do Núcleo de Refrigeração, Climatização e Automação (NRCA) criou uma unidade de reciclagem com objetivo de contribuir com o PBH, reduzir os impactos ao meio ambiente e também os custos com fluidos novos. Para isso foi feito um diagnóstico sobre o tipo de aparelho e fluido, os funcionários da manutenção dos aparelhos do campus foram capacitados com bases no PBH, para então iniciar a reciclagem e análise ambiental e econômica. Como resultado foi elaborado um protocolo para recolhimento e reciclagem, identificou-se os tipos de fluidos utilizados na maioria dos aparelhos, recolheu-se 13,05kg de HCFC-22 e 1,69kg de HFC-134a, foi reciclado, respectivamente, 12,80kg e 1,62kg. A diferença entre recolhido e reciclado é devido a perdas nas conexões e impurezas removidas. Houve economia de R\$ 1.403,28 em compras de fluido refrigerante novo. E redução de danos ambientais uma vez que deixou de ser liberado na atmosfera o equivalente a 72,25 toneladas de CO₂. Portanto, conclui-se que além de reduzir custos, a reciclagem dos FR contribuiu com PBH, evitou que resíduos fossem liberados e causassem impacto ao ambiente, assim como demonstrou a responsabilidade ambiental do Instituto.

Palavras-Chaves: Reciclagem, HCFC, Fluido refrigerante, PBH e Responsabilidade ambiental.

Environmental responsibility: The contribution from IFBA - Campus Salvador to the environment through the recycling of refrigerants fluids attended by Brazilian Program of HCFC Elimination

ABSTRACT

When there is intervention in refrigeration systems, Refrigerant Fluids (RF) are released into the atmosphere, however they are substances with a high Ozone Layer Destruction Potential (ODP) and a high Global Warming Potential (GWP). Therefore, the Brazilian Program of HCFCs Elimination (PBH) aims to gradually eliminate them by 2040. The scarcity of these fluids increases their cost. For this, IFBA - Campus Salvador, through the Refrigeration Center, Climatization and Automation created a recycling unit with the objective of contributing to the PBH, to reduce the impacts to environment and also the costs with new fluids. For this, a diagnosis was made about the type of apparatus and fluid, the employees of the maintenance of the apparatus of the campus were trained based on the PBH, for then start recycling and environmental and economic analysis. As result, was developed a collection and recycling protocol, the types of fluids used in most apparatus were identified, were collected 13.05 kg of HCFC-22 and 1.69 kg of HFC-134a, and were recycled respectively 12.80kg and 1.62kg. The difference between collected and recycled is due to losses in connections and impurities removed. There was a savings of R \$ 1,403.28 in purchases of new refrigerant. And reduction of environmental damage once not was released into the atmosphere the equivalent to 72.25 tons of CO₂. Therefore, it is concluded that in addition to reducing costs, recycling of RF contributed with PBH, prevented that residue were released and cause an impact to environment, as well as demonstrating the environmental responsibility of Institute.

Keywords: Recycling, HCFC, Refrigerant, PBH and Environmental Responsibility.

1. Introdução

Os fluidos refrigerantes fluorados são os responsáveis por destruírem a camada de ozônio além de contribuírem para o aumento do efeito estufa de acordo com Benhadid-Dib (2012). O Protocolo de Montreal refere-se a substâncias que destroem a camada de Ozônio, desde então, o Brasil, por meio do Decreto n.º 99.280 de 06/06/90, aderiu a políticas para combater estas substâncias. Com isso, surgiu a necessidade de uma maior atenção voltada para a eliminação dos Clorofluorcarbonetos (CFC). Os CFC's foram abonados e gradualmente substituídos pelos HCFC's.

Em 2011, após a eliminação dos CFC's, foi aprovado o Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs – PBH, cujo objetivo é eliminar, gradualmente, as substâncias compostas por Hidrogênio, Carbono, Flúor e Cloro (HCFC) até 2040. Em 2013 o consumo total das Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio (SDO) foi de 18.077,33 toneladas, sendo 78,87% de HCFC-22. Além de destruírem a camada de ozônio essas substâncias contribuem para o aumento do aquecimento global.

Segundo Cerri et al. (2007) o aumento contínuo de gases na atmosfera traz como consequência, maior interação com a radiação infravermelha emitida pela Terra, elevando a temperatura do ar atmosférico, isto é, o que se denomina aquecimento global. O CO₂ é um dos maiores vilões deste efeito estufa, contudo, os Hidroclorofluorcarbono (HCFC's) e os Hidrofluorcarbono (HFC's) também são Gases de Efeito Estufa (GEE) potentes com Potenciais de Aquecimento Global (GWP - Global Warming Potential) centenas a dezenas de mil vezes maiores que o CO₂ (Hu et al. 2017).

Os HFC's possuem Potencial de Destruição do Ozônio (PDO) zero, mas são abordados no PBH por possuírem alto GWP. Para Manté e Kanter (2011) o GWP determina a potência de um GEE com base no dióxido de carbono por um período específico. O período de tempo utilizado pode ser 20, 100 ou 500 anos, mas a maioria dos valores de GWP apresentados utilizada escala de tempo de 100 anos. Porém os HCFC's e HFC's possuem por volta de 20 anos de tempo de vida na atmosfera. Por isso Manté e Kanter (2011) reforçam a importância de trabalhar as políticas com base no GWP para um horizonte de 20 quando se trata destes fluidos, pois refletem a potência deles durante seu tempo de vida na atmosfera e assim tem mais precisão do que baseado nos valores de GWP para o horizonte de 100 anos.

Os HCFC's e os HFC's são fluidos utilizados na refrigeração industrial, comercial e doméstica. De acordo com o Ministério de Meio Ambiente apenas o setor de serviços de refrigeração e ar condicionado corresponde a 82% do consumo de HCFC-22 do Brasil. Por isso, com objetivo de reduzir o consumo de fluidos novos, o PHB apoia a criação de centrais de recolhimento, reciclagem e regeneração de fluidos refrigerantes (Pereira et al. 2015). A reciclagem retira as impurezas do fluido garantindo as condições de usabilidade. A regeneração retira as impurezas garantindo a mesma especificação de um fluido novo, porém seu custo é mais elevado do que a reciclagem. Além disso, há apenas cinco centros de regeneração no país, distribuído entre Rio de Janeiro, São Paulo, Recife e Porto Alegre. O processo de recolhimento, reciclagem e regeneração faz parte do conteúdo abordado no curso Boas práticas na refrigeração.

Neste contexto, verifica-se a importância de recolher devidamente os fluidos refrigerantes dos equipamentos de Refrigeração do IFBA - Campus Salvador, durante a execução das manutenções preventivas e corretivas periódicas e submetê-los à análise qualitativa, avaliando a sua pureza, para que possa ser realizado o processo de reciclagem, reduzindo assim os danos ao meio ambiente.

Portanto, este trabalho tem como objetivo principal criar uma unidade de reciclagem de fluidos refrigerantes no IFBA – Campus Salvador. Com isso, a instituição contribui com o Programa Brasileiro de Eliminação de HCFC's, reduz o impacto ambiental e também o custo com fluidos novos. Além disso, reforça seu compromisso com a sociedade ao tratar seu próprio resíduo preservando o meio ambiente.

2. Material e Métodos

Neste capítulo serão descritas as atividades realizadas para implementação do centro de reciclagem do IFBA- Campus Salvador, em conformidade o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFC's – PBH. Para

melhor estruturação do trabalho as atividades serão apresentadas por etapas.

2.1 Diagnóstico do IFBA Campus Salvador

De acordo com o Plano de Manutenção Operação e Controle do IFBA – Campus Salvador, há 386 aparelhos de ar-condicionado na instituição. Com este quantitativo, os alunos do Curso Técnico em Refrigeração e Climatização atendem uma parcela mínima e a demanda excedente é direcionada para uma empresa terceirizada. Por isso, os funcionários terceirizados da área de refrigeração foram capacitados através do curso de extensão realizado pelo IFBA em parceria com a GIZ-Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit para realizarem o recolhimento conforme procedimento estabelecido em Pereira et al. (2017). Estes procedimentos têm como objetivo minimizar a quantidade de fluido liberado no sistema. Durante o diagnóstico, identificou-se o tipo de aparelho que requer maiores intervenções, que necessita a retirada do fluido assim como o tipo de fluido.

2.2 Etapas de recolhimento e reciclagem

No âmbito do PBH foram distribuídas 120 unidades de reciclagem dos fluidos refrigerantes CFC-12, HCFC-22 e HFC-134a e o curso técnico em refrigeração do IFBA-Campus Salvador foi contemplado pelo programa. Por se tratar de um processo novo, foi necessário elaborar um manual de procedimentos recolhimento e reciclagem do fluido.

Para o processo de recolhimento foram disponibilizados cilindros, devidamente preparados, e recolhedoras. A preparação dos cilindros consiste em evacuá-los até 500 microns ou pressão inferior, para retirada de umidade e gases não condensáveis, pesá-los e etiquetá-los. Nas etiquetas consta a identificação do cilindro e do tipo de fluido. O uso da máquina recolhedora é importante, pois evita fluido residual no sistema, e conseqüentemente, evita que este fluido que fica no sistema quando o recolhimento é passivo seja liberado no ambiente. O cilindro com o fluido que seria descartado no ambiente é pesado novamente para registrar a quantidade recolhida.

Em seguida é feita a identificação do fluido refrigerante recolhido para fins de comprovação. Para isso é utilizado uma identificadora de fluidos refrigerantes que identifica os fluidos CFC-12, HCFC-22 e HFC-134a, além de umidade. O laboratório de refrigeração foi adequado para melhor movimentação dos cilindros com fluxos de entrada e saída. Além do uso de EPI's importantes como uso de luvas, máscara, óculos de proteção e protetor auricular ou medida de segurança importante é a utilização da máquina de reciclagem em locais ventilados, por meio natural ou ventilação mecânica.

Durante a preparação da máquina de reciclagem é importante utilizar mangueiras com dispositivos de interrupção de fluxo com no máximo 30 cm entre o ponto de conexão e o equipamento, diminuindo a quantidade de fluido refrigerante liberado para atmosfera no momento de desconexão.

Como foi identificado no diagnóstico que a demanda da instituição é dois tipos de fluido, o HCFC-22 e HFC-134a, foi necessária a aquisição de dois filtros, pois, um filtro só pode operar com um tipo de fluido. Sendo assim, estabeleceu-se que os filtros deveriam ser identificados com base no uso e ter um registro de tempo de operação, pois não podem exceder 75 horas de trabalho, conforme manual 750-SP1-UNDP do fabricante RTI Technologies.

Por isso, o procedimento de reciclagem foi realizado por lote e não de acordo com a ordem de entrada dos cilindros, pois assim evita troca constante dos filtros e elementos de conexão, reduzindo a dispersão de fluido para a atmosfera.

Por último, foi feita a reciclagem dos fluidos refrigerantes recolhidos. Para isso utilizou-se um cilindro

de saída, em que o fluido refrigerante reciclado foi destinado, sobre uma balança para monitoramento da massa de fluido reciclado e assim evitar que ultrapasse o limite de 80% do valor máximo da massa permitida para o cilindro. Esta folga de 20% permite o fluido possa variar o volume sem comprometer a pressão de segurança do cilindro. A Figura 1 mostra fotos de equipamentos utilizados na etapa de recolhimento e reciclagem

Figura 1- Foto de equipamentos utilizados na etapa de recolhimento e reciclagem. (A) Identificadora de fluidos refrigerantes (B) Recicladora conectada aos cilindros.



Fonte: Própria

2.3 Análise ambiental e econômica

Uma métrica utilizada para avaliar o impacto ambiental dos fluidos refrigerantes é a equivalência em emissão de dióxido de carbono (CO₂), geralmente apresentado em tCO_{2equi}. A quantidade de emissão de dióxido de carbono que causaria o mesmo forçamento radiativo integrado, em um determinado horizonte de tempo, que a quantidade emitida de um gás de efeito estufa ou uma mistura de gases de efeito estufa (PLANTON, 2013, pag191).

Para determinar o impacto que teria ao meio ambiente caso o fluido recolhido fosse liberado na atmosfera e não reciclado, será calculado a quantidade de dióxido de carbono equivalente de acordo com Planton, (2013) utilizando a Equação 1.

$$tCO_{2equ} = \frac{GWP * massa\ recolhida}{1000} \quad (1)$$

A reciclagem de fluidos refrigerantes tem como foco o impacto ambiental, mas há também impacto econômico. O custo dos fluidos refrigerantes é alto principalmente do HCFC-22 devido o congelamento da linha base e o cronograma de redução de 35% para 2020. Por isso a reciclagem pode ser uma situação mais viável economicamente do que a compra de fluido refrigerante novo. Então calculado valor economizado na compra de novos fluidos refrigerantes devido à reciclagem. Para fins de coleta e análise dos dados necessários

para este artigo, foi verificado o fluxo de processos em uma janela temporal dos três primeiros meses de implementação do projeto.

3. Resultados e Discussão

3.1 Diagnóstico do IFBA Campus Salvador

No Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Salvador utiliza-se equipamentos de refrigeração, cujos fluidos refrigerantes se enquadram como HCFC-22 e HFC-134a. Por meio das manutenções periódicas e descartes indevidos dos fluidos e também dos equipamentos de refrigeração, há uma liberação destas substâncias para a atmosfera. Por isso, foi criado um protocolo de procedimentos para as etapas de recolhimento e reciclagem. Este documento foi arquivado no Núcleo de Refrigeração Climatização e Automação do IFBA – Campus Salvador que é o setor responsável pela central de reciclagem. A Figura 2 mostra o fluxo do processo de reciclagem.

Figura 2 - Diagrama de fluxo do processo de reciclagem.

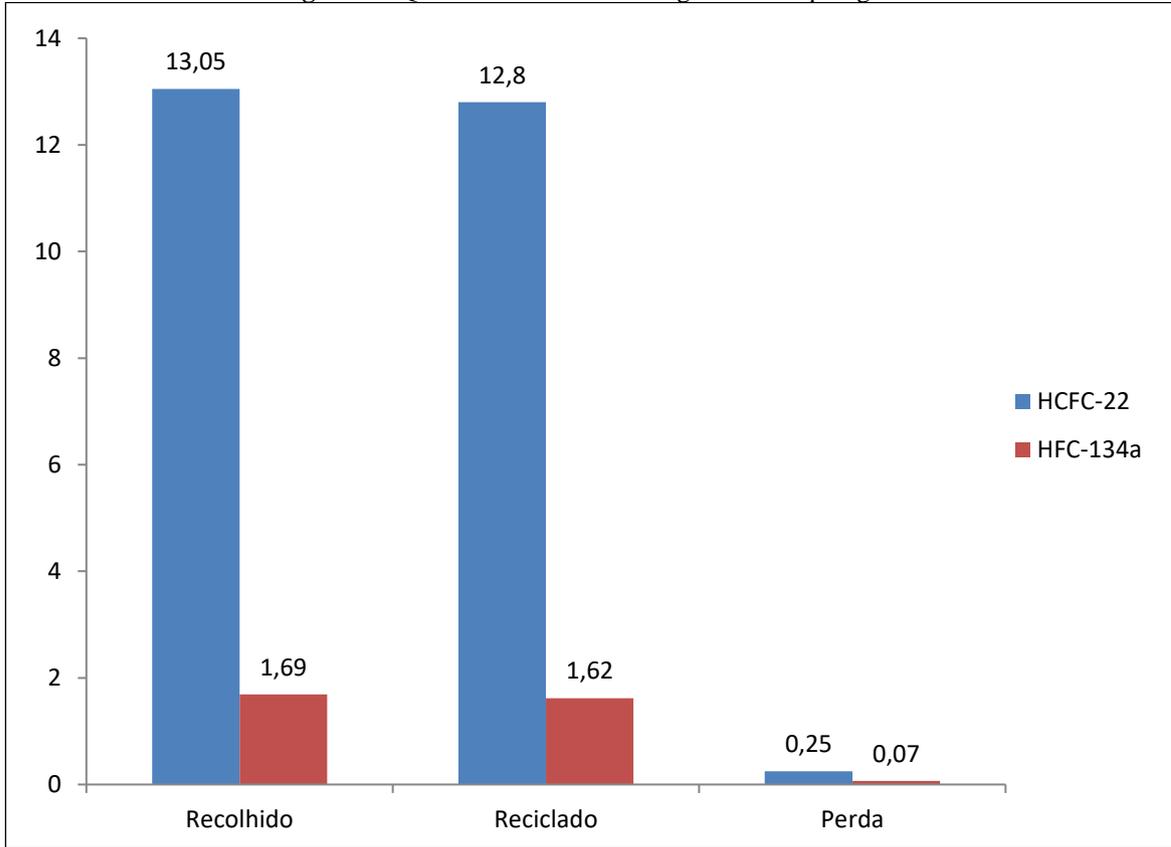


3.2 Recolhimento e reciclagem

Foi verificado que o tipo de aparelho que possui maior necessidade de intervenção é o ar condicionado do tipo janela devido ao tempo de uso. A maioria, por terem um tempo de vida de aproximadamente 25 anos utiliza HCFC-22. Já o HFC-134a é utilizado em sistemas mais novos por ser um fluido da terceira geração

(Melo, 2011). Isso explica a diferença entre a quantidade recolhida dos fluidos refrigerantes mostrada na Figura 1.

Figura 3 - Quantidade de fluido refrigerante em quilograma.



Fonte: Própria

A Figura 3 mostra a quantidade de fluido recolhido dos aparelhos de ar condicionados que foram encaminhados para o setor de manutenção, quanto foi reciclado e o quantitativo de perdas. Estas perdas são devido ao fluido que fica nos elementos de conexão, como por exemplo, as mangueiras que conectam os cilindros à máquina recicladora, além de impurezas, como umidade e óleo lubrificante, que são retiradas no processo de reciclagem.

3.3 Análise ambiental e econômica

A partir dos dados contidos na Figura 3 foi realizada uma pesquisa de mercado para determinar o custo médio dos fluidos refrigerantes que foram reciclados. Para então, calcular o custo que a instituição teria caso fosse adquirir novos fluidos nesta quantidade. Logo o valor apresentado na Tabela 1 representa uma economia no orçamento de custeio.

Tabela 1 - Custos médio dos fluidos refrigerantes

Refrigerante	Custo do produto		Economia
	Valor/kg	Reciclado (kg)	
HCFC-22	R\$ 99,00	12,8	R\$ 1267,20
HFC-134a	R\$ 84,00	1,62	R\$ 136,08
Total			R\$ 1.403,28

Além do produto que deixou de ser comprado e que gerou uma economia ao IFBA têm-se economia ambiental, que são os impactos evitados ao meio ambiente pela não liberação do fluido na atmosfera. O HCFC-22 tem um tempo de vida ambiental de 10 anos, e HFC-134a, possui um tempo de vida na atmosfera de 14,6 anos, segundo McCulloch (2003). Como para os dois tipos de fluidos identificados nos sistemas de refrigeração e climatização do IFBA- Campus Salvador e analisados por este artigo possuem o tempo de vida na atmosfera inferior a 20 anos, a Tabela 2 mostra o PDO e o GWP para horizonte de 100 e 20 anos.

Tabela 2 - GWP e ODP dos fluidos refrigerantes.

Fluido	GWP ¹	GWP ²	PDO
HCFC-22 (CHF ₂ Cl) – Clorodifluormetano	1760	5160	0,055
HFC-134 ^a (CH ₂ FCF ₃) – Tetrafluoroetano	1370	3830	0

Fonte: Programa Brasileiro de eliminação dos HCFC's e Maté e Kanter (2011).
GWP¹ - Horizonte de tempo de 100 anos. GWP² - Horizonte de tempo de 20 anos

De acordo com Linzmeye (2011) o HCFC-22 ao ser liberado no meio ambiente colabora em até 1.780 vezes mais para o aquecimento global do que gases naturais. Este valor está próximo ao GWP apresentado na Tabela 1. O GWP tem como referência o dióxido de carbono que possui GWP igual a um, por isso este índice é utilizado no cálculo do CO₂ equivalente. A Tabela 3 mostra os valores obtidos ao aplicar a Equação 1 considerando os valores de GWP para o horizonte de vinte e cem anos.

Tabela 1 - Equivalência de emissão de CO₂

Refrigerante	Equivalência de CO ₂	
	tCO ₂ (GWP ₁₀₀)	tCO ₂ (GWP ₂₀)
HCFC -22	22,53	66,05
HFC-134 ^a	2,22	6,20
Total	24,75	72,25

Logo, reciclar os fluidos refrigerantes e não libera-los ao meio ambiente como normalmente é feito por falta de centros de reciclagem e, também, por falta de locais adequados para descarte; evitou um impacto ambiental equivalente a 24,75 toneladas de dióxido de carbono no ambiente. Para compreender melhor pode ser traçado um paralelo com o consumo de combustível, Segundo Carvalho (2011) para cada um litro de gasolina 2,28 kg de CO₂ são liberados. Mas Soares et al. (2009) aponta estudos europeus em sua nota que informa que para cada um litro de gasolina produzido e distribuído até o posto de combustível 0,507 kg de CO₂ foram emitidos para atmosfera. Totalizando assim 2,8 kg de CO₂ por litro. Logo as 24,75 tCO_{2equ} que

deixaram de ser liberadas no ambiente devido a reciclagem equivalem a 8.839,26 litros de gasolina. A mesma correlação com o consumo de gasolina para a quantidade de dióxido de carbono equivalente calculado com GWP₂₀ resulta em 25.803,6 litros de gasolina.

Outro parâmetro para avaliar o impacto caso não tivesse sido realizada a reciclagem dos fluidos refrigerantes, é o tempo de absorção desta quantidade de tCO_{2equ} para um hectare terra florestada. Segundo o IPCC (2006, *apud* Rodríguez, 2015) para área de um hectare com mais de 20 anos a taxa de absorção é de 7,3253 tCO₂/ano, sendo assim seria necessários 3,38 anos para absorção total do carbono. Para Lima et al. (2007) uma planta nativa média possui uma taxa de absorção do carbono de 2,59 tCO₂/ano por hectare. Com este outro parâmetro calcula-se que um tempo de 9,86 anos para absorção total do carbono. Para dióxido de carbono equivalente calculado com GWP₂₀ o tempo para absorção do carbono é 10,28 anos ou 27,90 anos para valores de taxa 7,3253 tCO₂/ano ou 2,59 tCO₂/ano, respectivamente. Considerando os valores para GWP₂₀ o tempo para absorção eleva-se, o que justifica fazer esta análise por fluido, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Tempo de absorção em anos para CO₂ equivalente com GWP₂₀.

Fluido	tCO₂	7,3253 tCO₂/ano	2,59 tCO₂/ano
HCFC-22	66,05	9,01 anos	25,50 anos
HFC-134 ^a	6,20	0,85 anos	2,39 anos

Ao analisar a Tabela 4, caso tivesse sido liberado os 12,8 kg HCFC-22, seria necessário um tempo para absorção igual a 90% ou 250% do tempo de vida do fluido na atmosfera dependendo do tipo de vegetação considerada. O GWP₂₀ do HFC-134a é na ordem de 25% menor comparado ao HCFC-22, então, para o mesmo valor de massa o impacto causado ao meio ambiente do HFC é menor. Mesmo assim é de um fluido alto potencial de aquecimento global.

4. Conclusão

Com os resultados obtidos, conclui-se que é possível programar ações de responsabilidade ambiental e implementá-las como o processo de recolhimento e reciclagem do seu próprio fluido refrigerante. Com isso o IFBA – Campus Salvador contribui com o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFC's, sendo o único instituto da rede federal a ter cadastro de unidade de reciclagem no PBH. Além disso, honrou o compromisso que tem com a sociedade enquanto instituição de ensino de cuidar do meio ambiente, reduzindo a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa e com potencial de destruição da camada de ozônio.

Apenas nos três primeiros meses de execução do projeto, com a reciclagem dos fluidos HFC-134a e HCFC-22 evitou-se uma emissão equivalente a 72,25 toneladas de dióxido de carbono para um horizonte de 20 anos que é o período compatível com o tempo de vida destes fluidos na atmosfera.

Um impacto desta magnitude precisa de um tempo entre dez a vinte e nove anos, dependendo da idade e o tipo vegetação, para que um hectare de área florestada possa absorver o carbono. Além disso, gerou uma economia R\$1.403,28 na sua verba de custeio ao evitar a aquisição de fluidos refrigerantes novos e utilizar o fluido reciclado pela própria instituição. Projetos como este devem ser divulgados e replicados, principalmente em instituições de ensino, para que possa transmitir aos seus alunos valores importantes como a responsabilidade com o meio ambiente.

5. Agradecimentos

Ao IFBA por fomentar ações sustentáveis. A Comissão Interna de Sustentabilidade Ambiental (CISA) pelo acolhimento e colaboração para que o projeto fosse desenvolvido.

Ao Núcleo de Refrigeração, Climatização e Automação (NRCA) pela disponibilidade e apoio no desenvolvimento do projeto.

6. Referências

Benhadid-Dib, S., Benzaoui, Ahmed. (2012), Refrigerants and their Environmental Impact Substitution of Hydro Chlorofluorocarbon HCFC and HFC Hydro Fluorocarbon. Search for an Adequate Refrigerant. **Energy Procedia**, 18, 807-816.

BRASIL. Decreto n. 99.280, de 06 de junho de 1990, **que promulga a Convenção de Viena para proteção da camada de ozônio e do Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 10894, 17 jun. 1990. Seção 1

Carvalho, C. H. R., (2011). **Emissões Relativas de Poluentes do Transporte Motorizado de Passageiros nos Grandes Centros Urbanos Brasileiros**. Brasília/DF. IPEA. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf. Acesso em: 05/06/2020.

Cerri, C. C., cerri, C. E. P. (2007), Agricultura e aquecimento global. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 32(1), 40-44.

Maté, J., Kanter, D. (2011). **The Benefits of Basing Policies on the 20 Year GWP of HFCs**. GREENPACE. Disponível em: <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/31oewg/ngo-publications/Observer%20Publications/Benefits%20of%20Basing%20Policies%20on%2020%20GWP%20of%20HFCs.pdf>. Acesso em: 06/06/2020

Lima, L. M. T., Reginato, G. A., Bartholomeu, D. B. (2007). **Levantamento de estimativas de absorção de carbono por florestas nativas e comerciais no Brasil**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/levantamento-de-estimativas-de-absorcao-de-carbono-por-florestas-nativas-e-comerciais-no-brasil-aposter-apresentado-no-siicusp-de-2007.aspx>. Acesso em: 06/06/2020

Linzmaye, E., (2011). **Avaliação das Emissões de HCFC-22 dos Sistemas de Refrigeração Comercial em Supermercados**. In: Uso de fluidos alternativos em sistemas de refrigeração e ar condicionado – artigos técnicos, Brasília/DF, Brasil - Ministério do Meio Ambiente, 172.

Mcculloch, A., Midgley, P. M., Ashford, P. (2003) Releases of refrigerant gases (CFC-12, HCFC-22 and HFC-134a) to the atmosphere. **Atmospheric Environment**, 37 (7). 889-902.

Melo, C.(2011). **Uso de Refrigerantes Alternativos em Refrigeração Doméstica e em Equipamentos Compactos de Refrigeração Comercial**. In: Uso de fluidos alternativos em sistemas de refrigeração e ar condicionado – artigos técnicos, Brasília/ DF, Brasil - Ministério do Meio Ambiente, 172.

RTI Technologies (1988), **Operation & Maintenance Manual**: 750-SP1-UNDP. Pennsylvania.

Pereira, G.S., Lira, G.T.R., Oliveira, T.L., Bueno, O., Huehren, R. (2017). **Programa Brasileiro de eliminação dos HCFCs-PBH**: treinamento e capacitação para boas práticas em sistemas de ar condicionado do tipo Split, Brasília/DF, Brasil - Ministério do Meio Ambiente, 155.

Planton, S. (2013). **Annex III: Glossary**, In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press, 222.

Rodríguez, C. R. M. (2015) **Estimativa do potencial sequestro de carbono em áreas de preservação permanente de cursos d'água e topos de morros mediante reflorestamento com espécies nativas no município de São Luiz do Paraitinga**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, São José dos Campos, SP, 148, Brasil.

Soares, L. H. B., Alves, B, J. R., Urquiaga, S., Boddey, R. M. (2009). Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil. (**Circular Técnica**). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/35797/1/cit027.pdf>. Acesso em 05/06/2020

Informações adicionais

Contribuições dos autores: Todos os autores contribuíram de forma igualitária na construção e desenvolvimento deste artigo.

Como referenciar este artigo: Rodrigues, L.K.O., Almeida, A.G.S. (2020). Responsabilidade ambiental: A contribuição do Instituto Federal da Bahia (Campus Salvador) para o Meio Ambiente através da reciclagem dos fluidos refrigerantes atendidos pelo o Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.4, 275-284.



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença Creative Commons - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), no qual, os artigos podem ser compartilhados desde que o devido crédito seja aplicado de forma integral ao autor (es) e não seja usado para fins comerciais.