

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FRIGOFACIL: SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO
DE
CÂMARAS FRIGORÍFICAS**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA**

ADEMAR EVANDRO ROSA

FLORIANÓPOLIS, MARÇO DE 2000

**FRIGOFACIL: SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE
CÂMARAS FRIGORÍFICAS**

ADEMAR EVANDRO ROSA

**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE “MESTRE EM ENGENHARIA”, ESPECIALIDADE EM ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO INTELIGENCIA APLICADA E
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



PROF. RICARDO MIRANDA BARCIA, Ph.D.

Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA



PROF.ª ÉDIS MAFRA LAPOLLI, Dra.

Orientadora



PROF. FERNANDO ÁLVARO OSTUNI GAUTHIER, Dr.



PROF. ALEJANDRO RODRIGUES MARTINS, Dr.



PROF. ANA MARIA B. FRANZONI, M. Sc



PROF. ROGÉRIO VILAIN, M. Eng

**Dedico este trabalho para minha esposa Mariângela
e para o meu filho Ricardo.**

AGRADECIMENTOS

A professora Édis Mafra Lapolli, que fez muito mais que orientar, incentivou, apoiou e mostrou o caminho do trabalho.

Aos professores Joaquim Gonçalves e Rogério Vilain, da UnED/SJ, pelo apoio no desenvolvimento da ferramenta.

Aos amigos, irmãos e camaradas Gariba , Jorge Casagrande, Consuelo e Maria Clara que formaram a melhor turma que eu poderia participar.

Ao CAPES/FUNCITEC , pelo financiamento do programa de capacitação.

Aos alunos do 4º ano do curso de Refrigeração e Ar Condicionado, pela participação no desenvolvimento e implantação da ferramenta.

A Escola Técnica Federal de Santa Catarina que possibilitou minha participação no programa de Pós-Graduação da UFSC via Vídeo-conferência.

RESUMO

O presente trabalho caracteriza-se pelo desenvolvimento de uma ferramenta de ajuda a estudantes de refrigeração para dimensionamento de câmaras frigoríficas, denominada de Sistema FRIGOFACIL. A utilização desta ferramenta visa possibilitar o aprendizado global deste conteúdo auxiliando nas etapas de projeto, instalação, operação e manutenção de câmaras frigoríficas.

Objetiva implantar a ferramenta na disciplina de Desenho de Refrigeração do Curso de Refrigeração e Ar Condicionado que é oferecido pela Escola Técnica Federal de Santa Catarina na Unidade de Ensino Descentralizada de São José.

Analisa a implantação prática da ferramenta e avalia os resultados acadêmicos dos estudantes após sua utilização, verificando sua eficácia para o auxílio ao aprendizado e o potencial para melhoria e aperfeiçoamento do Sistema.

ABSTRACT

This dissertation presents the development of a tool which will help students of refrigeration concerning the measurement of refrigerated warehouse, named FRIGOFACIL system.

The use of this tool aims to facilitate the global learning of this content helping in the stages of project, installation, operation and maintenance of refrigerated warehouse.

It aims to introduce the tool in the refrigeration design subject of the Refrigeration and Air-Conditioning Course, offered at the ETFSC-UnED/SJ.

It analyses the introduction of this tool and evaluates its academic results, verifying its effectiveness regarding the learning process and its potentiality to improve the system.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	viii
	LISTA DE TABELAS	ix
	LISTA DE ANEXOS	x
1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	ORIGEM DO TRABALHO	1
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO	3
1.3	JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO	3
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2.	CÂMARAS FRIGORÍFICAS	6
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
2.2	REFRIGERANTE	7
2.2.1	REFRIGERAÇÃO POR GELO	8
2.2.2	REFRIGERANTES LÍQUIDOS	8
2.3	SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	9
2.3.1	UNIDADE CONDENSADORA	10
2.4	CICLO DE REFRIGERAÇÃO	10
2.5	CAPACIDADE DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	12
2.6	REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL	12
2.7	ARMAZENAGEM E CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS	13
2.7.1	CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM	14
2.8	PROJETO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS	14
2.9	ETAPAS DO PROJETO	16
2.10	SELEÇÃO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	17
2.11	PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO DA ESTRUTURA DAS CÂMARAS FRIGORÍFICAS	19

2.11.1	SISTEMA BÁSICO	19
2.11.2	ABERTURAS	20
2.12	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
3.	SISTEMAS DE SUPERVISÃO DE PLANTAS INDUSTRIAIS	22
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	22
3.2	SOFTWARES DE SUPERVISÃO DISPONÍVEIS NO MERCADO	22
3.2.1	SISTEMA DE GERENCIAMENTO MICROBLAU	24
3.2.2	SYSTEM 600 APOGEE DA LANDIS & STAefa	25
3.2.3	UNISOFT GERENCIAMENTO E SUPERVISÃO DE PROCESSOS	25
3.2.4	ELIPSE SOFTWARE	26
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
4	FRIGOFACIL: SISTEMA PARA DIMENSIONAMENTO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS	29
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	29
4.2	MODELO COMPUTACIONAL PARA DIMENSIONAMENTO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS	30
4.2.1	DESENVOLVIMENTO	30
4.2.2	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO MODELO COMPUTACIONAL	31
4.2.3	AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DO MODELO COMPUTACIONAL	32
4.2.4	PLANILHAS BÁSICAS DEFINIDAS NO MODELO COMPUTACIONAL	33
4.2.5	SISTEMA FRIGOFACIL: UMA VISÃO GERAL	36

4.3	FUNÇÕES IMPLEMENTADAS	48
4.3.1	FUNÇÕES MATEMÁTICAS QUE UTILIZAM OPERADORES ARITMÉTICOS	48
4.3.2	FUNÇÕES DE PROCURA E REFERÊNCIA	49
4.3.3	FUNÇÕES DE LÓGICA	52
4.3.4	FUNÇÕES DE TEXTO	54
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.	APLICAÇÃO PRÁTICAS DO FRIGOFACIL	56
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	56
5.2	APLICAÇÃO DO SISTEMA	57
5.3	AVALIAÇÃO DO SISTEMA FRIGOFACIL	60
5.3.1	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	61
5.3.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS	67
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
6.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	72
6.1	CONCLUSÕES	72
6.2	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
	ANEXOS	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1	PLANILHAS BÁSICAS DEFINIDAS NO SISTEMA FRIGOFACIL	33
FIGURA 4.2	PLANILHAS VISÍVEIS AO USUÁRIO	34
FIGURA 4.3	PLANILHA DE APRESENTAÇÃO DO SISTEMA	36
FIGURA 4.4	PLANILHA DIMENSIONAMENTO	37
FIGURA 4.5	PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA CARGA TÉRMICA	39
FIGURA 4.6	PLANILHA CONDENSADORA	40
FIGURA 4.7	PLANILHA EVAPORADORA	41
FIGURA 4.8	PLANILHA ACESSÓRIOS	43
FIGURA 4.9	PLANILHA ELÉTRICO I	44
FIGURA 4.10	PLANILHA DIAGNÓSTICO	45
FIGURA 4.11	TELA DE SUPERVISÃO (FLUXOGRAMA)	46
FIGURA 4.12	TELA DE MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE	47
FIGURA 5.1	PLANILHA PARA IMPRESSÃO DE DADOS	59
FIGURA 5.2	GRÁFICO DE PIZZA SOBRE O MANUSEIO DO FRIGOFACIL	62
FIGURA 5.3	GRÁFICO DE PIZZA SOBRE O PERÍODO DE ADAPTAÇÃO AO SISTEMA	63
FIGURA 5.4	GRÁFICO DE PIZZA SOBRE A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE AUTO-AJUDA	64
FIGURA 5.5	GRÁFICO DE PIZZA SOBRE A COMPARAÇÃO DO FRIGOFACIL COM OUTROS APLICATIVOS	65
FIGURA 5.6	GRÁFICO DE PIZZA DADOS JUNTOS FACILITAM A APRENDIZAGEM	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1	CARGAS TÉRMICAS CONSIDERADAS NOS PROJETOS DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS COM ÁREA DE 10 m²	19
TABELA 5.1	MANUSEIO DO SISTEMA FRIGOFACIL	62
TABELA 5.2	NÚMERO DE AULAS PARA ADAPTAÇÃO AO SISTEMA	63
TABELA 5.3	AUTO-AJUDA SISTEMA FRIGOFACIL	64
TABELA 5.4	COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA FRIGOFACIL E OUTROS APLICATIVOS	65
TABELA 5.5	FACILITAÇÃO DO APRENDIZADO UTILIZANDO O SISTEMA FRIGOFACIL	66

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	TABELA DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NAS LOCALIDADES RELACIONADAS NO FRIGOFACIL	79
ANEXO 2	TABELA DE CLASSE DE ISOLAMENTO	79
ANEXO 3	TABELA DE ORIENTAÇÃO SOLAR E VARIAÇÃO DE TEMPERATURA CORRESPONDENTE	79
ANEXO 4	TABELA DE NÚMERO DE RENOVAÇÕES DO AR NA CÂMARA	80
ANEXO 5	TABELA DE CALOR DE OCUPAÇÃO – PESSOAS DENTRO DA CÂMARA	80
ANEXO 6	TABELA DE DADOS PARA ARMAZENAGEM DE PRODUTOS NA CÂMARA I	81
ANEXO 7	TABELA DE DADOS PARA ARMAZENAGEM DE PRODUTOS NA CÂMARA II	81
ANEXO 8	TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DOS EVAPORADORES McQUAY TIPO ELC	82
ANEXO 9	TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DOS EVAPORADORES McQUAY TIPO ELC – DADOS FÍSICOS	82
ANEXO 10	TABELA DE VÁLVULA DE EXPANSÃO FLIGOR PARA TEMPERATURA DE CONDENSAÇÃO DE 45°C – I	83
ANEXO 11	TABELA DE VÁLVULA DE EXPANSÃO FLIGOR PARA TEMPERATURA DE CONDENSAÇÃO DE 45°C – II	83
ANEXO 12	TABELA DE VÁLVULA DE EXPANSÃO FLIGOR PARA TEMPERATURA DE CONDENSAÇÃO DE 45°C – III	84
ANEXO 13	TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DOS EVAPORADORES McQUAY – CARGA TÉRMICA	85

ANEXO 14	TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DOS EVAPORADORES McQUAY – CARACTERÍSTICAS	85
ANEXO 15	TABELA DE CARGA TÉRMICA DA UNIDADE CONDENSADORA DO MODELO COLDEX-FRIGOR	86
ANEXO 16	TABELA DE MODELO DE UNIDADE CONDENSADORA COLDEX-FRIGOR	87
ANEXO 17	TABELA DE MODELO DE COMPRESSOR COLDEX- FRIGOR	88
ANEXO 18	TABELA DE MODELO DE POLIA COLDEX-FRIGOR	89
ANEXO 19	TABELA DE ROTAÇÃO DO COMPRESSOR COLDEX- FRIGOR	90
ANEXO 20	TABELA DE POTÊNCIA DA UNIDADE CONDENSADORA COLDEX-FRIGOR	91
ANEXO 21	TABELA DE DADOS CONCATENADOS DA UNIDADE CONDENSADORA COLDEX-FRIGOR	92
ANEXO 22	TABELA DE FILTRO UNIVERSAL – FLIGOR	92
ANEXO 23	TABELA DE VÁLVULAS SOLENÓIDES - FLIGOR	93
ANEXO 24	TABELA DE SEPARADORES DE ÓLEO AUTOMÁTICOS - FLIGOR	93
ANEXO 25	TABELA DE ACUMULADOR DE SUCÇÃO – FLIGOR	93
ANEXO 26	TABELA DE VISORES DE LÍQUIDO – FLIGOR	94
ANEXO 27	TABELA DE TERMOSTATOS – FLIGOR	94
ANEXO 28	TABELA DE SINTOMAS E DIAGNÓSTICOS AVALIADOS EM CÂMARAS FRIGORÍFICAS	95
ANEXO 29	TABELA DE SEÇÃO NOMINAL DE CONDUTORES ELÉTRICOS	96
ANEXO 30	TABELA DE DADOS DOS MOTORES ELÉTRICOS DO SISTEMA	93
ANEXO 31	TABELA DE CONTACTORAS E RELÊS	97
ANEXO 32	TABELA DE DADOS ELÉTRICOS DO SISTEMA CONCATENADOS	98

ANEXO 33	TABELA DE DIMENSÕES DAS CÂMARAS FRIGORÍFICAS - MIPAL	99
ANEXO 34	TABELA DE CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA POR INFILTRAÇÃO	99

1. INTRODUÇÃO

1.1 Origem do Trabalho

Durante muito tempo tem-se notado a dificuldade de ensinar disciplinas técnicas em nossas escolas. Isto está relacionado ao baixo nível de conhecimento dos alunos, despreparo dos professores para trabalhar com novas tecnologias de ensino e dificuldades estruturais das próprias escolas.

As novas tecnologias de informação tem se colocado a mostra no dia a dia. A crescente demanda por ensino técnico é um fato, mas a exigência de maior flexibilidade na formação de técnicos, faz com que haja por parte das escolas e seus professores uma preocupação para que se possa formar novos técnicos com conhecimentos mais abrangentes, mais eficientes e dinâmicos em um espaço de tempo mais reduzido.

Criar ferramentas que auxiliem no aprendizado e tornem o ensino mais dinâmico e atraente é com certeza uma forma de cativar os novos alunos e tornar mais fácil sua vida acadêmica.

Analisando-se o ensino técnico, observa-se que em muitos aspectos é possível criar e desenvolver técnicas e ferramentas de ensino, capazes de facilitar e aperfeiçoar a transmissão do conhecimento do especialista, no caso o professor para o aluno que será o novo técnico.

Observa-se também, o aparecimento de uma geração menos atraída pelo ensino tradicional, que em muitas oportunidades se

apresenta monótono e distante da realidade. O atual estudante quer lidar com meios virtuais multimídia. O nível de informações que ele recebe a todo momento pela televisão, jornais ou Internet, faz com que as aulas puramente teóricas no quadro a giz se torne massacrantes e abra a discussão de como mudar esta realidade em busca de uma escola mais atraente.

As novas tecnologias de processos industriais e serviços, tem aparecido a cada momento e a escola necessita atualizar-se e capacitar seu quadro de professores constantemente. Geralmente este processo é complicado pela falta de recurso das escolas e também pela dificuldade em se manter seus professores em constante capacitação. Uma nova tecnologia que é implantada hoje nos processos industriais ou de serviços, só é implementada nos currículos de Escolas Técnicas algum tempo depois, criando quase sempre um período de defasagem entre os assuntos atuais e aqueles em que a escola está ensinando no momento.

Baseado nestes fatos e buscando alternativas, percebe-se que a criação de ferramentas computacionais que projetem e simulem ambientes virtuais são as alternativas mais baratas e rápidas para serem implantadas nos currículos das disciplinas de uma Escola. Elas nos possibilitam muitas vantagens uma vez que podem englobar vários assuntos, tornando o aprendizado mais rápido e fácil, pois o estudante tem mais recursos a sua disposição em ambientes mais modernos e com um formato que está mais ligado a realidade apresentada pelos meios de comunicação multimídia.

1.2 Objetivos do Trabalho

O objetivo geral deste trabalho é o de possibilitar ao aluno do ensino técnico de Refrigeração e Ar Condicionado através de uma ferramenta específica de ajuda, tenha um aprendizado global do conteúdo específico de dimensionamento de câmaras frigoríficas. As etapas de projeto, instalação e manutenção são englobadas e todas as informações pertinentes a este conteúdo estão dispostas conjuntamente em um mesmo assistente.

Como objetivos específicos têm-se:

- desenvolver um protótipo de ajuda ao estudante de Refrigeração e Ar Condicionado;
- implantar este protótipo no desenvolvimento da disciplina correlata no curso técnico de Refrigeração e Ar Condicionado;
- avaliar o desenvolvimento acadêmico dos estudantes após a utilização desta ferramenta;

1.3 Justificativa e Importância do Trabalho

Muitos assuntos abordados em sala de aula pelos professores podem ser repassados aos alunos de forma mais direta e ilustrativa, necessitando recursos que até algum tempo atrás não eram disponíveis. O ensino técnico, por si só, já é em sua grande maioria formado de conteúdos abstratos e em muitos casos fracionados.

As informações são buscadas em várias fontes, tais como, professores, livros, revistas, internet, entre outros. É fundamental que conteúdos técnicos fracionados possam ser englobados em uma fonte, tornando mais fácil seu acesso e mais dinâmico seu aprendizado.

Como tem-se percebido isto constantemente, sente-se a necessidade de criar uma ferramenta que auxilie o aluno em um conteúdo específico. Observa-se na área técnica de Refrigeração e Ar Condicionado, a necessidade que os alunos tem de dispor de um assistente que lhes dê informações conjuntas sobre dimensionamento de Câmaras Frigoríficas, e que possibilite que em um só processo seja feita análise do projeto, a instalação e a operação de uma Câmara Frigorífica, e que possa ainda incorporar os cálculos matemática do dimensionamento, as explicações pertinentes as variáveis envolvidas no processo, os itens a serem considerados e suas funções, o fluxograma do funcionamento de todo o sistema, e os diagnósticos apresentados em função dos defeitos ocorridos pelos equipamentos durante o seu funcionamento normal.

Assim, este trabalho tem uma importância fundamental uma vez, que possibilita que o aluno possa aprender a dimensionar Câmaras Frigoríficas conhecendo todo seu processo, com informações diretas passo a passo a medida que vai avançando no conteúdo, sem necessidade de buscar definições e informações complementares em outras fontes ou com outros especialistas.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em seis capítulos.

Neste primeiro capítulo é feita uma introdução, em que é mostrado a sua origem, seus objetivos e a justificativa e importância da sua realização.

Os dois capítulos seguintes são dedicados a fundamentação teórica necessária. Sendo o segundo relativo as Câmaras Frigoríficas e o terceiro aos Sistemas de Supervisão de Plantas Industriais.

O capítulo seguinte, o quarto, apresenta o sistema desenvolvido para dimensionamento de câmaras frigoríficas, denominado de Frigofácil.

No quinto capítulo, o sistema desenvolvido é aplicado e é realizada sua avaliação.

O sexto capítulo dedica-se as Conclusões relativas ao trabalho desenvolvido, bem como, são apresentadas sugestões para futuros trabalhos.

Finalmente, é listada as referências bibliográficas utilizadas durante a realização deste trabalho.

2 CÂMARAS FRIGORÍFICAS

2.1 Considerações Iniciais

A refrigeração pode ser definida como um processo qualquer de remoção de calor. É o ramo da ciência que trata dos processos de redução e conservação de temperatura de um espaço ou material, abaixo da temperatura do ambiente circulante.

Conseguir a redução ou conservação de temperatura, é possível removendo calor do corpo que está sendo refrigerado e transferindo para outro corpo, cuja temperatura está abaixo desta. Refrigeração e aquecimento, são na verdade, extremidades opostas do mesmo processo, sendo só o resultado esperado a distinção de um ou de outro.

Para se limitar o fluxo de calor, entre corpos na faixa refrigerada, a um valor mínimo possível, é necessário, usualmente, isolar a região do seu meio, utilizando-se um bom isolante térmico.

O regime ao qual o calor deve ser removido do material ou da câmara frigorífica, com o objetivo de produzir e manter as condições de temperatura desejada é chamado de carga térmica. Na maioria das aplicações de refrigeração, a carga térmica total é a soma dos ganhos de calor de diferentes fontes que são:

- calor transmitido por condução através das paredes isoladas;**
- calor que deve ser removido do ar quente que entra na câmara através de portas abertas e fechadas;**

- calor que deve ser removido do produto refrigerado para reduzir a temperatura deste a temperatura de armazenamento;
- calor cedido por trabalhadores na câmara ou por motores, luzes, e outros equipamentos de proteção funcionando dentro da câmara.

2.2 Refrigerante

A substância empregada como absorvente de calor ou agente de esfriamento, é chamada de refrigerante. Os processos de esfriamento podem ser classificados como sensíveis ou latentes, conforme o efeito que o calor absorvido tenha sobre o refrigerante. Quando o calor absorvido causa uma elevação na temperatura do refrigerante, o processo de esfriamento é chamado de sensível, enquanto que o calor absorvido causa uma mudança no estado físico do refrigerante (liquefação ou vaporização), o processo de esfriamento é chamado de latente.

Não há nenhum refrigerante que seja o mais apropriado para todas as aplicações diferentes e condições de produção. Para qualquer aplicação específica, o refrigerante selecionado deve ser aquele cujas propriedades melhor se ajustem aos requisitos particulares da aplicação.

Durante muito tempo foi utilizado como fluido refrigerante os hidrocarbonetos fluorizados da série do metano, quimicamente denominado diclorodifluorometano (CCl_2F_2). Foi um dos refrigerantes introduzidos na indústria sob a designação comercial de Freon, mas que é conhecido comercialmente como R-12, que aproxima-se mais das qualificações do refrigerante ideal para usos gerais. Com a crescente

destruição da camada de ozônio e o aquecimento global agravado pela liberação no ar dos Clorofluorcarbonos, a utilização do R12 e sua família foi reduzida até a sua não mais utilização. Atualmente as indústrias buscam alternativas de refrigerantes que não agridam a camada de ozônio, e possuam níveis de toxicidade aceitáveis, como por exemplo o R134a eleito pelas indústrias como uma alternativa para os CFC12.

2.2.1 Refrigeração por Gelo

Até bem pouco tempo atrás, o gelo era o único agente frigorífico eficaz para uso em pequenos refrigeradores comerciais e domésticos. Neste tipo de refrigerador, o calor que entra na câmara refrigerada, atinge, o gelo em fusão principalmente por correntes de convecção mantidas no ar por gravidade.

O gelo apresenta grandes desvantagens que limitam sua utilização, citando como exemplos o fato de não se obter as temperaturas baixas muitas vezes requeridas, e o mais evidente que é a necessidade de reabastecimento, uma prática que não é conveniente, nem econômica.

2.2.2 Refrigerantes Líquidos

Os sistemas modernos de refrigeração mecânica, são baseados na capacidade dos líquidos em absorver grandes quantidades de calor quando vaporizam. Os refrigerantes são mais

vantajosos uma vez que o processo de vaporização pode ser controlado, sendo que o efeito refrigerante pode começar e parar a qualquer momento, e o regime de resfriamento pode ser determinado dentro de limites pequenos e a temperatura de vaporização do líquido é determinada controlando-se a pressão ao qual o líquido vaporiza. O vapor é recolhido e condensado novamente para o estado líquido, fazendo com que o mesmo líquido possa ser usado repetidas vezes, garantindo um fornecimento contínuo de líquido para vaporização.

2.3 Sistema de Refrigeração

O sistema de refrigeração é dividido em duas partes, considerando-se a pressão exercida pelo refrigerante. A parte de baixa pressão do sistema é composta pelo controle do fluxo do refrigerante, pelo evaporador, e pela linha de admissão. A pressão exercida pelo refrigerante nestes elementos é a pressão baixa sob a qual o refrigerante vaporiza no evaporador, esta pressão é conhecida como “pressão de baixa”. Durante as operações de serviço, esta pressão é medida na válvula de admissão do compressor.

O lado de alta pressão do sistema, compõe-se do compressor, da exaustão ou linha de “gás quente”, do condensador, do tanque de líquido e da linha de líquido. A pressão exercida pelo refrigerante nesta parte do sistema é a pressão de alta sob a qual ele é condensado no condensador. Esta pressão também pode ser chamada de pressão de condensação.

Os pontos de divisão entre os lados de alta e baixa pressão do sistema são o controle de fluxo do refrigerante, onde a pressão é reduzida da pressão de condensação para a de vaporização.

Embora o compressor seja considerado como sendo uma parte do lado do sistema de alta pressão, a pressão em seu lado de admissão e no cárter, é a pressão de baixa. A mudança de pressão, ocorre no cilindro durante o processo de compressão.

2.3.1 Unidade Condensadora

Composta pelo compressor, tubo de gás quente, condensador e tanque coletor, a Unidade Condensadora é construída de forma compacta. Sua função no sistema é recuperar o vapor e condensá-lo de volta ao estado líquido.

Estas unidades são classificadas conforme o agente de condensação usado para condensar o refrigerante. A unidade de condensação que usa ar como agente de condensação é chamada como unidade de condensação refrigerada por ar, enquanto que uma que utiliza a água como agente de condensação, é uma unidade de condensação refrigerada a água.

2.4 Ciclo de Refrigeração

O ciclo de refrigeração é definido como uma série de processos controlados em que o refrigerante circula através do sistema, passando por um certo número de transformações de estado ou condição.

O ciclo de refrigeração de compressão do vapor é composto

de quatro processos fundamentais: Expansão, Vaporização, Compressão e Condensação

Segundo Dossat (1990), o ciclo típico de compressão do vapor pode ser explicado , “começando no tanque coletor, a pressão e temperatura elevada do líquido refrigerante fluem do referido tanque através da linha de líquido para o controle de fluxo do refrigerante. A pressão do líquido é reduzida para a pressão do evaporador quando o líquido passa através do controle de fluxo do refrigerante que entra no evaporador será inferior à temperatura da câmara de refrigeração... . No evaporador, o líquido vaporiza a temperatura e pressão constantes quando o calor para suprir o calor latente de vaporização passa da câmara refrigerante através das paredes do evaporador para o líquido em vaporização. Pela ação do compressor, o vapor resultante da vaporização é retirado do evaporador pela linha de admissão para a entrada de admissão do compressor. O vapor que deixa o evaporador é saturado e sua temperatura e pressão são iguais às do líquido em vaporização. O vapor, enquanto está fluindo pela linha de admissão do evaporador para o compressor, absorve normalmente o calor do ar que circula a linha de admissão e fica superaquecido.”

Continuando sua explanação Dossat (1990) diz “A temperatura e pressão do evaporador , no compressor , são elevadas por compressão e este, a temperatura e pressão altas, é descarregado do compressor para a linha de gás quente. O vapor flui através da linha de gás quente para o condensador, onde ele cede calor ao ar relativamente resfriado que está sendo puxado do condensador pelo ventilador do mesmo. Quando o vapor quente cede calor para o ar resfriado, sua temperatura é reduzida para a temperatura de saturação correspondente à sua nova pressão mais elevada e o vapor condensa de volta ao estado líquido, quando o calor adicional é removido. Na hora que o refrigerante alcança a base do condensador, todo o vapor é

condensado e o líquido passa para o tanque coletor, pronto para ser recirculado.”

2.5 Capacidade de um Sistema de Refrigeração

A capacidade de um sistema de refrigeração, é dada pelo regime com que será removido o calor da câmara de refrigeração, e é expresso em Tonelada de Refrigeração (TR).

A origem do termo TR é de antes da era da refrigeração mecânica, onde o gelo era utilizado como substância refrigerante. Com o surgimento da refrigeração mecânica, utilizou-se a fusão do gelo como parâmetro de comparação com a capacidade de refrigeração dos refrigeradores. Sendo assim, um sistema de refrigeração, que tenha a capacidade de 1 (uma) tonelada é aquele que tem a capacidade de resfriamento de 1 (uma) tonelada de gelo num período de 24 horas, sendo que uma tonelada de Refrigeração é igual a 12000 Btu/h .

2.6 Refrigeração Industrial

A refrigeração industrial é caracterizada por sua faixa de operação, que vai do limite inferior de temperatura da ordem de $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ a um limite superior de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. As aplicações mais usuais da refrigeração industrial são nas indústrias químicas, de alimentos e de processos, as quais envolvem a maior parte de suas aplicações. Outras aplicações importantes estão relacionadas à indústria de manufatureira e laboratórios, onde são realizados controles ambientais a baixa

temperatura.

2.7 Armazenagem e Conservação de Alimentos

Conservar alimentos perecíveis, é uma das aplicações mais comuns na refrigeração mecânica. Com o crescimento das populações urbanas e como consequência a necessidade de enormes quantidades de alimentos, que são na sua grande maioria produzidos longe dos centros urbanos, existe a necessidade cada vez maior de conservá-los durante o seu transporte e sua armazenagem até o seu consumo. Isto pode levar alguns minutos ou até mesmo anos. De outro lado existem os produtos de estação principalmente frutas e verduras, que devem ser armazenados para serem distribuídos durante todo o ano.

Conservar alimentos perecíveis foi durante muito tempo um dos nossos maiores desafios. Devemos desenvolver tecnologias de conservação de alimentos para que alimentos abundantes em algumas épocas possam estar disponíveis em tempos de escassez. Alguns métodos de preservação de alimentos foram desenvolvidos como secagem, defumação, lavagem e salgamento muito tempo antes de se ter informações das causas da deterioração dos alimentos. Estes métodos primitivos ainda são utilizados em alguns lugares por falta de recursos tecnológicos ou como método complementar a métodos mais modernos. Como exemplo, pode-se citar os alimentos desidratados, como frutas, ovos, peixes, carnes, que são consumidos em grande quantidade, mas que apresentam a desvantagem de perder suas características como aparência e sabor, que causam rejeição.

O único meio de conservação de alimento em seu estado fresco original é a refrigeração, que tem como principal vantagem

manter os alimentos em sua forma natural. Entretanto a refrigeração também tem suas desvantagens como exigir que os processos de refrigeração comecem logo após a colheita ou a matança, exigindo continuidade até que os produtos sejam consumidos. Isto requer equipamentos muitas vezes caros e dispendiosos tornando-se por vezes economicamente inviáveis.

2.7.1 Condições de Armazenagem

Para se criar boas condições de armazenagem para um produto tanto a curto como a longo prazo, considera-se a natureza do produto, o espaço de tempo em que deve ser mantido armazenado, e a forma como deve ser acondicionado. Geralmente, as condições necessárias para armazenagem a curto prazo são mais simples do que as necessárias a longo prazo. Para armazenagem a longo prazo, alguns produtos exigem métodos adicionais de conservação.

2.8 Projeto de Câmaras Frigoríficas

Uma câmara frigorífica é uma construção com condições de armazenagem controlada, usando refrigeração. As câmaras frigoríficas são construídas para armazenar mercadorias que serão protegidas em duas condições: em temperaturas usualmente próximas de 0 °C, e com baixa temperatura operando abaixo de 0 °C para prevenir deterioração, para manter ou prolongar a vida dos produtos.

As condições dentro de uma câmara frigorífica devem ser

mantidas para preservar os produtos armazenados. Isto refere-se particularmente para produtos sazonais, e armazenagens por longo tempo. Para tanto deve-se considerar os seguintes fatores:

- **Uniformidade de temperaturas;**
- **Alcance do ar que sopra sobre os produtos armazenados;**
- **Efeitos da umidade relativa;**
- **Efeitos do ar em movimento empregado;**
- **Controle de ventilação, se necessário;**
- **Temperatura de entrada dos produtos;**
- **Expectativa de tempo de armazenagem;**
- **Produtos que requerem temperatura de saída.**

A association of Food and Drug Officials (AFDO) desenvolveu um guia que estabelece os padrões para as fases de manejo de alimentos refrigerados ou congelados. O guia trata da recepção, manejo, congelamento, armazenagem, e transporte de alimentos refrigerados ou congelados, e também das medidas sanitárias e as temperaturas requeridas que devem ser adotadas pelos proprietários de produtos congelados ou refrigerados.

Existem cinco categorias que classificam os produtos refrigerados armazenados visando a preservação da sua boa qualidade, que são:

- **Controle atmosférico para longo período de armazenagem, para frutas e verduras;**
- **Refrigeração em temperaturas de 0 °C e acima;**

- Congelamentos em altas temperaturas entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Câmaras de armazenagens de produtos em geral congelados, usualmente mantidos entre -23 a $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Baixa temperatura de armazenagem entre -23 a $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$, com excesso de refrigeração para congelamento de produtos recebidos acima de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.9 Etapas do Projeto

A construção de câmaras frigoríficas requer projetos bem elaborados, materiais de boa qualidade, mão de obra qualificada e supervisionada. Os projetos devem garantir que a construção seja realizada prevendo diversidade no momento da instalação. Os materiais devem ser compatíveis entre si. As instalações devem ser feitas por profissionais cuidadosos e experientes e a supervisão final dos trabalhos deve ser rígida no controle de qualidade.

O sucesso de um projeto de uma câmara frigorífica está ligado diretamente as etapas de construção da estrutura, do teto, do isolamento e do tipo de sistema de refrigeração empregado na instalação.

Os métodos para construção do isolamento podem ser específicos para cada caso, como por exemplo:

- Isolamento utilizando painéis;
- Isolamento aplicado mecanicamente;

- **Isolamento aplicado com spray de espuma.**

Estas técnicas de construção isolam ar e umidade dentro da câmara, criando um ambiente perfeito para armazenagem de produtos refrigerados.

2.10 Seleção do Sistema de Refrigeração

A seleção do sistema de refrigeração para uma câmara frigorífica pode ser estabelecida de forma simples nas etapas de projeto. Se o propósito é a construção de armazenagem para baixa temperatura, quase todos os tipos de refrigeração podem ser aplicados. De outro modo se o tipo de armazenagem requer diferentes tipos de temperaturas e umidades, um sistema para ser selecionado requer o uso de varias salas isoladas e com condições diferentes.

A sala de máquinas onde se localiza o compressor central deve ser construída de forma simples em ambientes grandes, e tendo-se cuidados especiais quanto a conservação de energia.

O sistema de refrigeração direta, de cada uma das bombas ou sistema de recirculação que servem as unidades dos “fan coil”, estão seguras em uma sala de máquinas. Compressores em parafuso, controladores , e controladores microprocessados completam a sala central de controle que os equipamentos de refrigeração exigem.

A carga térmica de uma câmara frigorífica varia muito de capacidade. Muitos fatores, incluindo o projeto de construção, temperaturas internas e externas, e o mais importante, o fluxo de produtos esperado, determinam a carga térmica projetada. É importante

avaliar e comparar o tipo de construção e operação da câmara.

Os fatores que são considerados para determinação da carga térmica de uma câmara são:

- **Calor transmitido pelo isolamento;**
- **Calor produzido pelas bombas ou ventiladores dentro da câmara;**
- **Calor produzido pelas pessoas que circulam dentro da câmara;**
- **Calor produzido pelas luzes dentro da Câmara;**
- **Calor das empilhadeiras;**
- **Calor latente dos produtos armazenados;**
- **Calor sensível dos produtos armazenados;**
- **Calor produzido pela infiltração quando as portas são abertas;**
- **Calor produzido pelas resistências de degelo;**
- **Calor produzido no embarque e desembarque de produtos.**

A tabela 2.1, mostra as cargas térmicas consideradas nos projetos de câmaras frigoríficas com área de 10,0m².

Tabela 2.1 – Cargas térmicas consideradas nos projetos de Câmaras Frigoríficas com área de 10m²

Itens de carga térmica de refrigeração	Longo tempo de Armazenagem		Curto tempo de Armazenagem		Operação de Distribuição	
	Carga térmica		Carga térmica		Carga térmica	
	kW	Percentual	kW	Percentual	kW	Percentual
Perdas de transmissão	343	49	343	43	343	36
Infiltração	35	5	70	9	140	15
Operações internas	175	25	196	24	217	22
Produtos	25	3	53	6	105	11
Outras	122	18	143	18	158	16
Capacidade total de projeto	700	100	805	100	963	100

Fonte: ASHRAE Refrigeration Handbook, 1994

2.11 Procedimentos para Manutenção da Estrutura das Câmaras Frigoríficas

Os procedimentos de manutenção preventivas e corretivas para inspeção de câmaras frigoríficas podem ser divididas em duas categorias – Sistema básico: piso, paredes, cobertura – Aberturas: que é composto por portas, molduras e outros acessos a câmara.

2.11.1 Sistema Básico

- Distância de no mínimo 46 cm entre as prateleiras e o teto e as paredes , para possibilitar a circulação;

- Examinar paredes e o teto todos os meses para verificar se há gelo acumulado na construção. Se o gelo persistir verificar juntas e isolamentos;
- Verificar isolamento do teto para identificar goteiras ou condensação;
- Se houver identificação de goteiras ou condensação no teto reparar imediatamente.

2.11.2 Aberturas

- Lembrar as pessoas que circulam na câmara que fechar a porta reduz a necessidade de produção de refrigeração;
- Verificar periodicamente as travas da porta;
- Lubrificar as portas periodicamente;
- Checar periodicamente se dutos e tubulações estão selados e que não produzam vazamentos nas paredes e teto.

2.12 Considerações Finais

O processo de dimensionamento pode se tornar mais ou menos complexo dependendo do tipo de sistema que se escolha, neste sentido cada vez mais existe a opção pelas unidades “plug-in” onde praticamente a cálculo da carga térmica do sistema define a seleção do

equipamento desejado. Neste trabalho optou-se pela utilização de uma unidade condensadora a ar isolada da unidade evaporadora, isto faz com que os alunos tenham que dimensionar vários acessórios preparando-os para dimensionamentos mais complexos, por exemplo, refrigeração para supermercados.

Um bom projeto de câmaras frigoríficas requer uma análise criteriosa das suas etapas desde a concepção até a instalação dos equipamentos selecionados propriamente dito. Saber utilizar de forma adequada e considerar que as manutenções corretivas e programadas são fundamentais na conservação dos equipamentos e no aumento de sua vida útil é primordial. Os sistemas automatizados de controle estão permitindo monitorar de forma “on line” seu funcionamento, possibilitando ações de correção de qualquer irregularidade no momento do defeito, criando assim condições de funcionamento perfeitos e eficazes.

3. Sistemas de Supervisão de Plantas Industriais

3.1 Considerações Iniciais

Em um Sistema de Supervisão tem-se a visualização de dados de um processo aproveitando-se das facilidades da comunicação serial. Este Sistema incorpora um programa de comunicação, que serve para a troca de informações entre a Planta Industrial e o Sistema de Supervisão e Controle de Processos Industriais.

Os Sistemas de Supervisão e Controle de Processos Industriais apresentam as informações da fábrica de maneira amigável e atraente, sob a forma de gráficos. Podem estar instalados na Sala de Controle das Operações de Produção, na mesa do gerente industrial, ou mesmo no Laboratório de Controle de Qualidade.

Com um microcomputador ligado numa rede de equipamentos eletrônicos de chão de fábrica, os Softwares fornecem uma "foto" instantânea do processo monitorado, com informações como temperatura, pressão, nível e outras variáveis, e até mesmo o número de peças produzidas ou tempo de máquina desligada ou em operação. Essas informações são apresentadas através de sinópticos, gráficos de tendências, gráficos de barra e tabelas de monitoração.

Estes sistemas permitem a interferência do operador no processo, ajustando set points, parâmetros de controle, programas de produção preestabelecidos (receitas) ou acionando diretamente elementos do processo. Permitem, ainda, que os dados monitorados sejam registrados em arquivos históricos. Estes dados podem ser acessados e analisados, mesmo durante a monitoração do processo, sob

a forma de gráficos ou tabelas. Através dos Softwares também é possível efetuar Controle Estatístico do Processo, que analisa os mesmos dados dos arquivos históricos. Estes mesmos dados ainda podem ser analisados e trabalhados em diversos utilitários, como planilhas ou banco de dados.

3.2 Softwares de Supervisão Disponíveis no Mercado

Atualmente são encontrados no mercado brasileiro uma grande variedade de softwares de supervisão , como exemplos pode-se citar:

- **Sistema de Gerenciamento MICROBLAU**
- **System 600 APOGEE da Landis & Staefa**
- **UniSoft Gerenciamento e Supervisão de Processos**
- **Elipse software**

De forma geral os Softwares de Supervisão são sistemas de gerenciamento completos para interface do operador com o processo.

Eles podem controlar processos frigoríficos, unidades condensadoras, câmaras frigoríficas etc. garantindo redução no consumo de energia, custos operacionais, aumento de confiabilidade do processo e a vida útil dos equipamentos.

Possuem:

- **Telas sinópticas (fluxograma);**
- **Alarmes;**

- **Tendências Históricas (gráficos de variáveis);**
- **Estatísticas (cálculos);**
- **Relatórios (Documentação impressa);**
- **Modulo de ajuda ao processo (orientação);**
- **Manutenção (rotinas com mensagens programadas);**
- **Receitas (carregamento rápidos).**

3.2.1 Sistema de Gerenciamento MICROBLAU

O sistema Modular MICROBLAU é composto por controladores microprocessados totalmente programáveis e dedicados, com softwares específicos para aplicações em ar condicionado.

Estes controladores unem as vantagens dos sistemas programáveis pelo usuário com a dos dedicados e que possuem softwares pré-programados já incorporados aos controladores, podendo, assim, serem agrupados de forma a atender a cada aplicação, seja ela de porte pequeno, médio ou grande.

O Sistema de Gerenciamento MICROBLAU tem como hardware básico microcomputadores da linha PC, operando em ambiente Windows, permitindo a interface do operador com o processo controlando e supervisionando equipamentos como: centrais de água gelada, chillers, fan-coils, sistemas de ventilação e exaustão, balcões frigoríficos etc.

3.2.2 System 600 APOGEE da Landis & Staefa

Este sistema permite fácil acesso, e troca de informações em tempo real. Tem alta performance e eficiência, podendo ser adaptado as mais diversas aplicações exigidas pelo mercado.

Opera em ambiente Windows, permitindo o controle e supervisão com uma interface do operador com o processo. As variáveis do processo podem ser visualizadas de forma gráfica, possibilitando uma fácil e rápida compreensão do processo monitorado por múltiplas estações de trabalho.

3.2.3 UniSoft Gerenciamento e Supervisão de Processos

UniSoft é uma coleção poderosa de Softwares de Automação e Supervisão com interface homem-máquina, que pode ser controlado por computadores tipo PC, ou por uma rede de computadores que gerencia sistemas de pequeno porte ou até grande edifícios.

UniSoft possui drivers de comunicação para supervisionar e controlar os equipamentos da maioria dos fabricantes. Permite acesso profundo dos usuários aos displays e banco de dados com segurança.

3.2.4 Elipse Software

A Elipse software é uma empresa brasileira que criou uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento de sistemas de supervisão e controle de processos.

No Brasil o software da Elipse é utilizado pelas principais indústrias, nos mais diversos ramos de atividade. Podendo ser citados como principais clientes o Banco Itaú, Michelin, General Motors, Mercedes Benz, Fiat, Sadia, Perdigão, Batavo, Ceval entre outras.

O software Elipse para a criação de aplicativos de supervisão e controle nas mais diversas áreas é acessível, amigável e totalmente flexível, é a ferramenta ideal para automação pois elimina a necessidade de soluções demoradas e caras, garantindo competitividade, eficiência e qualidade ao seu processo.

Tem alto desempenho aliado à novos e poderosos recursos que facilitam a tarefa de desenvolvimento de suas aplicações. Pode ser totalmente configurável pelo usuário e as variáveis do processo podem ser visualizadas de forma gráfica permitindo, em tempo real, uma fácil e rápida compreensão do que está acontecendo no processo monitorado. Estão disponíveis vários objetos de tela como por exemplo gráficos de barra, tendências, displays, gauges, etc., permitindo o envio ou recebimento de informações dos equipamentos de aquisição de dados através de setpoints, sliders ou botões.

Permite modificar qualquer parâmetro interno ou externo à aplicação em execução, pois qualquer atributo ou propriedade pode ser aberta pelo usuário. Possibilita também, a edição de aplicativos através da ferramenta de configuração on-line, sem necessidade de interromper a

execução das tarefas de supervisão.

A troca de informações é possível com qualquer equipamento de aquisição de dados do sistema, tais como PLC's (Controladores Lógicos Programáveis) , DAC's (Cartões de Aquisição de Dados), RTU's (Unidades Remotas), controladores e outros tipos de equipamentos.

A criação de interface gráfica orientada a objeto para o usuário, é feita de maneira simples e rápida, estando disponíveis recursos de animação em uma biblioteca gráfica específica, bem como permite a utilização de desenhos de qualquer editor gráfico, para facilitar a criação de sinóticos.

O Elipse software não exige a utilização de módulos externos para a impressão de relatórios. Pode-se criar qualquer tipo de relatório, seja em modo gráfico, texto e formatado pelo usuário. Para a impressão, podem ser realizados filtros por tempo, ou por intervalo de dados.

A supervisão de uma instalação pode ser feita de qualquer parte do mundo, pois o Elipse WEB permite com excelente performance a transmissão de dados e carregamento das telas, através de um navegador comercial, a visualização das mesmas telas monitoradas e controladas pelo Elipse.

3.3 Considerações Finais

Os Sistemas de Supervisão estão se tornando, cada vez mais, uma ferramenta indispensável no processo produtivo. Como principais vantagens da sua utilização, pode-se ressaltar:

- **Redução dos custos de interligação entre o processo e a sala de controle;**
- **Redução dos custos de manutenção, substituição e expansão;**
- **Facilidade de expansão do sistema, de acordo com as variações do tamanho da planta;**
- **Centralização da Gerência e Supervisão do Processo;**
- **Redução dos custos de partida pela menor perda de materiais e energia, com utilização de parâmetros armazenados ou receitas otimizadas em casos de processos repetitivos;**
- **Melhoria da qualidade de produção com a otimização do processo.**

4. FRIGOFACIL: SISTEMA PARA DIMENSIONAMENTO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS

4.1 Considerações Iniciais

Na área de Refrigeração e Ar Condicionado, exige-se do técnico conhecimentos específicos para elaboração de projetos de câmaras frigoríficas. Cabe ao técnico, conhecer os mais diversos conteúdos envolvidos no processo para dimensioná-las. Todos os dados necessários a confecção deste projeto, estão espalhados nas mais diversas literaturas. Em geral, ocorre que dados relativos há determinados produtos estão em alguns livros, detalhes de máquinas estão em catálogos de fabricantes e dados mais específicos muitas vezes têm que ser interpolados ou mesmo estimados, já que não são conhecidos, acarretando erros e dificuldades para se precisar o dimensionamento.

Para os estudantes de Refrigeração e Ar Condicionado isto gera dificuldades ainda maiores, já que eles não contam com a experiência de campo que os profissionais da área possuem, pelos anos trabalhados em projetos. Além disso, estes estudantes dispõem de pouca literatura onde possam fazer pesquisas de dados e tabelas relativas aos itens que desejam dimensionar.

Baseado nestas considerações é que foi criado o FRIGOFACIL, que objetiva englobar em uma só ferramenta todos os dados relativos ao dimensionamento de câmaras frigoríficas, e ainda possibilita uma interface para visualização de todo o sistema de refrigeração em funcionamento.

4.2 Modelo Computacional para Dimensionamento de Câmaras Frigoríficas

Atualmente existem no mercado vários softwares para dimensionamento de câmaras frigoríficas. Alguns, criados pelos fabricantes de equipamentos frigoríficos, que se limitam a dimensionar os parâmetros a partir de inserção de dados e apresentar resultados finais que são direcionados para seus produtos; outros, dimensionam a câmara, mas não tem a preocupação de instruir a pessoa que está utilizando, não dão a possibilidade de conhecer o método de dimensionamento e não explicam porque são considerados determinados parâmetros. Isto cria dificuldades para as pessoas que utilizam o software, bem como insatisfação com os resultados, pois, para muitos produtos que podem ser armazenados nas câmaras não são disponibilizados dados para utilizar o aplicativo.

4.2.1 Desenvolvimento

Para se preencher a lacuna deixada pelos softwares que estão disponíveis no mercado, criou-se um modelo computacional mais completo que dimensione todos os parâmetros, quer sejam mecânicos ou elétricos e que explique as variáveis do processo, seja através de comentários explicativos ou através de um fluxograma animado que simula o funcionamento do sistema de refrigeração.

4.2.2 Características Básicas do Modelo Computacional

O modelo computacional apresenta a seguinte lógica de funcionamento:

Através de várias tabelas implementadas em planilhas do Microsoft Excel são executados comandos de busca de dados que retornam a tela principal em campos pré definidos. Estes dados retornados são computados com valores pré estabelecidos ou buscados nas várias planilhas, calculando e preenchendo outros campos, fornecendo assim os parâmetros desejados.

Nas primeiras telas são retornados dados relativos ao cálculo da carga térmica que irá servir de base para o cálculo dos parâmetros relativos ao dimensionamento da Unidade Evaporadora e Condensadora.

Os dados relativos às Unidades Evaporadora e Condensadora, fornecem subsídios necessários ao mecanismo de busca objetivando retornar a uma nova tela os dados de acessórios e de componentes elétricos .

As informações relativas aos diagnósticos são retornados a uma tela em função de uma seleção feita no menu de sintomas.

Como ultima opção, é disponibilizado o fluxograma esquemático demonstrativo, que possibilita visualizar o funcionamento de um sistema de refrigeração com seus componentes que foram dimensionados anteriormente e a sua função no circuito. Este fluxograma foi elaborado no software de supervisão ELIPSE.

4.2.3 Ambiente de Desenvolvimento do Modelo Computacional

O ambiente de desenvolvimento possui duas características fundamentais em um sistema computacional: acessibilidade e comunicabilidade. A acessibilidade permite que o sistema seja utilizado pela maioria das pessoas como uma planilha eletrônica, que são softwares amplamente disponíveis em computadores. A comunicabilidade do usuário com o sistema computacional deve satisfazer os seguintes requisitos:

- O sistema deve possibilitar um processo de aprendizado simples e eficiente, facilitando sua utilização final;
- As funções do sistema devem estar acessíveis através de um número mínimo de passos;
- O sistema deve fornecer a maior quantidade possível de informações para englobar em um mesmo aplicativo os mais diversos dados que estão dispersos nas várias bibliografias;
- O sistema deve possibilitar a inclusão de novos produtos no banco de dados.

O modelo computacional para dimensionamento de câmaras frigoríficas foi desenvolvido utilizando-se a planilha eletrônica Microsoft Excel e o sistema operacional Windows 95, satisfazendo os requisitos propostos inicialmente.

4.2.4 Planilhas Básicas Definidas no Modelo Computacional

O desenvolvimento do modelo computacional exigiu a definição das planilhas básicas que são apresentadas na FIGURA 4.1, em conjunto com derivações destas planilhas. O sistema FRIGOFACIL possui na sua estrutura uma grande quantidade de tabelas que foram distribuídas nas várias planilhas. A exposição de todas as planilhas não é objetivo do presente trabalho. Entretanto, as planilhas que são visíveis ao usuário, representadas na FIGURA 4.2, são a seguir, comentadas, com a intenção de demonstrar a filosofia e as capacidades do sistema.

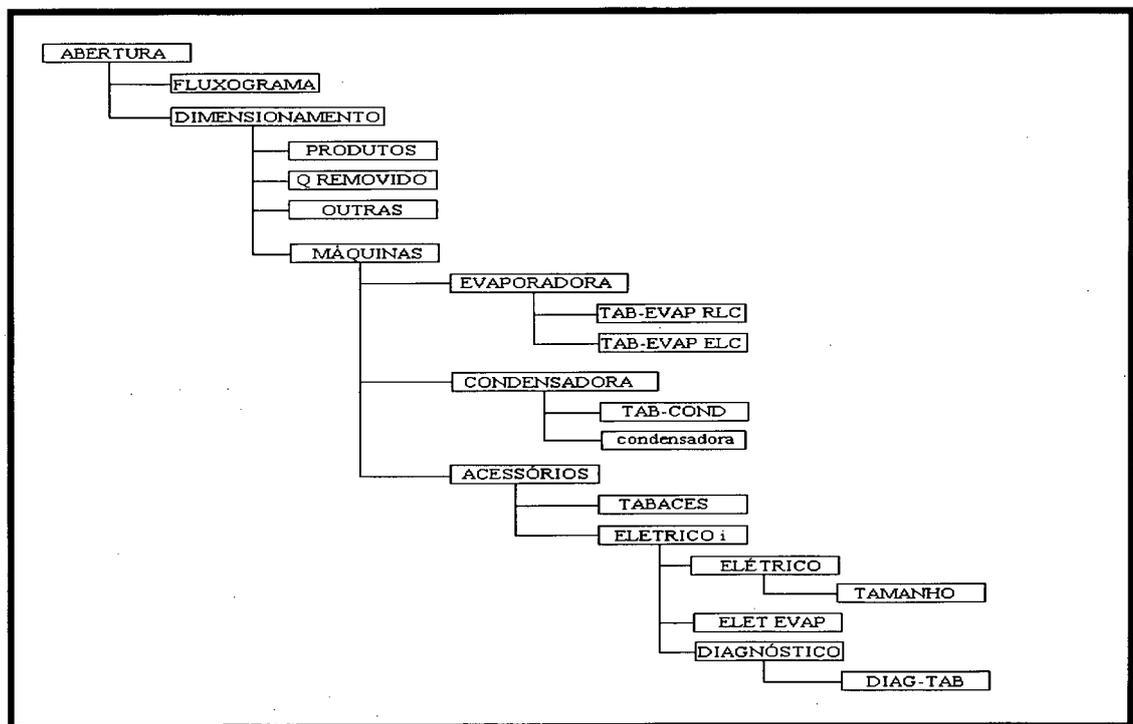


FIGURA 4.1 - Planilhas Básicas Definidas no Sistema FRIGOFACIL

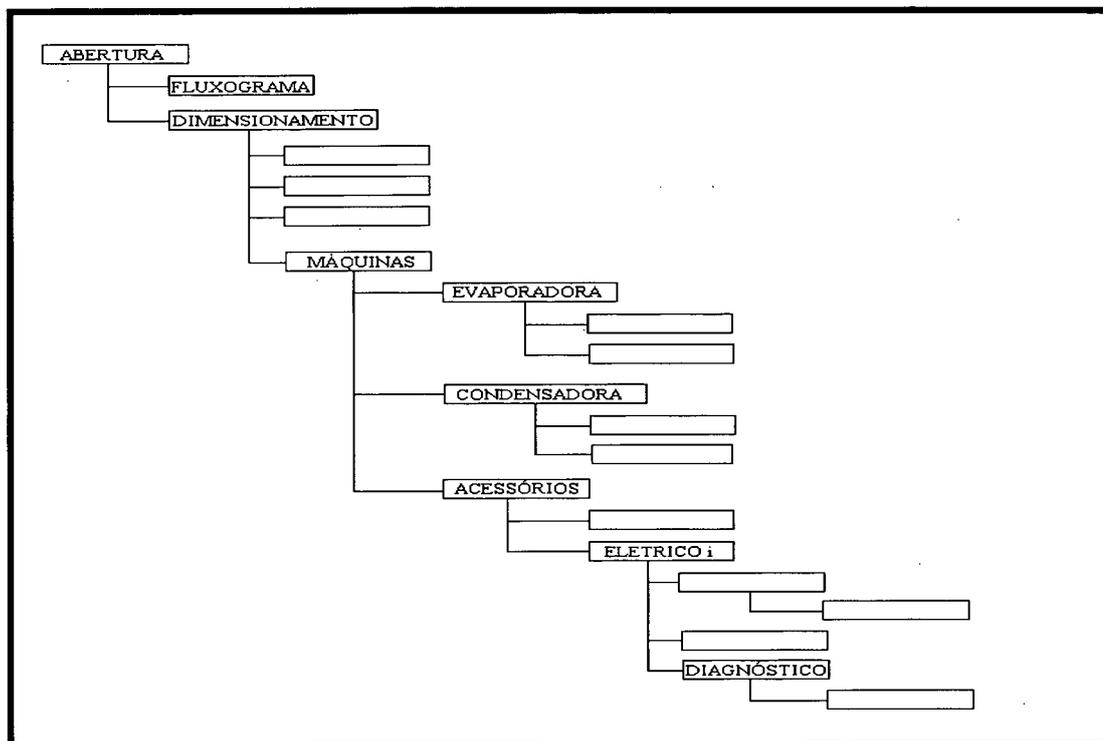


FIGURA 4.2 - Planilhas Visíveis ao Usuário

- **Abertura:** É a planilha de apresentação do Sistema FRIGOFACIL (FIGURA 4.3). A partir dela que é dado acesso a planilha de dimensionamento ou a apresentação do fluxograma animado de funcionamento do sistema de refrigeração.
- **Fluxograma:** A partir de um hiperlink com a planilha de abertura são representados os dispositivos de funcionamento de um sistema de refrigeração, bem como o seu ciclo de funcionamento.
- **Dimensionamento:** Consiste de duas planilha onde são inseridos os dados relativos ao dimensionamento para o cálculo da carga térmica do sistema.

- **Máquinas:** É o hiperlink que permite acessar as planilhas relativas aos dados calculados para fornecimento das máquinas da Unidade Evaporadora e Condensadora.
- **Evaporadora:** Consiste na planilha que fornece todos os dados relativos a Unidade Evaporadora selecionada a partir da carga térmica calculada.
- **Condensadora:** Consiste na planilha que fornece todos os dados relativos a Unidade Condensadora selecionada a partir da carga térmica calculada.
- **Acessórios:** É a planilha que retorna os dados relativos aos acessórios selecionados após o cálculo da carga térmica.
- **Elétrico i:** Consiste na planilha que retorna os dados dos componentes elétricos calculados e selecionados, após a definição das unidades evaporadora e condensadora.
- **Diagnóstico:** É a planilha que retorna os dados relativos aos diagnósticos de manutenção do sistema a partir da seleção de sintomas selecionados pelo usuário.

4.2.5 Sistema FRIGOFACIL: Uma Visão Geral

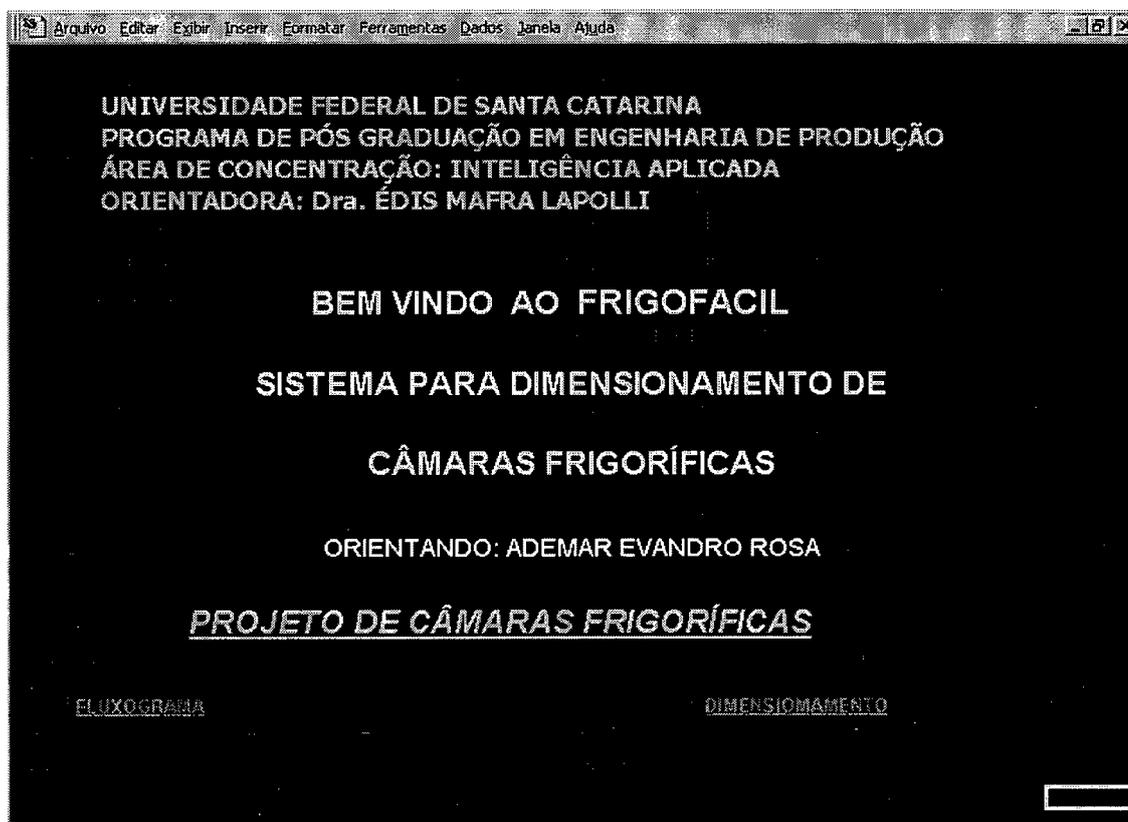


FIGURA 4.3 – Planilha de Apresentação do Sistema

Operacionalmente o sistema FRIGOFACIL está organizado para dimensionar câmaras frigoríficas de até 90 m² a partir da seleção do tipo de produto e quantidade a ser armazenada fornecida pelo usuário, (FIGURA 4.4). Com estes dados são retornados a planilha dimensionamento os dados de densidade de estocagem por área de piso [kg/m²], temperatura de entrada do produto, temperatura interna da câmara para armazenagem do produto e temperatura de congelamento.

no degelo natural o sistema trabalha 16 horas, e para o degelo artificial o sistema trabalha 20 horas.

Os dados relativos à área de piso padrão, altura, largura, comprimento, volume e área superficial, dependem da densidade de estocagem, ou seja quantos quilogramas de produto podem ser armazenados por m^2 de área de câmara. Estes dados são definidos de acordo com a quantidade de produto a ser armazenada, e previamente tabelados. Para este sistema utilizamos câmaras com o padrão MIPAL de até $90m^2$.

Com todos os dados relativos aos produtos selecionados e retornados a planilha de dimensionamento, são calculadas as perdas de carga térmica por:

- **Penetração:** que considera apenas o isolante térmico como resistência à troca de calor por condução;
- **Infiltração:** que é considerada em função da abertura da porta da câmara por onde entra ar quente que deve ser resfriado e desumidificado;
- **Produto:** o produto que entra na câmara deve ser resfriado até a temperatura de condicionamento num tempo que é chamado de tempo de condicionamento;
- **Iluminação:** a carga térmica gerada pela iluminação dentro da câmara é calculada considerando-se $10W/m^2$ e o tempo de funcionamento de 2 horas/dia;
- **Motores:** a carga térmica de funcionamento dos motores é considerada, pois há o aquecimento dos ventiladores do evaporador dentro da câmara;

- **Pessoas:** considerando-se que haverá a permanência de uma pessoa durante 2 horas ao dia dentro da Câmara. Este dado é meramente didático, sendo omitido no cálculo pelos fabricantes.

A soma de todas estas cargas térmicas, representa a potência de refrigeração em Kcal/h que o sistema deve desenvolver para dar conta da carga térmica da câmara com uma folga de 10% em relação aos cálculos. Estes dados estão representados na FIGURA 4.5. Com estes valores, todos os componentes do sistema de refrigeração da câmara frigorífica são selecionados.

UFSC		EPS	
RESULTADOS DAS CARGAS TÉRMICAS CALCULADAS			
Q1 (Penetração) (kcal)	13.005	Q2 (Infiltração) (kcal)	11.217
Q3 (Produto) (kcal)	10.250	Q4 (Iluminação) (kcal)	271
Q5 (Motores) (kcal)	5.296	Q6 (Pessoas) (kcal)	677
Pf (Pot. Friqor.) (kcal)	2.545	Q_{TOTAL} (kcal)	40.716
Pf (10%) (kcal)	2.799	Pf (10%) (Btu/h)	11.116
Pf (10%) (kW)	3,26	Pf (10%) (TR)	0,93
Selecione a pasta Máquina		Page Up	
UFSC		EPS	

FIGURA 4.5 - Planilha de Dimensionamento da Carga Térmica

Na planilha máquina (FIGURA 4.6), após o cálculo da carga térmica são definidos os equipamentos da Unidade Condensadora. A Unidade Condensadora compreende o conjunto compressor-condensador e o tanque de líquido no caso dos modelos da marca

Coldex-Frigor, que é o modelo adotado para este sistema. Nesta unidade são listados os seguintes componentes:

- Modelo de unidade;
- Modelo do compressor;
- Capacidade em Kcal/h do modelo;
- Potência dos motores do compressor em HP;
- Rotação do compressor em RPM;
- Sucção: bitola da sucção em polegadas;
- Saída: bitola da saída em polegadas;
- Polia do motor em milímetro.

SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	
Carga Térmica calculada	2.799
Capacidade (kcal/h)	2799
$\Delta T (^{\circ}C)$	6
Temp. Evaporação ($^{\circ}C$)	-26
Temp Interna $T_i (^{\circ}C)$	(20)
$T_{amb} (^{\circ}C)$	35
Temp. Condensação ($^{\circ}C$)	45 a 50

UNIDADE CONDENSADORA DADOS SELECIONADOS	
Capacidade (kcal/h)	3785
Potência do Motor (HP)	4
Modelo de Unidade	U.C. 003/1
Rotação do Compressor (rpm)	700
Modelo do Compressor	V-S
Sucção (")	1/2" B
Polia do Motor (mm)	190
Saída (")	1/4"

Page Down

FIGURA 4.6 - Planilha Condensadora

Na planilha evaporadora (FIGURA 4.7) são definidos os componentes da Unidade Evaporadora. Para este sistema foram utilizados equipamentos da McQuay que são compostos por:

- Modelo da unidade;
- Capacidade da unidade em Kcal/h;
- Entrada: bitola da entrada em polegadas;
- Saída: bitola da saída em polegadas;
- Corrente dos ventiladores em ampères;
- Potência dos ventiladores em watts.

McQUAY UNIDADE EVAPORADORA DADOS SELECIONADOS			
Capacidade (kcal/h)	3055	Temp. Evaporação (°C)	-26
Modelo de Unidade	105B	Temp interna Ti (°C)	20
		ΔT (°C)	6
Entrada (")	1/2"	Corrente (A)	1,8
Saída (")	7/8"	Potência (W)	270

VAI PARA PASTA ACESSÓRIOS

Page Up

FIGURA 4.7 - Planilha Evaporadora

A planilha acessórios (FIGURA 4.8), fornece os dados selecionados para os acessórios que fazem parte do sistema de refrigeração da câmara frigorífica. Para estes sistemas são utilizados equipamentos da marca FLIGOR, são eles:

- **Válvula de expansão:** selecionada em função da capacidade requerida (carga térmica) e da temperatura de evaporação e de condensação em que deve operar.
- **Pressostatos conjugados de alta e baixa;**
- **Termostato:** de contato ou espiral;
- **Filtro universal;**
- **Válvula solenóide;**
- **Visor de líquido;**
- **Separador de óleo;**
- **Separador de líquido.**

UFSC FPS

FLIGOR **ACESSÓRIOS**

VÁLVULA DE EXPANSÃO (FLIGOR) TADX 1.5

PRESSOSTATOS CONJUGADOS ALTA E BAIXA PAB 5A-100-RMA

TERMOSTATO CONTATO TB-1.30

FILTRO UNIVERSAL FD - 082

VÁLVULA SOLENÓIDE EVS - 10

VISOR DE LÍQUIDO VU - 6

SEPARADOR DE ÓLEO SOH 10

SEPARADORES DE LÍQUIDO LS - 20

[VAI PARA PASTA DIMENSIONAMENTOS ELÉTRICOS](#)

UFSC FPS

FIGURA 4.8 - Planilha Acessórios

Na planilha Eletrico i (FIGURA 4.9), são selecionados os equipamentos elétricos necessários para acionamento das máquinas e proteção elétrica da Unidade Evaporadora e Condensadora. Neste sistema seleciona-se equipamentos de acionamento e proteção da WEG S.A., a partir dos dados relativos a Potência e corrente elétrica retornados a planilha evaporadora e condensadora citados anteriormente, são eles:

- **Contactoras;**
- **Fusíveis;**
- **Relé de sobrecarga e faixa de atuação;**
- **Condutores;**
- **Disjuntor geral.**

Unidade Evaporadora	
Potência (W)	546
Corrente (A)	1,8
Contactor	CW 07 (WEG)
Relé de Sobrecarga	RW 27.1
Faixa	1,8 - 2,8
Fusível (A)	6
Unidade Condensadora	
Potência (Hp)	4
Potência (W)	2984
Corrente (A)	6,98
Contactor	CW 07
Relé de Sobrecarga	RW 27.2
Faixa (A)	22 - 32
Fusível (A)	16
Geral	
Corrente Total (A)	8,78
Condutor (mm ²)	2,5
Disjuntor Geral (A)	TQC 3445

VAI PARA DIMENSIONAMENTO

VAI PARA DIAGNÓSTICO

FIGURA 4.9 - Planilha Elétrico i

A planilha Diagnóstico (FIGURA 4.10) foi criada objetivando fornecer ao usuário subsídios necessários para diagnosticar e corrigir os problemas de um sistema de refrigeração de uma câmara frigorífica, fornecendo uma listagem de sintomas mais comuns e suas soluções. Para operar a planilha basta selecionar o problema verificado no sistema de refrigeração que retornará a tela os possíveis diagnósticos para sua solução.

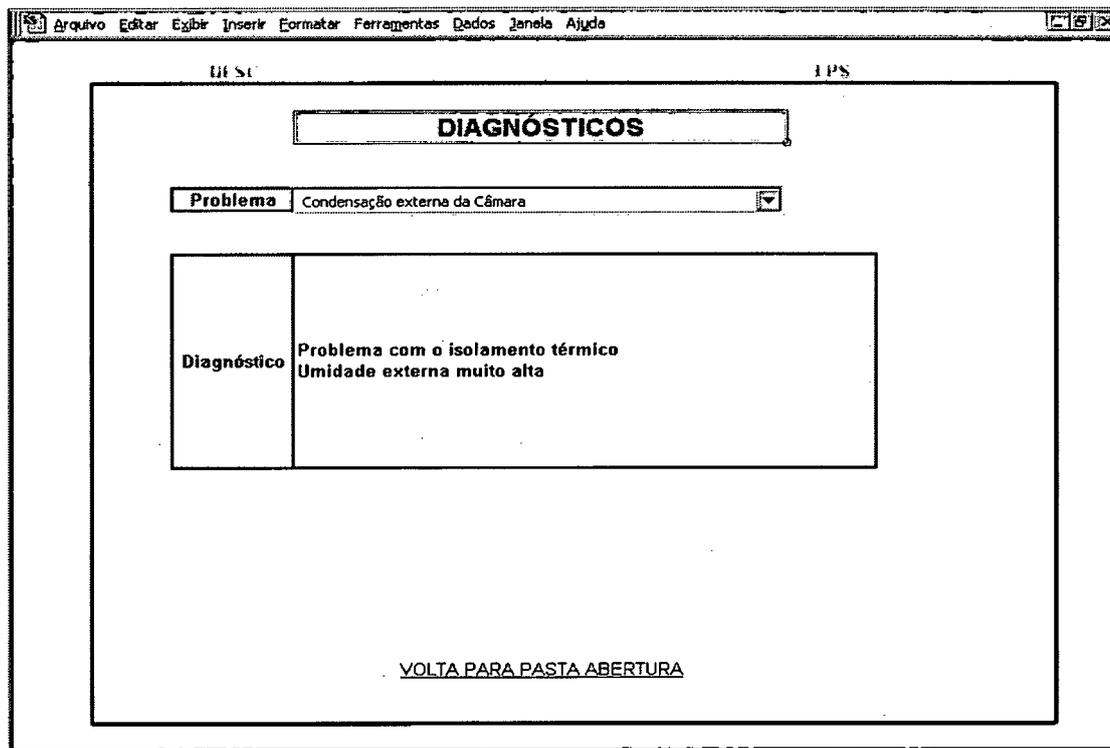


FIGURA 4.10 - Planilha Diagnóstico

Por último está a disposição o fluxograma animado de funcionamento do sistema de refrigeração (FIGURA 4.11) e a tela de monitoramento de umidade e temperatura (FIGURA 4.12). Este fluxograma possibilita visualizar todo o ciclo de refrigeração, os componentes do sistema e suas funções, os dispositivos de controle e acionamento, setpoints de temperatura e umidade e alarmes de processo. Desta forma é possível supervisionar e controlar todo o processo de uma sala de controle ou de qualquer local onde se desejar operar o sistema.

O sistema para ser configurado exigiu a implementação de várias funções para execução de operação e retorno de valores. Uma função é uma fórmula especial predefinida que executa uma operação com valores e retorna um valor ou valores. A utilização destas funções simplifica e reduz o número de cálculos e fórmulas das planilhas.

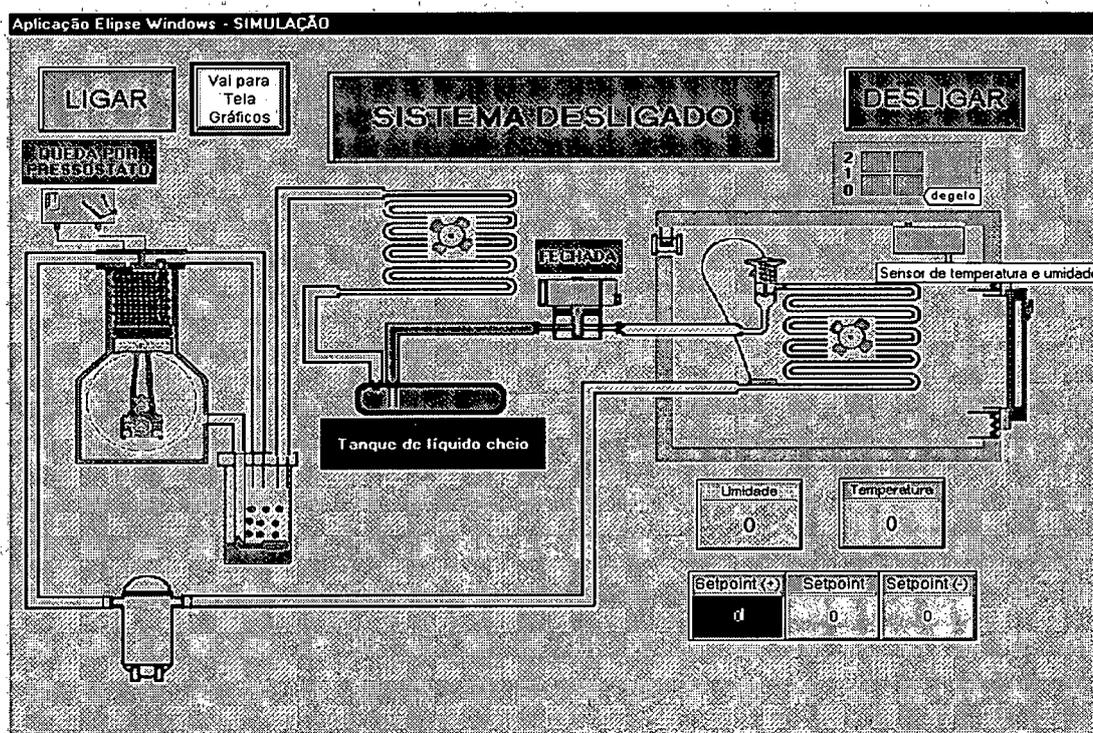


FIGURA 4.11 - Tela de Supervisão (Fluxograma)

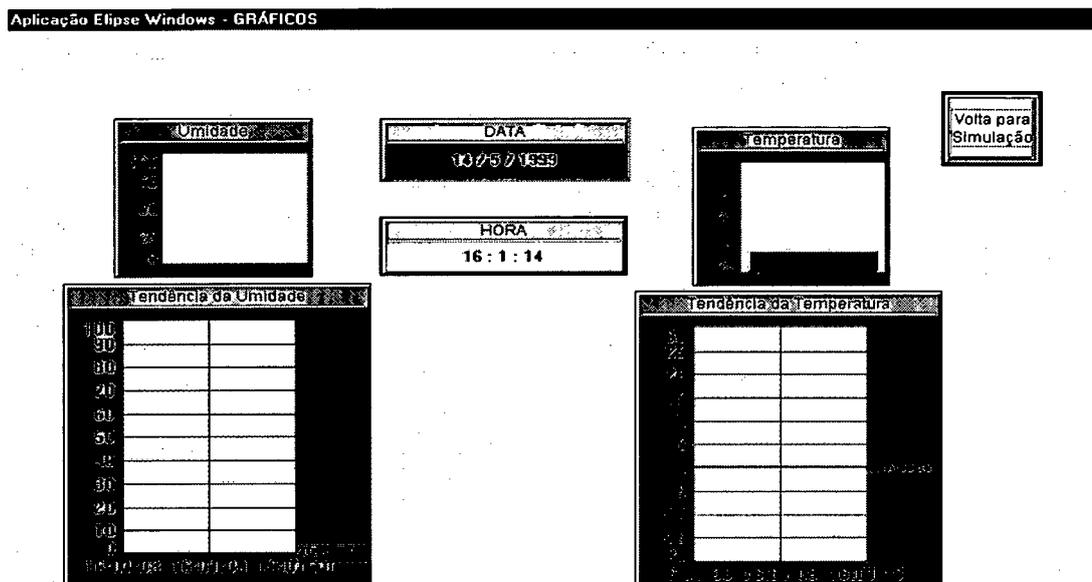


FIGURA 4.12 – Tela para Monitorar Temperatura e Umidade

4.3 Funções Implementadas

As funções implementadas nas planilhas estão agrupadas da seguinte forma:

- **Funções Matemáticas que utilizam operadores aritméticos:** Executam operações matemáticas básicas ou combinam valores numéricos e geram resultados nos elementos de uma fórmula;
- **Funções de Procura e Referência:** Em uma tabela de referência, pode-se usar fórmulas de planilhas para localizar um item ou dado associado a outro item de dados na mesma lista;
- **Funções de Lógica:** Verificam se uma condição é verdadeira ou falsa ou para inverter diversas condições;
- **Funções de Texto:** Une dois ou mais valores de texto, formando um único valor de texto combinado.

4.3.1 Funções Matemáticas que Utilizam Operadores Aritméticos

Os operadores aritméticos são usados para especificar as operações, como adição, subtração, divisão e multiplicação. Além destes operadores foram utilizados exponenciação, logaritmo natural e raiz quadrada.

4.3.2 Funções de Procura e Referência

As funções de procura e referência são utilizadas para localizar itens ou dados associados a outros itens de uma mesma lista. Abaixo estão apresentadas as funções de procura e referência utilizadas no desenvolvimento do sistema FRIGOFACIL.

PROCV – A Função PROCV compara o valor de pesquisa com a primeira coluna da tabela e em seguida retorna um valor associado da mesma linha. Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=PROCV(valor_procurado;matriz_tabela;núm_índice_col;intervalo_procura).

O argumento “valor_procurado” especifica o valor de pesquisa que se deseja comparar com a primeira coluna na lista.

O argumento “matriz_tabela” especifica o intervalo que contém toda a lista.

O argumento “índice_col”, identifica a coluna que contém o valor que deve ser retornado.

PROCH – É utilizada quando a tabela de referência for definida de forma que os valores procurados estejam na primeira linha em vez da primeira coluna. Os argumentos são os mesmos utilizados em PROCV, mudando apenas para índice linha em vez de coluna.

CORRESP – Retorna a posição relativa de um item de uma matriz que corresponda a um valor específico em uma ordem específica.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=CORRESP(Valor_procurado;Matriz_procurada;Tipo_correspondência).

O argumento “Valor_procurado” é o valor utilizado para localizar o valor desejado na matriz, podendo ser um número, texto, um valor lógico ou um nome que faça referência a um destes valores.

O argumento “Matriz_procurada” é um intervalo contíguo de células que contém valores possíveis de procura, uma matriz de valores ou uma referência a uma matriz.

O argumento “Tipo_correspondência” é um número 1,0 ou -1 indicando qual valor retornar.

ENDEREÇO – Cria uma referência de célula como texto, de acordo com números de linha e coluna específicos.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=ENDEREÇO(núm_lin;núm_col;núm_abs;a1;texto_planilha).

O argumento “núm_lin” é o número da linha a ser utilizada na referência da célula.

O argumento “núm_col” é o número da coluna a ser utilizada na referência da célula.

O argumento “núm_abs”, especifica o tipo de referência, relativa ou absoluta.

O argumento “a1”, é um valor lógico que especifica o estilo de referência.

O argumento “texto_planilha” é o texto que especifica o nome da planilha a ser utilizada como referência externa.

ÍNDICE – Retorna um valor ou a referência a um valor de uma tabela ou intervalo.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=ÍNDICE(matriz;núm_linha;núm_coluna)

O argumento “matriz” é um intervalo de células ou uma constante de matriz.

O argumento “núm_linha” seleciona a linha na matriz ou referência de onde um valor será retornado.

O argumento “núm_coluna” seleciona a coluna na matriz ou referência de onde será retornado um valor.

INDIRETO – Retorna uma referência indicada por um valor de texto.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=INDIRETO(texto_ref;a1).

O argumento “texto_ref” é uma referência a uma célula que contém uma referência de estilo A1 ou L1C1, um nome definido como uma referência ou uma referência a uma célula como uma seqüência de caracteres de texto.

O argumento “a1” é um valor lógico que especifica o tipo de referência contido em “texto_ref”.

HYPERLINK – Cria um atalho ou salto que abre um documento armazenado no disco rígido, em servidor de rede ou na Internet.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=HYPERLINK(local_vínculo;nome_amigável).

O argumento “local_vínculo” é o texto que informa o caminho e nome de arquivo do documento a ser aberto, um local no disco rígido ou endereço de rede ou na Internet.

O argumento “nome_amigável” é o texto ou número que é exibido em uma célula. Quando não especificado, a célula exibe o texto “local_vínculo”.

4.3.3 Funções de Lógica

As funções de lógica são utilizadas para verificar se uma condição é verdadeira ou falsa ou para inverter diversas condições. Abaixo são descritas as funções de lógica utilizadas na implementação do sistema FRIGOFACIL

SE –Retorna um valor se a condição especificada for avaliada como verdadeira e retorna um outro valor caso seja avaliada como falso.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=SE(teste_lógico;valor_se_verdadeiro;valor_se_falso).

O argumento “teste_lógico” é qualquer valor ou expressão que pode ser avaliada como verdadeiro ou falso.

O argumento “valor_se_verdadeiro” é o valor retornado se “teste_lógico” for verdadeiro.

O argumento “valor_se_falso” é o valor retornado se “teste_lógico” for falso.

E – Retorna verdadeiro se todos os argumentos forem verdadeiros; retorna falso se qualquer argumento for falso.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=E(lógico1;lógico2).

Os argumento “lógico1” e “lógico2” são condições a serem testadas que podem ter valores verdadeiros ou falsos e podem ter valores lógicos, matrizes ou referências.

4.3.4 Funções de Texto

As funções de texto unem dois ou mais valores de texto, formando um único valor de texto combinado. Abaixo estão descritas as funções de texto utilizadas no sistema FRIGOFACIL.

CONCATENAR – Agrupa vários itens de texto em um item de texto.

Para esta função é digitada a seguinte sintaxe em uma célula vazia da planilha:

=CONCATENAR(texto1;texto2...).

O argumento “texto1”;”texto2”, é a seqüência de caracteres de texto a serem agrupadas em uma única seqüência de caracteres, podendo ser seqüência de texto, números ou referências a células únicas.

4.4 Considerações Finais

O sistema FRIGOFACIL foi desenvolvido para suprir uma necessidade acadêmica que é o ensino de dimensionamento de câmaras frigoríficas. Softwares disponíveis apresentam, de forma geral, limitações quanto a forma de apresentação, dificuldade de manuseio, poucos produtos que podem servir de base para dimensionamento e direcionamento para o tipo de máquina que o fabricante produz. A

despreocupação quanto a forma de orientar o usuário e principalmente o estudante gera dúvidas no decorrer da utilização dos softwares e muitas vezes incertezas quanto aos resultados.

O sistema FRIGOFACIL foi desenvolvido como um protótipo que tem potencial para eliminar todas estas dificuldades anteriormente citadas. Permitindo que o usuário insira outros tipos de produtos que não estão listados nesta primeira etapa do protótipo, e a facilidade para se disponibilizar tabelas referentes a outras marcas de equipamentos, faz do sistema uma ferramenta extremamente eficaz para o ensino e dimensionamento de câmaras frigoríficas.

Utilizando como base um software muito difundido no mercado como o Microsoft EXCEL e o Sistema operacional Windows 95 o FRIGOFACIL torna-se um sistema de fácil manuseio e interação com o usuário.

5 . APLICAÇÃO PRÁTICA DO FRIGOFACIL

5.1 Considerações Iniciais

A aplicação prática do Sistema FRIGOFACIL foi realizada na turma 124301 do curso Técnico de Refrigeração e Ar Condicionado da Escola Técnica Federal de Santa Catarina, que funciona na Unidade de Ensino Descentralizada de São José. Esta turma é formada por 23 alunos oriundos da região da grande Florianópolis, e que estão cursando o último ano do referido curso. A grande totalidade dos alunos está realizando estágio curricular nas mais diversas empresas de Refrigeração e Ar Condicionado da região, e já trabalha na prática com projetos, instalação, manutenção e operação de sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado.

O curso técnico de Refrigeração e Ar condicionado é dividido em quatro séries anuais, sendo que no final da terceira série o aluno recebe o certificado de Auxiliar Técnico, e ao final da quarta série recebe o Título de Técnico em Refrigeração e Ar Condicionado

Os procedimentos para dimensionamento de Câmaras Frigoríficas são ministrados na disciplina Desenho de Refrigeração que é oferecida no período de um ano na quarta série do curso. Nesta disciplina, além do dimensionamento de câmaras frigoríficas de pequeno e médio porte, são ensinados a confecção de projetos arquitetônicos das câmaras auxiliados por computador e também os procedimentos adequados para conservação de produtos que serão armazenados em câmaras frigoríficas.

A aplicação do sistema FRIGOFACIL na turma 124301 foi realizada no 4º bimestre do ano letivo de 1999, para que o aluno nesta etapa já tenha condição de utilizar a ferramenta adequadamente e possa comparar a forma de dimensionamento proposta pelo Sistema FRIGOFACIL com a maneira tradicional aplicada em dimensionamento, onde se utiliza uma dezena de tabelas ou utilizando outros aplicativos disponibilizados pela Escola e empresas de Refrigeração.

5.2 Aplicação do Sistema

A aplicação do Sistema FRIGOFACIL na disciplina de Desenho de Refrigeração foi empregada para que os alunos dimensionassem diversas câmaras frigoríficas para armazenagem de vários produtos. Como o Sistema FRIGOFACIL é proposto como uma ferramenta didática para facilitar o ensino e aprendizagem do conteúdo específico de dimensionamento de câmaras frigoríficas, vários exercícios foram propostos aos alunos possibilitando o contato com o sistema e o aprendizado do manuseio da ferramenta.

Como exemplo de aplicação reproduziremos um dos exercícios propostos aos alunos e os resultados obtidos utilizando o Sistema FRIGOFACIL.

Calcule a carga térmica de uma câmara frigorífica a ser instalada na cidade de Florianópolis para a seguinte situação: Armazenagem de 960 Kg de Frutas, para uma temperatura de entrada do produto de 30 °C. O isolamento utilizado deve ser o Poliéstireno (EPS) com classe de isolamento excelente. Esta câmara receberá insolação em uma parede com orientação norte, e o degelo aplicado deve ser natural. Selecione para a carga térmica calculada a Unidade

evaporadora, a Unidade condensadora, os acessórios e as proteções elétricas das máquinas selecionadas.

Para o exemplo apresentado anteriormente o Sistema FRIGOFACIL após a inserção dos parâmetros em suas células respectivas disponibiliza os resultados que estão demonstrados na FIGURA 5.1.

RELATÓRIO FINAL PARA IMPRESSÃO

PRODUTO		CÂMARA			
Tipo do Produto	Frutas	Tl (Interna)	4	AREA (m ²)	15,75
Mov. Diária (Kg)	1500	VOLUME (m ³)	39,36		
CARGA TÉRMICA		REFERÊNCIA FRIGORÍFICA			
Q _{TOTAL} (kcal)	60.881	Pf (10%) (kcal)	4.186		
UNID. CONDENSADORA COLDEX-FRIGOR		UNID. EVAPORADORA BR-CHAY			
Capacidade (kcal/h)	5330	Capacidade (kcal/h)	4655		
Modelo de Unidade	U.C.559	Modelo de Unidade	FLC 160C		
Modelo Compressor	V-S				
ACESSÓRIOS FLIGOR					
VÁLV. EXPANSÃO	TADX 1.5	VÁLVULA SOLENÓIDE	EVS - 10		
PRESSOSTATO	PAB-5A-100-RMA	VISOR DE LÍQUIDO	VU - 6		
TERMOSTATO	CONTATO	SEPARADOR DE ÓLEO	SOH 12		
	TB-T-30	SEPARADOR LÍQUIDO	LS - 20		
FILTRO UNIVERSAL	FD - 162				
PROTEÇÃO ELÉTRICA DA UNIDADE EVAPORADORA WEG					
Potência (W)	270	Contactora	CW 07		
Corrente (A)	1,8	Rele de Sobrecarga	RW 27.1		
Fusível (A)	6	Faixa	1,8 - 2,8		
PROTEÇÃO ELÉTRICA DA UNIDADE CONDENSADORA WEG					
Potência (Hp)	4	Contactora	CW 07		
Potência (W)	2984	Rele de Sobrecarga	RW 27.1		
Corrente (A)	6,98	Faixa (A)	4 - 6,0		
		Fusível (A)	16		
PROTEÇÃO ELÉTRICA GERAL WEG					
Corrente Total (A)	8,78	Disjuntor Geral (A)	TQC 3415		
Condutor (mm ²)	2,5				

FIGURA Nº 5.1 Planilha para Impressão de Dados

5.3 Avaliação do Sistema FRIGOFACIL

Após a aplicação do Sistema FRIGOFACIL para resolução de alguns exercícios propostos como o apresentado anteriormente, os alunos da Turma 124301 do Curso de Refrigeração e Ar Condicionado, responderam a um questionário para a avaliação do Sistema. Foram formuladas as seguintes questões sobre o Sistema:

- 1) Após utilizar o Sistema para dimensionamento de câmaras frigoríficas, você considera o manuseio do sistema:
 Fácil
 Regular
 Difícil

- 2) Qual o período que você levou para se adaptar ao sistema e começar a aplica-lo corretamente:
 2 aulas
 5 aulas
 8 aulas ou mais

- 3) O sistema de auto-ajuda que explica os campos dentro do protótipo é importante no aprendizado de dimensionamento de câmaras frigoríficas:
 Sim
 Não

- 4) **Você considera este sistema mais completo do que os que já foram apresentados?**
- Sim**
 - Não**
 - Igual**
- 5) **Apresentar todos os dados para dimensionamento de câmaras frigoríficas (mecânicos e elétricos) no mesmo sistema é importante para facilitar o aprendizado?**
- Sim**
 - Não**
- 6) **Qual a sua sugestão para melhorar o sistema?**

5.3.1 Apresentação dos Resultados

Os questionários foram distribuídos a 23 alunos da turma 124301 da Disciplina Desenho de Refrigeração sendo que deste grupo 19 foram efetivamente respondidos.

Na questão nº1 que perguntava sobre o manuseio do sistema, foram obtidos os seguintes resultados apresentados na Tabela 5.1 e Figura 5.2

TABELA 5.1 - Manuseio do Sistema FRIGOFACIL

Grau de Dificuldade	Nº de Respostas	%
Fácil	13	68
Regular	6	32
Difícil	0	0

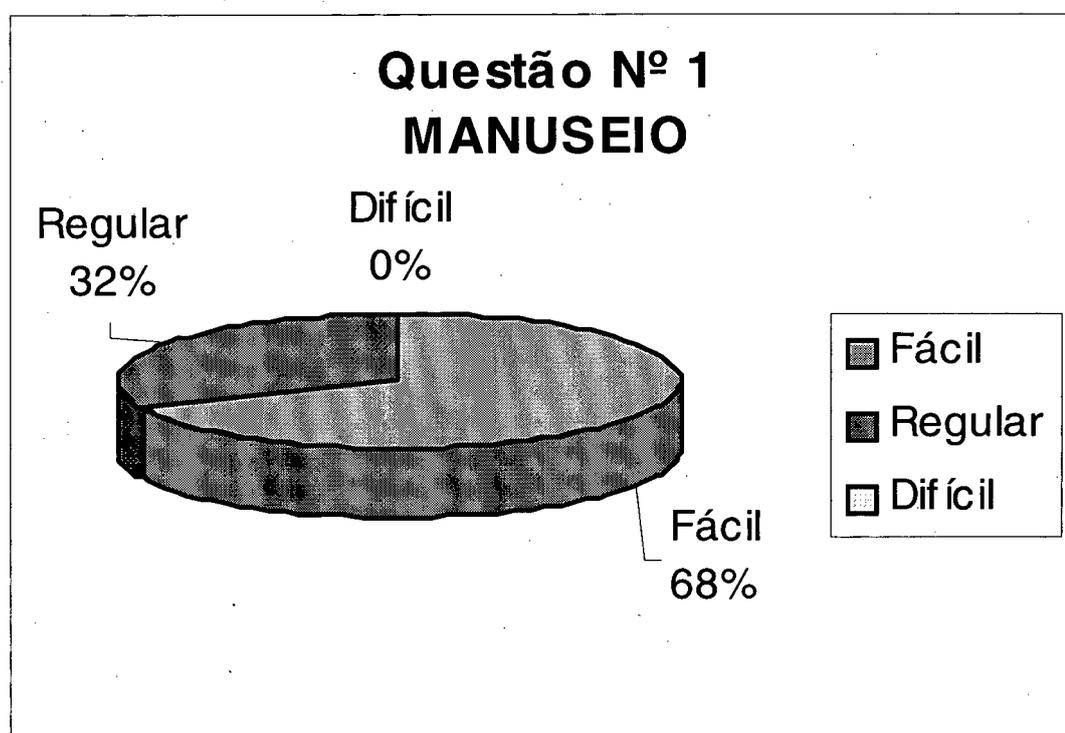


FIGURA 5.2 - Gráfico de Pizza sobre o manuseio do FRIGOFACIL

Com referência a questão nº2, que perguntava sobre o período para adaptação ao sistema, foram obtidos os seguintes resultados mostrados na Tabela 5.2 e Figura 5.3.

TABELA 5.2 - Número de aulas para adaptação ao sistema.

Nº de aulas	Nº de Respostas	%
2 aulas	12	63
5 aulas	7	37
8 aulas +	0	0

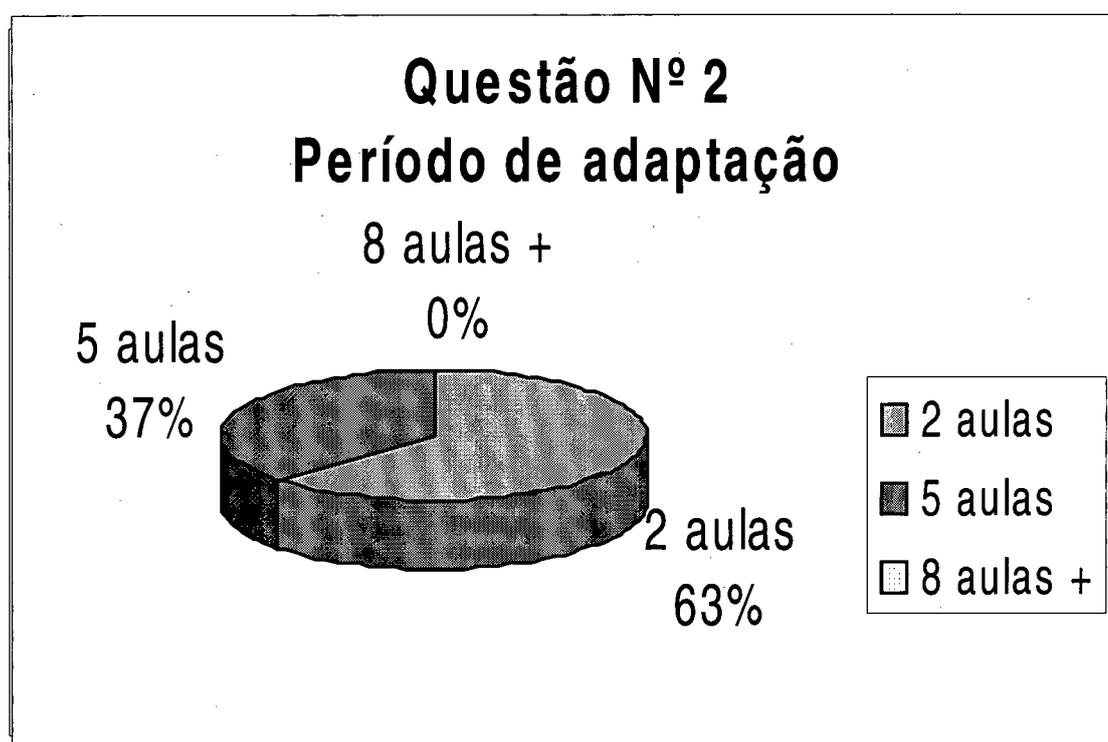


FIGURA 5.3 - Gráfico de Pizza sobre o período de adaptação ao Sistema

No tocante a questão nº 3, que perguntava sobre a importância da auto-ajuda no sistema, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.3 e Figura 5.4.

TABELA 5.3 - Auto-ajuda Sistema FRIGOFACIL

Importante	Nº de respostas	%
Sim	18	95
Não	1	5

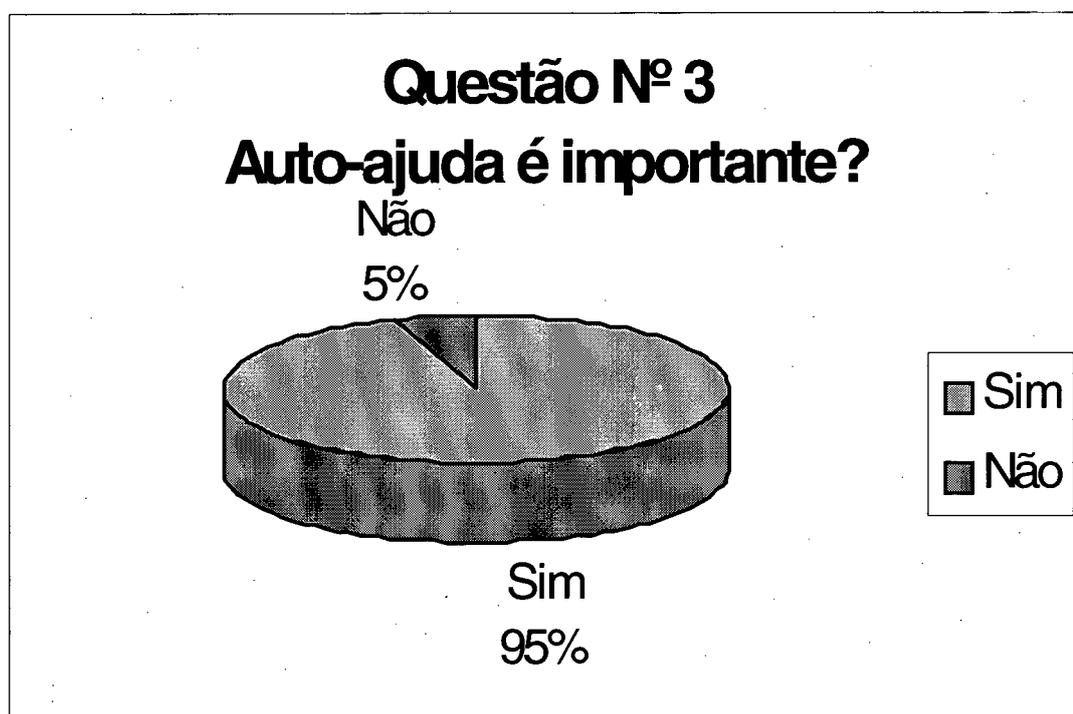


FIGURA 5.4 - Gráfico de pizza sobre a importância do sistema de auto-ajuda

Na questão nº4, que perguntava se o Sistema FRIGOFACIL é mais completo que outros aplicativos para dimensionamento, foram obtidos os resultados mostrados na TABELA 5.4 e na FIGURA 5.5.

TABELA 5.4 - Comparação entre o Sistema FRIGOFACIL e outros aplicativos.

Mais completo	Nº de respostas	%
Sim	15	79
Não	1	5
Igual	3	16

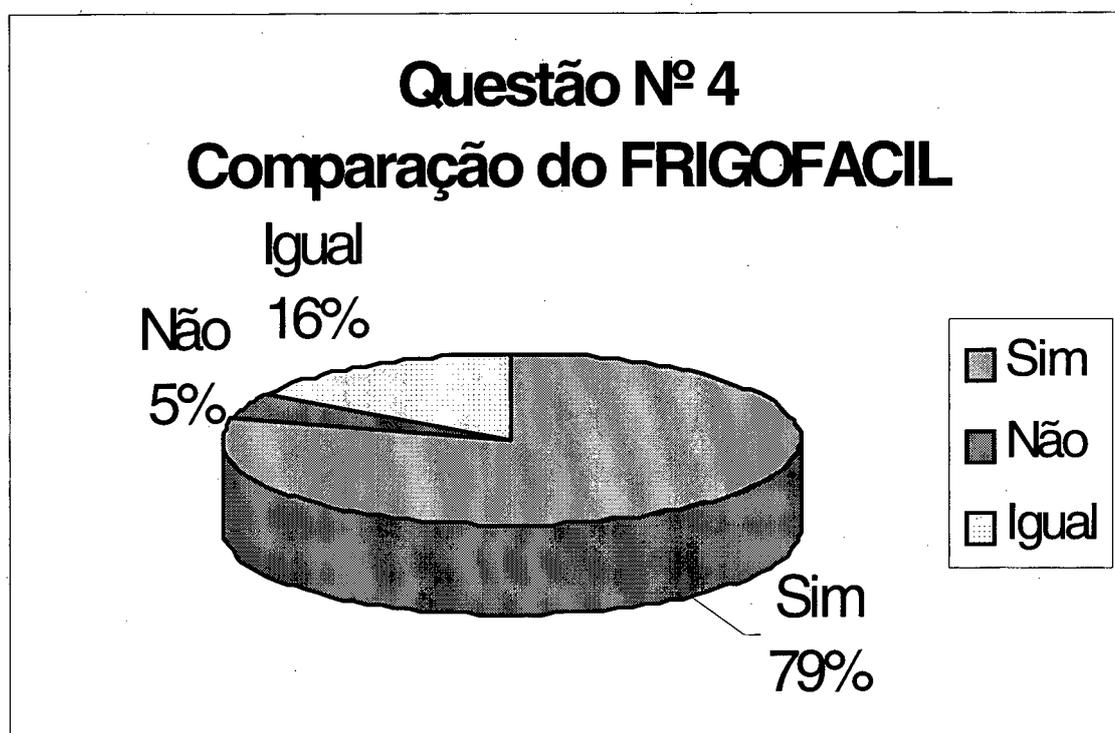


FIGURA 5.5 - Gráfico de pizza sobre a comparação do FRIGOFACIL com outros aplicativos

No tocante a questão nº5, que refere-se a facilidade de aprendizagem quanto a apresentação de todos os dados para dimensionamento de câmaras frigoríficas, (mecânicos e elétricos) do Sistema FRIGOFACIL, foram obtidos os seguintes resultados que estão mostrados na TABELA 5.5 e FIGURA 5.6.

TABELA 5.5 - Facilitação do aprendizado utilizando o Sistema FRIGOFACIL

Facilita a aprendizagem	Nº de respostas	%
Sim	19	100
Não	0	0

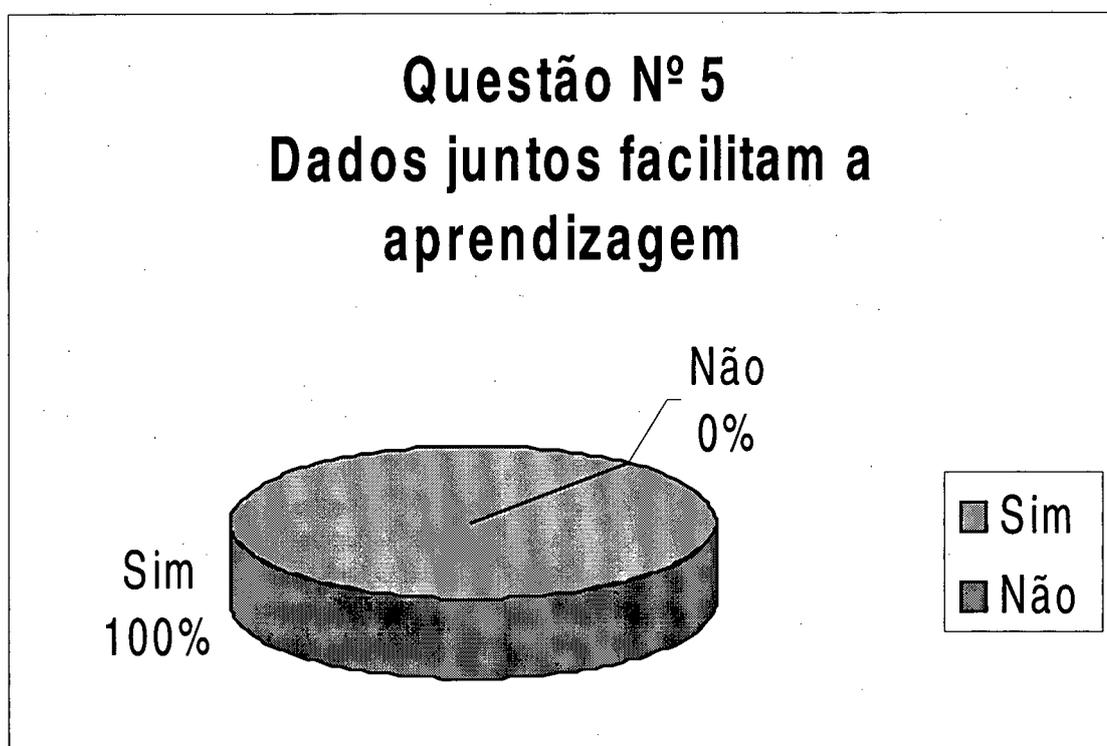


FIGURA 5.6 - Gráfico de pizza dados juntos facilitam a aprendizagem

A questão nº6 solicitava sugestões que possibilitem melhorar o Sistema FRIGOFACIL, Foram obtidos as seguintes sugestões:

- Impressão de dados;
- Melhorar deslocamento entre planilhas;
- Continuar atualizando;
- Mais Produtos;
- Melhorar tela de fundo;
- Mais tabelas;
- Possibilitar o dimensionamento da unidade evaporadora, condensadora para vários produtos;
- Aumentar a tabela de diagnóstico;
- Melhor definição das margens;
- Apresentar aos alunos de forma mais clara.

5.3.2 Análise dos Resultados

Analizando os resultados do questionário respondidos pelos alunos da turma 124301 do curso de Refrigeração e Ar Condicionado, chegamos as seguintes conclusões sobre a utilização do Sistema FRIGOFACIL:

Quanto a forma de manusear o Sistema FRIGOFACIL, 68% dos entrevistados acham que é fácil a utilização da ferramenta e 32% dos entrevistados consideram a forma de manusear regular. Nenhum dos entrevistados considera o manuseio da ferramenta difícil. Como a ampla maioria dos entrevistados respondeu que o manuseio é fácil pode-se concluir que o Sistema FRIGOFACIL é um sistema de fácil manuseio e que atende o objetivo de se tornar uma ferramenta de uso simples e sem complicadores no momento de sua execução.

Quanto ao período em que o aluno levou para se adaptar ao sistema e ter condição de aplicá-lo, 63% dos entrevistados responderam que o tempo necessário para adaptação foi de apenas 2 horas aulas; 37% dos entrevistados responderam que levaram até 5 horas aula; e nenhum dos entrevistados levou mais do que 8 horas aula para adaptar-se ao sistema. Com estes dados pode-se concluir que o tempo necessário para se ensinar o aluno a utilizar o sistema é na maioria dos casos de apenas 2 horas aula, atingindo a totalidade dos casos em no máximo 5 horas aulas. Para obtenção destes resultados leva-se em conta que os alunos tiveram contato anterior com outros métodos de dimensionamento. Este resultado comprova o fato de que o Sistema FRIGOFACIL torna a relação ensino - aprendizagem mais eficiente e dinâmica possibilitando ao professor e alunos maior tempo para estudar outros conteúdos e novas tecnologias na área de Refrigeração.

No que se refere a auto-ajuda que é disponibilizado no FRIGOFACIL para auxiliar na aprendizagem do aluno e facilitar e aperfeiçoar a transmissão do conhecimento entre o professor e os alunos, 95% dos entrevistados responderam que o Sistema de Auto-ajuda é importante no aprendizado de dimensionamento de câmaras frigoríficas e apenas 5% dos entrevistados responderam que não. Com este resultado pode-se concluir que a auto-ajuda do Sistema FRIGOFACIL é aprovado pela grande maioria dos entrevistados, comprovando que o sistema possibilita um aprendizado mais global, permitindo ao aluno solucionar dúvidas quanto aos parâmetros que são considerados no momento de dimensionar câmaras frigoríficas.

Em relação aos aplicativos ou sistemas de dimensionamento apresentados aos alunos, 79% dos entrevistados consideram o Sistema FRIGOFACIL mais completo, 16% dos entrevistados acham que o sistema é igual aos que foram apresentados e 5% acham que os outros

sistemas são mais completos. A partir deste resultado pode-se concluir que comparado aos demais sistemas apresentados aos alunos (sistemas fornecidos por empresas da área de refrigeração), o Sistema FRIGOFACIL é considerado mais completo que outros aplicativos ou sistemas que foram apresentados na disciplina, comprovando que o sistema FRIGOFACIL é mais completo e que contém a maior parte das informações pertinentes ao conteúdo de dimensionamento de câmaras frigoríficas.

Perguntando-se aos entrevistados se a inclusão de todos os dados mecânicos e elétricos no mesmo sistema facilita a aprendizagem, 100% dos entrevistados responderam que sim e nenhum dos entrevistados respondeu que não. A totalidade dos entrevistados considera que o Sistema FRIGOFACIL facilita o aprendizado de dimensionamento de câmaras frigoríficas ao possibilitar que dados mecânicos e elétricos das unidades evaporadora e condensadora sejam dimensionados através do mesmo aplicativo. Esta resposta comprova o objetivo do FRIGOFACIL que é evitar que o estudante tenha que buscar dados e informações em várias fontes como catálogos de fabricantes, livros ou outras publicações.

Na pergunta feita aos entrevistados se poderia sugerir alguma alteração no sentido de melhorar o Sistema FRIGOFACIL, vários entrevistados apresentaram sugestões que efetivamente podem melhorar e incrementar o sistema, entre elas a de se criar uma planilha que apresente os dados mais importantes para serem impressos. A partir desta sugestão foi criada a planilha “IMPRESSÃO” que está apresentada na FIGURA 5.1. Todas as outras sugestões foram consideradas como pertinentes, e que serão posteriormente implementadas a medida em que o Sistema FRIGOFACIL for sendo alimentado com mais dados de produtos, fabricantes e questões relativas a diagnósticos.

5.4 Considerações Finais

O Sistema FRIGOFACIL foi criado objetivando facilitar o aprendizado dos estudantes de Refrigeração e Ar Condicionado. Com a aplicação do sistema na resolução de exercícios em sala de aula, propostos pelo professor da disciplina de Desenho de Refrigeração, e posteriormente, nas respostas apresentadas pelos alunos ao questionário e avaliadas anteriormente, podemos comprovar a efetiva utilidade e eficácia do sistema no auxílio e desenvolvimento de projetos de dimensionamento de câmaras frigoríficas.

Foi comprovado também, através do questionário respondido pelos alunos, que o Sistema FRIGOFACIL permite que em um intervalo de tempo mais reduzido, realize uma tarefa que exigia muito mais tempo em busca de informações relativas a itens como produtos, máquinas e acessórios em diversas publicações.

Em geral o dimensionamento sem a utilização do sistema é mais complicado e difícil, pois exige o manuseio de uma série de tabelas que muitas vezes estão incompletas ou não possibilitam uma maior variedade de produtos fornecidos por fabricantes.

O Sistema FRIGOFACIL apresenta grande vantagem em relação aos aplicativos existentes no mercado pois tem o potencial de poder ser alimentado com dados de qualquer produto e equipamentos permitindo a sua incrementação e atualização constante.

O auto índice de aprovação do Sistema FRIGOFACIL demonstrado pela avaliação feita com os alunos, comprova que o sistema consegue suprir uma necessidade fundamental no ensino

técnico, pelo menos no que tange ao dimensionamento de câmaras frigoríficas, através da criação de ferramentas que facilitam e aperfeiçoam a transmissão do conhecimento do especialista neste caso o professor, para os novos técnicos.

6. Conclusões e Sugestões para Futuros Trabalhos

6.1 Conclusões

O ensino técnico brasileiro está em processo de mudança. Por um lado tem-se a necessidade de investimentos em laboratórios e equipamentos que requerem muito dinheiro, por outro tem-se a necessidade urgente de capacitação e treinamento dos professores para lidar com novas tecnologias e processos que se modernizam a cada dia.

A construção e desenvolvimento de ferramentas e aplicativos que simulem processos e também resolvam problemas é a saída, muitas vezes, mais barata e rápida para se treinar e capacitar tanto professores quanto estudantes.

Os estudantes que chegam hoje às escolas, convivem no seu dia-a-dia com diversos ambientes multimídia, fruto da popularização da Internet, dos jogos eletrônicos e da diversificação da programação das televisões.

A motivação dos estudantes passa necessariamente pela transformação do ensino, disponibilizando técnicas e ferramentas de ensino que apresentem conteúdos que possam ser transmitidos de forma mais moderna e global.

O desenvolvimento do protótipo de ajuda para estudantes do Curso Técnico de Refrigeração e Ar Condicionado dimensionarem câmaras frigoríficas, é uma mudança na forma de apresentar e ministrar

este conteúdo. O sistema FRIGOFACIL, desenvolvido para ser implementado na disciplina de Desenho de Refrigeração, foi manipulado e avaliado por um grupo de alunos, que além de já trabalhar no mercado de Refrigeração e ar Condicionado estavam freqüentando a última série do curso, caracterizando que tinham capacidade suficiente para avaliar esta nova ferramenta de trabalho.

A avaliação realizada pelos alunos respondendo de forma altamente positiva a implementação do Sistema FRIGOFACIL, comprova a necessidade de dispor de produtos que auxiliem seus trabalhos de forma mais eficaz e moderna.

Os estudantes avaliados demonstraram grande facilidade e motivação para manipular o protótipo, e apresentaram sugestões para seu melhoramento e aperfeiçoamento, mostrando que estavam inteirados sobre a forma e conteúdo para ser apresentado pelo sistema.

A disciplina Desenho de Refrigeração com a introdução do Sistema FRIGOFACIL tornou-se mais atraente aos alunos e mais moderna quanto a forma de se dimensionar câmaras frigoríficas. A forma tradicional de se dimensionar, além de ser mais difícil já está desgastada pois exige a manipulação de um grande número de dados e informações, provocando desinteresse e desmotivação.

O professor da disciplina dispõe agora de uma ferramenta que o auxilia e garante que o aluno vai efetivamente aprender sobre o conteúdo e dimensionar de forma precisa câmaras frigoríficas de pequeno porte.

Percebe-se claramente que em toda as áreas estão abertos campos muito amplos para desenvolvimento de sistemas ou ferramentas de ajuda. As escolas buscam a cada dia se identificar mais

com seus alunos, e para isso necessitam do desenvolvimento de técnicas que auxiliem neste processo.

A informatização das escolas é um processo irreversível e com ela cria-se a facilidade de se implementar as mais diversas ferramentas computacionais. A utilização destas ferramentas é o passo mais importante no sentido de se criar uma escola mais dinâmica e cativante para os alunos.

6.2 Sugestões para Futuros Trabalhos

O Sistema FRIGOFACIL está apresentado ainda como um protótipo, mas demonstrou o potencial que dispõe para atender estudantes de Refrigeração e Ar Condicionado no que tange o dimensionamento de câmaras frigoríficas de pequeno porte.

Como existem no mercado nacional muitos fornecedores de equipamentos de refrigeração e de máquinas elétricas, o protótipo pode ser ampliado para que o usuário selecione o tipo de fornecedor que lhe pareça mais atraente e que apresente vantagens em aspectos construtivos ou de manutenção.

Outro item que poderá ser implementado é a seleção pelo usuário do tipo de fluido refrigerante, selecionado aquele que mais se adapte ao seu sistema ou que apresente maiores benefícios quanto as questões técnicas ou ambientais. Isto só será possível se o fabricante disponibilizar o refrigerante para os equipamentos que estão sendo selecionados.

O sistema também poderá ser desenvolvido para possibilitar que seja feita uma avaliação do custo das máquinas e equipamentos, indicando para o tipo de aplicação desejada, qual empresa fornecerá os equipamentos mais baratos e o custo da sua instalação.

Outro aperfeiçoamento do sistema é a inclusão da seleção do tipo de software de supervisão e gerenciamento que será implementado visando a automação e controle total da câmara frigorífica.

Todas estas opções de ampliação e aperfeiçoamento do Sistema FRIGOFACIL são possibilidades de novos trabalhos acadêmicos que serão desenvolvidos em um futuro próximo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTOLFI, Jean-Pierre. A Didática das Ciências. Campinas/SP, Papyrus, 1991.
- ASHRAE Refrigeration Handbook, 1994.
- BARROS, Jorge P. D. de & D'ÁMBROSIO, Ubiratan. Computadores, Escola e Sociedade. São Paulo, Scipione, 1988.
- BRITO, Paulo. O Computador sem nenhum mistério. São Paulo, Traço, 1985.
- COSTA, Ennio Cruz da. Refrigeração. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 1982.
- DOSSAT, Roy J. Principles of Refrigeration. São Paulo. Hemus Editora Limitada, 1990.
- EDWIN, P. Anderson., PALMQUIST, Roland.. Manual de Geladeiras. Emmus Editora Limitada. São Paulo. 1983
- ELONKA, S. M., MINICH, Q. W. Manual de Refrigeração e Ar Condicionado. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.
- EXPECTRON TECNOLOGIA INDUSTRIAL. Curso Básico de Automação e Controle. Florianópolis, 1999.
- HAWKINS, Jan. O Uso de Novas Tecnologias na Educação. Rio de Janeiro, 120:57/70, jan.mar, 1995.

- HAYDT, Regina C. **Avaliação do Processo Ensino-Aprendizagem**. São Paulo. Ática, 1988.
- HOFFMANN, Jussara. **Avaliação: Mito e Desafio: Uma Perspectiva Construtivista**. Porto Alegre: Mediação, 1996.
- JONES, W. P. **Engenharia de Ar Condicionado**. Trad. Alcir de Faro Orlando. Rio De Janeiro Campus, 1983.
- LANDIS & STAEFA. Catálogo Técnico. 153-301, Ver 2. USA, 1997.
- MICROBLAU. Catálogo Técnico. São Paulo, 1999.
- MICROSOFT EXCEL. Guia do Usuário. Ver 5.0. Peça nº 59624. São Paulo.
- PLEISS, Johan P. Du, BILJON, Judy A. Van, TOLMIE, C. Janse & WOLLINGER, Thomas. **A Model for Intelligente Computer-Aided Education Systems**. Computers Educ. Vol. 24, Nº 24, pp 89-106. South Africa, 1995.
- PRESYS. Catálogo Técnico. São Paulo, 1999.
- RAPIN, R. **Manual do Frio. Fórmulas Técnicas. Refrigeração e Ar Condicionado**. 8ª Edição. Hemus Editora Limitada. São Paulo, 1996
- STOECKER W.F / **Refrigeração Industrial** . Trad. José M. Saiz Jabardo. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 1994
- STOECKER, Wilbert F. **Refrigeração e Ar Condicionado**. Trad. José M. Saiz Jabardo. São Paulo. Mcgraw-Hill do Brasil, 1985

ANEXOS

ANEXO 1: TABELA 1

CIDADE	TBS (°C)	UR%
Florianópolis	32	60
Curitiba	30	58
Londrina	31	54
Porto Alegre	34	54
Santa Maria	35	47
Rio Grande	30	65
Pelotas	32	60
São José	31	61
Caxias do Sul	29	55
Blumenau	32	63

TABELA 1 - Temperatura e Umidade Relativa do ar nas localidades relacionadas no FRIGOFACIL

ANEXO 2 : TABELA 2

CLAS ISOL	Q/A (W/m ²)
Excelente	9,30
Bom	11,6
Aceitável	14,0
Regular	17,4
Mal	>17,4

TABELA 2 - Classe de isolamento

ANEXO 3: TABELA 3

COR DA PAREDE			
ORIENTAÇÃO	ESCURA	MÉDIA	CLARA
L/O	6,0	3,5	2,0
NE/NO	3,2	2,0	1,0
N	1,0	0,2	----
FORRO	10,0	6,0	3,5

TABELA 3 - Orientação solar e variação de temperatura correspondente

ANEXO 4 : TABELA 4

V _{CÂMARA} (m ³)	n	
	Ti < 0	Ti > 0
15	19,6	25,3
20	16,9	21,2
30	13,5	16,7
50	10,2	12,8
75	8,0	10,1
100	6,7	8,7
150	5,4	7,0

TABELA 4 - (n) Número de renovações do ar na câmara

ANEXO 5 : TABELA 5

Ti (°C)	CALOR DISSIPADO (kcal/h)
10	180
5	210
0	235
-5	260
-10	285
-15	310
-20	340
-25	365

TABELA 5 - Calor de ocupação – pessoas dentro da câmara

ANEXO 6 : TABELA 6

Produtos	ti (°C)	UR%	Tempo Est (dias)	% água em peso	tcong. (°C)	C _{antes} (kcal/kg ⁰ C)
Chopp-barril	2	85	8	90,2	-2,2	0,92
Carnes	0,0	90	30	0	-0,5	0,75
Laticínio	4,5	80	15	0	-7	0,64
Verduras	4	85	30	0	-1	0,90
Congelados	-20	85	360	0	-2	0,75
Ovos	4	85	45	0	-0,25	0,85
Frutas	4	85	15	0	-2	0,90
Frango	0	80	30	0	-2,8	0,79
Lixo	4	70	0	0	0	0,80
Sorvete	-29	85	12	68	-6	0,66

TABELA 6 - Dados para armazenagem de produtos na câmara

ANEXO 7 : TABELA 7

Produtos	C _{depois} (kcal/kg ⁰ C)	Calor Latente (kcal/kg)	t _{entrada} (0C)	Espes isol (pol)	Mov. Diária kg/m ² área de piso	calor _{respir} (kcal/ton)24h
Chopp-barril	0	72	22	4	100	0
Carnes	0,4	54,4	15	4	100	0
Laticínio	0,36	43	15	4	100	0
Verduras	0,45	72	30	4	80	500
Congelados	0,41	54	-10	6	100	0
Ovos	0,45	55	30	4	100	0
Frutas	0,44	69	30	4	80	500
Frango	0,42	59	15	4	80	0
Lixo	0,4	60	30	4	100	0
Sorvete	0,37	48	-10	4	100	0

TABELA 7 - Dados para armazenagem de produtos na câmara

ANEXO 8 : TABELA 8

Modelo	TEMPERATURA ° C		
	-7	-23	-35
035B	1120	1040	950
050B	1610	1460	1360
070B	2250	2060	1900
090B	2890	2670	2450
105B	3370	3110	2860
120B	3850	3560	3260
140B	4495	4150	3810
160B	5135	4750	4350
175B	5615	5190	4760
210B	6740	6320	5710
250C	8025	7410	6800
300C	9630	8900	8160
360C	11645	10660	9790

TABELA 8 - Especificações dos Evaporadores McQuay tipo ELC

ANEXO 9 : TABELA 9

TEMPERATURA ° C			I (A)	POTENCIA watts	liquido	sucção
-7	-23	-35			Pol.	Pol.
035B	035B	035B	0,6	90	1/2 "	7/8 "
050B	050B	050B	1,2	180	1/2 "	7/8 "
070B	070B	070B	1,2	180	1/2 "	7/8 "
090B	090B	090B	1,2	180	1/2 "	7/8 "
105B	105B	105B	1,8	270	1/2 "	7/8 "
120B	120B	120B	1,8	270	1/2 "	1.1/8 "
140B	140B	140B	2,4	360	1/2 "	1.1/8 "
160B	160B	160B	2,4	360	1/2 "	1.1/8 "
175B	175B	175B	3	450	1/2 "	1.1/8 "
210B	210B	210B	3,6	540	1/2 "	1.1/8 "
250C	250C	250C	1,8	364	7/8 "	1.3/8 "
300C	300C	300C	1,8	364	1.1/8 "	1.3/8 "
360C	360C	360C	2,7	546	1.1/8 "	1.3/8 "

TABELA 9 - Especificações dos Evaporadores McQuay tipo ELC - dados físicos

ANEXO 10 : TABELA 10

modelo	TEMPERATURA °C		
	10	5	0
TDA 0.3	1210	1050	1000
TADX 0.5	1890	1820	1760
TADX 1.0	3530	3410	3300
TADX 1.5	5220	5050	4900
TADX 2.0	7080	6880	6700
TADX 2.5	8810	8600	8400
TADX 3.5	12450	12220	12000
TADX 5.0	17370	16930	16500
TADX 7.5	25150	24500	24100
TADX 10.0	33750	32850	32000
TADX 13.0	44150	43050	42000

TABELA 10 - Válvula de Expansão FLIGOR para temperatura de condensação de 45 °C

ANEXO 11 : TABELA 11

modelo	TEMPERATURA °C					
	-5	-10	-15	-20	-25	-30
TDA 0.3	940	860	810	720	620	530
TADX 0.5	1600	1490	1350	1200	1050	890
TADX 1.0	3150	2960	2700	2400	2100	1750
TADX 1.5	4550	4260	3900	3510	3000	2550
TADX 2.0	6220	5910	5450	4800	4210	3520
TADX 2.5	7920	7210	6800	6030	5100	4400
TADX 3.5	11090	10000	9400	8310	7100	6000
TADX 5.0	15400	14200	13400	12000	10000	8600
TADX 7.5	23000	21500	19500	18000	15000	13000
TADX 10.0	30000	28000	26000	23500	20000	17100
TADX 13.0	39500	37000	33500	30500	26000	22500

TABELA 11 - Válvula de Expansão FLIGOR para temperatura de condensação de 45 °C

ANEXO 12 : TABELA 12

TEMPERATURA °C								
10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
TDA 0.3	TDA 0.3	TDA 0.3	TDA 0.3	TDA 0.3	TDA 0.3	TDA 0.3	TDA 0.3	TDA 0.3
TADX 0.5	TADX 0.5	TADX 0.5	TADX 0.5	TADX 0.5	TADX 0.5	TADX 0.5	TADX 0.5	TADX 0.5
TADX 1.0	TADX 1.0	TADX 1.0	TADX 1.0	TADX 1.0	TADX 1.0	TADX 1.0	TADX 1.0	TADX 1.0
TADX 1.5	TADX 1.5	TADX 1.5	TADX 1.5	TADX 1.5	TADX 1.5	TADX 1.5	TADX 1.5	TADX 1.5
TADX 2.0	TADX 2.0	TADX 2.0	TADX 2.0	TADX 2.0	TADX 2.0	TADX 2.0	TADX 2.0	TADX 2.0
TADX 2.5	TADX 2.5	TADX 2.5	TADX 2.5	TADX 2.5	TADX 2.5	TADX 2.5	TADX 2.5	TADX 2.5
TADX 3.5	TADX 3.5	TADX 3.5	TADX 3.5	TADX 3.5	TADX 3.5	TADX 3.5	TADX 3.5	TADX 3.5
TADX 5.0	TADX 5.0	TADX 5.0	TADX 5.0	TADX 5.0	TADX 5.0	TADX 5.0	TADX 5.0	TADX 5.0
TADX 7.5	TADX 7.5	TADX 7.5	TADX 7.5	TADX 7.5	TADX 7.5	TADX 7.5	TADX 7.5	TADX 7.5
TADX 10.0	TADX 10.0	TADX 10.0	TADX 10.0	TADX 10.0	TADX 10.0	TADX 10.0	TADX 10.0	TADX 10.0
TADX 13.0	TADX 13.0	TADX 13.0	TADX 13.0	TADX 13.0	TADX 13.0	TADX 13.0	TADX 13.0	TADX 13.0

TABELA 12 - Válvula de Expansão FLIGOR para temperatura de condensação de 45 °C

ANEXO 13 : TABELA 13

	TEMPERATURA °C	
	2	-4
MODELO	CAPACIDADE (kcal/h)	
RLC 050C	1445	1360
RLC 072C	2095	1960
RLC 090C	2620	2450
RLC 105C	3055	2855
RLC 135C	3930	3670
RLC 160C	4655	4350
RLC 180C	5240	4895
RLC 200C	5820	5440
RLC 250C	7275	6800
RLC 300C	8730	8150
RLC 350	10190	9520
RLC 420D	12225	11425
RLC 500D	14315	13580

TABELA 13 - Especificação dos Evaporadores Mcquay – Carga térmica

ANEXO 14 : TABELA 14

TEMPERATURA °C		CORRENTE i (A)	POTENCIA watts	CONEXÕES	
2	-4			Líquido pol	Sucção pol
MODELOS					
RLC 050C	RLC 050C	0,6	90	1/2 "	7/8 "
RLC 072C	RLC 072C	1,2	180	1/2 "	7/8 "
RLC 090C	RLC 090C	1,2	180	1/2 "	7/8 "
RLC 105C	RLC 105C	1,2	180	1/2 "	7/8 "
RLC 135C	RLC 135C	1,8	270	1/2 "	7/8 "
RLC 160C	RLC 160C	1,8	270	1/2 "	1.1/8 "
RLC 180C	RLC 180C	2,4	360	1/2 "	1.1/8 "
RLC 200C	RLC 200C	2,4	360	1/2 "	1.1/8 "
RLC 250C	RLC 250C	3	450	1/2 "	1.1/8 "
RLC 300C	RLC 300C	3,6	540	1/2 "	1.1/8 "
RLC 350	RLC 350	1,8	364	7/8 "	1.3/8 "
RLC 420D	RLC 420D	1,8	364	1.1/8 "	1.3/8 "
RLC 500D	RLC 500D	2,7	546	1.1/8 "	1.3/8 "

TABELA 14 - Especificação dos Evaporadores Mcquay – Características

ANEXO 15 : TABELA 15

TEMPERATURA ° C							
5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
CARGA TÉRMICA kcal/h							
765	655	490	400	330	265	205	160
990	845	640	540	445	350	280	220
1175	930	775	650	530	425	335	255
1175	930	850	710	580	470	380	290
1175	1290	1040	855	700	570	445	350
1850	1565	1250	1040	850	685	540	415
1850	1565	1300	1080	890	715	560	470
3010	2560	1970	1670	1360	1075	860	675
3680	3110	2600	2140	1740	1390	1120	865
3680	3110	2685	2225	1875	1460	1180	905
5000	4180	3420	2840	2320	1865	1465	1155
6120	5330	4120	3410	2810	2205	1780	1390
6120	5330	4255	3625	3030	2425	2000	1515
8765	7410	5795	4840	3900	3170	2510	1945
8765	7410	8805	7240	5760	4700	3785	2935
12375	10880	9320	7845	6540	5320	4385	3495
15840	13345	10365	8570	7035	5600	4515	3550
19970	16880	13235	11030	8875	7125	5660	4420
19970	16880	13580	11390	9290	7485	5920	4665
23175	19810	15110	12660	10415	8380	6620	5160
25795	22290	18625	15440	12570	10000	7285	6370

TABELA 15 - Carga Térmica da Unidade Condensadora do modelo Coldex-Frigor

ANEXO 16 : TABELA 16

TEMPERATURA °C							
5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
MODELO CONDENSADORA							
U.C. 070	U.C. 070	U.C. 040					
U.C. 070	U.C. 070	U.C. 065					
U.C. 075	U.C. 070						
		U.C. 070					
	U.C. 075	U.C. 070					
U.C. 110	U.C. 110	U.C. 110	U.C. 110	U.C. 110	U.C. 110	U.C. 110	U.C. 110
		U.C. 075					
U.C. 250	U.C. 250	U.C. 110					
U.C. 300	U.C. 300	U.C. 300	U.C. 300	U.C. 300	U.C. 300	U.C. 300	U.C. 300
		U.C. 165					
U.C. 440	U.C. 440	U.C. 300					
U.C.659	U.C.659	U.C. 440					
		U.C. 440					
U.C. 003/1	U.C. 003/1	U.C.659	U.C.659	U.C.659	U.C.659	U.C.659	U.C.659
		U.C. 003/1					
U.C. 006/1	U.C. 006/1	U.C. 003/2					
U.C. 006/1	U.C. 006/1	U.C. 003/2					
		U.C. 006/1					
U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2
U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2
U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2	U.C. 010/2

TABELA 16 - Modelo de Unidade Condensadora Coldex-Frigor

ANEXO 17 : TABELA 17

TEMPERATURA °C							
5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
MODELO DO COMPRESSOR							
I-S	I-S	I-S	I-S	I-S	I-S	I-S	I-S
I-S	I-S	I-S	I-S	I-S	I-S	I-S	I-S
II-S	II-S	II-S	II-S	II-S	II-S	II-S	II-S
		I-S	I-S	I-S	I-S	I-S	I-S
	II-S						
III-S	III-S	III-S	III-S	III-S	III-S	III-S	III-S
		II-S	II-S	II-S	II-S	II-S	II-S
III-S	III-S	III-S	III-S	III-S	III-S	III-S	III-S
IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S
		III-S	III-S	III-S	III-S	III-S	III-S
IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S
V-S	V-S	V-S	V-S	V-S	V-S	V-S	V-S
		IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S	IV-S
V-S	V-S	V-S	V-S	V-S	V-S	V-S	V-S
		V-S	V-S	V-S	V-S	V-S	V-S
VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W
VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W
VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W
		VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W	VI-S-W
VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W
VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W	VII-S-W

TABELA 17 - Modelo de Compressor Coldex-Frigor

ANEXO 18 : TABELA 18

TEMPERATURA ° C							
5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
MODELO DE POLIA							
65	65	65	65	65	65	65	65
85	85	85	85	85	85	85	85
95	95	95	95	95	95	95	95
		105	105	105	105	105	105
	125	125	125	125	125	125	125
75	75	75	75	75	75	75	75
		155	155	155	155	155	155
115	115	115	115	115	115	115	115
100	100	100	100	100	100	100	100
		155	155	155	155	155	155
135	135	135	135	135	135	135	135
95	95	95	95	95	95	95	95
		170	170	170	170	170	170
130	130	130	130	130	130	130	130
		190	190	190	190	190	190
100	100	100	100	100	100	100	100
125	125	125	125	125	125	125	125
115	115	115	115	115	115	115	115
		155	155	155	155	155	155
135	135	135	135	135	135	135	135
155	155	155	155	155	155	155	155

TABELA 18 - Modelo de Polia Coldex-Frigor

ANEXO 19 : TABELA 19

TEMPERATURA °C							
5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
ROTAÇÃO RPM							
570	570	570	570	570	570	570	570
770	770	770	770	770	770	770	770
580	580	580	580	580	580	580	580
		970	970	970	970	970	970
	785	785	785	785	785	785	785
440	440	440	440	440	440	440	440
		995	995	995	995	995	995
720	720	720	720	720	720	720	720
415	415	415	415	415	415	415	415
		995	995	995	995	995	995
575	575	575	575	575	575	575	575
330	330	330	330	330	330	330	330
		740	740	740	740	740	740
465	465	465	465	465	465	465	465
		700	700	700	700	700	700
350	350	350	350	350	350	350	350
445	445	445	445	445	445	445	445
365	365	365	365	365	365	365	365
		565	565	565	565	565	565
435	435	435	435	435	435	435	435
505	505	505	505	505	505	505	505

TABELA 19 - Rotação do Compressor Coldex-Frigor

ANEXO 20 : TABELA 20

TEMPERATURA ° C							
5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
POTENCIA WATTS							
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,33	0,33	0,33
0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
1	1	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
		0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
	1	1	1	1	0,75	0,75	0,75
1,5	1,5	1	1	1	1	1	1
		1	1	1	0,75	0,75	0,75
2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5
3	3	2	2	2	1,5	1,5	1,5
		3	3	3	1,5	1,5	1,5
4	4	3	3	3	2	2	2
4	4	3	3	3	3	3	3
		4	4	4	3	3	3
6	6	4	4	4	3	3	3
		7,5	7,5	7,5	4	4	4
7,5	7,5	6	6	6	4	4	4
10	10	7,5	7,5	7,5	6	6	6
15	15	10	10	10	6	6	6
		10	10	10	7,5	7,5	7,5
15	15	10	10	10	7,5	7,5	7,5
20	20	15	15	15	7,5	7,5	7,5

TABELA 20 - Potência da Unidade Condensadora Coldex-Frigor

ANEXO 21 : TABELA 21

MODELO	COMPRESSOR	SUCÇÃO	LINHA LIQ	CONCATENADOS
U.C. 40	I-S	1/2" B	1/4 "	U.C. 40I-S
U.C. 65	I-S	1/2" B	1/4 "	U.C. 65I-S
U.C. 70	I-S	1/2" B	1/4 "	U.C. 70I-S
U.C. 70	II-S	1/2" B	1/4 "	U.C. 70II-S
U.C. 75	II-S	1/2" B	3/8 "	U.C. 75II-S
U.C. 75	III-S	5/8"B	3/8 "	U.C. 75III-S
U.C. 110	III-S	5/8"B	3/8 "	U.C. 110III-S
U.C. 165	III-S	5/8"B	3/8 "	U.C. 165III-S
U.C. 250	III-S	5/8"B	3/8 "	U.C. 250III-S
U.C. 250	IV-S	7/8"L	3/8 "	U.C. 250IV-S
U.C. 300	IV-S	7/8"L	3/8 "	U.C. 300IV-S
U.C. 440	IV-S	7/8"L	1/2 "	U.C. 440IV-S
U.C. 440	V-S	1.1/8"L	1/2 "	U.C. 440V-S
U.C. 659	V-S	1.1/8"L	1/2 "	U.C. 659V-S
U.C. 003/1	V-S	1.1/8"L	5/8 "	U.C. 003/1V-S
U.C. 003/2	VI-S-W	1.3/8"L	5/8 "	U.C. 003/2VI-S-W
U.C. 006/1	VI-S-W	1.3/8"L	5/8 "	U.C. 006/1VI-S-W
U.C. 006/2	VII-S-W	1.5/8"L	5/8 "	U.C. 006/2VII-S-W
U.C. 010/2	VII-S-W	1.5/8"L	5/8 "	U.C. 010/2VII-S-W

TABELA 21 - Dados concatenados da Unidade Condensadora Coldex-Frigor

ANEXO 22 : TABELA 22

Capacidade (TR)	modelo
0,3	FD - 032
1	FD - 082
1,4	FD - 162
1,5	FD - 163
3,75	FD - 304
5	FD - 413
6,5	FD - 414

TABELA 22 - Filtro Universal - Fligor

ANEXO 23 : TABELA 23

capacidade	modelo
0,7	EVS - 6
4,6	EVS - 10
8,3	EVS - 12
11,2	EVS - 15
29,8	EVS - 19
45	EVS - 22

TABELA 23 – Válvulas Solenóides Fligor**ANEXO 24 : TABELA 24**

Capacidade (TR)	modelo
0,8	SOH 10
1,6	SOH 12
2,3	SO - 12
4	SO - 16
5,3	SO - 19
7,3	SO - 22
12,3	SO - 28
18,7	SO - 38

TABELA 24 - Separadores de óleo automáticos –Fligor**ANEXO 25 : TABELA 25**

Capacidade (TR)	modelo
2	LS - 20
3	LS - 22
4	LS - 25
5	LS - 28
7,5	LS - 32
10	LS - 38

TABELA 25 - Acumulador de sucção – Fligor

ANEXO 26 : TABELA 26

Conexão (pol)	modelo
1/4 "	VU - 6
3/8 "	VU - 10
1/ 2 "	VU - 12
5/8 "	VU - 15

TABELA 26 - Visores de líquido – Fligor**ANEXO 27 : TABELA 27**

Tipo	modelo
CONTATO	TB-1-30
ESPIRAL	TB-2-30

TABELA 27 - Termostatos - Fligor

ANEXO 28 : TABELA 28

defeito	correção
Congelamento do evaporador	Ventilador desativado ou com funcionamento inadequado Resistência de degelo desativada ou dispositivo que aciona com defeito Tempo de degelo insuficiente para o degelo total
Pressostato de segurança de pressão de baixa desarmou	Termostato com defeito (fechado). Congelamento do evaporador; Fulga de fluido; Válvula de expansão entupida; Ventilador do evaporador queimado ou desativado; Filtro secador obstruído; Pressostato com defeito ou mal regulado; Solenóide com defeito.
Pressostato de segurança de alta desarmou	Sujeira no condensador; Baixa vazão de ar no condensador; Pressostato com defeito ou mal regulado; Defeito no ventilador do condensador;
Sistema não refrigera	Falta de fluido refrigerante; Termostato com defeito ou mal regulado; Excesso de carga térmica; Abertura excessiva de porta; Pressostato com defeito ou mal regulado; Solenóide com defeito; Válvula de expansão com defeito; Compressor com válvula (palheta) quebrada; Ventilador não está ligado.
Sistema refrigera demais	Termostato com defeito ou mal regulado;
Sensor de temperatura não faz leitura de temperatura	Contatos oxidados ou condutores desconcertados.
Condensação externa da Câmara	Problema com o isolamento térmico; Umidade externa muito alta

TABELA 28 - Sintomas e Diagnósticos avaliados em Câmaras Frigoríficas

ANEXO 29 : TABELA 29

Seção (mm ²)	corrente mono (A)	corrente trif (A)	QUEDA tensão (V.A.km)
1,5	15,5	17,5	20
2,5	21	24	12
4	28	32	7,6
6	36	41	5,1
10	50	57	3,1
16	68	76	2
25	89	101	1,3
35	111	125	0,96
50	134	151	0,74
70	171	192	0,54
95		232	0,4
120		269	0,35
150		309	0,31
185		353	0,27
240		415	0,23
300		473	0,21
400		566	0,19
500		651	0,17

Tabela 29 - Seção nominal de condutores elétricos

ANEXO 30 : TABELA 30

Corrente (A)	Potência (cv)	ip/in (A)
0,9	0,16	4,8
1,26	0,25	4,5
1,56	0,33	5,2
2,25	0,5	5
3	0,75	5,5
3,6	1	6,1
4,8	1,5	5,4
6,9	2	6,8
8,59	3	6,8
12,1	4	7,5
13,6	5	7,5
16	6	7,4
20	7,5	7,5
27	10	8
32	12,5	8,3
38	15	8,3
50	20	8,3
63	25	8,6

TABELA 30 - Dados elétricos dos motores elétricos do sistema**ANEXO 31 : TABELA 31**

Corrente (A)	potência	contactora	relê
7	4	CW 07	RW 27.1
9	5	CW 4	RW 27.2
12	6	CW 7	RW 27.2
16	10	CW 17	RW 27.2
25	15	CW 27	RW 27.2
32	20	CW 37	RW 27.2
45	30	CW 47	RW 67

TABELA 31 - Contactoras e Relês

ANEXO 32 : TABELA 32

Corrente (A)	Rele	Contactora	Faixa de operação	Fusível	Concatenados
0,4	RW 27.1	CW 07	0,28 - 0,4	2	0,4RW 27.1CW 07
0,6	RW 27.1	CW 07	0,4 - 0,6	2	0,6RW 27.1CW 07
0,8	RW 27.1	CW 07	0,56 - 0,8	2	0,8RW 27.1CW 07
1,2	RW 27.1	CW 07	0,8 - 1,2	4	1,2RW 27.1CW 07
1,8	RW 27.1	CW 07	1,2 - 1,8	6	1,8RW 27.1CW 07
2,8	RW 27.1	CW 07	1,8 - 2,8	6	2,8RW 27.1CW 07
4	RW 27.1	CW 07	2,8 - 4	10	4RW 27.1CW 07
6	RW 27.1	CW 07	4,0 - 6,0	16	6RW 27.1CW 07
8	RW 27.1	CW 07	5,6 - 8	20	8RW 27.1CW 07
0,4	RW27.2	CW 4	0,28 - 0,4	2	0,4RW27.2CW 4
0,6	RW27.2	CW 4	0,4 - 0,6	2	0,6RW27.2CW 4
0,8	RW27.2	CW 4	0,56 - 0,8	2	0,8RW27.2CW 4
1,23	RW27.2	CW 4	0,8 - 1,2	4	1,23RW27.2CW 4
1,8	RW27.2	CW 4	1,2 - 1,8	6	1,8RW27.2CW 4
2,8	RW27.2	CW 4	1,8 - 2,8	6	2,8RW27.2CW 4
4	RW27.2	CW 4	2,8 - 4	10	4RW27.2CW 4
6	RW27.2	CW 4	4 - 6,0	16	6RW27.2CW 4
8	RW27.2	CW 4	5,6 - 8	20	8RW27.2CW 4
12	RW27.2	CW 7	8,0 - 12	25	12RW27.2CW 7
17	RW27.2	CW17	11,0 - 17	35	17RW27.2CW17
23	RW27.2	CW 27	15 - 23	50	23RW27.2CW 27
32	RW27.2	CW 37	22 - 32	63	32RW27.2CW 37
32	RW 67	CW 47	22 - 32	63	32RW 67CW 47
46	RW 67	CW 47	30 - 46	100	46RW 67CW 47
125	RW 67	CW 47	42 - 62	125	125RW 67CW 47

TABELA 32 - Dados elétricos do sistema concatenados

ANEXO 33 : TABELA 33

Área (m ²)	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Volume (m ³)
2	2	1	2,5	5,0
3	2	1,5	2,5	7,5
5	2,5	2	2,5	12,5
6	3	2	2,5	15,0
8	4	2	2,5	20,0
10	4	2,5	2,5	25,0
14	4	3,5	2,5	35,0
15,75	4,5	3,5	2,5	39,4
27	6	4,5	2,5	67,5
36	8	4,5	2,5	90,0

TABELA 33 - Dimensões das Câmaras Frigoríficas marca Mipal

ANEXO 34 : TABELA 34

TEMPERATURA DO AR ENTRANDO										
	25			30			35		40	
Ti (°C)	50	60	70	50	60	70	50	60	50	60
15	3,1	4,44	5,87	5,7	8,52	10,5	11,9	13,4	15,8	19
10	6,4	7,71	9,12	7,6	11,7	13,7	14,1	16,5	16,9	24
5	8,3	10,6	12	13	14,5	16,5	16,5	19,3	21,6	25
0	12	13,1	14,4	15	17	18,9	19,3	21,7	23,9	27

TEMPERATURA DO AR ENTRANDO										
	5		10		25		30		35	
Ti (°C)	70	80	70	80	50	60	50	60	50	60
0	2,2	2,65	3,39	3,7	12	13,4	15,5	17,3	19,6	22
-5	4,6	5,01	5,61	5,9	14,1	15,5	17,5	19,3	21,5	24
-10	6,5	6,87	7,37	7,7	15,8	17,1	19,2	20,9	23,1	26
-15	8,4	8,76	9,14	9,4	17,5	18,8	20,8	22,5	24,7	27
-20	10	10,6	10,9	11	19,1	20,5	22,4	24,2	26,3	29
-25	12	12,5	12,6	13	20,6	22	23,8	25,7	27,8	30
-30	14	14	14,1	14	22,2	23,5	25,4	27,1	29,2	32
-35	15	15,7	15,8	16	23,6	24,9	26,9	28,5	30,6	32
-40	17	17,3	17,4	18	25	26,4	28,3	29,9	32	34

TABELA 34 - Cálculo da carga térmica por infiltração