

Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs-PBH



**Projetos Demonstrativos de Melhor Contenção
de HCFC-22 em Supermercados
Loja Hortifruti do Campo Apinajés - São Paulo (SP)**



PROGRAMA
BRASILEIRO DE
ELIMINAÇÃO DOS

HCFCs
Projeto para o Setor de Serviços

Presidência da República

Jair Messias Bolsonaro

Ministério do Meio Ambiente

Ricardo Salles

Secretaria Executiva

Luís Gustavo Biagioni

Secretaria de Relações Internacionais

Roberto Castelo Branco Coelho de Souza

Ministério do Meio Ambiente
Secretaria de Relações Internacionais
Departamento de Economia Ambiental e Acordos Internacionais

Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs-PBH

**Projetos Demonstrativos de Melhor Contenção
de HCFC-22 em Supermercados
Loja Hortifruti do Campo Apinajés
São Paulo (SP)**

Brasília
MMA
2019

**Departamento de Economia Ambiental
e Acordos Internacionais**

Adriano Santhiago de Oliveira

**Coordenação-Geral de Economia Ambiental
e Acordos Internacionais**

Hugo do Valle Mendes

Coordenação Técnica

Frank Amorim (MMA)

Magna Ludovice (MMA)

Miquel Pitarch (GIZ)

Stefanie von Heinemann (GIZ)

Equipe Técnica Hortifruti do Campo

Abullbakarr Jalloh

Claudio Fonseca Gomes

Dionísio Pereira dos Santos

Gabriel do Valle C. Monteiro

Igor Yoshiaki Sakaguchi

João B. Oliveira

Klécio Santos Monteiro

Equipe Técnica GIZ

Adenilson Belizário

Dennis Huehren

Gutenberg Pereira

Lucas Riga

Colaboração

Ana Bárbara Zanella

Tatiana Lopes de Oliveira Pereira

Rolf Huehren

Fotografia

Adenilson Belizário

Dennis Huehren

Lucas Riga

Rolf Huehren

Stefanie von Heinemann

Projeto Gráfico, Diagramação e Arte

Danilo Koch

Revisão e edição de texto

Susana Ferraz, Sete Estrelas Comunicação

Secretaria de Relações Internacionais

Departamento de Economia Ambiental
e Acordos Internacionais

Esplanada dos Ministérios, Bloco B,
5º andar, Sala 522, CEP: 70.068-900

Brasília - DF

Telefone: (61) 2028-2248

E-mail: ozonio@mma.gov.br

**Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

SCN Quadra 1, Bloco C, Sala 1501,

Ed. Brasília Trade Center, CEP: 70.711-902

Brasília - DF

Telefone: (61) 2101-2170

E-mail: giz-brasilien@giz.de

Reprodução deste documento

Este documento pode ser reproduzido na íntegra ou em parte sem consentimento prévio por escrito desde que a parte reproduzida seja atribuída ao Ministério do Meio Ambiente e à Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) *GmbH*.

Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo de <i>datalogger</i> de temperatura	17
Figura 2 – Exemplo de <i>manifold</i> digital.....	18
Figura 3 – Exemplo de câmera termográfica.....	18
Figura 4 – Exemplo de detector eletrônico de gases halogenados.....	19
Figura 5 – Exemplo de vazamento de referência.....	19
Figura 6 – Exemplo de analisador de gases	20
Figura 7 – Equipamento <i>Climacheck</i>	21
Figura 8 – Tela inicial do Pró-Ozônio.....	22
Figura 9 – Fachada da loja Hortifruti do Campo Apinajés	23
Figura 10 – Dados de projeto do compressor de resfriados obtidos pelo software da <i>Bitzer</i>	25
Figura 11 – <i>Datalogger</i> de temperatura Instalado dentro do expositor de hortifrúti da linha 3r4	28
Figura 12 – Resultados das análises das amostras de HCFC-22.....	31
Figura 13 – Válvula de expansão com flange manual e porca de refrigeração comum.....	32
Figura 14 – Válvula <i>Schrader</i> instalada diretamente na tubulação sem tamponamento	33
Figura 15 – Vazamento em curva de cobre do evaporador com brasagem deficiente	33
Figura 16 – Exemplo de deficiências de fixação nos suportes de sustentação	34
Figura 17 – Válvula tipo “tanque” instalada no coletor de sucção do rack com vazamento.....	35
Figura 18 – Amostra de óleo apontando leve acidez no sistema	36
Figura 19 – Treinamento sobre técnicas de instalação que diminuem a incidência de vazamentos	38
Figura 20 – Intervenção em evaporadoras da área de vendas	40
Figura 21 – Sensores do <i>Climacheck</i> instalados nos compressores	42
Figura 22 – Válvula de expansão com conexões para brasagem <i>TUA Danfoss</i> no expositor de hortifrúti linha 3r1	43
Figura 23 – Válvula de expansão com conexões para brasagem <i>TUA Danfoss</i> no evaporador da câmara de hortifrúti n° 1	44
Figura 24 – Válvula solenoide da linha de líquido do expositor de hortifrúti linha 3R2	44
Figura 25 – Válvula <i>Schrader</i> no tubo de sucção do expositor de hortifrúti linha 3R1 com porca sextavada e selo de vedação de cobre	45
Figura 26 – Válvula <i>Schrader</i> no coletor de sucção do evaporador da câmara de hortifrúti n° 2 com porca sextavada e selo de vedação de cobre	45
Figura 27 – Válvula <i>Schrader</i> na válvula reguladora de pressão KVP do evaporador da câmara de hortifrúti n° 1 com porca sextavada e selo de vedação de cobre.....	45
Figura 28 – Novas válvulas de serviço tipo esfera no coletor de líquido.....	47
Figura 29 – Novas válvulas de serviço tipo tanque no coletor de sucção	48
Figura 30 – Novas mangueiras de tomada de pressão nos compressores	48
Figura 31 – Flange industrial com porca no tanque “pulmão” de óleo	49
Figura 32 – Detalhe da nova válvula de segurança com dimensionamento correto no recipiente de líquido lom lubo de saída para o coletor de baixa pressão do rack	49
Figura 33 – Válvulas <i>Schrader</i> para tomada de pressão no condensador com porca sextavada cega	50
Figura 34 – Tubo de cobre da linha de líquido com apoio adequado em suporte.....	51
Figura 35 – Aparelho para detecção de vazamento com alarme sonoro e visual.....	52
Figura 36 – Casa de máquinas após a intervenção e ficha técnica fixada.....	53
Figura 37 – Placa de identificação do sistema	54

Figura 38 – Ficha de emergência	54
Figura 39 – Livro de registro de manutenção	55
Figura 40 – Teste de óleo (a cor púrpura indica óleo sem acidez)	57
Figura 41 – <i>Display</i> do aparelho de detecção de vazamentos em 24/10/2018.....	59
Figura 42 – Aumento de COP pós-intervenção	62

Lista de Quadros

Quadro 1 – Depoimento do administrador do Grupo Hortifruti do Campo	60
--	----

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Carga térmica do sistema de média temperatura	27
Tabela 2 – Temperatura medida nos expositores, câmaras e salas de preparo (pré-intervenção)	29
Tabela 3 – Propriedades medidas e calculadas do sistema de resfriados (pré-intervenção).....	30
Tabela 4 – Temperatura medida nos expositores, câmaras e salas de preparo (pós-intervenção) ...	57
Tabela 5 – Propriedades do sistema de resfriados medidas com o <i>Climacheck</i> (pós-intervenção) ...	58



Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Protocolo de Montreal	12
1.2 Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH)	13
2. PROJETOS DEMONSTRATIVOS	14
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
3.1 Etapas de implementação	16
3.2 Equipamentos e ferramentas	17
3.2.1 <i>Dataloggers</i> de temperatura	17
3.2.2 <i>Manifold</i> digital	18
3.2.3 Câmera termográfica	18
3.2.4 Detector eletrônico de gases halogenados	19
3.2.5 Analisador de gases	20
3.2.6 <i>Climacheck</i>	20
3.3 Sistema Pró-Ozônio	22
4. PROJETO DEMONSTRATIVO HORTIFRUTI DO CAMPO – PARTE 1: PRÉ- INTERVENÇÃO.....	23
4.1 Descrição do sistema de refrigeração – Loja Hortifruti do Campo Apinajés	24
4.2 Composição do sistema de média temperatura para produtos resfriados	24
4.2.1 Compressor e condensador	24
4.2.2 Cargas térmicas – expositores, câmaras frigoríficas e salas de preparo	26
4.3 Levantamento de dados paramétricos	28
4.3.1 Temperaturas em expositores, câmaras e salas de preparo	28
4.3.2 Desempenho dos compressores	29
4.3.2.1 Rack de resfriados	29
4.3.3 Análise do fluido frigorífico utilizado no sistema	30
4.3.4 Vazamento do fluido frigorífico	31
4.4 Identificação dos principais pontos críticos	31
4.4.1 Operação do rack de compressores com baixa carga de fluido frigorífico	31
4.4.2 Expositores de produtos resfriados, câmaras e salas de preparo	32
4.4.3 Condensador	34

4.4.4	Tubulação frigorífica.....	34
4.4.5	Rack de compressores	35
5.	PROJETO DEMONSTRATIVO HORTIFRUTI DO CAMPO APINAJÉS – PARTE 2:	
	IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE INTERVENÇÃO.....	37
5.1	Treinamento e capacitação da equipe técnica.....	37
5.2	Intervenção	39
5.2.1	Intervenção nos expositores frigoríficos, câmaras e salas de preparo	43
5.2.2	Intervenção no rack de compressores	46
5.2.3	Intervenção na fixação da tubulação frigorífica e isolamento térmico	50
5.2.4	Procedimentos realizados para os testes de pressão, vácuo, carga de gás e <i>start-up</i>	51
5.2.5	Instalação de equipamento para detecção de vazamentos.....	52
5.2.6	Disponibilização de documentação básica	53
6.	PROJETO DEMONSTRATIVO HORTIFRUTI DO CAMPO APINAJÉS – PARTE 3: VISITA	
	PÓS-IMPLEMENTAÇÃO	56
6.1	Verificação de qualidade de óleo	56
6.2	Levantamento de dados paramétricos.....	57
6.2.1	Temperaturas em expositores, câmaras e salas de preparo	57
6.2.2	Desempenho do rack de resfriados	58
6.3	Contenção de vazamentos	59
6.4	Consumo de energia	61
7.	CONCLUSÃO	62
8.	BIBLIOGRAFIA.....	66
	Anexo 1 – Plano de Trabalho	69
	Anexo 2 – Diagrama Esquemático do Sistema de Média Temperatura Pré-Intervenção	70
	Anexo 3 – Diagrama Esquemático do Sistema de Média Temperatura Pós-Intervenção.....	73



1 Introdução

Nesta publicação apresentam-se os resultados do Segundo Projeto Demonstrativo de Melhor Contenção de HCFC-22 em Supermercados, realizado no período de agosto de 2018 a outubro de 2018 no supermercado Hortifruti do Campo Apinajés, localizado na rua Apinajés, 104, no bairro de Perdizes, na cidade de São Paulo (SP). Trata-se de um estudo de caso, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e implementado pela agência bilateral Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, que faz parte das diversas iniciativas do País para atender ao Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDOs) e para promover a redução dos vazamentos de fluidos refrigerantes, por meio da aplicação das boas práticas durante os serviços de instalação, reparo, manutenção e operação de equipamentos de refrigeração e ar condicionado.

Este projeto demonstrativo foi idealizado no âmbito do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH) (descrito a seguir no item 1.2.), porque o setor supermercadista, composto por hipermercados, supermercados, *cash and carry* (atacarejos), hortifrúti e lojas de conveniência, é o principal consumidor do fluido refrigerante HCFC-22, utilizado nos equipamentos de refrigeração comercial para a conservação dos alimentos (PORTAL ABRAS, 2018). Segundo dados do PBH, o setor de serviços, respondeu, em 2013, por aproximadamente 65% da importação total de HCFCs realizada pelo País, sendo que a substância mais importada é o HCFC-22 (MMA, 2016). Quando considerada apenas a importação do HCFC-22, o setor supermercadista consumiu cerca de 40% do volume importado (14.256,44 toneladas de HCFC-22) apenas para a realização de manutenções urgentes provocadas pelos vazamentos de fluidos refrigerantes.

O diagnóstico do PBH realizado em 2013, que deu origem a este projeto demonstrativo, revelou que os principais problemas de vazamentos de HCFCs em supermercados estão relacionados aos seguintes fatores: baixa qualidade técnica profissional, baixo padrão das práticas de manutenção e conserto, falta de ferramentas adequadas, baixa qualidade das instalações existentes, ausência de manutenção preventiva e/ou regular, projetos e serviços de instalação inadequados e falta de conscientização ambiental. Também foi apontado que a reposição de HCFC-22 nos equipamentos de refrigeração nos supermercados é considerada, em geral, uma atividade normal, que faz parte do dia a dia dos técnicos responsáveis pela manutenção das lojas. Isto ocorre porque muitos sistemas de refrigeração operam fora

1 A partir de julho de 2019 a loja faz parte do Grupo Oba Hortifruti, tendo seu nome alterado.

2 De acordo com dados da Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), o setor supermercadista representa 5,4% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, tendo em 2017 chegado à marca de 89,3 mil lojas e 1,822 milhão de funcionários diretos, pelos dados da pesquisa Ranking Abras/SuperHiper 2018. Disponível em: <<http://www.abrasnet.com.br/clipping.php?area=20&clipping=63952>>. Acesso em: 11 de setembro de 2019.

das especificações de projeto dos fabricantes. Com essa situação, que se mantém até hoje, geralmente há grandes índices de vazamentos de fluidos frigoríficos nos supermercados, que por sua vez ocasionam danos ambientais.

Os vazamentos, além de prejudicarem o meio ambiente, causam perdas financeiras significativas para as empresas supermercadistas usuárias de sistemas de refrigeração. A reposição obrigatória e constante dos fluidos frigoríficos apresenta-se como uma perda financeira direta. Mas há possibilidade de perdas maiores, pois a queda de confiabilidade funcional do sistema acelera modos de falha e inoperância, que podem causar prejuízos imensuráveis, como a perda de todos os produtos alimentícios resfriados e congelados das lojas. Outra perda importante a ser considerada está na possibilidade de diminuição da eficiência energética de todo sistema, pois a queda de desempenho pelo descontrole de pressões e temperaturas operacionais contribui para o aumento do consumo de energia, causando mais prejuízo financeiro.

A partir deste cenário, ressalta-se que este projeto se estabelece a partir da aplicação das Boas Práticas de Refrigeração Comercial (MMA; GIZ, 2017), que indicam que qualquer recarga no sistema só deve ser realizada depois da completa verificação das causas de vazamentos e do devido reparo no sistema, com a contenção total dos mesmos a partir do uso de equipamentos adequados. São muitas as causas possíveis de vazamentos, como, por exemplo: excesso de vibração ou a fadiga dos materiais, manipulação muito intensa dos equipamentos e componentes, variações intensas de temperatura ou estresse térmico, operação com equipamentos obsoletos, etc. Afora essas causas materiais, impacta também nesta situação o fator humano, pela falta de conscientização ambiental já apontada, e também pela falta de conhecimento e treinamento técnico da equipe de manutenção de loja. Todos esses fatores influenciam para a má qualidade da manutenção e funcionamento dos sistemas de refrigeração dos supermercados.

Levando em conta a importância de uma solução para essa situação crítica, este estudo de caso descreve em detalhes todo o trabalho realizado no supermercado Hortifruti do Campo. Anteriormente, a loja apresentava taxas de vazamento anuais de 130% em relação à carga instalada, conforme relatos da equipe de manutenção, gerando perdas financeiras e prejuízos ambientais. Situação essa que foi revertida, ao final do projeto, com a eliminação dos custos diretos relacionados à reposição de fluido frigorífico. Desta forma, o principal objetivo deste projeto, realizado em parceria com a empresa proprietária da loja, é, por meio desta publicação, viabilizar a reprodução da metodologia aqui utilizada por outras empresas supermercadistas e, com isso, colaborar para a diminuição de vazamentos de HCFCs no País, e, conseqüentemente, para a maior preservação do meio ambiente.

Além disso, este projeto está alinhado com todas as ações de capacitação e treinamento realizadas no âmbito do PBH, colabora para a qualificação técnica da mão de obra do País, incentivando a criação de novos e melhores empregos. Outro ponto de destaque deste projeto é que ele contribui para a redução de perdas financeiras e de alimentos, dada a importância do setor de refrigeração no varejo brasileiro.



O Protocolo de Montreal

O Protocolo de Montreal, que completou 32 anos de existência em 2019, é um tratado internacional ratificado por 198 Partes, dentre eles o Brasil, que estabelece uma série de metas e procedimentos compartilhados para proteção da Camada de Ozônio do Planeta. Esta camada, como diz o nome, é formada por ozônio (O_3), que é um dos gases que compõe a atmosfera, mas cerca de 90% de suas moléculas se concentram entre 20 e 35 quilômetros de altitude. Dentre a sua importância, o ozônio é o único gás que filtra a radiação ultravioleta do tipo B (UV-B), nociva aos seres vivos. Contudo, há gases utilizados pelo homem que podem destruir estas moléculas tão importantes, tais como os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs). É por isso que ocorre uma grande ação mundial, incluindo o Brasil, para criteriosamente eliminar o consumo dos HCFCs, substituindo esses fluidos por outros, mais amigáveis ao meio ambiente, e, com isso, promover a evolução tecnológica dos sistemas de refrigeração para benefício de toda a população.

Ao longo de três décadas, o País eliminou o consumo de aproximadamente 17 mil toneladas de Potencial de Destruição do Ozônio (PDO) de SDOs, compreendendo a eliminação de substâncias controladas tais como clorofluorcarbonos (CFCs), halons, tetracloreto de carbono (CTC) e brometo de metila na agricultura.

Após o sucesso da primeira fase do Protocolo de Montreal para a eliminação da produção e consumo das SDOs, com os trabalhos de eliminação do consumo dos clorofluorcarbonos (CFCs), foi iniciada uma nova fase voltada para os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs). Por meio da Decisão XIX/6, de 2007, os Estados Partes do Protocolo de Montreal estabeleceram um novo cronograma, iniciando-se com congelamento do consumo de HCFCs em 2013 (meta de congelamento pela média de consumo dos anos de 2009 e 2010), seguido por uma redução escalonada até a eliminação completa, prevista para 2040.

1.2 Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH)

Sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e com o apoio das agências implementadoras PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), UNIDO (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial) e da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) *GmbH*, o Brasil elaborou o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), que define as estratégias para o controle, redução e eliminação do consumo de HCFCs no Brasil, conforme cronograma definido pelo Protocolo de Montreal, para a execução de atividades e projetos relacionados à conversão tecnológica dos setores de manufatura de espumas de poliuretano, refrigeração e ar condicionado e de contenção de vazamentos de HCFCs no setor serviços. A elaboração e a implementação do PBH contam com a participação ativa de entidades representativas do setor público e privado.

A Etapa 1 do PBH foi aprovada em 2011 com o objetivo de eliminar 16,6% do consumo de HCFCs até 2015 (BRASIL, 2011). A Etapa 2 do PBH foi aprovada em 2015, com o objetivo de eliminar 39,27% do consumo até 2020 e de 51,36% até 2021 (BRASIL, 2016). Em ambas etapas, a GIZ é a agência implementadora designada pelo governo brasileiro para atuar na execução dos projetos para o setor de serviços de refrigeração e ar condicionado.

No setor de serviços, as ações do PBH estão direcionadas para a redução dos vazamentos de fluidos frigoríficos, por meio da aplicação das boas práticas durante os serviços de reparo, manutenção, instalação e operação de equipamentos de refrigeração e ar condicionado. Nesse contexto, destaca-se o presente estudo de caso, que faz parte dos “Projetos Demonstrativos de Melhor Contenção de HCFC-22 em Supermercados”, coordenado pelo MMA e implementado com apoio técnico da GIZ.

4 A eliminação de 100% do consumo dos CFCs, com o fim das importações, ocorreu em 2010.



2 Projetos Demonstrativos

Os projetos demonstrativos de contenção de vazamentos de HCFCs em instalações de refrigeração de supermercados têm como objetivo apresentar melhorias técnicas e procedimentos de manutenção e operação que contribuam para diminuição ou eliminação dos vazamentos de HCFC-22, com o propósito de reduzir ou eliminar perdas econômicas e ambientais. Durante a implementação de cada projeto, possíveis fontes para a melhoria da eficiência energética do sistema de refrigeração dos supermercados também podem ser identificadas, revertendo-se em significativos ganhos adicionais.

Estes projetos demonstrativos monitoram e avaliam os efeitos da aplicação das boas práticas em todos os processos que envolvem a utilização dos HCFCs, incluindo o consumo de energia, com a identificação das potenciais fontes para a redução de custos fixos de operação e manutenção. O escopo prevê o aperfeiçoamento das práticas de contenção de vazamentos do HCFC-22 em três supermercados. Desta forma, o objetivo final é manter os sistemas das lojas em condições de operação "seladas", ou seja, "livres de vazamentos".



3 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos de execução dos projetos demonstrativos, com ênfase na estanqueidade dos sistemas de refrigeração comercial, contaram com o conhecimento e a experiência internacional da GIZ na área de refrigeração, para orientação e implementação das atividades, sempre sob a coordenação do governo brasileiro, por meio do MMA. Esses procedimentos envolveram etapas como: processo de escolha da loja; formalização da parceria com a empresa beneficiária; visita de avaliação; definição de equipamentos e acessórios para aquisição; plano de trabalho; intervenção local; monitoramento pós-implementação; e publicação dos resultados para divulgação.

A escolha das lojas participantes dos projetos demonstrativos aconteceu por meio de um processo seletivo, realizado em estreita cooperação com a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), e levando em conta critérios como tecnologia utilizada, tamanho, idade e localização da loja, entre outros. As três lojas selecionadas foram:

1º Projeto: Supermercado Y.Yamada, Belém - PA (Região Norte);

2º Projeto: Supermercado Hortifruti do Campo, São Paulo - SP (Região Sudeste);

3º Projeto: Supermercado Angeloni, Balneário Camboriú - SC (Região Sul).

A proposta foi desenvolver o projeto em diferentes regiões do País e em modelos de lojas que se adequassem aos critérios previamente estabelecidos para a produção de resultados satisfatórios ao projeto.

Ao demonstrar a viabilidade e os benefícios das atividades desenvolvidas, o propósito desses projetos demonstrativos é motivar, a partir da comprovação dos resultados e benefícios, para que outras empresas do setor supermercadista possam seguir os mesmos procedimentos e as boas práticas demonstradas nesta publicação, e, assim, viabilizar melhorias em seus sistemas.

Concomitantemente à escolha das lojas, foram estabelecidas parcerias com a definição das obrigações e responsabilidades das partes envolvidas (GIZ e empresa beneficiária).

O segundo projeto demonstrativo, cujo estudo de caso é objeto desta publicação, foi implementado em cooperação com o supermercado Hortifruti do Campo, e realizado no sistema de refrigeração da unidade Apinajés, localizada no bairro de Perdizes cidade de São Paulo, capital do estado de São Paulo, na região Sudeste do Brasil.

As etapas de implementação e os equipamentos utilizados na loja são apresentados a seguir. Nos próximos capítulos são apontados os procedimentos de intervenção e resultados obtidos.

3.1 Etapas de implementação

Cada projeto demonstrativo, como o realizado na loja Hortifruti do Campo Apinajés, seguiu os seguintes passos de implementação:

1 Realização de análises técnicas iniciais para verificação do estado e das condições de funcionamento dos equipamentos de refrigeração, incluindo atividades, tais como: entrevista com a equipe técnica responsável pela operação; ajuste de documentação e projetos do sistema; inspeção visual, documentação fotográfica e termográfica da instalação; medição de temperatura e pressões em expositores e casa de máquinas; localização de pontos de vazamentos de fluido refrigerante, por meio de detectores eletrônicos de gases halogenados, entre outros;

2 Realização de diagnóstico para identificação dos problemas que provocam os vazamentos e a perda da eficiência dos equipamentos, incluindo monitoramento do consumo de fluido refrigerante, energia elétrica e desempenho termodinâmico do sistema, conforme descrito no Capítulo 4. O monitoramento foi realizado em estreita cooperação com a administração do supermercado e as equipes técnicas da loja e da GIZ, sendo que os métodos de registro praticados referente ao consumo de fluido refrigerante e atividades de manutenção e reparo foram verificados e aprimorados;

3 Discussão e elaboração de Plano de Intervenção pelas equipes técnicas do supermercado e da GIZ, definindo o projeto técnico atualizado da instalação e as atividades para correção dos problemas identificados, seguindo as seguintes características gerais de sistemas em condições seladas, entre outras:

- Evitar conexões mecânicas de flange manual nas válvulas de expansão, válvulas solenoides, filtros, filtros secadores, entre outros componentes;
- Utilizar sempre que possível conexões brasadas. Caso contrário, uma boa alternativa são as conexões com componentes de pressão ou flanges de fabricação industrial;
- Evitar vibração do sistema por meio de fixação adequada da tubulação e componentes;
- Quando necessário, utilizar amortecedores de vibração;
- Facilitar acesso à tubulação;
- Utilizar tubos de processo termoplásticos e juntas e conectores industrializados;
- Utilizar vasos de pressão, tais como, tanques de líquido, separadores e acumuladores, válvulas de segurança, válvulas unidirecionais e dispositivo de contrapressão em condições seguras e com tecnologia mais recente;
- Aplicar válvulas de segurança independentes de contrapressão⁵, sempre que possível;
- Manter equipamentos e componentes livres de corrosão e formação de gelo;
- Manter o isolamento adequado dos tubos;
- Fazer manutenção preventiva do sistema de refrigeração e controlar regularmente os vazamentos;
- Recarregar o sistema somente quando houver um vazamento identificado e reparado;

⁵ Válvulas de segurança que liberam o fluido refrigerante para outra localidade do sistema de refrigeração.

- Atualizar de forma contínua o livro de registros do sistema (descrição de reparos, consumo de fluidos frigoríficos, uso de peças de reposição, etc.);
- Manter a documentação técnica do sistema de refrigeração disponível.

4 Aquisição de componentes, equipamentos e materiais para implementação do Plano de Intervenção;

5 Treinamento da equipe técnica do supermercado em boas práticas para sistemas de refrigeração comercial. Esta equipe foi a responsável pela implementação do Plano de Intervenção na loja, sob a orientação e acompanhamento direto da equipe da GIZ;

6 Execução de atividades de intervenção no supermercado para correção dos problemas identificados; e

7 Avaliação técnica final e identificação dos resultados alcançados, por meio de comparação de dados de consumo de fluido frigorífico e desempenho termodinâmico do sistema antes e depois da intervenção.

3.2 Equipamentos e ferramentas

Os principais equipamentos e ferramentas de medição e de monitoramento utilizados durante a implementação do projeto demonstrativo são apresentados a seguir.

3.2.1 Dataloggers de temperatura

Para efeito de comparação das temperaturas pré e pós-intervenção, as medições de temperatura no ambiente dos expositores foram realizadas por meio de *dataloggers* registradores com resolução de 0,1 °C (modelo *EBRO EBI 20*), conforme Figura 1. O período de medições para este trabalho foi de 48 horas.

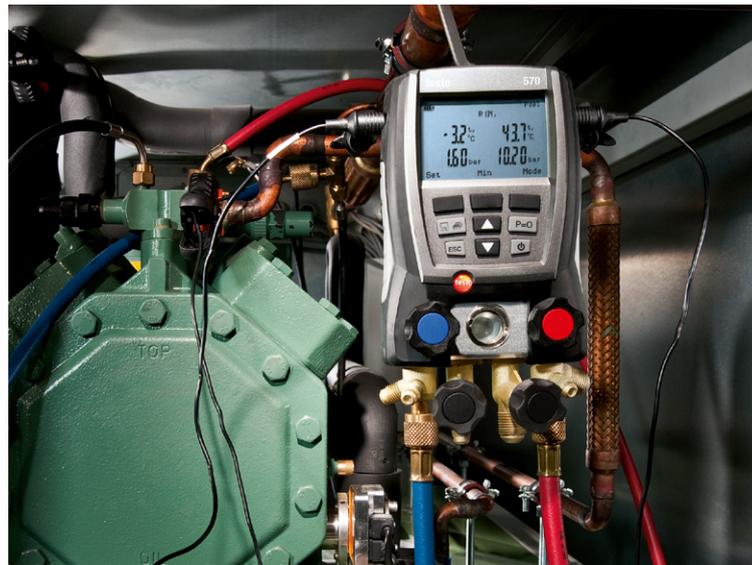
Figura 1 – Exemplo de *datalogger* de temperatura



3.2.2 *Manifold* digital

Nas medições de pressões e temperaturas de operação do sistema de refrigeração, para fins de transferência de fluido refrigerante e para a evacuação do sistema, foi utilizado *manifold* digital de quatro vias (Modelo *Testo 570*), conforme Figura 2.

Figura 2 – Exemplo de *manifold* digital



Fonte: *Testo* (Cortesia)

3.2.3 Câmera termográfica

A câmera termográfica (modelo *Testo 870*), apresentada na Figura 3, foi utilizada para realizar avaliações comparativas para a detecção de incongruências em válvulas de expansão, efeito de superlotação de alimentos em expositores, deficiência do isolamento térmico em trechos de tubulação e pontos com eventuais vazamentos.

Figura 3 – Exemplo de câmera termográfica



Fonte: *Testo* (Cortesia)

3.2.4 Detector eletrônico de gases halogenados

Para localização de microvazamentos no sistema de refrigeração foi utilizado detector eletrônico de gases halogenados (modelo *Inficon D-Tek Select*) com sensibilidade de 3 gramas por ano, conforme Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de detector eletrônico de gases halogenados



Fonte: *Inficon* (Cortesia)

Para confirmar se o desempenho do detector de gás estava conforme o esperado, foi realizado teste de calibração do equipamento. O teste é realizado com vazamento de referência de 5 gramas por ano (modelo *Inficon TekCheck 134a*) antes de cada uso, conforme Figura 5.

Figura 5 – Exemplo de vazamento de referência



Fonte: *Inficon* (Cortesia)

3.2.5 Analisador de gases

Para identificação do tipo de fluido frigorífico presente no sistema de refrigeração foi utilizado o analisador de gases (modelo *Neutronics RI 700H*), conforme Figura 6.

Figura 6 – Exemplo de analisador de gases



3.2.6 Climacheck

O equipamento *Climacheck*, apresentado na Figura 7, baseia-se cientificamente na avaliação termodinâmica dos dados medidos com conexão de dez pontos de medição para um circuito. Os dados são coletados e usados para cálculos e análises. O equipamento *Climacheck* oferece resultados e informações (*CLIMACHECK*, 2017), como, por exemplo:

- Capacidade de refrigeração e aquecimento (kW);
- Coeficiente de Performance (COP)/Índice de Eficiência de Energia (EER);
- Eficiência isentrópica do compressor;
- Eficiência do condensador;
- Eficiência do evaporador;
- Entrada de energia elétrica;
- Taxas de fluxo de ar/água;
- Valores de superaquecimento/sub-resfriamento;
- Indicação de excesso ou carga de frigorífico inadequada.

Com o equipamento *Climacheck* foram realizadas no supermercado Hortifruti do Campo as seguintes medições:

- Medição de temperaturas na entrada (sucção) de gás dos compressores com sensor do tipo Termopar;
- Medição de temperaturas na saída (descarga) de gás do compressor com sensor do tipo Termopar;
- Medição de temperaturas na saída de líquido do condensador com sensor do tipo Termopar;
- Medição de pressão de baixa na entrada do compressor;
- Medição de pressão de alta na saída do compressor;
- Medição de temperatura de ar na entrada do condensador;
- Medição de temperatura de ar na saída do condensador;
- Medição de corrente e tensão em cada fase do compressor.

Os dados obtidos no *Climacheck* foram armazenados em nuvem no site *Climacheck Online* (*CLIMACHECK SWEDEN AB*, 2010), sendo posteriormente interpretados na plataforma Windows.

Figura 7 – Equipamento *Climacheck*



Fonte: *Kühlanalyse/Climacheck* (Cortesia)

3.3 Sistema Pró-Ozônio

O monitoramento dos dados de consumo do HCFC-22 foi realizado por meio do sistema de documentação online Pró-Ozônio, que foi criado e implantado no âmbito do Projeto para o Setor de Serviços do PBH. O sistema funciona como um livro de registros digital. Todos os dados relacionados ao recolhimento e à carga de fluido refrigerante no sistema foram registrados no Pró-Ozônio, o que viabilizou a documentação e, portanto, gerou um melhor controle sobre o consumo do HCFC-22 e também sobre os custos envolvidos. Além disso, o sistema também apoia os seus usuários no gerenciamento e documentação de atividades regulares de manutenção e reparo.

O Pró-Ozônio está disponível de forma gratuita no website: www.ozoniohfc.com.br (ver Figura 8). Os direitos do usuário estão protegidos, bem como a segurança de dados e o pleno acesso à gestão de dados pessoais.

Figura 8 – Tela inicial do Pró-Ozônio



4 Projeto Demonstrativo Hortifruti do Campo

Parte 1: Pré-intervenção

A Parte 1 deste estudo de caso descreve as atividades realizadas no supermercado Hortifruti do Campo em São Paulo (SP) antes da intervenção. A loja possui 3 mil m² de área total, com aproximadamente 1,1 mil m² destinada para venda e sete *checkouts*. A fachada da loja é ilustrada na Figura 9.

Em julho de 2018 ocorreu a primeira visita da equipe da GIZ, para a verificação inicial do sistema e planejamento das adequações necessárias. Após aprovação da elegibilidade da loja, no início do mês de setembro de 2018 foram realizadas as medições para definição das mudanças e melhorias.

Figura 9 – Fachada da loja Hortifruti do Campo Apinajés



4.1 Descrição do sistema de refrigeração Loja Hortifruti do Campo Apinajés

O sistema de refrigeração do supermercado Hortifruti do Campo Apinajés foi implantado em 2012, com uma carga total instalada de aproximadamente 120 kg de HCFC-22. O sistema é do tipo centralizado com expansão direta, composto por um rack com três compressores paralelos para o sistema de média temperatura (MT) destinados aos produtos resfriados. Na loja não há sistema centralizado de baixa temperatura para produtos congelados.

Os expositores frigoríficos são utilizados basicamente para produtos hortifrutigranjeiros, tais como, frutas, verduras e legumes. Além desses expositores, a loja opera com câmaras de estocagem, para os hortifrutigranjeiros resfriados, e com salas de preparo, para manipulação desses produtos. Os produtos congelados são expostos em ilhas de congelados do tipo *self*, à base de HFC-404A, cujo equipamento de refrigeração está diretamente acoplado.

4.2 Composição do sistema de média temperatura (MT) para produtos resfriados

A composição detalhada do sistema de refrigeração de média temperatura (MT) da loja é mostrada a seguir.

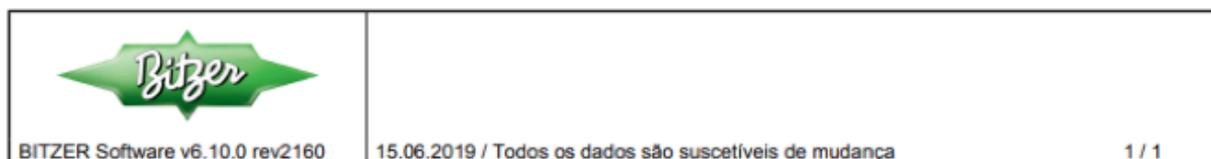
4.2.1 Compressor e condensador

O sistema possui um rack com três compressores, do tipo semi-hermético trifásicos em 380V/60Hz, 1.750 rpm (*Bitzer*, modelo 4J-22.2), montados em paralelo. A partida de cada compressor é realizada por meio de um sistema de alívio de corrente de pico com inversores do tipo *soft starter*. Os dados abaixo apresentam o desempenho do rack de compressores no regime de operação de projeto, conforme informações do fabricante:

- Temperatura de evaporação: -10°C ;
- Pressão manométrica de evaporação: 2,54 bar;
- Temperatura de condensação: $+45^{\circ}\text{C}$;
- Pressão manométrica de condensação: 16,1 bar;
- Sub-resfriamento: 3 K;
- Superaquecimento útil: 8 K;
- Superaquecimento do vapor na sucção: 20 K;
- Temperatura de sucção: 10°C ;
- Capacidade frigorífica nominal no regime por compressor: 35,3 kW;
- Capacidade frigorífica total do rack: $35,3 \times 3 = 105,9$ kW;
- Potência absorvida no regime por compressor: 14,58 kW;
- Potência absorvida total do rack: $14,58 \times 3 = 43,74$ kW;
- Calor rejeitado no condensador por compressor: 51,8 kW;
- Calor rejeitado total do rack: $51,8 \times 3 = 155,4$ kW;
- Coeficiente de performance no regime (COP): 2,42;
- Corrente nominal no regime por compressor (380 V): 25,9 A;
- Corrente nominal total do rack no regime (380 V): $25,9 \times 3 = 77,7$ A.

O esquemático do ciclo de refrigeração é ilustrado na Figura 10.

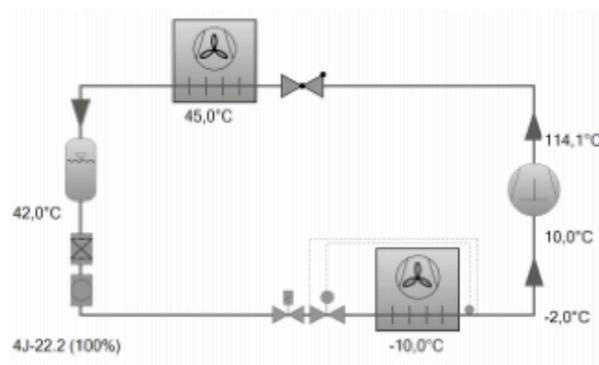
Figura 10 – Dados de projeto do compressor de resfriados obtidos pelo software da Bitzer



Seleção: Semi-Herméticos Pistões

Valores de entrada

Compressor modelo	(4J-22.2)
Modo	Refrigeração e Ar Condicionado
Refrigerante	R22
Temperatura de referência	Ponto de Orvalho
Temp. Evaporação SST	-10,00 °C
Temp. Condensação SDT	45,0 °C
Sub resfriamento líquido (após o condensador)	3,00 K
Temperatura do gás sucção	10,00 °C
Modo de operação	Auto
Tensão Elétrica	380V-3-60Hz
Regulador de capacidade	100%
Superaquecimento útil	8,00 K



Resultado

Compressor	4J-22.2-35P
Etapas de capacidade	100%
Capac. Refrigerante	37,2 kW
Capac. Refrigerante *	36,8 kW
Capacidade Evaporador	35,3 kW
Potência absorvida	14,58 kW
Corrente (380V)	25,9 A
Faixa de Tensão	360-400V
Capacidade do Condensador	51,8 kW
COP/EER	2,42
COP/EER*	2,53
Vazão em massa	820 kg/h
Modo de operação	Padrão
Temp. gás de Descarga não resfriado	114,1 °C

*segundo EN 12900 (temperatura gás sucção 20°C sem sub-resfriamento de líquido).

Fonte: Bitzer (2018)

O rack do compressor de média temperatura é composto pelos seguintes principais componentes de refrigeração:

- Separador de óleo central;
- Sistema de distribuição de óleo, com filtro de óleo, reservatório de óleo e boias de controle de nível de óleo, por compressor;
- Reservatório de líquido vertical;
- Filtro secador do tipo carcaça com elementos filtrantes;
- Coletor de líquido com válvulas de serviço tipo esfera das linhas de líquido;
- Coletor de sucção com válvulas de serviço tipo esfera das linhas de sucção;
- Filtros de sucção do tipo carcaça com elemento filtrantes;
- Estrutura metálica de apoio dos componentes.

O condensador (*Heatcraft*, modelo ACV 239 08E4F) é arrefecido a ar do meio exterior e apresenta as seguintes características: capacidade nominal de 239.000 kcal/h (278 kW), fluxo de ar vertical, com quatro ventiladores acionados por motores elétricos trifásicos de 1,05 kW, corrente nominal de 2,37 A unitária a 450 rpm, 380V/60Hz.

4.2.2 Cargas térmicas – expositores, câmaras frigoríficas e salas de preparo

O sistema de refrigeração de média temperatura é composto de expositores, câmaras frigoríficas, salas de preparo e casa de máquinas. As características de cada ambiente são apresentadas a seguir:

Linha 1R: Câmara de hortifrúti nº 1 (térreo)

- * Área: 60,8 m²;
- * Temperatura de operação: +5°C a +8°C;
- * Carga térmica: 19.975 kcal/h (23,23 kW);
- * Evaporadores: *Heatcraft*, 3 x FBA 4 450E.

Linha 2R1: Sala de preparo nº 1 (1º andar)

- * Área: 24,3 m²;
- * Temperatura de operação: +16°C a +18°C;
- * Carga térmica: 3.652 kcal/h (4,25 kW);
- * Evaporadores: *Heatcraft*, 1 x EDS 6 114E.

Linha 2R2: Sala de preparo nº 2 (1º andar)

- * Área: 61,7 m²;
- * Temperatura de operação: +16°C a +18°C;
- * Carga térmica: 8.087 kcal/h (9,41 kW);
- * Evaporadores: *Heatcraft*, 2 x EDS 6 114E.

Linha 2R3: Câmara de hortifrúti nº 2 (1º andar)

- * Área: 51,5 m²;
- * Temperatura de operação: +5°C a +8°C;
- * Carga térmica: 12.099 kcal/h (14,07 kW);
- * Evaporadores: *Heatcraft*, 2 x FBA 4 450E.

Linha 3R1: Expositor de hortifrúti vertical (Área de vendas)

- * Modulação: 1 x 3,75 m;
- * Temperatura de operação: +5°C a +8°C;
- * Carga térmica: 6.694 kcal/h (7,79 kW);
- * Marca e modelo: Eletrofrio, EHW-6.

Linha 3R2: Expositor de hortifrúti vertical (Área de vendas)

- * Modulação: 2 x 3,75 m;
- * Temperatura de operação: +5°C a +8°C;
- * Carga térmica: 13.388 kcal/h (15,57 kW);
- * Marca e modelo: Eletrofrio, EHW-6.

Linha 3R3: Expositor de hortifrúti vertical (Área de vendas)

- * Modulação: 2 x 2,50 m;
- * Temperatura de operação: +5°C a +8°C;
- * Carga térmica: 8.925 kcal/h (10,38 kW);
- * Marca e modelo: Eletrofrio, EHW-6.

Linha 3R4: Expositor de hortifrúti vertical (Área de vendas)

- * Modulação: 1 x 3,75 m + 2 x 2,50 m;
- * Temperatura de operação: +5°C a +8°C;
- * Carga térmica: 15.619 kcal/h (18,17 kW);
- * Marca e modelo: Eletrofrio, EHW-6.

Linha 4R: Casa de máquinas (1º andar)

- * Área: 16,5 m²;
- * Temperatura de operação: +26°C;
- * Carga térmica: 6.225 kcal/h (7,24 kW);
- * Evaporadores: *Heatcraft*, 1 x FBA 6 250E;

A Tabela 1 apresenta a carga térmica total do sistema de média temperatura.

Tabela 1 - Carga térmica do sistema de média temperatura

Ambiente	Marca	Modelo	Faixas de temperaturas projetadas		Dim	[kcal/h]	[kW]
			Min (°C)	Máx (°C)			
1R - Câmara de Hortifrúti 1 T	<i>HeatCraft</i>	3 x FBA 4450E	5	8	60,8 m ²	19975	23,23
2R1 - Preparo 1º Andar	<i>HeatCraft</i>	1 x EDS 6 114E	16	18	24,3 m ²	3652	4,25
2R2 - Preparo 2º Andar	<i>HeatCraft</i>	2 x EDS 6 114E	16	18	61,7 m ²	8087	9,41
2R3 - Câmara de Hortifrúti 2 - 1ª	<i>HeatCraft</i>	2 x FBA 4450E	5	8	51,5 m ²	12099	14,07
3R1 - Expositor de Hortifrúti	Eletrofrio	EHW - 6	5	8	1 X 3,75m	6694	7,79
3R2 - Expositor de Hortifrúti	Eletrofrio	EHW - 6	5	8	2 X 3,75m	13388	15,57
3R3 - Expositor de Hortifrúti	Eletrofrio	EHW - 6	5	8	1 x 3,75m + 2 x 2,5 m	8,925	10,38
3R4 - Expositor de Hortifrúti	Eletrofrio	EHW - 6	5	8	1 x 3,75m + 2 x 2,5 m	15619	18,17
4R - Casa de Máquinas	<i>HeatCraft</i>	1 x FBA 6250E	22	30	16,5	6225	7,24
Carga térmica total						85747,92	110,11

4.3 Levantamento de dados paramétricos

A composição detalhada do sistema de refrigeração de baixa temperatura (BT) da loja é mostrada a seguir.

4.3.1 Temperaturas em expositores, câmara frigoríficas e salas de preparo

Foram instalados sensores de temperatura (*dataloggers*) nos expositores, câmaras e salas de preparo para registro das temperaturas durante um período de 48 horas.

Os sensores foram inseridos dentro dos ambientes em uma posição próxima às mercadorias e fixados por abraçadeiras de nylon conforme exemplo da Figura 11.

O diagrama esquemático do ciclo de refrigeração é ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – *Datalogger* de temperatura instalado dentro do expositor da linha 3R4



Na sequência, a Tabela 2 apresenta a temperatura média ambiente dos expositores resfriados, das câmaras e salas de preparo. A sala de máquinas também é condicionada pelo sistema de refrigeração centralizado. Os valores estão de acordo com as normas indicadas (ABNT, 2013; ASHRAE, 2018).

Tabela 2 – Temperatura medida nos expositores, câmaras e salas de preparo (pré-intervenção)

Local	Temperatura (°C)
Casa de máquinas	23,30
Evaporador 1 - Câmara térreo	8,60
Evaporador 2 - Câmara térreo	8,30
Evaporador 3 - Câmara térreo	8,00
Evaporador S1 –Verduras	9,80
Evaporador S2 - Verduras	9,80
Expositor 1 - Alecrim	9,00
Expositor 2 - Alface	6,80
Expositor 3 – Minicenoura	7,60
Expositor 4 - Pimentão	8,60
Expositor 5 - Pimenta biquinho	7,80
Expositor 6 - Aspargos	7,60
Expositor 7 - Gengibre em conserva	8,80
Expositor 8 - Frutas	10,10
Sala de embalagens superior	20,20
Sala de preparo	20,90

4.3.2 Desempenho dos compressores

Os dados apresentados a seguir foram coletados dos compressores e condensadores do sistema de resfriados ao longo de uma semana.

4.3.2.1 Rack de resfriados

A Tabela 3 apresenta as propriedades medidas, por meio do equipamento *Climacheck*, do sistema de média temperatura (resfriados). Nota-se que o valor de superaquecimento está no limite máximo, podendo ser reduzido para melhorar a eficiência energética. Uma redução do superaquecimento também contribui para a diminuição da temperatura de descarga.

O valor do sub-resfriamento está dentro dos valores recomendados, sendo 3 K o valor mínimo necessário para evitar evaporação do fluido na pré-expansão (MORAN et al., 2018). Isso indica que o sistema não apresentava falta de carga. No entanto, como será mostrado mais adiante, o sistema apresentava taxa média de vazamento anual de 130% da carga instalada. Portanto, os técnicos da loja tinham que repor periodicamente a carga perdida pelos vazamentos para não chegar à situação de “baixa carga”. A baixa carga pode causar bolhas na entrada da válvula de expansão (pré-expansão, indicado pelo baixo sub-resfriamento), provocando instabilidade no controle da pressão de evaporação e temperaturas mais baixas, diminuindo assim a eficiência do sistema.

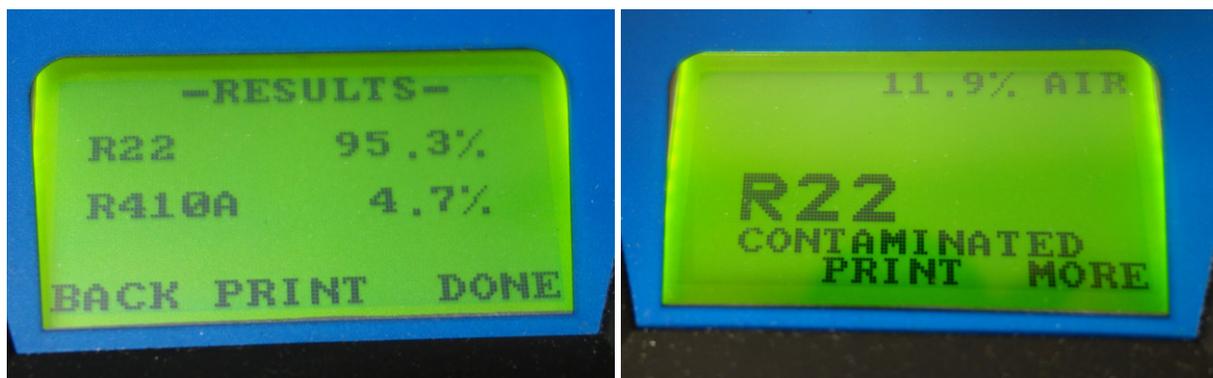
Tabela 3 – Propriedades medidas e calculadas do sistema de resfriados (pré-intervenção)

Propriedades do Sistema de Resfriados	Dados medidos
Pressão manométrica de alta (bar)	14,3
Temperatura de condensação relativa à alta pressão (°C)	40,3
Pressão manométrica de baixa (bar)	2,2
Temperatura de evaporação relativa à baixa pressão (°C)	-13,0
Temperatura de sucção (°C)	17,3
Superaquecimento total (K)	30,3
Temperatura de descarga (°C)	104,3
Temperatura pré-expansão (°C)	40,6
Sub-resfriamento total (K)	5,7
COP Instantâneo médio (-)	2,44

4.3.3 Análise do fluido refrigerante utilizado no sistema

A análise do fluido refrigerante HCFC-22 existente no sistema foi realizada por meio de analisador de gases (*Neutronics* RI 700H). Como demonstra a Figura 12, verificou-se que o sistema estava com 95,3% de HCFC-22 e 4,7% de HFC-410A. Apesar do fluido refrigerante utilizado no sistema de refrigeração conter uma pequena parcela de HFC-410A, a quantidade apontada (4,7%) não é considerada um fator crítico para o sistema. Contudo, ressalta-se a importância de utilizar fluidos refrigerantes de empresas idôneas, que comercializam fluidos puros, sem contaminação. Além disso, a amostra apontou 11,9% de ar, distante da referência padrão de 3% para amostra de fluidos contaminados, conforme ABNT NBR 16667/2017 (ABNT, 2017). A presença de ar no sistema reduz o desempenho do ciclo de refrigeração. Uma das possíveis causas de contaminação se deve ao inadequado procedimento de vácuo do sistema, possibilitando entrada de ar pelos orifícios (pontos de vazamentos), antes da introdução de um novo fluido refrigerante.

Figura 12 – Resultados das análises das amostras de HCFC-22



4.3.4 Vazamento do fluido refrigerante

O consumo do fluido refrigerante HCFC-22 antes da intervenção correspondeu à uma taxa média anual de 130% da carga instalada, conforme monitoramento realizado pela administração da loja no período entre setembro de 2017 a setembro de 2018.

4.4 Identificação dos principais pontos críticos

Não obstante o levantamento de dados referente às condições de operação do sistema de refrigeração, as visitas técnicas iniciais ao supermercado Hortifruti do Campo Apinajés também viabilizaram uma análise da situação física da instalação refrigerante, amparada pela utilização do detector eletrônico de gases halogenados para identificação de microvazamentos.

Foi realizado também o levantamento da carga térmica de refrigeração da loja, conforme item 4.2.2 resumido na Tabela 1, comparando-a com a capacidade refrigerante dos compressores e do condensador instalado, bem como análise do dimensionamento das válvulas e controles do sistema.

Diante deste contexto, os principais pontos críticos em relação aos vazamentos de fluido refrigerante e outras deficiências foram identificados e serão descritos a seguir.

4.4.1 Operação do rack de compressores com baixa carga momentânea de fluido refrigerante

A falta de massa de fluido refrigerante podia ser constatada através do visor de nível de fluido refrigerante do tanque de líquido, o que contribuía para que os compressores trabalhassem em regime de pressões inadequadas. A equipe de manutenção agia rapidamente, completando a carga faltante.

Quando em condições de falta de fluido refrigerante, os compressores trabalhavam em processos intermitentes (liga-desliga) com certa frequência, especialmente nos momentos

de degelo dos expositores ou câmaras. Nessa situação, os expositores frigoríficos tinham dificuldade para manter a condição ideal de temperatura das mercadorias.

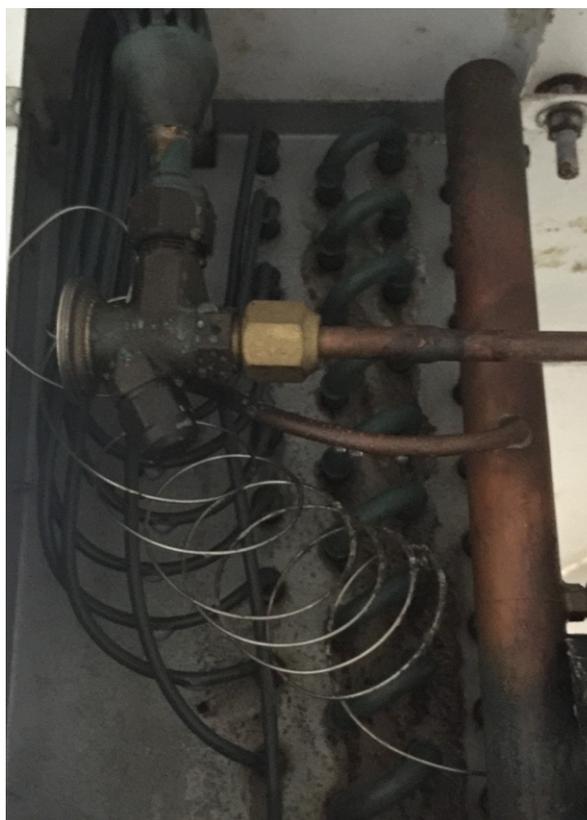
Entretanto, devido à rápida ação da equipe de manutenção local, os parâmetros apresentados na Tabela 3, em média, não sofreram alterações que resultassem em significativa perda de rendimento do sistema.

4.4.2 Expositores de produtos resfriados, câmaras e salas de preparo

Em todas as 17 válvulas de expansão, inicialmente instaladas no sistema de refrigeração, estavam presentes conexões com porcas e flanges de fabricação manual. Essas apresentavam microvazamentos, que foram comprovados por meio de um detector eletrônico de gases halogenados, conforme apresentado no Capítulo 3.

A seguir, a Figura 13 mostra a válvula de expansão de um dos evaporadores da câmara de hortifrúti nº 1 com problemas de microvazamentos.

Figura 13 – Válvula de expansão com flange manual e porca de refrigeração comum



As válvulas *Schrader* instaladas diretamente na tubulação dos evaporadores, em válvulas de serviço tipo esfera e em válvulas reguladoras de pressão (KVP), apresentavam vedação deficiente e tamponamento inadequado, ou seja, tampas com a borracha de vedação danificadas por influências mecânicas e outras literalmente sem a tampa (ver Figura 14).

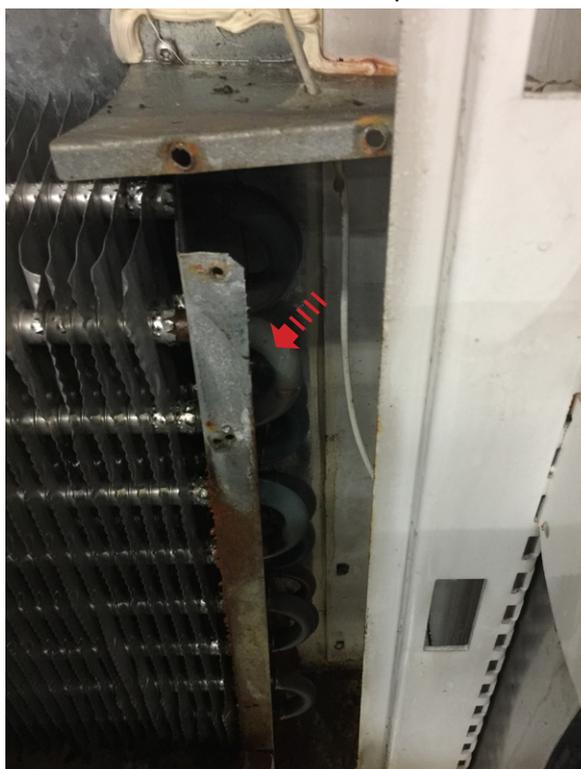
Em sua maioria, as válvulas *Schrader* apresentaram microvazamentos. Em alguns casos foram constatados grandes vazamentos, perceptíveis pelo ruído característico. Destaca-se que a tampa mais eficaz para vedação das válvulas *Schrader* é a do tipo selo de cobre.

Figura 14 – Válvula *Schrader* instalada diretamente na tubulação sem tamponamento



Em um dos evaporadores da linha de refrigeração 3R foi localizado um vazamento relevante. O vazamento encontrado ocorria em um ponto de brasagem deficiente, localizado nas curvas de cobre do evaporador, conforme indicado na Figura 15.

Figura 15 – Vazamento em curva de cobre do evaporador com brasagem deficiente



4.4.3 Condensador

O condensador do sistema de refrigeração não apresentava pontos críticos de vazamentos, com exceção das válvulas *Schrader* instaladas nos coletores de alta pressão e de alta temperatura que estavam sem tamponamento adequado.

4.4.4 Tubulação frigorífica

De maneira geral a tubulação frigorífica se apresentava em boas condições e com isolamento térmico intacto. Todavia, apresentava deficiências de fixação nos suportes de sustentação, conforme Figura 16. Sem a fixação adequada, a tubulação pode sofrer movimentações frequentes, devido às variações de temperatura e pequenos golpes hidráulicos, quando ocorrem aberturas automáticas das válvulas solenoides.

Figura 16 – Exemplo de deficiências de fixação nos suportes de sustentação



Das nove válvulas solenoides instaladas no sistema, quatro estavam superdimensionadas. Ou seja, foram selecionadas por meio da bitola da linha de líquido, quando deveriam ter sido selecionadas pela capacidade frigorífica da linha. Quando as válvulas solenoides são maiores do que o necessário, no momento da abertura dessas válvulas ocorrem grandes golpes hidráulicos nas linhas de líquido, podendo “estressar” as linhas e causar sérios vazamentos.

A função das válvulas solenoides é interromper o fluxo de fluido frigorífico no momento em que se atinge a temperatura do ambiente ou no momento de início do período de degelo. A abertura é requerida quando a temperatura do ambiente aumenta em relação ao *set point* ou quando termina o período de degelo.

4.4.5 Rack de compressores

O rack de compressores estava em boas condições necessitando apenas de substituição de alguns componentes e conexões que apresentavam vazamentos.

As válvulas de serviço tipo esfera, instaladas nos coletores de líquido, e as válvulas de serviço tipo “tanque”, instaladas nos coletores de líquido e de sucção (ver Figura 17), apresentavam vazamentos nos respectivos sistemas de abertura e fechamento.

Figura 17 – Válvula tipo “tanque” instalada no coletor de sucção do rack com vazamento



As mangueiras, para tomada de pressão nos compressores, estavam com microvazamentos nas conexões. O mesmo ocorria em algumas conexões efetuadas com porca comum e flange manual, localizadas em filtros e em outros componentes do sistema de distribuição de óleo para os compressores.

As análises do óleo de cada um dos compressores apontaram leve acidez no sistema, conforme Figura 18.

Figura 18 – Válvula tipo “tanque” instalada no coletor de sucção do rack com vazamento



Além dos pontos críticos de vazamentos identificados, destaca-se que o reservatório de líquido estava com válvula de segurança subdimensionada, que além do mais, ao ser acionada, liberava todo o fluido refrigerante para o ambiente da casa de máquinas. A abertura de válvulas de segurança para o ambiente da casa de máquinas não é recomendada conforme norma NBR 16069 (ABNT, 2018). Esta norma recomenda que os dispositivos de alívio de pressão devem descarregar para a atmosfera obedecendo critérios estabelecidos na norma ou descarregar de um vaso de maior pressão para um vaso de menor pressão ou ainda para o lado de baixa pressão do sistema.



Projeto Demonstrativo Hortifruti do Campo Apinajés

Parte 2: Implementação do Plano de Intervenção

Após o levantamento dos pontos críticos, foi realizada uma análise técnica da situação em conjunto com a equipe do supermercado e formulado um plano de ação para a intervenção no sistema de refrigeração da loja. Foram definidas todas as peças e componentes que deveriam ser substituídos e quais ferramentas, equipamentos e quantidade de técnicos seriam necessários para a execução dos trabalhos.

O Plano de Trabalho é apresentado no Anexo 1. Os Anexos 2 e 3 retratam os diagramas esquemáticos do sistema de refrigeração antes e após a intervenção.

As ferramentas e materiais necessários para a realização deste projeto foram adquiridas de forma compartilhada, com recursos do Projeto para o Setor de Serviços do PBH e do Hortifruti do Campo, no valor total de US\$ 55.000,00. Todo o processo de compras realizado no âmbito do PBH ocorreu por licitação, realizada pelo PNUD com o apoio técnico da GIZ. O Plano de Intervenção, implementado em setembro/outubro de 2018, foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa ocorreu o treinamento e capacitação da equipe técnica do supermercado envolvida, e, na segunda, foi realizada a implementação das melhorias e modificações no sistema de refrigeração.

5.1 Treinamento e capacitação da equipe técnica

O treinamento em boas práticas na refrigeração comercial da equipe técnica, envolvida na implementação do projeto, foi realizado nos escritórios da loja Hortifruti do Campo Apinajés, em São Paulo (SP). O curso, que foi ministrado por especialistas da GIZ, teve carga horária de 16 horas. No total, foram capacitados cinco (5) técnicos da equipe do supermercado, conforme apresentado na Figura 19.

O curso envolveu trabalhos práticos (30%) e aulas teóricas (70%). Durante o curso foram abordados temas como:

- Proteção da Camada de Ozônio, Protocolo de Montreal, Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH);
- Segurança na refrigeração;

- Técnicas que permitem a redução de vazamentos de fluidos frigoríficos, com foco na manutenção corretiva (ver Figura 19);
- Recolhimento, reciclagem e reutilização de fluidos frigoríficos;
- Métodos de detecção de vazamentos;
- Atividades de manutenção preventiva planejada;
- Registro de dados técnicos;
- Práticas para manter o sistema de refrigeração em condições seladas;
- Operação com tubulações (brasagem, alargamento, dobramento, flangeamento e outros);
- Fixação de tubulação e componentes;
- Alinhamento detalhado e divisão das responsabilidades para as atividades a serem implementadas na loja.

Figura 19 – Treinamento sobre técnicas de instalação que diminuem a incidência de vazamentos



Do material didático utilizado constam publicações elaboradas pelo projeto, tais como:

- Treinamento e Capacitação para Boas Práticas em Sistemas de Refrigeração Comercial (MMA; GIZ, 2017);
- Guia de Boas Práticas 1 - Controle de Vazamento (MMA; GIZ, 2015a);
- Guia de Boas Práticas 2 - Características de Sistemas de Refrigeração em Condições Seladas (MMA; GIZ, 2015b);
- Guia de Boas Práticas 3 - Manutenção de Sistemas de Refrigeração (MMA; GIZ, 2015c).

5.2 Intervenção

No período entre os dias 25/09/2018 a 03/10/2018 foi realizada a intervenção no sistema de refrigeração da loja, por uma equipe composta por:

- Três técnicos da empresa Keufrio Refrigeração (prestadora de serviços de instalação e manutenção para o supermercado Hortifruti do Campo);
- Dois técnicos do supermercado Hortifruti do Campo;
- Três consultores da GIZ.

Todo o processo de intervenção foi previamente planejado para ser executado em fases, sem prejuízos para a operação da loja, para que o necessário desligamento de evaporadoras, compressores e condensadores não causasse perdas de produtos, perdas de vendas ou quaisquer incômodos aos consumidores. A loja foi mantida aberta e operante.

Conforme já descrito no item 4.2.2, o sistema é composto por quatro linhas de refrigeração. A linha 1R atende à câmara de hortifrúti nº 1, localizada no térreo. A linha 2R atende à câmara de hortifrúti nº 2, à sala de preparo nº 1 e à sala de preparo nº 2, todas localizadas no 1º andar. Já a linha 3R atende aos expositores frigoríficos da área de vendas. E a linha 4R atende ao evaporador de climatização da casa de máquinas.

A intervenção foi realizada separadamente nos equipamentos de cada uma dessas linhas. Sendo assim, enquanto a intervenção ocorria em uma das linhas de refrigeração, as demais continuavam a funcionar normalmente, não afetando a operação da loja. Desta forma, as mercadorias refrigeradas, nos equipamentos da linha cuja intervenção ocorreria, eram remanejadas anteriormente para outros ambientes com refrigeração.

Primeiro Dia

A fase de intervenção, propriamente dita, foi iniciada com o fechamento e recolhimento do fluido frigorífico da linha 1R, que atende à câmara de hortifrúti nº 1, do térreo, para que fossem realizadas as intervenções específicas nos evaporadores, ou seja, substituição das válvulas de expansão e colocação de tamponamento adequado das válvulas de serviço e das válvulas reguladoras de pressão do tipo KVP.

Estas atividades foram executadas por três técnicos do Hortifruti do Campo, supervisionados pelos consultores da GIZ. O trabalho foi realizado em um dia, em horário comercial. O treinamento executado anteriormente permitiu que a intervenção fosse realizada com qualidade e agilidade. Como parte da operação de contingência, todas as mercadorias desta câmara foram alocadas na câmara frigorífica nº 2, localizada no 1º andar do empreendimento.

Após finalização, foram realizados testes de pressão e vácuo na linha 1R, utilizando uma bomba de vácuo, que permaneceu ligada até atingir a pressão adequada. Após atingir o vácuo e permanecer nesta condição, a liberação para o funcionamento da câmara nº 1 do térreo ocorreu já ao final do primeiro dia.

Paralelamente a estas atividades iniciou-se a instalação do sistema de detecção de vazamentos, que foi realizada por um funcionário do supermercado Hortifruti do Campo e por um dos consultores da GIZ.

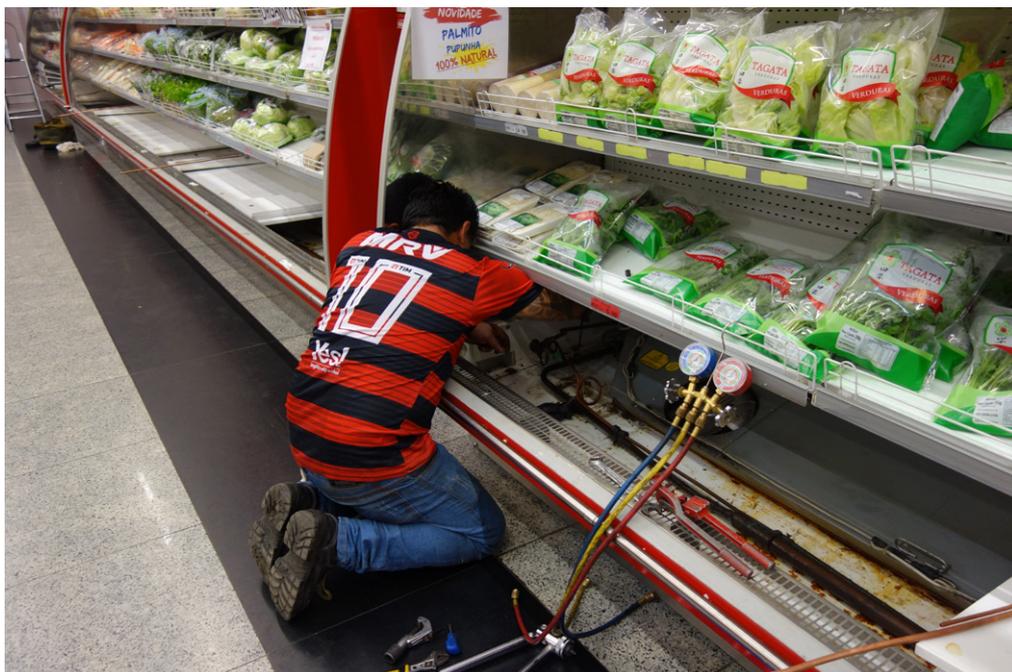
Segundo e Terceiro Dia

O segundo dia de trabalho iniciou no período vespertino com o fechamento e recolhimento do fluido refrigerante da linha 3R, que atende aos expositores refrigerados da área de vendas. Foram realizadas as intervenções específicas nos evaporadores, com substituição das válvulas de expansão, tamponamento adequado das válvulas de serviço, substituição de três válvulas solenoides superdimensionadas e reparo na solda de um dos evaporadores desta linha (ver Figura 20).

Estas atividades, realizadas até a madrugada do terceiro dia, foram executadas por três técnicos do Hortifruti do Campo e supervisionadas pelos consultores da GIZ. Para execução destes trabalhos, todas as mercadorias dos expositores foram alocadas na câmara frigorífica nº 1, localizada no térreo da loja.

Foram realizados os testes de pressão e o vácuo na linha 3R, por meio de bomba de vácuo, que permaneceu ligada até atingir as condições adequadas. Após atingir o vácuo e permanecer nesta condição, a liberação para o funcionamento dos expositores ocorreu no início da manhã do terceiro dia.

Figura 20 – Intervenção em evaporadoras na área de vendas



Quarto Dia

O quarto dia de trabalho foi destinado às atividades nos ambientes da linha 2R, que atende à câmara de hortifrúti nº 2 e às salas de preparo nº 1 e nº 2, todas localizadas no 1º andar do empreendimento, e da linha 4R, que atende ao evaporador de climatização da casa de máquinas. Foram realizados o fechamento e recolhimento do fluido refrigerante das linhas 2R e 4R, para que fossem executadas as intervenções específicas nos evaporadores. Nesta etapa, para evitar perda de produtos, todas as mercadorias da câmara de hortifrúti nº 2 foram alocadas na câmara frigorífica nº 1, localizada no térreo do empreendimento.

Foram realizados os testes de pressão e o vácuo nas linhas 2R e 4R, por meio de uma bomba de vácuo, que permaneceu ligada até atingir a pressão adequada de vácuo. Após atingir o vácuo e permanecer nesta condição, a liberação para o funcionamento dos ambientes ocorreu já ao final do quarto dia.

Quinto ao Sétimo Dia

Este período foi destinado exclusivamente às atividades na casa de máquinas. Durante os períodos diurnos foram substituídos componentes sem necessidade de parada prolongada do rack de compressores, tais como, mangueiras de tomada de pressão, conexões com rosca industrial, válvulas de serviço esfera, instalação de tampão apropriado nas válvulas *Schrader* existentes nos compressores do rack e nas válvulas esfera, entre outros.

Foram substituídos também, nos períodos diurnos, a carga de óleo lubrificante dos compressores, o filtro de óleo, núcleos do filtro secador da linha de líquido e núcleos dos filtros de sucção.

Já no período noturno, entre o sexto dia e o sétimo dia, foi realizada a substituição da válvula de segurança do tanque de líquido. Para esse procedimento foi necessário o recolhimento total da carga de fluido refrigerante para os cilindros apropriados, o que demandou um tempo de parada do sistema mais prolongado. Para evitar a perda de produtos, todas as mercadorias foram removidas dos expositores da área de vendas e alocadas nas câmaras frigoríficas nº 1 e nº 2, que permaneceram com as portas fechadas durante o período de parada.

Foram realizados os testes de pressão e o vácuo no sistema, por meio de uma bomba de vácuo, que permaneceu ligada até atingir a pressão adequada de vácuo. Após atingir o vácuo e permanecer nesta condição, a carga de fluido refrigerante, armazenada em cilindros apropriados, foi reposta ao sistema, que em seguida foi liberado para o funcionamento normal.

Oitavo Dia

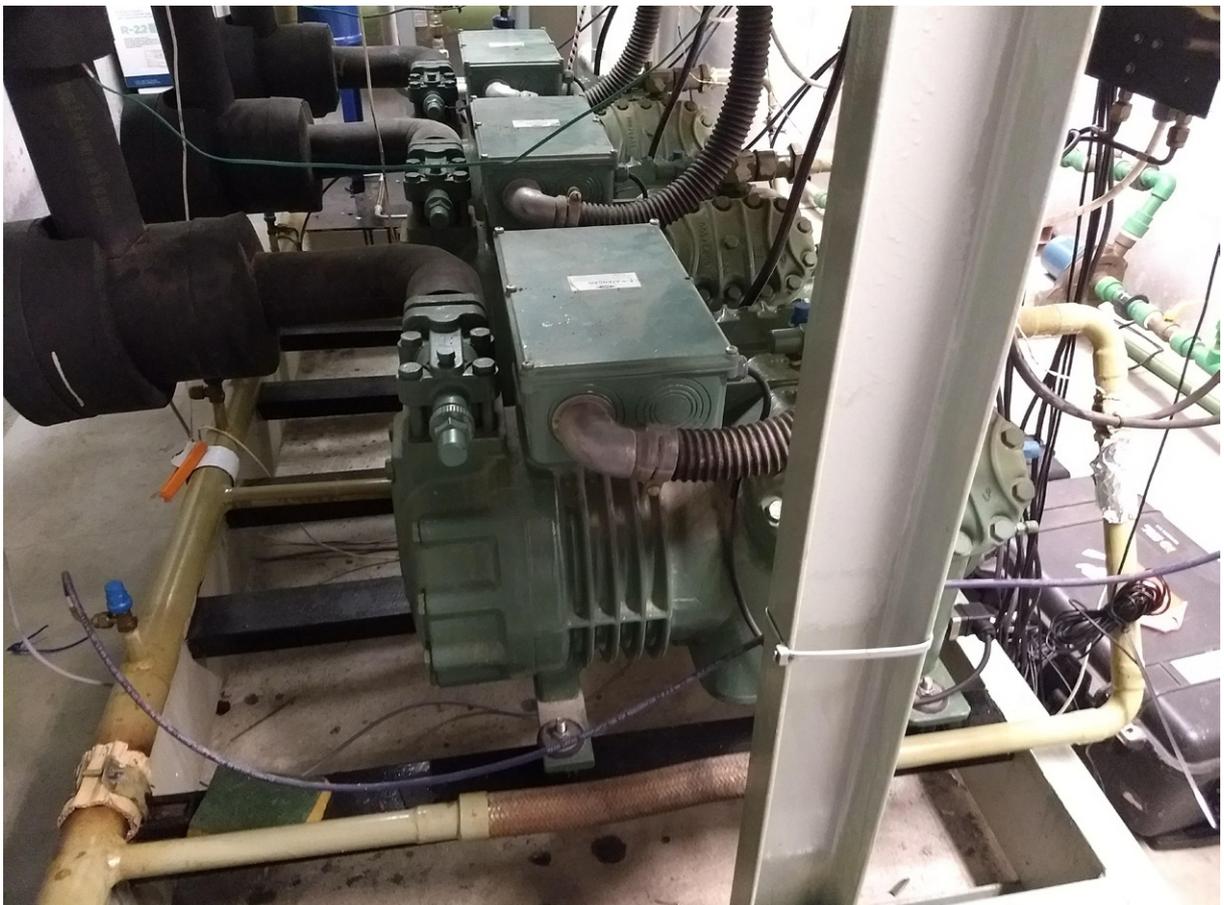
No oitavo dia da intervenção, os trabalhos constaram da verificação do bom funcionamento do sistema, com a realização das medições necessárias. Foram realizadas medições de pressão, temperaturas, correntes e tensão no sistema de refrigeração, para posterior preenchimento do “Protocolo de Operação” do sistema e de toda a documentação.

Também foram executadas as regulagens nos controladores eletrônicos dos expositores e câmaras. Foram realizados ajustes de *set points*, tempo e frequência de degelo; alarmes; válvulas reguladoras de pressão (KVP) das câmaras e salas de preparo; e do controlador eletrônico do rack de compressores.

Nono Dia

No nono e último dia da intervenção foi concluída a instalação e testes do sistema de detecção de vazamentos, com a instalação do equipamento de medições *Climacheck* para leitura dos dados pós-intervenção, conforme apresentado na Figura 21.

Figura 21 – Sensores do *Climacheck* instalados nos compressores



A seguir, nos itens 5.2.1 a 5.2.5, serão detalhados os procedimentos técnicos realizados nos equipamentos, com a menção dos componentes substituídos ou acrescentados durante a fase de intervenção.

5.2.1 Intervenção nos expositores frigoríficos, câmaras frigoríficas e salas de preparo

Para realizar as intervenções nos expositores frigoríficos, nas câmaras frigoríficas e nas salas de preparo, foram realizados os procedimentos adequados para recolhimento do fluido frigorífico. Inicialmente, foi recolhida a maior parte do HCFC-22 de cada uma das linhas de refrigeração para o tanque de líquido do rack. Depois do recolhimento, foram fechadas as válvulas de serviço principais das linhas de líquido e de sucção.

A carga de fluido frigorífico remanescente na tubulação frigorífica de cada linha, nos evaporadores dos expositores e nos evaporadores das câmaras e das salas de preparo, foi recolhida por meio de uma máquina recolhedora e armazenada em cilindros apropriados para recolhimento, conforme ABNT NBR ISO 4706 (ABNT, 2012) e Resolução CONAMA nº 340/2003 (CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2003). A Resolução CONAMA nº 340, que dispõe sobre a utilização de cilindros retornáveis para o armazenamento de gases que destroem a Camada de Ozônio, é de cumprimento obrigatório em todo o território nacional.

Os cilindros de recolhimento tinham dois tamanhos diferentes, um com capacidade nominal de água para 41,9 litros e outro com capacidade nominal de água para 21,6 litros. Todos os cilindros apresentavam pressão de serviço de 400 psi e válvula de alívio de pressão de 600 psi. Foi efetuado o vácuo em todos estes cilindros antes da transferência e armazenamento do HCFC-22.

Finalizado o recolhimento do fluido frigorífico remanescente na linha, iniciou-se o trabalho de substituição das válvulas de expansão. Todas as válvulas de expansão com conexões flangeadas apresentavam microvazamentos e foram substituídas por válvulas de expansão com conexões brasadas, marca *Danfoss*, modelo *TUA*, com orifício intercambiável, conforme mostram as Figuras 22 e 23. Nestas brasagens foram utilizadas varetas de solda com 45% de prata.

Figura 22 – Válvula de expansão com conexões para brasagem, modelo *TUA*, da *Danfoss*, no expositor de hortifrúti Linha 3R1



Figura 23 – Válvula de expansão com conexões para brasagem, modelo *TUA*, da *Danfoss*, no evaporador da câmara de hortifrúti nº 1



Em alguns expositores e câmaras foram substituídas as válvulas solenoides, que estavam superdimensionadas e apresentavam microvazamentos nas conexões brasadas em determinados casos. A Figura 24 apresenta uma válvula solenoide pós-intervenção.

Figura 24 – Válvula solenoide da linha de líquido do expositor de hortifrúti Linha 3R2



Por apresentarem vazamento de fluido refrigerante, foram trocados também os núcleos de todas as válvulas *Schrader* instaladas diretamente na tubulação, nos coletores de sucção dos evaporadores das câmaras frigoríficas e nas salas de preparo; e também nas válvulas reguladoras de pressão modelo *KVP*. Nesses casos, foram removidas as tampas de vedação com superfície recartilhada e borracha de vedação e substituídas por porcas sextavadas com selo de cobre, como mostram as Figuras 25 a 27.

Figura 25 – Válvula *Schrader* no tubo de sucção do expositor de hortifrúti da linha 3R1, com porca sextavada e selo de vedação de cobre



Figura 26 – Válvula *Schrader* no coletor de sucção do evaporador da câmara de hortifrúti nº 2, com porca sextavada e selo de vedação de cobre

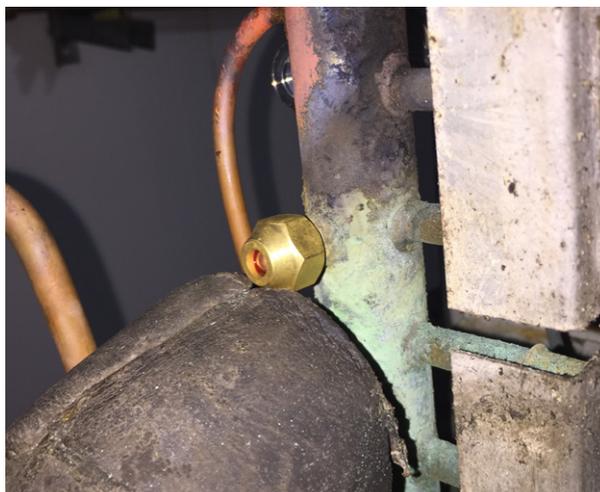


Figura 27 – Válvula *Schrader* na válvula reguladora de pressão KVP do evaporador da câmara de hortifrúti nº 1, com porca sextavada e selo de vedação de cobre



5.2.1 Intervenção nos expositores frigoríficos, câmaras frigoríficas e salas de preparo

Para realizar as intervenções no rack de compressores foram realizados os procedimentos adequados para recolhimento do fluido frigorífico. O trabalho de intervenção no rack de compressores foi realizado por quatro técnicos e pelos consultores da GIZ.

A maior parte do HCFC-22 do sistema foi transferida para o tanque de líquido do rack. A carga de fluido frigorífico remanescente na tubulação frigorífica, nos evaporadores dos expositores e das câmaras e no condensador foi recolhida, por meio de uma máquina recolhedora, e armazenada nos cilindros apropriados com capacidade nominal de água para 41,9 litros e 21,6 litros.

Em seguida, foi necessária a transferência de toda a carga de fluido frigorífico, que fora recolhida do tanque de líquido do rack, para os cilindros apropriados de recolhimento, uma vez que a válvula de segurança do tanque de líquido seria substituída posteriormente, durante a intervenção. Antes do recolhimento do HCFC-22 para os cilindros foi realizado vácuo em cada um deles, chegando a valores próximos de $1000 \mu\text{Hg}$.

Para definir a carga máxima de fluido frigorífico para cada cilindro foi realizado o cálculo expresso na equação abaixo. As boas práticas recomendam que os cilindros não devem ser preenchidos com mais de 80% do seu volume com fluido frigorífico líquido.

Cálculo de carga máxima de fluido frigorífico:

$$C = V_c \times p \times 0,8$$

No qual:

C = Carga máxima de fluido frigorífico no cilindro [kg]

V_c = Volume do cilindro [dm^3]

p = Densidade do fluido frigorífico a 35°C [kg/dm^3]

A densidade do HCFC-22 líquido a uma temperatura de 35°C é de $1,15 \text{ kg}/\text{dm}^3$.

Então, para o cilindro de 41,9 litros ($41,9 \text{ dm}^3$) tem-se:

$$C = 41,9 \times 1,15 \times 0,8 = 38,55 \text{ kg de carga máxima de HCFC-22}$$

O cilindro de 41,9 litros vazio pesa 22,4 kg (tara). Portanto, colocando o cilindro sobre uma balança, o peso máximo indicado na balança após a transferência do fluido frigorífico não deveria ultrapassar $38,55 + 22,4 = 60,95 \text{ kg}$.

Para o cilindro de 21,6 litros (21,6 dm³) tem-se o seguinte cálculo:

$$C = 21,6 \times 1,15 \times 0,8 = 19,87 \text{ kg de carga máxima de HCFC-22}$$

O cilindro de 21,6 litros vazio pesa 13,0 kg. Portanto, colocando o cilindro sobre uma balança, o peso máximo indicado na balança, após a transferência do fluido refrigerante, não deveria ultrapassar $19,87 + 13,0 = 32,87$ kg.

A carga total de fluido refrigerante do sistema de resfriados transferida para os cilindros foi de 92,92 kg. O procedimento de recolhimento do fluido refrigerante para o reservatório de líquido e deste para os cilindros apropriados durou em torno de quatro horas. Todo o fluido refrigerante recolhido foi devidamente acondicionado de modo a ser utilizado novamente após a intervenção. Antes de transferir o fluido refrigerante para os cilindros, foi removido todo o ar e umidade por meio de uma bomba de vácuo, chegando a valores de pressão próximos de $1000 \mu\text{Hg}$.

Foram substituídos alguns componentes do rack que estavam em más condições e apresentavam pontos críticos de vazamentos, tais como, válvulas de serviço do tipo esfera no coletor de líquido (Figura 28), válvulas de serviço do tipo “tanque” nos coletores de líquido e de sucção (Figura 29), mangueiras para tomada de pressão nos compressores (Figura 30) e conexões com porca comum e flange manual por flanges industriais (Figura 31).

Figura 28 – Novas válvulas de serviço tipo esfera no coletor de líquido

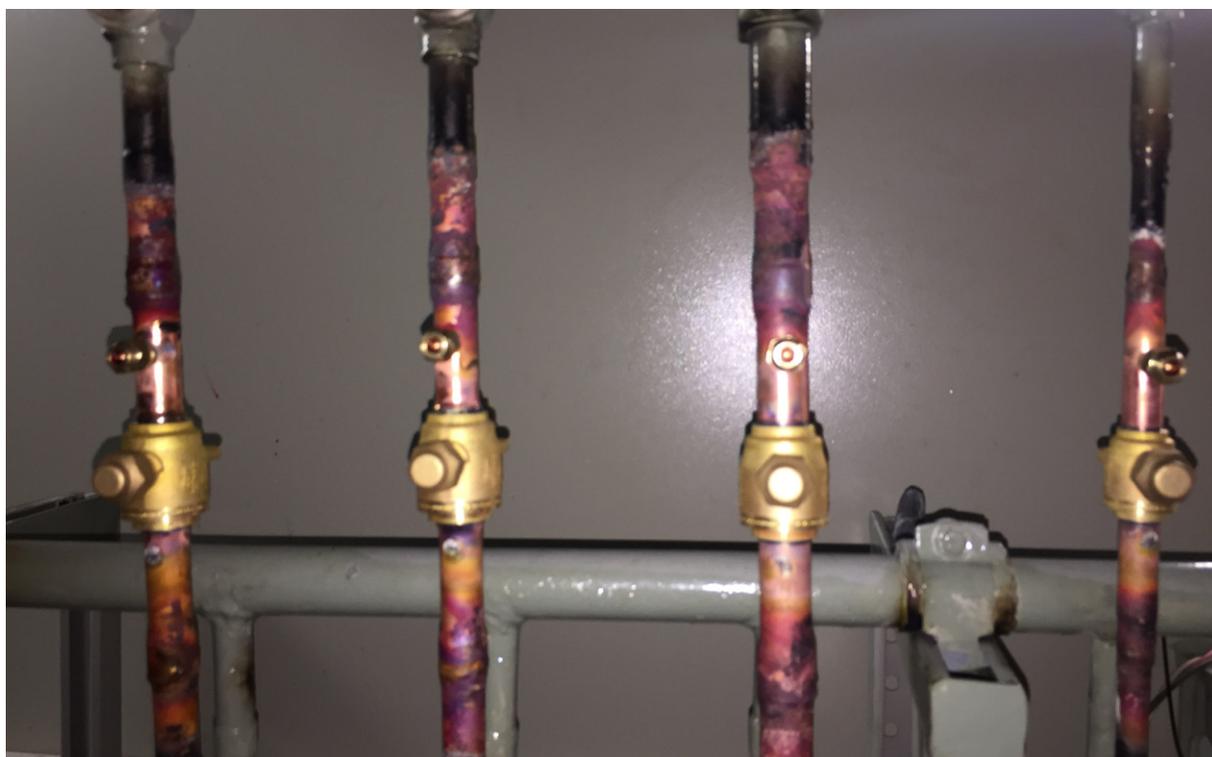


Figura 29 – Novas válvulas de serviço tipo tanque no coletor de sucção



Figura 30 – Novas mangueiras de tomada de pressão nos compressores



Figura 31 – Flange industrial com porca no tanque “pulmão” de óleo



Além da substituição de componentes com pontos críticos de vazamentos, foi substituída a válvula de segurança do tanque de líquido que estava subdimensionada e com abertura para o próprio ambiente da casa de máquinas.

Na Figura 32 observa-se o detalhe da saída da válvula de segurança para o lado de baixa pressão, solução adotada para retenção do fluido refrigerante para o caso de abertura da válvula de segurança. Este sistema é uma tecnologia extremamente eficaz para evitar a dispersão do fluido refrigerante para a atmosfera em caso de abertura da válvula de segurança, retornando para o próprio sistema de refrigeração.

Figura 32 – Detalhe da nova válvula de segurança, com dimensionamento correto, no recipiente de líquido com tubo de saída para o coletor de baixa pressão do rack



Foi realizada a limpeza geral do condensador para remoção do excesso de sujeira, visto que condensadores limpos e sem incrustações melhoram o desempenho dos trocadores de calor. Esse processo de limpeza foi efetuado por um técnico, por meio de lavadora de alta pressão com jato d'água. A energia do condensador foi desligada e os motores elétricos protegidos com sacos plásticos, para evitar que o jato d'água os atingisse diretamente.

Foram removidas as tampas de vedação de todas as válvulas *Schrader* do condensador e substituídas por porcas sextavadas com selo de cobre, que são adequadas para evitar vazamentos nesse tipo de válvula, conforme apresenta a Figura 33.

Figura 33 – Válvulas *Schrader* para tomada de pressão no condensador com porca sextavada cega



5.2.3 Intervenção na fixação da tubulação frigorífica e isolamento térmico

A tubulação foi fixada com apoios apropriados (Figura 34) para aumento da confiabilidade, durabilidade e menor risco de vazamentos. O uso dos fixadores em distâncias adequadas, conforme EN 378/2016 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARTIZATION, 2016), é fundamental para evitar a deformação da tubulação, devido ao seu próprio peso ou dilatação térmica, bem como decorrente das possíveis vibrações.

Figura 34 – Tubo de cobre da linha de líquido com apoio adequado em suporte



5.2.4 Procedimentos realizados para os testes de pressão, vácuo, carga de gás e *start-up*

O teste de pressão no sistema para encontrar possíveis vazamentos foi realizado com nitrogênio seco com pressão interna a 10 bar. Foi utilizado o teste de bolhas, o mais tradicional método para identificar vazamentos.

Encontradas algumas fugas e sanados os vazamentos, o sistema foi pressurizado novamente e mantido com pressão por volta de 10 bar durante 30 minutos, nos lados de alta e de baixa pressão. No lado de alta pressão também foi realizado teste de pressão com nitrogênio seco, com pressão de 26 bar, durante 30 minutos (ANSI; ASHRAE, 2007).

Após aprovação nos testes, foi executado o procedimento de vácuo com a utilização da bomba com 50 cfm. Vale destacar esses procedimentos porque antes de se carregar qualquer sistema de refrigeração com fluido frigorífico, deve ser realizado um bom vácuo para remover gases não condensáveis, além da umidade.

No processo de vácuo foi colocado um vacuômetro eletrônico no expositor frigorífico mais distante da casa de máquinas, garantindo assim que a leitura dos dados correspondesse ao vácuo uniforme em todo o sistema.

Para assegurar a estanqueidade do sistema, o nível de vácuo deve ser atingido e mantido sem qualquer variação significativa por um intervalo de tempo de 30 minutos com a bomba de

vácuo desligada. Na finalização do vácuo no sistema de resfriados, chegou-se a uma pressão de 900 μ Hg. Trata-se de resultado satisfatório, considerando o tempo de utilização do sistema e o óleo residual ainda presente na tubulação frigorífica.

Após a finalização da intervenção no rack, o óleo dos compressores e o filtro de óleo do sistema foram trocados. Também foram instalados novos núcleos (elementos filtrantes) nos filtros da linha de líquido e de sucção. Os núcleos utilizados inicialmente tinham o objetivo principal de remover a acidez remanescente no sistema, devido ao óleo que permaneceu na tubulação. Os núcleos utilizados foram o 48-DA, da *Danfoss*, específicos para esta função.

Foi efetuada carga de 92,92 kg de HCFC-22 no sistema de resfriados, por meio da transferência de fluido frigorífico armazenado nos cilindros de recolhimento, com um acréscimo de duas (2) novas botijas de HCFC-22 (13,4 kg + 13,45 kg) perfazendo um total de 119,77 kg.

Com relação à operação dos compressores, após o *start-up*, foram feitas as regulagens nos controladores eletrônicos dos expositores e câmaras. Ajustes de *set points*, tempo e frequência de degelo e alarmes também foram realizados, além de ajustes nas válvulas reguladoras de pressão (KVP) das câmaras frigoríficas, salas de preparo e no controlador eletrônico do rack de compressores. Foram realizadas também medições de pressão, temperaturas, correntes e tensão no sistema de refrigeração, seguidas de registro, com o preenchimento do “Protocolo de Operação” do sistema.

5.2.5 Instalação de equipamento para detecção de vazamentos

Durante a intervenção no rack, expositores, câmaras e salas de preparo, foi instalado um sistema fixo de detecção de vazamentos (modelo *Parasense GRM2*). Este equipamento opera com uma pequena bomba que succiona o ar em locais estrategicamente escolhidos, para se detectar vazamentos por meio de manguueiras e sensores nas extremidades. O equipamento tem alarme sonoro e visual, além de informar o histórico das leituras no *display*, conforme apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Aparelho para detecção de vazamento com alarme sonoro e visual



Nesta loja foram instalados 10 pontos de medição nas seguintes localidades:

- 1 Expositor de hortifrúti, linha 3R1;
- 2 Expositor de hortifrúti, linha 3R2;
- 3 Expositor de hortifrúti, linha 3R3;
- 4 Expositor de hortifrúti, linha 3R4;
- 5 Câmara de hortifrúti nº 1 (térreo), linha 1R;
- 6 Sala de preparo nº 1 (1º andar), linha 2R1;
- 7 Sala de preparo nº 2 (1º andar), linha 2R2;
- 8 Câmara de hortifrúti nº 2 (1º andar), linha 2R3;
- 9 Evaporador da casa de máquinas, linha 4R;
- 10 Casa de máquinas.

5.2.6 Disponibilização de documentação básica

Após o término da intervenção, foi disponibilizada a documentação necessária para a casa de máquinas. A Figura 36 ilustra a casa de máquinas logo após a implementação das melhorias. Nota-se placa de identificação corretamente posicionada (Figura 37), bem como documentação pertinente, como ficha de emergência (Figura 38) e livro de registro de manutenção e reparo (Figura 39).

Figura 36 – Casa de máquinas após a intervenção e ficha técnica fixada



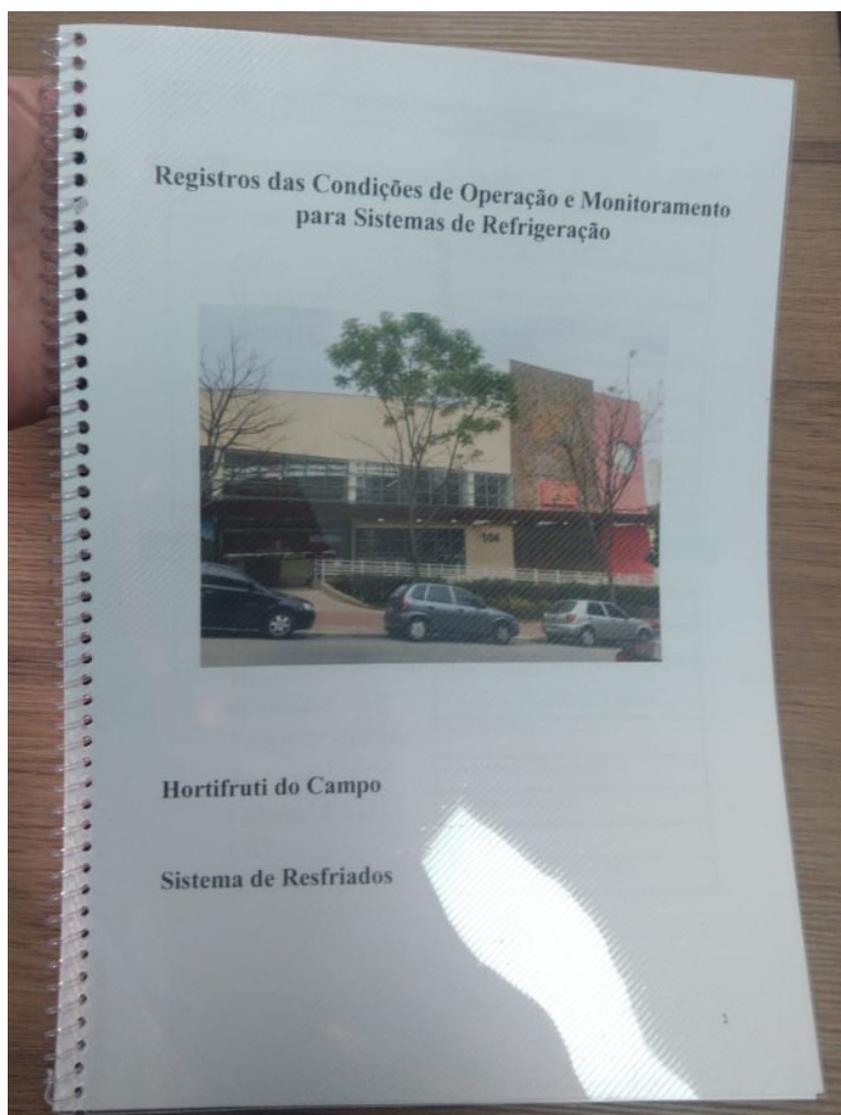
Figura 37 – Placa de identificação do sistema

Placa de Identificação – Sistema de Refrigeração			
N° do sistema		1	
Finalidade do sistema		Estocagem e Comercialização de Produtos Resfriados	
Empresa de Instalação	THERMO INDUSTRIAL	Empresa de Manutenção	KEUFRIO REFRIGERAÇÃO
Nome		Nome	Klecio
E-Mail	contato@thermoindustrial.com.br	E-Mail	keufrio.refrigeracao@gmail.com
Telefone	31 3448 1450	Telefone	11 98458 1714
Dados Técnicos			
Fabricante:	Rack de Compressores Thermo Industrial	Tipo:	Semi-Hermético
Compressores:	Bitzer	Modelo:	3 x 4J-22.2
Tensão:	380V	Fases/Frequência:	3Ø / 60 Hz
Corrente Nominal:	25,9 A		
Condensador Fabricante:	Modelo ACV 239 08E Heatcraft	Tipo:	Resfriado à Ar
Ano de construção do sistema:	2012	N° de produção:	
Fluido Refrigerante:	R22	Carga de fluido refrigerante:	119,77 kg
Fórmula:	CHCIF ₂	Classificação de segurança:	A1
			
Pressão máxima de trabalho (alta pressão)	2452 kPa (25 kgf/cm ²)	Pressão máxima de trabalho (baixa pressão)	1649 kPa (16,8 kgf/cm ²)

Figura 38 – Ficha de emergência

Guia Rápido – Sistema de Refrigeração	
<p>Parada em caso de emergência (por exemplo, incêndio)</p> <p>Desconecte o sistema da fonte de alimentação de energia imediatamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desligue a chave geral do sistema ou pressione o interruptor de emergência - Retire o plug principal da tomada, quando for o caso - Desligue os fusíveis ou disjuntores principais do sistema 	
<p>Carga de fluido refrigerante</p> <ul style="list-style-type: none"> - Somente carregue o sistema com o fluido refrigerante do projeto: - R22. - Observe a quantidade de carga! 	
<p>Ligar e desligar o sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> - Através da chave geral no painel elétrico de força - Através do interruptor de comando de cada rack do sistema colocando no modo automático ou manual - O fluido refrigerante, óleo, componentes, etc., somente podem ser manuseados por pessoas qualificadas! 	
<p>Condensador resfriado a ar</p> <p>As aletas do Condensador a ar devem estar livres de poeira, papel, graxa, etc. A superfície sempre deve estar limpa, pois a sujeira em excesso diminui a capacidade de refrigeração do condensador e, portanto, aumenta o consumo de energia e os custos operacionais.</p> <p>O fluxo de ar deve estar livre e sem barreiras para passagem do ar. As seções transversais do ar de admissão e exaustão não devem estar restritas ou diminuídas.</p>	
<p>Equipamento de Proteção Individual</p> <p>Em caso de grandes vazamentos de fluido refrigerante, entre na sala de máquinas somente com máscara de gás ou proteção respiratória. Proteja o rosto e as mãos de contato direto com o fluido refrigerante. Se o refrigerante líquido atingir a pele, sinais de queimadura pelo frio aparecerão.</p> <p>O fluido refrigerante é mais pesado que o ar e se acumula em espaços confinados no chão. Isso leva ao deslocamento do oxigênio atmosférico (perigo de sufocamento!)</p> <p>Observe as Fichas de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) de todas as substâncias!</p>	
<p>Evaporador</p> <p>O fluxo de ar em evaporadores com ar forçado não deve ser prejudicado por produtos ou outros materiais colocados na frente da saída de ar. Câmaras frias somente podem ser ocupadas de acordo com a sua finalidade. É importante garantir que nenhuma pessoa possa ficar presa dentro das câmaras.</p>	
<p>Conselho Geral</p> <p>Utilize e opere os sistemas de refrigeração apenas para a finalidade pretendida. Modificações somente poderão ser realizadas pelo fabricante, fornecedor, projetista ou serviço de assistência técnica ou manutenção.</p> <p>Dispositivos de segurança, proteção e controle não devem ser obstruídos ou tornados inoperantes. A detecção de vazamentos e carga de fluido refrigerante poderão ser realizadas apenas pelo fabricante do sistema de refrigeração ou pelo serviço de assistência técnica ou manutenção.</p> <p>A interferência no circuito de refrigeração por pessoas não capacitadas não é permitida.</p> <p>Em caso de lesão, acidente, intoxicação ou queimaduras, por favor, informe as instituições responsáveis imediatamente!</p>	 Em caso de emergência ligue 192 SAMU 193 Bombeiros

Figura 39 – Livro de registro de manutenção





Projeto Demonstrativo Hortifruti do Campo Apinajés Parte 3: Visita pós-implementação

Visando a aferição dos resultados, houve o retorno da equipe técnica da GIZ, vinte dias após o final da intervenção, para verificação do desempenho da instalação e da efetividade das ações realizadas no sistema de resfriados da loja Hortifruti do Campo Apinajés.

Além de medições de resultados, esse procedimento se fez necessário para a verificação da integridade da instalação pós-intervenção e, também, para conferir se as boas práticas continuavam a ser aplicadas pela equipe de manutenção da loja.

Dentre os processos praticados durante a visita de monitoramento, foram realizadas novamente medições das temperaturas nos expositores e câmaras e das pressões e temperaturas da linha de refrigeração, por meio do *Climacheck*. Também foi verificada a possibilidade de ocorrência de vazamentos, a qualidade das conexões, do óleo, entre outros.

Após cuidadosa fase de avaliação das intervenções realizadas, os resultados obtidos foram considerados satisfatórios (foi realizada a comparação dos dados da visita inicial com os da visita de monitoramento final), principalmente quanto à contenção de fluidos frigoríficos.

As seções a seguir apresentam os valores aferidos e as comparações pré e pós- intervenção.

6.1 Verificação de qualidade de óleo

Após 20 dias de operação com os filtros especificados para remoção de acidez, foi coletada amostra de óleo e realizado novo teste de acidez. O resultado foi satisfatório conforme mostra a Figura 40. O teste apontou o óleo do sistema sem acidez (cor púrpura) e com ótima qualidade, atestando não haver necessidade de nova troca de óleo do sistema de refrigeração.

Antes da intervenção, o sistema de resfriados operava em condições desfavoráveis, ou seja, baixa carga de fluido frigorífico devido aos vazamentos e com temperaturas mais elevadas nos expositores e câmaras, além de umidade no sistema, criando assim moderado nível de acidez.

Figura 40 – Teste de óleo (a cor púrpura indica óleo sem acidez)



6.2 Levantamento de dados paramétricos

6.2.1 Temperaturas nos expositores, câmaras e salas de preparo

Foi constatado após a intervenção que as temperaturas dos produtos resfriados estavam em acordo com as normas (ABNT, 2013; ASHRAE, 2018), conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Temperaturas nos expositores pós-intervenção

Local	Temperatura (°C)
Casa de máquinas	28,17
Evaporador 1 - Câmara térreo	7,51
Evaporador 2 - Câmara térreo	7,12
Evaporador 3 - Câmara térreo	6,74
Evaporador S1 –Verduras	6,85
Evaporador S2 - Verduras	7,49
Expositor 1 - Alecrim	6,41
Expositor 2 - Alface	8,28
Expositor 3 – Minicenoura	8,09
Expositor 4 - Pimentão	9,69
Expositor 5 - Pimenta biquinho	7,99
Expositor 6 - Aspargos	8,00
Expositor 7 - Gengibre em conserva	8,68
Expositor 8 - Frutas	7,61
Sala de embalagens superior	20,70
Sala de preparo	20,85

Nos resultados acima destacam-se as temperaturas médias, geralmente mais baixas que as atingidas inicialmente, porém dentro dos parâmetros aceitos por normas (ABNT, 2013; ASHRAE, 2018). Considerando as normas vigentes, todo o sistema pós-intervenção funcionou dentro dos parâmetros recomendados.

No caso do Hortifruti do Campo, nota-se, portanto, que após a intervenção, mesmo nos expositores frigoríficos mais distantes, foram mantidas as temperaturas adequadas. A eliminação dos vazamentos, a melhoria das conexões, a otimização do controle dos compressores e a limpeza na linha frigorífica foram os agentes responsáveis para manter as temperaturas adequadas em todos ambientes de câmaras, preparos e expositores.

6.2.2 Desempenho do rack de resfriados

Após 20 dias da intervenção, mediu-se os principais parâmetros do sistema com o *Climacheck*, que atestou melhoria do desempenho geral do sistema de refrigeração, conforme apresentado a seguir:

- Tempo de aproximadamente 168 horas de monitoramento para o sistema de resfriados;
- Aquisição das temperaturas de entrada e saída de gás no compressor;
- Temperatura após condensação, temperatura do ar na entrada e saída dos condensadores;
- Pressões medidas na admissão e descarga do compressor; e
- Coeficiente de eficácia instantânea, sub-resfriamento e superaquecimento.

A Tabela 5 apresenta os resultados das propriedades medidas para o sistema de média temperatura, no qual compara os ganhos obtidos com a intervenção.

Tabela 5 – Propriedades do sistema de resfriados medidas com o *Climacheck* (pós-intervenção)

Propriedades	Pós-Intervenção	Diferença entre pré e pós-intervenção
Pressão de alta (bar)	14,0	0,3
Temperatura de condensação relativa à alta pressão (°C)	39,5	-0,8
Pressão de baixa pressão (bar)	2,5	0,32
Temperatura de evaporação relativa à baixa pressão (°C)	-10,3	2,7
Temperatura de admissão (°C)	10,6	-6,7
Temperatura de descarga (°C)	100,9	-3,4
Temperatura pré-expansão (°C)	35,5	0,6
Superaquecimento total (K)	20,9	-9,4
Sub-resfriamento (K)	4,0	-1,7
COP Instantâneo (-)	2,63	0,19

Após a intervenção, notou-se pouca variação na pressão de alta (0,3 bar) e na pressão de baixa (0,32 bar), apesar da diminuição das temperaturas nos expositores. Todavia, houve redução na temperatura de admissão e descarga dos compressores.

A carga de fluido refrigerante ajustada e o fim dos vazamentos tornou a instalação mais eficaz, resultando no aumento do COP em 7,8%.

Nota-se também que os ajustes melhoraram o valor de superaquecimento, conforme recomendações. Mesmo com uma pequena queda do sub-resfriamento, o valor atesta que a rejeição de calor do HCFC-22 nos condensadores foi feita de forma adequada e não houve falta de carga de fluido refrigerante no sistema. Portanto, verificou-se que, pós-intervenção, o fluido chega às válvulas de expansão em estado líquido e o controle da pressão do evaporador é mais estável.

A regulagem do superaquecimento garantiu que a temperatura de entrada do gás no compressor não esteja com valores além da faixa recomendada, causando perdas de eficiência. Ademais, ao reduzir o superaquecimento, também se conseguiu reduzir a temperatura de descarga do compressor, reduzindo perdas entrópicas no sistema.

6.3 Contenção de vazamentos

A Figura 41 mostra o display do detector de vazamentos com o status do dia 24/10/2018, dia em que foi realizada a visita pós-intervenção. No período de 03/10/2019 a 24/10/2019 nenhum vazamento foi detectado, ou seja, não ocorreu sequer um alarme de vazamento. Antes da intervenção, a loja apresentava uma taxa de vazamento anual de 130% da carga instalada (156 kg de HCFC-22 anuais).

Figura 41 – Display do aparelho de detecção de vazamentos em 24/10/2018



Cabe destacar que até a data desta publicação não há registros de novos alarmes de vazamentos no sistema, o que significa uma grande melhoria na contenção de vazamentos.

Alguns dos benefícios de um sistema em condições seladas são apresentados a seguir:

- Menor impacto ambiental: o HCFC-22 tem alto potencial de aquecimento global (GWP: 1810) e é uma substância que agride a Camada de Ozônio;
- Maior economia em fluido refrigerante;
- Maior durabilidade dos componentes;

- Melhor desenho do sistema, por exemplo, menores reservatórios de líquido podem ser usados;
- Menor carga de fluido frigorífico no sistema;
- Redução de atividades de manutenção corretiva.

Quadro 1 – Depoimento do administrador do Grupo Hortifruti do Campo⁶

“Foram vários os fatores que nos fizeram aceitar participar deste projeto tecnológico inovador. Eu sempre procuro me atualizar, e sabendo dos benefícios que teríamos para reverter o histórico de vazamentos, eu tive a autonomia para decidir a importância de participar desse projeto, e o apoiei desde o início.

Vários fatores sustentaram essa decisão. Pelo lado financeiro, atentamos inicialmente para as perdas de gás (HCFC-22) no sistema, que eram em média de um galão de 13 quilos por mês, e pelo lado do meio ambiente, tínhamos consciência dos efeitos danosos que esses gases causam quando liberados na atmosfera.

Contudo, outro aspecto muito importante foi a nossa preocupação com a continuidade dos trabalhos da loja, porque além das perdas financeiras, há o risco de a loja parar, e aí o prejuízo é enorme. Eu sei da dificuldade que gera a falta de gás no sistema. Nesses casos tínhamos de comprar galões e rapidamente repor o gás perdido. Foi por isso que esse projeto nos interessou muito desde o princípio.

O processo de contrato e de aprovação do projeto foi rápido, e as pequenas alterações que sugerimos foram aceitas. A partir daí montamos juntos (GIZ e Hortifruti do Campo) um cronograma.

O serviço foi executado com tecnologia nova, com as peças fornecidas pela GIZ. Nós entramos na parceria oferecendo a mão de obra. Eu coloquei a minha equipe de loja e a equipe de manutenção terceirizada para trabalhar no projeto. Os trabalhos foram noturnos, até porque a loja não poderia parar durante o dia.

Eu, pessoalmente, acompanhei grande parte dos trabalhos, que foram realizados de forma muito séria e correta. Destaco aí a presença da Stefanie, e também do Lucas e do Dennis (por parte da GIZ), que trabalharam bastante e foram exigentes na qualidade de todos os procedimentos realizados.

Destaco também a pontualidade no cumprimento do cronograma. Posso dizer que houve bom apoio nosso para realizar bem os trabalhos e não fugir do cronograma, pois se precisava de algum item durante os trabalhos, nós rapidamente providenciávamos (chegamos a comprar uma máquina de vácuo, por exemplo), para não interromper os trabalhos. Os responsáveis da nossa equipe: Abul, pela loja, e Índio, terceirizado, merecem ser citados pelo bom trabalho realizado.

Enfim, conseguimos juntos dar dinamismo ao projeto. A equipe da GIZ trabalhou bem e a minha equipe (da loja e terceirizada) também, de forma harmoniosa e organizada.

⁶ Depoimento na íntegra, conforme entrevista cedida à jornalista Susana Ferraz, da Sete Estrelas Comunicação, pós implementação do projeto (2019). Importante destacar, que meses depois da intervenção, esta loja da Rua Apinajés foi locada para o Oba Hortifruti, portanto tendo atualmente novos dirigentes.

Quanto aos resultados, posso dizer que, em primeiro lugar, conseguimos economizar na compra de gás, evitando vazamentos. Em segundo, ganhamos maior eficiência energética. E, em terceiro, ganhamos segurança na nossa operação, evitando a interrupção dos trabalhos na loja e a perda de produtos.

Outro ganho foi o aumento da nossa conscientização ambiental. Estamos dentro de uma realidade (do varejo brasileiro) contribuindo para que mais empresas realizem projetos como esse. A partir desse projeto, nós vamos também atuar em nossas outras lojas, porque este projeto nos deu conhecimento e uma segurança de operação muito grande.

Os empresários e executivos do varejo precisam se atentar para não deixar que continuem os vazamentos de gás nos sistemas de refrigeração, pois prejudicam o meio ambiente. É preciso se conscientizar. Não é só com o custo de reposição do gás que devem se preocupar. O sistema de refrigeração da loja pode parar, os produtos podem ser danificados e com isso toda a operação pode ser prejudicada. É a segurança da continuidade dos nossos negócios que está em jogo.

Com a nossa participação nesse projeto, esperamos ter contribuído para ajudar a mudar um pouco essa realidade de vazamentos de HCFCs nos supermercados do País.”

João B. Oliveira, administrador do Grupo Hortifruti do Campo⁷

6.4 Consumo de energia

Antes da intervenção, os compressores ligavam e desligavam continuamente, ou seja, mesmo tendo o controle de velocidade eles não eram capazes de regular a capacidade corretamente. Altos números de acionamentos podem causar problemas de lubrificação nos motores, alto aquecimento e maior consumo por perdas nos compressores. Usualmente, se recomenda um máximo de 10 acionamentos por hora (pode variar com a tecnologia utilizada).

Portanto, durante a intervenção, além de atender aos parâmetros que afetam diretamente o desempenho do ciclo, como temperaturas de condensação e evaporação, superaquecimento e sub-resfriamento, também foram feitos ajustes nos controladores eletrônicos. Com os ajustes feitos, a capacidade do sistema ficou mais parecida com a demanda, resolvendo os problemas anteriormente descritos.

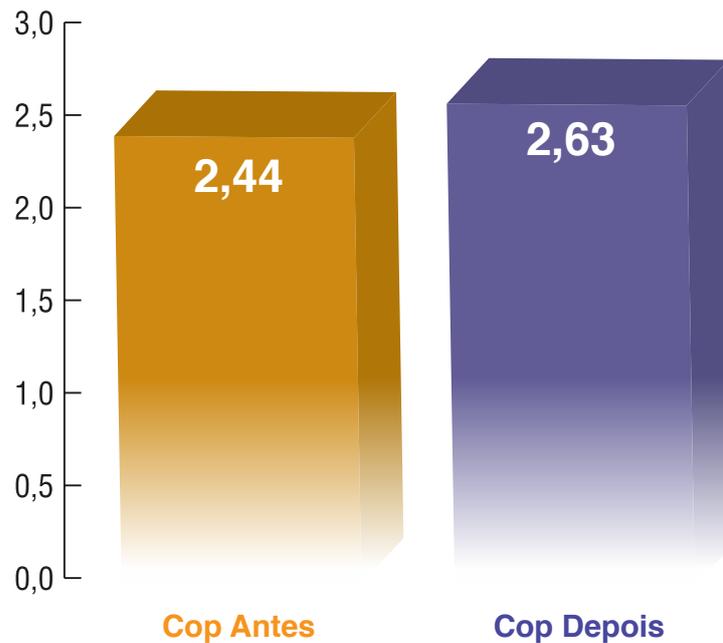
Todas as ações de intervenção resultaram na melhoria da eficiência do sistema. Alguns fatores explicam o bom resultado. Numericamente, a melhoria média do COP foi de 7,8% e se deve ao ajuste de parâmetros como as pressões de trabalho e índices de sub-resfriamento e

⁷ Grupo à época tinha quatro lojas em São Paulo (SP) e duas fazendas, que produzem especialmente cítricos. Depois da transferência da loja da Rua Apinajés, permanece com três unidades.

superaquecimento, etc. Parte importante dos ganhos em eficiência se deve ao acerto da carga de fluido refrigerante, a qual apresentava irregularidades no período pré-intervenção, o que tornava o funcionamento dos componentes do sistema incorreto, dentre outros fatores causados por vazamentos contínuos. A Figura 42 revela a melhoria do COP instantâneo pré e pós-intervenção.

Figura 42 – Aumento de COP pós-intervenção

Cop instantâneo médio pré e pós intervenção



7 Conclusão

O supermercado Hortifruti do Campo foi escolhido para participar do Segundo Projeto Demonstrativo de Melhor Contenção de HCFC-22 em Supermercados, objeto desta publicação, a partir de um processo aberto, desenvolvido em estreita cooperação com o MMA, coordenador do PBH; a GIZ, agência alemã implementadora; e a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), entidade representativa do setor.

A escolha da loja, entre milhares existentes no País, levou em conta critérios como tecnologia utilizada, tamanho, idade e localização, entre outros fatores. Em termos de localização, destaca-se que a loja Hortifruti do Campo está localizada na cidade de São Paulo/SP, na região Sudeste do Brasil. Para implementar os trabalhos e sobrepujar os desafios, houve amplo apoio do Grupo Hortifruti do Campo e do administrador da loja.

A implementação realizada no supermercado Hortifruti do Campo ocorreu conforme planejado. O Plano de Trabalho (Anexo 1) foi aplicado passo a passo entre setembro e

outubro de 2018. Em agosto de 2018 ocorreram as primeiras visitas da equipe da GIZ para a verificação inicial do sistema e planejamento das adequações necessárias. Nestas visitas foram realizadas as medições iniciais antes da implementação das mudanças e melhorias no sistema. Em outubro de 2018 foi realizada a visita de monitoramento final do projeto, pós-intervenção, para aferição dos resultados obtidos.

Importante salientar, nesta síntese conclusiva, que o objetivo principal deste projeto demonstrativo é a “melhor” contenção de vazamentos do HCFC-22, um fluido refrigerante que aumenta a cada dia de preço, pois a sua eliminação total está prevista para 2040, mas já em 2025 haverá uma redução de 65% do consumo (corte da cota de importação). Neste aspecto, esse projeto, com os resultados positivos obtidos, vem demonstrar que sistemas com HCFC-22 em condições seladas (segundo as boas práticas de refrigeração) poderão ser utilizados por muitos anos, até que os empresários do setor optem por investir em sistemas de refrigeração comercial com tecnologias/fluidos mais amigáveis ao meio ambiente, tornando-se uma alternativa eficiente em médio prazo.

O Segundo Projeto Demonstrativo de Melhor Contenção de HCFC-22 em Supermercados focou suas atividades na área de refrigeração comercial do supermercado Hortifruti do Campo, que possui carga total de HCFC-22 de 120 kg. A área é composta por um sistema de refrigeração de média temperatura (capacidade frigorífica nominal de 105,9kW). O sistema possui três compressores semi-herméticos.

O projeto foi realizado em três etapas principais, amplamente descritas neste estudo de caso, e aqui apenas resumidas:

1 Pré-intervenção: A equipe visitou o supermercado para analisar as instalações, realizar as medições e produzir um plano de ação para intervenção, com foco na eliminação dos vazamentos e implementação de possíveis melhorias para o aumento da eficiência energética. Durante a visita, foram constatados diversos problemas que ocasionavam vazamentos, que além de produzirem perdas econômicas, pela necessária reposição de fluidos refrigerantes, corroíam componentes do sistema, diminuindo sua vida útil.

2 Intervenção: Iniciada com a capacitação da equipe técnica do supermercado (curso com carga horária de 16 h), a implementação da intervenção incluiu trocas de peças e equipamentos (conexões, reservatórios e outros); limpeza de diversos itens (condensadores, evaporadores e outros) e instalação de itens de segurança (como sensores de detecção de vazamentos). Várias ações de aplicação das boas práticas foram implementadas para melhoria da performance dos compressores e para o aperfeiçoamento do registro das ocorrências (documentação) do sistema (9 dias).

3 Pós-intervenção: A equipe retornou ao supermercado para realizar as medições para aferição dos resultados após a implementação de mudanças e melhorias no sistema (mencionados tecnicamente no Capítulo 6).

A seguir pontua-se os resultados de forma resumida, ressaltando, para fins didáticos, os aspectos gerais de impacto social, ambiental e econômico, mas enfatizando que os três fatores estão interligados e juntos dão a dimensão correta do impacto positivo deste projeto.

1º Resultado

Ganhos sociais, com a qualificação técnica de pessoal

Durante a visita pós-intervenção, realizada 20 dias depois de finalizada a intervenção, a equipe técnica da GIZ constatou o aperfeiçoamento das práticas de contenção de vazamentos do HCFC-22 para sistemas de refrigeração comercial pelas equipes de manutenção e operação da loja Hortifruti do Campo Apinajés (pessoal próprio e terceirizado).

Destaca-se aqui que as equipes técnicas terceirizadas que atendem essa loja e as demais do Hortifruti do Campo também atendem a dezenas de redes supermercadistas da capital e do interior do estado de São Paulo, nas quais esses técnicos capacitados poderão aplicar as boas práticas assimiladas neste projeto. Com isso, o ganho social, em qualificação de pessoal, foi alcançado. Além disso, o conhecimento disponibilizado poderá ser compartilhado com outros técnicos capacitados por essas empresas, ampliando os efeitos positivos das boas práticas de contenção de vazamentos.

2º Resultado

Ganho ambiental, com redução drástica dos vazamentos

Como principal resultado obtido, registra-se que a instalação do sistema frigorífico da loja passou de uma taxa anual de vazamento de 130% da carga instalada, aferida antes da intervenção, para uma taxa de vazamento de HCFCs próxima a zero, obtida após a intervenção, com uma instalação em “condições seladas”, mantidas as boas práticas. Com a eliminação dos vazamentos perenes e com a consequente eliminação da reposição massiva de HCFC-22, os ganhos obtidos em relação à preservação do meio ambiente são expressivos. A contenção dos 156 kg de HCFC-22, que eram lançados na atmosfera anualmente antes da intervenção, representa uma redução de emissões diretas de 282.360 kg de CO₂ equivalente e de 8,58 kg de PDO anuais.

3º Resultado

Ganhos econômicos, menor custo com fluidos e maior eficiência energética

Sem dúvida, afora os ganhos ambientais, os ganhos financeiros pós-projeto são relevantes. Nota-se que o preço⁸ do HCFC-22 está em torno de R\$ 50,00/kg, o que pode representar uma economia de até R\$ 7.800,00 por ano em fluido frigorífico (156 kg de perda anual) para a loja. Além disso, a redução dos vazamentos proporciona uma maior vida útil dos componentes do sistema.

Na medição foram atestadas melhorias no desempenho do sistema, com a redução dos custos de operação e manutenção, e o aumento da longevidade. O superaquecimento foi reduzido, contribuindo assim para uma temperatura de descarga menor, dentro dos valores recomendados pelo fabricante.

8 https://www.eletrorfrigor.com.br/gas-r22-refrigerant-dac-13-600-kg.html?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GK4Jli1xp8XVJedrC8ORzMjffTYpUKaFr_usB-FSBxNaGDqd8iLvNiAikXEALw_wcB (acesso em: 10 de maio de 2019).

Os ajustes de funcionamento dos compressores resultaram em uma diminuição da ciclagem, aumentando a sua vida útil e evitando o desperdício de energia, um insumo cada vez mais caro no País. Assim, conseguiu-se um aumento médio do COP de 7,8%.

O aumento da eficiência energética oferece uma significativa economia ao supermercado e uma redução indireta da emissão de gases que contribuem ao aquecimento global, revertendo-se em um ganho ambiental-econômico.

Em suma, todos os objetivos do Segundo Projeto Demonstrativo de Melhor Contenção de HCFC-22 em Supermercados realizado no supermercado Hortifruti do Campo foram atingidos, alcançando resultados numericamente significativos e atendendo à expectativa dos parceiros do projeto, proprietários e gestores da loja (ver quadro de depoimento no Capítulo 6).

O governo brasileiro, por meio do Ministério do Meio Ambiente, coordenador do PBH, com o apoio técnico da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) *GmbH*, fornece nessa publicação todos os dados disponíveis do projeto demonstrativo implementado na loja Hortifruti do Campo em São Paulo (SP). Esse projeto poderá ser replicado na sua totalidade ou em partes específicas, servindo de modelo para uma enorme quantidade de lojas que operam em condições similares.

Destaca-se que os responsáveis das empresas/lojas que optarem em seguir o modelo de trabalho do Projeto Demonstrativo de Melhor Contenção de HCFC-22 em Supermercados deverão seguir as ações descritas, sempre com a orientação de engenheiros e/ou técnicos com experiência comprovada na área de refrigeração comercial. Desta forma, poderão chegar aos mesmos resultados positivos, evitando os impactos causados por vazamentos de HCFC-22 e obtendo ganhos econômicos diretos, além da maior eficiência energética nos sistemas. Ressalta-se que a metodologia aplicada poderá ser replicada para outros tipos de fluidos frigoríficos, tais como o HFC-134a e o HFC-404A, que também são bastante utilizados em supermercados brasileiros.



8 Bibliografia

ABNT. NBR 4706 - Cilindros de gás — Cilindros recarregáveis, de aço, com costura — Pressão de ensaio menor ou igual a 60 bar. Brasil: [s.n.] , 2012.

ABNT. NBR 16255 - Sistemas de refrigeração para supermercados — Diretrizes para o projeto, instalação e operação .Brasil: [s.n.] , 2013.

ABNT. NBR 16667 - Especificações para fluídos frigoríficos. Brasil: [s.n.], 2017.

ABNT. NBR 16069 - Segurança em sistemas frigoríficos. Brasil: [s.n.], 2018.

ANSI e ASHRAE. Safety Code for Mechanical Refrigeration. USA: [s.n.], 2007.

ASHRAE. Refrigeration Handbook. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering, 2018.

BITZER. Bitzer Software. Cotia: Bitzer, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs-PBH - ETAPA 1. Brasília: [s.n.], 2011. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/publicacoes/programa_brasileiro_elimizacao_hcfc/programa-bras-hcfc_ed_2.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs-PBH - ETAPA 2. Brasília: [s.n.], 2016. Disponível em: <<http://mma.gov.br/images/arquivo/80041/Documento%20-%20Etapa%202%20do%20PBH.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

CLIMACHECK. Improve energy efficiency and reliability in air conditioning and refrigeration systems. Nacka, Sweden: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://media.home.climacheck.com/2017/06/English_folder_update2017.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

CLIMACHECK SWEDEN AB. KlimaCheck online. Disponível em: <<http://ccol.climacheck.com/default.aspx?ReturnUrl=%2F>>. Acesso em: 20 set. 2019.

COMMITTEE EUROPEAN FOR STANDARTIZATION. Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria. England: [s.n.] , 2016

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. GESTÃO DE RESÍDUOS E PRODUTOS PERIGOSOS. Brasil: [s.n.] , 2003

EBRO. Your specialist for thermometers, handhelds and data loggers: ebro.com. Disponível em: <<https://www.ebro.com/en/home.html>>. Acesso em: 20 set. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) E DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GmbH. PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs-PBH: Guia de Boas Práticas 1: Controle de Vazamento. Brasília, DF: MMA, 2015a. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/publicacoes/programa_brasileiro_elimizacao_hcfc/programa-bras-hcfc_ed_2.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) E DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GmbH. PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs-PBH: Guia de boas práticas 2: Características de sistemas de refrigeração em condições seladas. Brasília, DF: MMA, 2015b. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/publicacoes/programa_brasileiro_elimizacao_hcfc/programa-bras-hcfc_ed_2.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) E DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GmbH. Programa Brasileiro de eliminação dos HCFCs-PBH: Guia de boas práticas 3: Manutenção de sistemas de Refrigeração. Brasília, DF: MMA, 2015c. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/publicacoes/programa_brasileiro_elimizacao_hcfc/programa-bras-hcfc_ed_2.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) E DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GmbH. Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs-PBH: treinamento e capacitação para boas práticas em sistemas de refrigeração comercial. Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em: <<http://www.boaspraticasrefrigeracao.com.br/publicacoes>>. Acesso em: 20 set. 2019.

MORAN, Michael J. et al. Princípio da Termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

PORTAL ABRAS. ABRAS: setor supermercadista fatura R\$ 353,2 bilhões em 2017 » Clipping - ABRAS. Disponível em: <<http://www.abrasnet.com.br/clipping.php?area=20&clipping=63952>>. Acesso em: 20 set. 2019.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs. Boas práticas em refrigeração. Disponível em: <<http://www.boaspraticasrefrigeracao.com.br/>>. Acesso em: 20 set. 2019.



Anexo 1 Plano de Trabalho

Cronograma Hortifruti do Campo - Intervenção e Avaliação Técnica

Data - Início	Data - Final	Período
06/set/18	06/set/18	Diurno
24/set/18	24/set/18	Diurno
24/set/18	24/set/18	Diurno
24/set/18	24/set/18	Diurno
25/set/18	25/set/18	Diurno
25/set/18	04/out/18	Diurno
26/set/18	27/set/18	Diurno/noturno
28/set/18	28/set/18	Diurno
29/set/18	29/set/18	Diurno
30/set/18	01/out/18	Diurno/noturno
02/out/18	03/out/18	Diurno
04/out/18	04/out/18	Diurno
23/out/18	24/out/18	Diurno

Equipe técnica do supermercado:

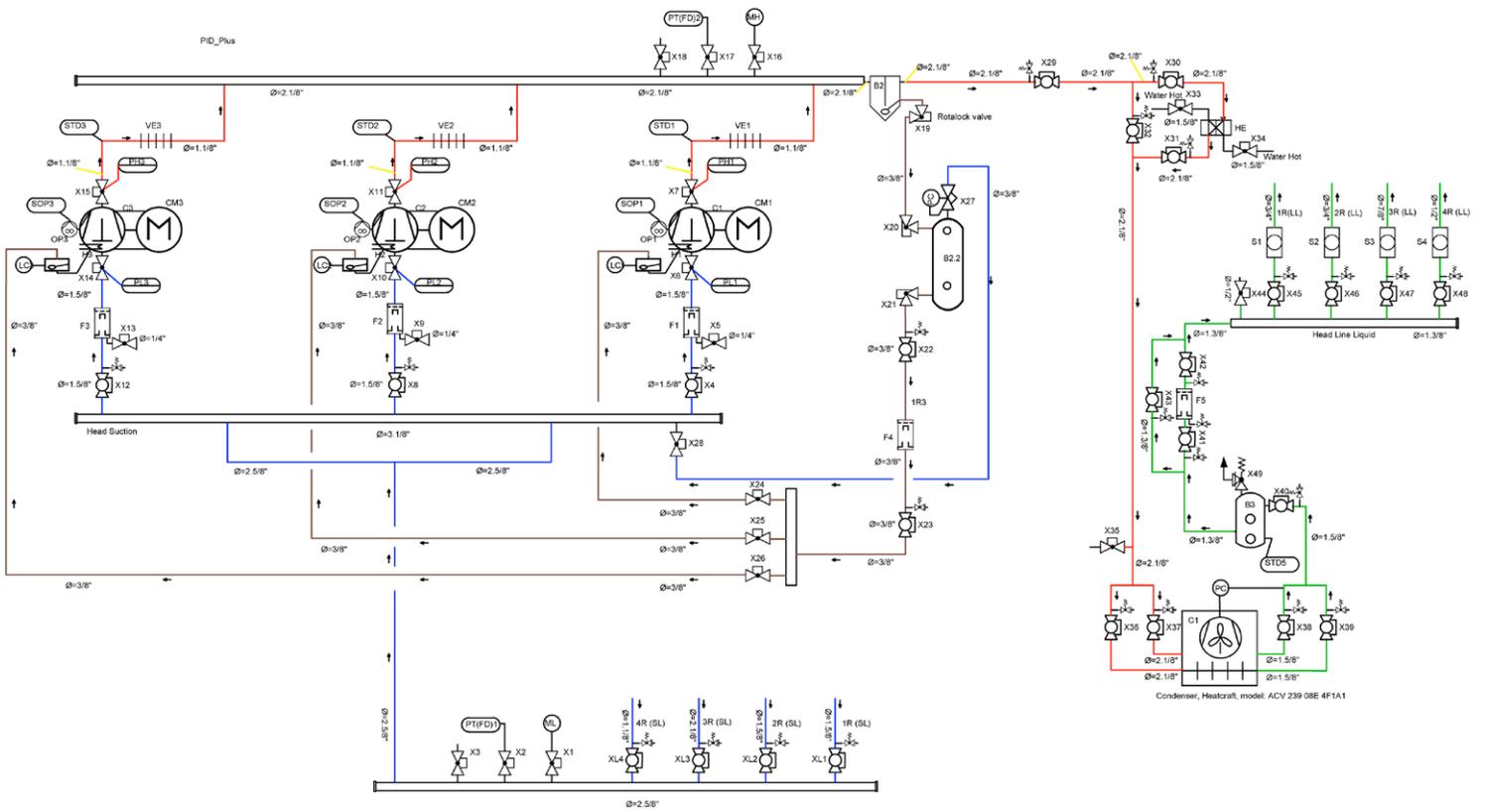
- 2 Técnicos de refrigeração (com capacitação para brazagem)
- 2 Mecânicos de refrigeração (ou ajudantes)
- 2 Eletricistas

Atividades	Equipes envolvidas
Instalação do aparelho de medições - <i>Climacheck</i>	Consultor GIZ
Retirada do aparelho de medições - <i>Climacheck</i>	Consultor GIZ
Treinamento teórico	Equipe técnica do supermercado e GIZ
Cadastro no sistema pró-ozônio	Responsável pela manutenção
Treinamento brazagem Intervenção na linha 1R - câmara do térreo	Equipe técnica do supermercado e GIZ
Instalação do aparelho de detecção de vazamentos	Eletricistas e GIZ
Intervenção na linha 3R expositores área de vendas	Equipe técnica do supermercado e GIZ
Intervenção na linha 2R câmara 1º andar e preparos	Equipe técnica do supermercado e GIZ
Aperfeiçoamento da fixação da tubulação, reparos no isolamento térmico	Equipe técnica do supermercado e GIZ
Intervenção na casa de máquinas - troca da válvula da válvula de segurança do tanque de líquido, troca de válvulas esfera do sistema com vazamento e demais itens da instalação caso necessário	Equipe técnica do supermercado e GIZ
Intervenção na casa de máquinas - troca das mangueiras de tomada de pressão, substituição dos flanges com conexão manual e demais itens do rack caso necessário, troca de filtros e óleo do rack	Equipe técnica do supermercado e GIZ
Instalação do aparelho de medições - <i>Climacheck</i>	Consultor GIZ
Retirada do aparelho de medições - <i>Climacheck</i>	Consultor GIZ
Avaliação técnica final, troca de óleo e filtros do rack, etc.	Equipe técnica do supermercado e GIZ

Anexo 2 Diagrama Esquemático do Sistema de Média Temperatura Pré-Intervenção

Diagrama Esquemático do Sistema de Média Temperatura Pós-Intervenção	
Item	Descrição
OP1	Bomba de óleo da compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
OP2	Bomba de óleo da compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
OP3	Bomba de óleo do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 41-222
CM1	Motor elétrico do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
CM2	Motor elétrico do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
CM3	Motor elétrico do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
FAN1	Ventilador do compressor 1
FAN2	Ventilador do compressor 2
FAN3	Ventilador do compressor 3
C1	Compressor semi-hermético. <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
C2	Compressor semi-hermético. <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
C3	Compressor semi-hermético. <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
H1	Resistência elétrica de aquecimento de óleo do compressor <i>Bitzer</i>
H2	Resistência elétrica de aquecimento de óleo do compressor <i>Bitzer</i>
H3	Resistência elétrica de aquecimento de óleo do compressor <i>Bitzer</i>
SOP1	Transdutor de pressão de óleo Delta-P
SOP2	Transdutor de pressão de óleo Delta-P
SOP3	Transdutor de pressão de óleo Delta-P
PT(FD) 1	Transdutor de pressão 1
PT(FD) 2	Transdutor de pressão 2
ML	Manômetro de baixa pressão
MH	Manômetro de alta pressão
PL1	Pressostato de baixa pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PL2	Pressostato de baixa pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PL3	Pressostato de baixa pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PH1	Pressostato de alta pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPTx 1/4" SAE
PH2	Pressostato de alta pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PH3	Pressostato de alta pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPTx 1/4" SAE
STD1	Sensor de temperatura de descarga, tipo contato, para informar o controlador
STD2	Sensor de temperatura de descarga, tipo contato, para informar o controlador
STD3	Sensor de temperatura de descarga, tipo contato, para informar o controlador
LC1	Controle do nível de óleo 1, ESK, model: ORE2
LC2	Controle do nível de óleo 2, ESK, mudel: ORE2
LC3	Controle do nível de óleo 3, ESK, rmodel: ORE2
1R (SL)	Linha de sucção 1R, diâmetro de 1.5/8"
2R (SL)	Linha de sucção 2R, diâmetro de 1.5/8"
3R (SL)	Linha de sucção 3R, diâmetro de 2.1/1"
4R (SL)	Linha de sucção 4R, diâmetro de 1.1/8"
1R (LL)	Linha de líquido 1R, diâmetro 3/4"
2R (LL)	Linha de líquido 2R, diâmetro 3/4"
3R (LL)	Linha de líquido 3R, diâmetro 7/8"
4R (LL)	Linha de líquida 4R, diâmetro 1/2"
VE1	Eliminador de vibração de descarregar, diâmetro 1.1/8"
VE2	Eliminador de vibração de descarregar, diâmetro 1.1/8"
VE3	Eliminador de vibração de descarregar, diâmetro 1.1/8"
X1	Válvula tanque para manômetro, diâmetro 1/4"
X2	Válvula tanque para transdutor de pressão, diâmetro 1/4"
X3	Válvula tanque livre, diâmetro 1/4"
X4	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X5	Válvula tanque na tampa do filtro secador de sucção, diâmetro 1/4"

X6	Válvula de serviço rotalock de sucção do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 15/8"
X7	Válvula de serviço rotalock de descarga do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 11/8"
X8	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 15/8"
X9	Válvula tanque na tampa do filtro secador de sucção, diâmetro 1/4"
X10	Válvula de serviço rotalock de sucção do compressor do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 15/8"
X11	Válvula de serviço rotalock de descarga da compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 1.1/8"
X12	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1,5/8"
X13	Válvula tanque na tampa do filtro secador de sucção, diâmetro 1/4"
X14	Válvula de serviço rotalock de sucção do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 1,5/8"
X15	Válvula de serviço rotalock de descarga da compressor, <i>Bitzer</i> , diâmetro 1.1/8"
X16	Válvula tanque para manómetro, diâmetro 1/4"
X17	Válvula tanque para transdutor de pressão, diâmetro 1/4"
X18	Válvula tanque livre, diâmetro 1/4"
X19	Válvula rotalock, diâmetro 3/8"
X20	Válvula ratalack de entrada do reservatório de óleo, diâmetro 3/8"
X21	Válvula rotalack de saída do reservatório, de óleo, diâmetro 3/8"
X22	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/8"
X23	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/8"
X24	Válvula de passagem, diâmetro 1/4"
X25	Válvula de passagem, diâmetro 1/4"
X26	Válvula de passagem, diâmetro 1/4"
X27	Válvula de controle de pressão diferencial
X28	Válvulatanque, diâmetro 3/8"
X29	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X30	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X31	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X32	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X33	Válvula de passagem de água quente, diâmetro 1.5/8"
X34	Válvula de passagem de água quente, diâmetro 1.5/8"
X35	Válvula para purga de ar - sifão invertido na descarga, diâmetro 1/4"
X36	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X37	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X38	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X39	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X40	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X41	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.3/8"
X42	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.3/8"
X43	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.3/8"
X44	Válvula tanque livre, diâmetro 1/2"
X45	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/4"
X46	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/4"
X47	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 7/8"
X48	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1/2"
X49	Válvula de segurança
XL1	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 1R, diâmetro 15/8"
XL2	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 2R, diâmetro 1.5/8"
XL3	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 3R, diâmetro 2.1/8"
XL4	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 4R, diâmetro 1.1/2"
S1	Visor de líquido, diâmetro 3/4"
S2	Visor de líquido, diâmetro 3/4"
S3	Visor de líquido, diâmetro 7/8"
S4	Visor de líquido, diâmetro 1/2"
F1	Filtro de sucção, diâmetro 1.5/8"
F2	Filtro de sucção, diâmetro 1.5/8"
F3	Filtro de sucção, diâmetro 1.5/8"
F4	Filtro de óleo, diâmetro 3/8"
F5	Filtro da linha de líquido, diâmetro 13/8"
HE	Trocador de calor
B1	Separador de líquido
B2	Separador de óleo, <i>Emerson</i> , modelo: A-FC 8241717H
B2.2	Tanque de óleo, volume mínimo de 11,5 litros
B3	Tanque de líquido vertical, volume de 100 litros
C1	Condensador, <i>Heatcraft</i> , modelo: ACV 23908E 4F1A1



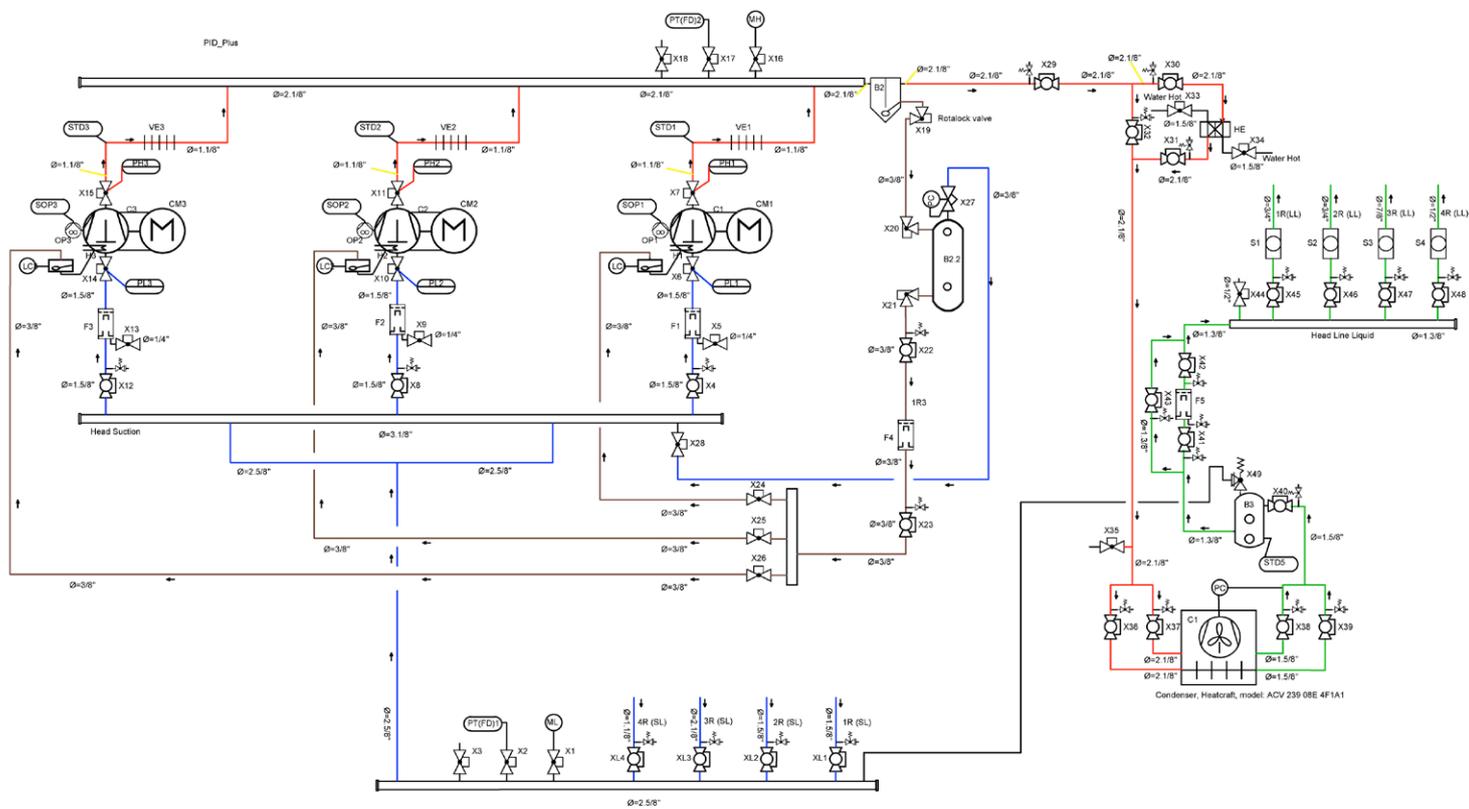


Anexo 3 Diagrama Esquemático do Sistema de Média Temperatura Pré-Intervenção

Diagrama Esquemático do Sistema de Média Temperatura Pós-Intervenção

Item	Descrição
OP1	Bomba de óleo da compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
OP2	Bomba de óleo da compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
OP3	Bomba de óleo do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 41-222
CM1	Motor elétrico do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
CM2	Motor elétrico do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
CM3	Motor elétrico do compressor <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
FAN1	Ventilador do compressor 1
FAN2	Ventilador do compressor 2
FAN3	Ventilador do compressor 3
CI	Compressor semi-hermético. <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
C2	Compressor semi-hermético. <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
C3	Compressor semi-hermético. <i>Bitzer</i> , modelo: 4J-22.2
H1	Resistência elétrica de aquecimento de óleo do compressor <i>Bitzer</i>
H2	Resistência elétrica de aquecimento de óleo do compressor <i>Bitzer</i>
H3	Resistência elétrica de aquecimento de óleo do compressor <i>Bitzer</i>
SOP1	Transdutor de pressão de óleo Delta-P
SOP2	Transdutor de pressão de óleo Delta-P
SOP3	Transdutor de pressão de óleo Delta-P
PT(FD) 1	Transdutor de pressão 1
PT(FD) 2	Transdutor de pressão 2
ML	Manômetro de baixa pressão
MH	Manômetro de alta pressão
PL1	Pressostato de baixa pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PL2	Pressostato de baixa pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PL3	Pressostato de baixa pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PH1	Pressostato de alta pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPTx 1/4" SAE
PH2	Pressostato de alta pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPT x 1/4" SAE
PH3	Pressostato de alta pressão KP15 <i>Danfoss</i> , conexões com diâmetro de 1/4" NPTx 1/4" SAE
STD1	Sensor de temperatura de descarga, tipo contato, para informar o controlador
STD2	Sensor de temperatura de descarga, tipo contato, para informar o controlador
STD3	Sensor de temperatura de descarga, tipo contato, para informar o controlador
LC1	Controle do nível de óleo 1, ESK, model: ORE2
LC2	Controle do nível de óleo 2, ESK, mudel: ORE2
LC3	Controle do nível de óleo 3, ESK, rmodel: ORE2
1R (SL)	Linha de sucção 1R, diâmetro de 1.5/8"
2R (SL)	Linha de sucção 2R, diâmetro de 1.5/8"
3R (SL)	Linha de sucção 3R, diâmetro de 2.1/1"
4R (SL)	Linha de sucção 4R, diâmetro de 1.1/8"
1R (LL)	Linha de líquido 1R, diâmetro 3/4"
2R (LL)	Linha de líquido 2R, diâmetro 3/4"
3R (LL)	Linha de líquido 3R, diâmetro 7/8"
4R LL)	Linha de líquida 4R, diâmetro 1/2"
VE1	Eliminador de vibração de descarregar, diâmetro 1.1/8"
VE2	Eliminador de vibração de descarregar, diâmetro 1.1/8"
VE3	Eliminador de vibração de descarregar, diâmetro 1.1/8"
X1	Válvula tanque para manômetro, diâmetro 1/4"
X2	Válvula tanque para transdutor de pressão, diâmetro 1/4"
X3	Válvula tanque livre, diâmetro 1/4"
X4	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X5	Válvula tanque na tampa do filtro secador de sucção, diâmetro 1/4"

X6	Válvula de serviço rotalock de sucção do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 15/8"
X7	Válvula de serviço rotalock de descarga do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 11/8"
X8	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 15/8"
X9	Válvula tanque na tampa do filtro secador de sucção, diâmetro 1/4"
X10	Válvula de serviço rotalock de sucção do compressor do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 15/8"
X11	Válvula de serviço rotalock de descarga da compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 1.1/8"
X12	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1,5/8"
X13	Válvula tanque na tampa do filtro secador de sucção, diâmetro 1/4"
X14	Válvula de serviço rotalock de sucção do compressor <i>Bitzer</i> , diâmetro 1,5/8"
X15	Válvula de serviço rotalock de descarga da compressor, <i>Bitzer</i> , diâmetro 1.1/8"
X16	Válvula tanque para manómetro, diâmetro 1/4"
X17	Válvula tanque para transdutor de pressão, diâmetro 1/4"
X18	Válvula tanque livre, diâmetro 1/4"
X19	Válvula rotalock, diâmetro 3/8"
X20	Válvula ratalack de entrada do reservatório de óleo, diâmetro 3/8"
X21	Válvula rotalack de saída do reservatório, de óleo, diâmetro 3/8"
X22	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/8"
X23	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/8'
X24	Válvula de passagem, diâmetro 1/4"
X25	Válvula de passagem, diâmetro 1/4"
X26	Válvula de passagem, diâmetro 1/4"
X27	Válvula de controle de pressão diferencial
X28	Válvulatanque, diâmetro 3/8"
X29	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X30	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X31	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X32	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X33	Válvula de passagem de água quente, diâmetro 1.5/8"
X34	Válvula de passagem de água quente, diâmetro 1.5/8"
X35	Válvula para purga de ar - sifão invertido na descarga, diâmetro 1/4"
X36	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X37	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 2.1/8"
X38	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X39	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X40	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.5/8"
X41	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.3/8"
X42	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.3/8"
X43	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1.3/8"
X44	Válvula tanque livre, diâmetro 1/2"
X45	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/4"
X46	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 3/4"
X47	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 7/8"
X48	Válvula GBC de serviço tipo esfera, diâmetro 1/2"
X49	Válvula de segurança
XL1	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 1R, diâmetro 15/8"
XL2	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 2R, diâmetro 1.5/8"
XL3	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 3R, diâmetro 2.1/8"
XL4	Válvula GBC de serviço tipo esfera de sucção - Linha 4R,, diâmetro 1.1/2"
S1	Visor de líquido, diâmetro 3/4"
S2	Visor de líquido, diâmetro 3/4"
S3	Visor de líquido, diâmetro 7/8"
S4	Visor de líquido, diâmetro 1/2"
F1	Filtro de sucção, diâmetro 1.5/8"
F2	Filtro de sucção, diâmetro 1.5/8"
F3	Filtro de sucção, diâmetro 1.5/8"
F4	Filtro de óleo, diâmetro 3/8"
F5	Filtro da linha de líquido, diâmetro 13/8"
HE	Trocador de calor
B1	Separador de líquido
B2	Separador de óleo, <i>Emerson</i> , modelo: A-FC 8241717H
B2.2	Tanque de óleo, volume mínimo de 11,5 litros
B3	Tanque de líquido vertical, volume de 100 litros
C1	Condensador, <i>Heatcraft</i> , modelo: ACV 23908E 4F1A1



Parceria

abras[®]
Brasil



Implementação



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Por meio da:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Coordenação

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL