

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

TÁSSIA VIDAL HEIDEMANN

**DIAGNÓSTICO E TREINAMENTO  
EM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL  
DE COOPERATIVA DE POLPA DE FRUTA CONGELADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2015

TÁSSIA VIDAL HEIDEMANN

**DIAGNÓSTICO E TREINAMENTO  
EM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL  
DE COOPERATIVA DE POLPA DE FRUTA CONGELADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dr. Karla Silva

CAMPO MOURÃO

2015

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**TERMO DE APROVAÇÃO**

TÁSSIA VIDAL HEIDEMANN

**DIAGNÓSTICO E TREINAMENTO  
EM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL  
DE COOPERATIVA DE POLPA DE FRUTA CONGELADA**

Este trabalho foi apresentado no dia 01 de junho de 2015, como requisito para obtenção do título de graduação do curso superior de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela Maria Gozzo  
UTFPR

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Stéphani Caroline Beneti  
UTFPR

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Karla Silva  
Orientadora - UTFPR

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela concessão divina da graça da vida.

A minha orientadora Prof. Dr<sup>a</sup>. Karla Silva pela incomparável orientação, colaboração, confiança, paciência, incentivo, compreensão e amizade. Agradeço a ela, por dispor de seu tempo para me orientar, o que tornou a elaboração deste estudo possível.

À minha família que me deu suporte e apoio nos momentos difíceis, pelo grande incentivo nessa etapa da minha vida, torcendo e acreditando sempre em mim, em especial aos meus pais, Ivone e Paulo.

Aos meus amigos que souberam ter paciência nos momentos de estresses, me acalmando e ajudando a encontrar o melhor caminho.

À banca examinadora pelas sugestões e atenção dedicadas à este estudo.

Aos professores da coordenação de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Campo Mourão que durante toda a graduação me deram ensinamentos e apoio para que chegasse até essa etapa e ponto de a realização deste trabalho se tornasse possível.

À PFC, onde realizei meu trabalho, pela hospitalidade e liberdade para realização do mesmo.

Agradecimento especial à Tecnóloga em Alimentos Gislaine França pela incansável disposição e paciência auxiliando-me e orientando-me.

Agradeço a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigada!

## RESUMO

HEIDEMANN, Tássia Vidal. **Diagnóstico de treinamento em Sistema de Refrigeração Industrial de Cooperativa de Polpa de Fruta Congelada**. 2014. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

As cooperativas são organismos que potencializam os negócios da agricultura familiar, mas a garantia da competitividade e sobrevivência em tempos de crise depende da eficácia e eficiência dos processos, mediante redução de gastos. O consumo energético em processos a baixa temperatura, são apontados como os principais pontos para redução dos custos operacionais. Neste panorama, propôs-se um diagnóstico em sistema de refrigeração de cooperativa para beneficiamento de polpas de frutas congeladas, objetivando reduzir as despesas com energia elétrica. Inicialmente o fluxograma do processo foi detalhado, fazendo-se um levantamento dos pontos críticos passíveis de melhoria. As cargas térmicas do sistema foram determinadas para confronto dos valores teóricos máximos esperados com os reais verificados nas instalações. Os funcionários foram submetidos a treinamento para Boas Práticas de Refrigeração com elaboração de manual. Os resultados foram reportados a alta administração, seguidos por sugestões para melhorias como: implantação de cortinas plásticas e cortinas de ar em todas as passagens para as câmaras, construção de uma cobertura aos condensadores contra incidência direta da luz solar, compra de prateleiras específicas para armazenamento/expedição dos produtos e treinamento contínuo dos colaboradores. Foram obtidos resultados positivos com o treinamento, impactando diretamente no comportamento, bem como na formação de multiplicadores. 100% dos funcionários treinados relataram que os conceitos aprendidos, embora antes desconhecidos, eram fundamentais e seriam aplicados, manifestando ainda interesse pelo treinamento contínuo. No decorrer do período de desenvolvimento do trabalho, registrou-se uma redução do consumo energético na ordem de 57% em 5 meses para aproximadamente o mesmo volume de produção. Concluiu-se que ações de treinamento básico em boas práticas de refrigeração, aliadas às sugestões para melhoria do processo, determinaram a eficácia dos processos refrigerados na empresa, tendo sido decisivas para mudança de postura rumo à eficiência energética.

**Palavras chaves:** Cooperativa. Boas Práticas. Refrigeração. Eficiência energética.



## ABSTRAT

HEIDEMANN, Tássia Vidal. **Training diagnosis in Industrial Refrigeration System Frozen Fruit Pulp Cooperative.**2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

Cooperatives are organizations that enhance the business of family farming, but ensuring the competitiveness and survival in times of crisis depends on the efficiency and effectiveness of processes, reducing expenditures. The energy consumption in low temperature processes are pointed out as the main points for reducing operating costs. Against this background, it is proposed a diagnosis of a cooperative in cooling system for pulp processing frozen fruit, aiming to reduce the cost of electricity. Initially, the flowchart process was detailed, making up a survey of critical points for improvement. The thermal loads of the system were determined for comparison of theoretical values with actual existing facilities. Employees underwent training and a manual has been prepared. All results are reported to senior management, followed by suggestions for improvement. Positive results were obtained by training with training multipliers and a change in posture was observed. It could be observed a 50% less spend in energy consumption during 5 months for the same flux production. As conclusion, Basic Training in Good Practices of Refrigeration is indispensable in having efficacy in this process.

**Palavras chaves:** Cooperative. Fruitpulp. Refrigeration. Energy efficiency.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	2
2.1	OBJETIVO GERAL .....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
3.1	PRODUÇÃO MUNDIAL DE FRUTAS .....	3
3.2	PRODUÇÃO E CONSUMO NACIONAL DE FRUTAS.....	3
3.3	PÓS-COLHEITA .....	4
3.4	NECESSIDADE DE RESFRIAMENTO APÓS A COLHEITA.....	5
3.5	USO DA CADEIA DO FRIO. ....	6
3.6	POLPA DE FRUTA .....	7
3.7	CONSERVAÇÃO PELO FRIO .....	9
3.8	TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO .....	11
3.9	BOAS PRÁTICAS DE REFRIGERAÇÃO.....	11
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	13
4.2	DIAGRAMAÇÃO/ CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO OPERACIONAL .	14
4.3	CARGA TÉRMICA .....	14
4.4	TREINAMENTO DE PESSOAL .....	14
4.5	ACOMPANHAMENTO (“Follow up”) .....	15
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5.1	DIAGRAMAÇÃO DO PROCESSO OPERACIONAL.....	16
5.1	CARGA TÉRMICA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.2	CÁLCULOS PARA CÂMARA I.....	19
5.2.1	Cálculo da Carga Térmica da Embalagem: .....	19
5.2.2	Cálculo da iluminação.....	19
5.2.3	Cálculo de infiltração .....	19
5.2.4	Cálculo de ocupação .....	19
5.2.5	Cálculo da carga térmica do produto.....	19
5.2.6	Cálculo da carga térmica de transmissão.....	20
5.3	CÁLCULOS PARA CÂMARA II.....	20
5.3.1	Carga Térmica da Embalagem.....	20



5.3.2	Carga Térmica da Iluminação.....	20
5.3.3	Calor por infiltração.....	21
5.3.4	Cálculo de ocupação .....	21
5.3.5	Cálculo da carga térmica do produto.....	21
5.3.6	Cálculo da carga térmica de transmissão.....	21
5.4	CÁLCULOS PARA ANTE-CÂMARA.....	22
5.4.1	Cálculo da iluminação.....	22
5.4.2	Cálculo de infiltração .....	22
5.4.3	Cálculo de ocupação .....	22
5.4.4	Cálculo da carga térmica de transmissão.....	22
5.5	TREINAMENTO DO PESSOAL.....	23
5.5.1	Produção mundial, nacional e regional de frutas;.....	23
5.5.2	Desperdícios.....	23
5.5.3	Ciclo de refrigeração.....	24
5.5.4	Componentes do ciclo .....	24
5.5.5	Carga térmica.....	24
5.5.6	Sugestões propostas à alta administração da empresa .....	24
5.1	ACOMPANHAMENTO (“Follow up”).....	25
6	CONCLUSÃO.....	26
7	REFERÊNCIAS .....	27
	ANEXOS .....	47



# 1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar apresenta-se como um segmento muito importante dentro da economia nacional, uma vez que promove o desenvolvimento econômico, contribui para o emprego de mão-de-obra e provê a subsistência das famílias, empregando ainda todos os membros integrantes da mesma família (BOLETIM TÉCNICO, 2008). Ainda, representando 23% do PIB brasileiro em 2014, o agronegócio tem sido apontado como o setor estratégico para a economia brasileira em 2015 (CEPEA, 2014). França et al (2009) aponta que a sobrevivência do agricultor familiar, no cenário econômico nacional, depende da gestão eficiente e eficaz do processo produtivo envolvido. A reunião de pequenos produtores agroindustriais familiares em uma cooperativa já possibilita a colocação dos produtos e serviços no mercado em condições mais vantajosas do que eles teriam isoladamente. Entretanto, o sucesso para gestão de agronegócios e a competitividade industrial, depende da otimização do processo, visando equilíbrio entre receitas e lucros.

Segundo Crúzio (2006) para se otimizar o processo central de uma cooperativa, deve-se identificar estrategicamente os processos essenciais ao negócio principal. Genericamente, estima-se que até 40% dos custos de produção devem-se aos gastos energéticos decorridos da industrialização dos produtos, sendo que até 75% desse consumo de energia podem ser devido à processos como a refrigeração (U.S.GOVERNMENT, 2011). Com isso, torna-se vital para competitividade industrial de empresas de produtos processando a baixas temperaturas, uma avaliação dessas etapas. De fato a redução dos gastos energéticos é de consenso geral, uma vez que implica em melhorar o desempenho dos equipamentos, reduzir os custos operacionais e melhorar os resultados ambientais.

Neste contexto, o presente trabalho propôs o diagnóstico do sistema de obtenção de polpas de frutas congeladas. Os resultados obtidos culminaram em um treinamento em boas práticas de refrigeração, motivação, comprometimento e multiplicação dos resultados pela equipe de trabalho, além da diminuição do

consumo energético da ordem dos 42.000 kWh para a ordem dos 24.000 kWh (aproximadamente 57%) no decorrer do período de 5 meses.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho apresenta a avaliação do processo produtivo de polpas de frutas congeladas em cooperativa, focando operações inerentes à refrigeração com elaboração de material para treinamento da equipe técnica operante dessas linhas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Esquematizar o Fluxograma de Processo a partir do recebimento da matéria-prima, até o armazenamento para expedição;
- Reconhecer e avaliar os fluxos energéticos e de massa, identificando não conformidades frente a carga térmica esperada nas unidades de refrigeração;
- Estabelecer ações corretivas para o processo;
- Elaborar material para treinamento da equipe técnica operacional;
- Treinar a equipe operacional;
- Avaliar os efeitos do treinamento sobre os recursos humanos;
- Mensurar o impacto das ações sobre o custo energético do processo.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Visando contextualizar a importância da produção de polpa de frutas congeladas no cenário econômico, apresentamos um levantamento dos dados estatísticos da produtividade internacional e nacional. Na sequência, apresentamos os cuidados necessários com a matéria prima desde o recebimento até o processamento, culminando com os procedimentos teoricamente estabelecidos para garantia de excelência em qualidade do produto congelado.

#### **3.1 PRODUÇÃO MUNDIAL DE FRUTAS**

A produção mundial de frutas é de 609,2 milhões de toneladas sendo o Brasil o 3º produtor mundial, atrás apenas da China e da Índia (FAO, 2012). Os dez maiores produtores mundiais são responsáveis por pouco mais de 60% da produção total (ADECE, 2013).

A produção mundial de frutas tropicais foi de 82 milhões de toneladas em 2014, representando um aumento anual de 1,7%. Deste montante, 78 % são as consideradas frutas principais (como manga, abacaxi, abacate e mamão) e 22 % são as chamadas secundárias (lichia, rambotã, goiaba, etc.). O mercado de frutas tropicais evoluiu consideravelmente, tendo atualmente o preço mais elevado do que o dos frutos tradicionais. De fato, a qualidade do fruto e não o preço é o fator determinante na escolha dos países importadores. Com isso, as exportações condicionam os produtores a investirem em boas práticas agrícolas, melhorias dos tratamentos pós-colheita, nos armazenamentos a baixas temperaturas, transporte e logística (FAO, 2012)

#### **3.2 PRODUÇÃO E CONSUMO NACIONAL DE FRUTAS**

No Brasil, o agronegócio representa um segmento significativo de nossa indústria, gerando 37% dos empregos e sendo responsável por 42% das

exportações brasileiras. No setor da fruticultura, o Brasil representa a terceira maior potencia produtiva mundial, ficando atrás apenas da China e da Índia. Entretanto, no mercado externo, nossa comercialização ainda é muito incipiente diante dessa grandeza de produção. No mercado interno, o consumidor esta cada vez mais exigente em busca de produtos saudáveis e de qualidade, sendo o Brasil o décimo maior consumidor de frutas do mundo (57 kg/per capita/ano). Embora na produção de frutas e hortaliças tenha ocorrido significativo aumento nos últimos anos, a qualidade ainda não é totalmente adequada ao nosso consumidor. O Centro de Qualidade de Horticultura tem obtido excelentes respostas para um dos principais problemas da cadeia de produção de frutas e hortaliças: a implantação de padrões mensuráveis de qualidade e a melhoria de embalagens (CHITARRA, 2005).

Outro segmento importante, dentro do setor de frutas, refere-se ao beneficiamento para produção de sucos de frutas, frescos ou industrializados. No Brasil, já é um hábito consolidado o consumo do suco de maracujá, que representa aproximadamente 25% do total de litros de sucos de frutas integrais industrializados (PINHEIRO et al., 2006).

### **3.3 PÓS-COLHEITA**

Outro grande desafio para produção nacional se concentra nas perdas pós-colheita. As frutas e as hortaliças são consideradas produtos perecíveis porque apresentam atividade metabólica elevada, notadamente após a colheita, conduzindo aos processos de deterioração. A manutenção de sua qualidade através de manuseio cuidadoso e da aplicação de tecnologias adequadas na cadeia de comercialização depende do conhecimento da estrutura, da fisiologia e das transformações metabólicas (aspectos físicos, físico-químicos, químicos e bioquímicos) que ocorrem no seu ciclo vital (CHITARRA, 2005).

Após a colheita, não há paralisação dos processos fisiológicos nos frutos e estes estão suscetíveis a fatores estressantes que podem causar a perda prematura de qualidade. Existem estimativas de que essas perdas, analisadas de forma global, possam chegar a 50% da produção mundial de alimentos, sendo que do total de alimentos colhidos, de 30 a 40% não chegam a mesa do consumidor (RUFATO, 2012).

A perda da qualidade após a colheita esta relacionada diretamente com a respiração do produto, sendo absolutamente necessária a diminuição da taxa respiratória para o aumento da vida útil. Por sua vez, a taxa respiratória esta diretamente relacionada com a temperatura que, quando diminuída rapidamente, contribui também para a diminuição da respiração. Durante a respiração, a energia é liberada em forma de calor; os frutos liberam  $\text{CO}_2$  e consomem  $\text{O}_2$ , acontecendo um processo de transferência de calor (NEVES, 2009).

As ações para assegurar a qualidade exigem o comprometimento de todas as pessoas envolvidas no processo produtivo. Segundo Chitarra (2005), somente com o emprego de técnicas adequadas, ocorrerão benefícios, não só a todos os segmentos da cadeia de comercialização, como também serão minimizadas essas perdas. Entretanto, a carência de técnicas exercendo a atividade de extensão agroindustrial e a dificuldade de obtenção de informações técnico-operacionais, recomendadas pelas Boas Práticas de Fabricação (BPF), por parte dos processadores de alimentos, tem contribuído de maneira incisiva para diversas ocorrências de não conformidades verificadas na rotina de trabalho realizada pelos órgãos da vigilância sanitária. Essas não conformidades podem proporcionar a ocorrência de perigos físicos-químicos e biológicos nos alimentos processados acarretando males aos consumidores (KOPF, 2008).

### **3.4 NECESSIDADE DE RESFRIAMENTO APÓS A COLHEITA**

A refrigeração é a etapa de maior importância, uma vez que garante a qualidade do produto final. A chamada cadeia de frio pressupõe o monitoramento da temperatura durante todo o processo, isto é, desde a coleta até a disponibilização do produto ao consumidor final. Essa conformidade a baixa temperatura necessária para boa qualidade, não pode ser quebrada até que o produto seja consumido, mas caberá à unidade de processamento de resfriados ou congelados, a garantia do cumprimento de manter a temperatura apropriada.

Após a colheita, a respiração passa a ser a principal atividade fisiológica dos frutos. Para realizarem suas funções fisiológicas utilizam reservas que se formaram nas fases de crescimento e maturação. Esses compostos acumulados serão degradados a moléculas que servirão de substrato para as reações oxidativas. A

taxa respiratória dependerá diretamente da natureza do órgão e do papel que o mesmo desempenha na planta. Por exemplo, frutos em crescimento apresentam elevada taxa respiratória estando associada ao suprimento da demanda energética que a divisão celular necessita. Todavia, após o desenvolvimento e maturação essa taxa gradualmente é reduzida. No caso de frutos climatérios, como a pera, durante o amadurecimento, ocorre um incremento significativo na atividade respiratória culminando num pico que posteriormente decresce, caracterizando o início da senescência (RUFATO, 2012).

As técnicas de resfriamento rápido são tratamentos pós-colheita de grande importância e eficiência, para manutenção da qualidade dos frutos e aumento de vida útil. Dois procedimentos estão associados à rápida diminuição da temperatura, à retirada de grande parcela da carga térmica que o produto possui após a colheita e às operações de beneficiamento, além de retardamento da atividade respiratória e metabólica. A deterioração dos frutos pode ocorrer tanto em uma hora a 25°C, como numa semana a temperatura de 1°C, o que destaca a necessidade do resfriamento rápido (NEVES, 2009).

Os produtos, após entrarem para as câmaras, devem seguir uma norma, onde os primeiros produtos a entrarem deverão ser os primeiros a saírem, evitando assim, o atraso de liberação dos lotes, bem como o acúmulo de produtos de datas antigas frente à expedição de mais novos.

Segundo Chitarra (2005), as perdas de produtos agrícolas nos países em desenvolvimento estão relacionadas principalmente a fatores como: deficiências de habilidades gerenciais e administrativas, serviços de extensões inadequadas, faltas de técnicas educacionais apropriadas e deficiências de capital. Isso torna evidente a necessidade de melhoramento nos sistemas de cooperativas e induz a necessidade treinamento de pessoal, desde os altos níveis administrativos até operacional.

### **3.5 USO DA CADEIA DO FRIO.**

De acordo com Rufato (2012), o bom uso do frio por meio de uma cadeia do frio bem estruturada e organizada exerce uma grande importância na manutenção da qualidade das frutas e/ou hortaliças. Ao serem removidas da planta, as frutas/hortaliças continuam o processo de respiração e transpiração, mantendo seu metabolismo com base nas reservas acumuladas no campo. A taxa de respiração da



fruta e/ou hortaliça é diretamente proporcional a temperatura: com isso, a altas temperaturas consumirá suas reservas em menor tempo, degradando mais rápido. Opostamente, com temperatura baixa o efeito é o inverso justificando, assim, o resfriamento.

Segundo o mesmo autor, o resfriamento tem três finalidades básicas para conservação:

- Reduzir a atividade biológica do vegetal, retardando o processo de maturação;
- Diminuir a atividade dos microrganismos;
- Minimizar a perda de água do vegetal.

A perda de peso em frutas e hortaliças é quase que exclusivamente perda de água, resultando em perdas quantitativas (peso), qualitativas (aparência) e nutricionais. A colheita interrompe o fornecimento de água aos tecidos, levando a perda subsequente de água por transpiração. Essa perda está diretamente relacionada à temperatura, umidade e velocidade do ar, além de fatores inerentes ao produto, como relação superfície-volume, natureza da superfície protetora e integridade física. O murchamento e o enrugamento são os sintomas visíveis da perda de água mais citados. Outros sintomas, como perda de brilho, de frescor, maior suscetibilidade a doenças pós-colheita são menos citados, mas igualmente importantes (GUTIERREZ, 2013).

### **3.6 POLPA DE FRUTA**

A legislação brasileira define polpa de fruta como o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido do esmagamento de frutos polposos por meio de um processo tecnológico adequado com o teor mínimo de sólidos totais provenientes da parte comestível dos frutos, específico para cada um deles (BRASIL, 2000).

Em razão da sazonalidade da produção e da perecibilidade das frutas em seu estado natural, a comercialização de frutas processadas em forma de polpas vem adquirindo grande importância. Sua maior aplicação é como matéria-prima para outras indústrias, como a de sucos, sorvetes, doces, iogurtes, biscoitos, bolos,

alimentos infantis. A polpa é um produto susceptível à degradação pela ação do calor, microrganismos, enzimas, oxigênio e luz, durante o processamento e o período de estocagem. A qualidade da polpa está relacionada à preservação de seus nutrientes e de suas características físico-químicas e sensoriais, o que dependerá do controle realizado em todas as etapas do processamento (CÔRREA NETO; FARIA, 1999).

A indústria de polpa de frutas tem como objetivo a obtenção de produtos com características sensoriais e nutricionais próximas às da fruta *in natura*, a segurança microbiológica e a qualidade, visando atender não apenas os padrões exigidos pela legislação brasileira, como também às exigências do consumidor (BELCHIOR, 2012).

O mercado brasileiro de frutas tem crescido de forma acentuada, apresentando grande demanda no consumo de frutas frescas e processadas, tornando-se cada vez mais exigente em qualidade, pressionando a busca de novas tecnologias de produção, colheita, pós-colheita, armazenamento, transporte e comercialização (SOUZA et al., 2002).

A polpa de fruta pode ser obtida a partir de praticamente todas as variedades de frutas e de algumas hortaliças. Combinações com diferentes tipos de frutas podem ser feitas com bastante vantagem (LOVATEL, 2004).

A produção de polpa surgiu como alternativa para o aproveitamento do excedente de frutas não comercializadas na forma *in natura* e, nos últimos anos, tem crescido notadamente o mercado do produto, estimulado pela praticidade de consumo e por conservar propriedades da fruta fresca (AMARO et al, 2002).

De acordo com Lovatel (2004), a matéria-prima para o preparo de polpas deve estar perfeitamente sadia e em completo estado de maturação para que se apresente com sabor intenso e textura apropriada. Todas as unidades da matéria-prima precisam ser cuidadosamente escolhidas e lavadas: os talos, as sementes e cascas espessas precisam ser retirados, enquanto as outras frutas de pele fina não necessitam de descascamento.

As características físicas, químicas e sensoriais da polpa de fruta deverão ser provenientes do fruto e de sua origem e não deverão ser alteradas pelos equipamentos, utensílios, recipientes e embalagens utilizadas durante o seu processamento e comercialização (BRASIL, 2000).

O congelamento e o armazenamento de polpas de frutas é o método que tem um custo relativamente maior se comparado aos demais métodos usualmente aplicados nessas condições. Entretanto, a qualidade da polpa conservada por congelamento, quando obtidos por condições adequadas de preparo, equivale à qualidade de um produto recém-colhido e triturado (LOVATEL, 2004).

Esse congelamento deve ser obtido em instalações apropriadas para essa finalidade, que operem, por exemplo, com temperatura abaixo de  $-30^{\circ}\text{C}$  e circulação de ar forçado (LOVATEL, 2004).

### 3.7 CONSERVAÇÃO PELO FRIO

A utilização de baixas temperaturas para conservar alimentos é um método antigo. Na pré-história os homens já armazenavam a caça em meio ao gelo para comê-la posteriormente. Os chineses mantinham o gelo do inverno em covas ou sob terras para usá-los no verão (ORDÓÑEZ, 2005).

Com o grande desenvolvimento tecnológico e com a chegada da era industrial, surgiram as indústrias de conservação de alimentos. Mais tarde o uso de aditivos químicos veio aumentar o tempo de conservação dos alimentos industrializados. Surgiram ainda os processos de refrigeração, congelamento, pasteurização, esterilização, liofilização entre outros. Isso tudo veio também a favorecer o preparo, conservação e armazenagem de diversos produtos (INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO, 2004).

A produção de frio para a indústria de alimentos foi um grande avanço e possibilitou o armazenamento e transporte de produtos perecíveis (ORDÓÑEZ, 2005). Essa tecnologia oferece alimentos e produtos alimentícios dotados de qualidades nutritivas e sensoriais durante longo período de tempo (EVANGELISTA, 2000). O efeito conservador do frio baseia-se na inibição total ou parcial dos principais agentes responsáveis pela alteração dos alimentos: o crescimento e a atividade dos microrganismos, as atividades metabólicas dos tecidos vegetais após a colheita, a inativação das enzimas e das reações químicas. A aplicação do frio, em suas duas importantes vertentes, *refrigeração e congelamento*, permite prolongar a vida útil dos alimentos, sejam frescos ou processados, durante períodos de tempo relativamente longos, com repercussão mínima em suas características nutritivas e

sensoriais. Assim, amplia-se a esfera de utilização da matéria-prima, tanto no que se refere ao tempo como à distância geográfica (ORDÓÑEZ, 2005).

A velocidade das reações químicas e enzimáticas diminuem ou aumentam em termos logarítmicos com a temperatura, segundo a lei de Arrhenius. Assim, a refrigeração reduz a velocidade das reações químicas e enzimáticas, permitindo controlar a perda de qualidade dos alimentos decorrentes da atividade fisiológica ou de outras reações químicas, como oxidação de lipídeos, degradação de pigmentos e vitaminas, etc (GAVA, 2008).

Na refrigeração, a temperatura da câmara na qual se encontra os produtos a conservação não é a 0°C, obtendo-se assim uma conservação por dias ou semanas, dependendo do produto (GAVA, 2008). Desse modo, é possível reduzir a velocidade das transformações microbiológicas e bioquímicas nos alimentos, prolongando assim a sua vida útil por dias ou semanas (FELLOWS, 2006).

No congelamento ocorre a formação de gelo, necessitando-se de temperaturas menores (-10°C a -40°C), obtendo-se assim uma conservação do produto por períodos longos (meses ou anos) (GAVA, 2008). Nesse método parte da água do alimento sofre mudança em seu estado, formando cristais de gelo (FELLOWS, 2006). A quantidade e o tipo dos solutos presentes influenciam não só na quantidade, mas também no tamanho, na estrutura, na localização e na orientação dos cristais de gelo (FENNEMA, 2010).

O uso do frio, muitas vezes, associado a outras técnicas de conservação, é largamente utilizado hoje em dia por causa da manutenção da qualidade do produto a ser conservado. Entretanto, é considerado um processo caro porque o produto deve ser mantido a baixas temperaturas, desde sua produção até o consumo, para isso requerendo instalações especiais, constituindo a chamada *cadeia do frio* (GAVA, 2008).

No processo de congelamento também podem ocorrer alterações indesejadas, como por exemplo as ocorridas em decorrência do congelamento lento. Nesse processo são formados grandes cristais de gelo que se dispostos em espaços organizados de forma matriciais, podem causar deformação e rompimento dessas redes da matriz, causando a perda da conformação após descongelamento (FELLOWS, 2006). Invariavelmente, nos alimentos congelados, a qualidade final esta relacionada com as condições empregadas durante o processo de congelamento e com as condições de armazenamento (CIABOTTI, 2000).

### 3.8 TEMPO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO

A carga térmica do processo e as condições ambientais variam constantemente numa ampla faixa e em função dos mais diversos fatores (SALVADOR, 1999). No quadro a seguir, estão algumas frutas com suas respectivas temperaturas de armazenamento. A escolha da temperatura de armazenamento depende do aspecto econômico e do tipo de produto (GAVA, 2008).

**Quadro 1** – Tempo e Temperatura típicos para armazenamento de frutas.

Fruto	Temperatura(°C)	Umidade Relativa(%)	Tempo de Armazenamento
Abacate	4 a 13	85-90	2-8 semanas
Abacaxi	7 a 13	85-90	2-4 semanas
Acerola	0	85-90	6-8 semanas
Ameixa	-1 a 0	90-95	2-4 semanas
Amora	-0,5 a 0	90-95	3 dias
Caqui	0	90-95	2-3 meses
Caju	0 a 2	85-90	5 semanas
Goiaba	5 a 10	90	2-3 semanas
Kiwi	0	90-95	3-5 meses
Laranja	0 a 2	85-90	8-12 semanas
Limão	9 a 10	85-90	6-8 semanas
Mamão	7 a 13	85-90	1-3 semanas
Manga	10 a 13	85-90	2-3 semanas
Maracujá	10	85-90	2-4 semanas
Melão persa	5 a 10	85-90	2-3 semanas
Pêssego	-0,5 a 0	90-95	2-4 semanas
Uva ame.	-1 a -0,5	90-95	2-8 semanas

Fonte: Adaptado de Neves (2009).

### 3.9 BOAS PRÁTICAS DE REFRIGERAÇÃO

Para a manutenção da qualidade dos alimentos resfriados e congelados é sem dúvida de fundamental importância a manutenção de temperatura adequada, e uniforme em câmaras frigoríficas (MENDONÇA, 2009).

Como a unidade (pallet ou produto final) gera um único número, perde essa identidade no curso da distribuição, a embalagem de embarque necessita um método fácil para garantir a regra do "FIRST IN FIRST OUT" - "FIFO" - (primeiras

entradas, primeiras saídas - PEPS) para as embalagens serem movimentadas dentro da cadeia do frio na sequência correta (ABIAF, 2008).

Segundo dados da ABIAF (2008) é muito importante que todos que trabalham em câmaras frigoríficas tenham sempre em mente o primeiro objetivo de minimizar a exposição dos produtos à temperatura ambiente, portanto devem ser estabelecidos métodos e rotinas de manuseio que não permitam que os produtos sejam expostos à temperatura ambiente.

Segundo Stoecker (1994), dentre todas as etapas para projeto de uma câmara fria, a segurança é a mais importante, tendo como objetivo principal a proteção dos indivíduos de operação e manutenção, bem como das pessoas que circulam nas vizinhanças do sistema.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A Cooperativa selecionada para aplicação do projeto atende programas do Governo Federal, fornece matéria prima para uma Multinacional e começa a apontar como exportadora devido ao reconhecimento da qualidade de seus produtos.

Trata-se de uma Cooperativa típica da agricultura familiar, sendo seu quadro de funcionários 100% composto por cooperados ou familiares diretos. Hierarquicamente, o quadro operacional de 23 funcionários, responde a uma Gerência que se divide em Produção e Qualidade; todos são subordinados a uma diretoria composta por três membros.

A direção da empresa relatou interesse em participar do projeto por ter enfrentado sérios problemas quanto ao tempo necessário ao congelamento das polpas de frutas. Para proteger a identidade da Cooperativa, passaremos a tratá-la pelo pseudônimo de PFC.

A PFC está habilitada ao processamento dos frutos: abacate, abacaxi, açaí, acerola, cacau, cajá, caju, cupuaçu, graviola, goiaba, laranja, limão, mamão, manga, maracujá, melão, morango, pitanga, tangerina e uva. A uva é a única fruta a ser processada em ambiente separado, pois esta necessita de calor para a extração de seu caldo. Os demais frutos, após passarem por uma seleção, onde os de melhor integridade aparente são destinados à venda; os demais seguem para a sala de processamento, onde serão processados de acordo com sua fisiologia, embalados e em seguida refrigerados.

O congelamento na empresa é feito em câmara a  $-20^{\circ}\text{C}$  adotando-se o critério de “experiência”, o que implica em aguardar até que as polpas a serem congeladas atinjam o estado sólido. Não existe diferenciação entre resfriamento, congelamento e armazenamento do ponto de vista de separação dos processos.

Do ponto de vista de estrutura física, o setor de processamento industrial da empresa conta com 3 galpões (Anexo 1): Ala I (Anexo 2) onde encontram-se principalmente os maquinários de processamento, Ala II de construção recente para suprir a demanda de frio identificada como necessária pela empresa de projeto e construção contratada (Anexo 3) e ampliação onde se pretende uma reestruturação

para melhor logística dos procedimentos de processamento, congelamento, estocagem e expedição. A Ala I traz uma Câmara com área útil de 14,1 m<sup>2</sup>. Existem ainda três espaços refrigerados (Câmaras IIA, IIB e IIC) com dimensões idênticas de 11,6 x 6,8 m<sup>2</sup>, conectadas por um corredor nomeado pela Empresa de Ante-Câmara e medindo 5,1 x 20,4 m<sup>2</sup> (Anexo 4).

## **4.2 DIAGRAMAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO OPERACIONAL**

Através do acompanhamento dos procedimentos operacionais nas instalações “*in loco*” estabeleceu-se o Fluxograma do Processo.

Na sequência, foram identificadas as situações críticas à Cadeia do Frio e Manutenção da Refrigeração da linha de produção da empresa PFC, objetivando listar as não conformidades e registrar os argumentos para delinear a linha de ação para treinamento.

## **4.3 CARGA TÉRMICA**

Considerando o relato da direção da Cooperativa de insuficiência da potência de refrigeração e problemas com os equipamentos, foram calculadas as cargas térmicas das câmaras, seguindo metodologia padrão e confrontando com a carga estimada pela empresa de projeto e construção desses espaços refrigerados.

Foram avaliadas as Câmaras I, II (IIA, IIB e IIC idênticas) e Ante-Câmara. Foram considerados os calores provenientes de: paredes, pisos, teto, cedidos pelo produto até atingir temperatura de congelamento, motores dos ventiladores, infiltrados por aberturas de portas e luzes.

## **4.4 TREINAMENTO DE PESSOAL**

Para a realização do treinamento de pessoal da linha de produção, foram considerados fatores como o grau de escolaridade, idade, gênero funcionários tomando-se cuidados para não ferir a integridade dos envolvidos e respeitando as



diferenças. A executora deste trabalho contava com experiência e conhecimentos prévios do quadro de funcionários e funções específicas, bem como tinha fácil comunicação com os mesmos, em decorrência do estágio obrigatório cumprido na unidade.

Foram feitas duas reuniões prévias com os funcionários “*in loco*”: a primeira em forma de “chuva de idéias” realizando uma conversa informal com os funcionários em seu ambiente de trabalho para avaliar o nível de interesse, comprometimento e conhecimento aplicado; a segunda foi de caráter informativo e direcionador estabelecendo-se procedimentos e datas para aplicação dos treinamentos.

Um treinamento teórico foi aplicado nas instalações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, utilizando recursos multimídia e experimentos práticos para demonstração e fixação dos conceitos. O objetivo esperado com esse procedimento foi promover a inclusão dos funcionários no contexto acadêmico, derrubar paradigmas, ganhar colaboradores e multiplicadores do processo de conhecimento fundamentado aplicado. As execuções práticas foram concatenadas para culminarem com a elaboração de um Manual de Boas Práticas de Fabricação.

#### **4.5 ACOMPANHAMENTO (“*Follow up*”)**

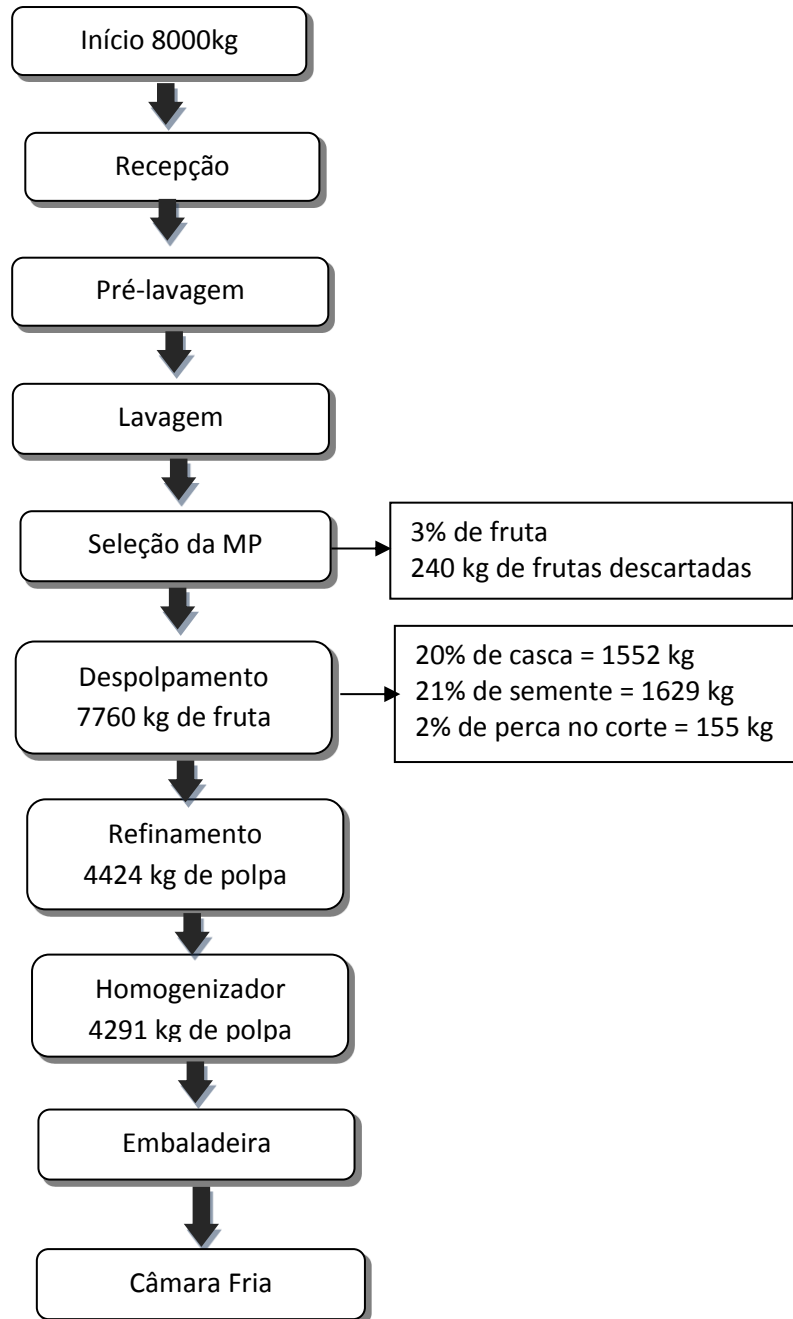
Como medida da eficácia do processo de treinamento, foram registrados os consumos energéticos ao longo do período de execução do projeto. A empresa disponibilizou as faturas, de onde puderam ser retirados os dados para histórico do consumo no período de agosto a dezembro de 2014.

Objetivando ponderar o uso de energia elétrica com o volume de produção, foram solicitados os romaneios de recebimento, processamento, estocagem e expedição de matérias-primas e produtos. A empresa justificou que não possuía este nível de controle dos fluxos mássicos, apenas restringindo-se a repassar da produção média dos períodos a serem resguardados da publicação. Verificou-se que, sob o endosso da gerência da PFC, a carga de processamento no período de agosto a dezembro de 2014 pode ser considerada constante. O efeito das ações para treinamento sobre o desempenho dos funcionários foi verificado abordando-se a alta administração e o corpo técnico operacional.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 DIAGRAMAÇÃO DO PROCESSO OPERACIONAL

O Fluxograma de Processo apresenta-se na Figura 1.



**Figura 1**–Fluxograma do processo de obtenção de polpa de fruta congelada.

Os procedimentos de processamento acontecem no início do dia e duram no máximo por 8 horas. Evidenciou-se que não existe um procedimento padrão que previna a perda de matéria prima por más condições de estocagem enquanto

aguarda o processamento. Embora o fluxo de processo possa ser cumprido de maneira contínua, não existe essa linearidade, aumentando-se consideravelmente a perda de produtos.

De maneira pontual, os procedimentos observados como não conformidades passíveis de correção no procedimento, foram registrados para correção e seguem listados no Quadro 2 a seguir, incluindo as justificativas apresentadas pelos funcionários.

**Quadro 2** - Não conformidades identificadas na empresa foco do estudo.

<b>Não conformidades</b>	<b>Descrição da situação</b>	<b>Justificativa dada</b>
<b>Desorganização nas câmaras frias</b>	Misturam-se os produtos, câmaras supercarregadas, produtos empilhados irregularmente e em desnível.	Falta de espaço.
<b>Lotes sem registros</b>	Não impressão do lote nas embalagens após ensacadora automática.	Embaladeira com defeito.
<b>Desperdício de produto</b>	Perda excessiva de polpa, devido a vazamentos e acúmulo após despoldadeira	Falta de canalização apropriada.
<b>Condições inadequadas de armazenamento dos frutos antes do processamento</b>	Frutos ficam armazenados em um galpão, sem sistema refrigerado algum.	Falta de espaço refrigerado nas câmaras.
<b>Frutos de diferentes tipos misturados</b>	Não há uma separação dos frutos que ficam na espera para serem processados.	Falta de espaço para armazenamento selecionado.
<b>Produto embalado em embalagem secundária já contendo gelo</b>	Antes mesmo que irem para a câmara fria, as embalagens já possuem flocos de gelo por serem reaproveitadas.	Falta de tempo para descongelamento total da fruta (acerola).
<b>Bagaços das frutas ficam expostos</b>	Não há local de separação dos resíduos.	Sem destino.
<b>Portas das câmaras abertas constantemente</b>	Grande perda do frio ao abrir as portas das câmaras	Sem condições financeiras para fechamento automático.
<b>Câmaras supercarregadas</b>	Grande empilhamento de caixas obstruindo a passagem do ar.	Falta de espaço para o armazenamento.
<b>Falta de controle da abertura da câmara</b>	Câmara no decorrer do dia aberta inúmeras vezes e sem critério.	Necessidade constante de entrada e saída dos produtos.
<b>Sujidades dentro das câmaras</b>	Produtos com embalagens rompidas/danificadas, causando vazamento.	Resíduo congelado no chão cuja remoção implicaria em descongelamento da câmara.
<b>Iluminação insuficiente dentro das câmaras</b>	Grande empilhamento de caixas, causando a obstrução da passagem da luz.	Quantidade de produto estocado implicava em obstrução da luz.
<b>Produtos atingindo ponto de congelamento com longo tempo</b>	O tempo médio teórico necessário ao congelamento completo de cada tipo de produto não era conhecido.	A chamada “experiência prática” permitia que eles “estimassem” o tempo de congelamento.

## 5.1 CARGA TÉRMICA

Nas tabelas de 1 a 6 apresentados a seguir, estão apresentados os dados utilizados para o cálculo das cargas térmicas das câmaras frigoríficas da PFC.

**Tabela 1 - Dimensões da câmara I**

Dimensões	Câmara I	Câmara II
	(m)	(m)
Altura	3,75	5
Comprimento	10,5	12
Largura	6,15	7

Fonte: empresa PFC

**Tabela 3 -Calor específico**

Calor Específico	(Kcal/k.kg)
cp do polietileno/polipropileno	0,40631
cp antes congelamento	0,91
cp depois do congelamento	0,46

**Tabela 4 - Massas**

Massa	(kg)
Embalagem (kg)	15
Produto (Kg)	985
Total (Kg)	1000

**Tabela 5 - Temperaturas**

Temperatura	(°C)
Entrada do produto	25
Congelamento do produto	-2,2
Final do produto	-20
Interna da câmara	-20
Externa da câmara	35

**Tabela 6 - Umidade Relativa**

UR	%
Ar externo	55
Ar interno	90

O memorial de cálculos específico para cada câmara segue apresentado no Anexos 6, 7 e 8.

## **5.2 CÁLCULOS PARA CÂMARA I**

### **5.2.1 Cálculo da Carga Térmica da Embalagem:**

Foram consideradas embalagens primárias de polietileno, acondicionadas em caixas de polipropileno.

$$Q_{\text{embalagem}} = 6582,22 \text{ kcal}/24h$$

### **5.2.2 Cálculo da iluminação**

A potência dissipada pelas lâmpadas e o tempo que essas permanecem acessas:

$$Q_{\text{iluminação}} = 333,18 \text{ kcal}/24h$$

### **5.2.3 Cálculo de infiltração**

As trocas de ar durante as aberturas estimadas das portas levaram ao valor de calor por infiltração de:

$$Q_{\text{infiltração}} = 10424,988 \text{ kcal}/24h$$

### **5.2.4 Cálculo de ocupação**

Para a carga térmica de ocupação:

$$Q_{\text{pessoa}} = 5070 \text{ kcal}/24h$$

### **5.2.5 Cálculo da carga térmica do produto**

Considerando retirada do calor sensível até início do congelamento a  $-2^{\circ}\text{C}$ , seguido da retirada de calor latente e finalizando com retirada de calor sensível até atingir a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , foram obtidos:

$$Q_{produto} = 1980160 \text{ kcal} / 24h$$

### 5.2.6 Cálculo da carga térmica de transmissão

Os valores específicos para carga térmica por transmissão na Câmara 1, são apresentados na tabela 7 abaixo:

**Tabela 7-** Cálculo das cargas térmicas por transmissão

ÁREA	Carga térmica (kcal/24h)
Parede Norte	126,82
Parede Sul	129,13
Parede Leste	224,43
Parede Oeste	224,43
Teto	387,41

Os valores encontrados para todas as cargas térmicas da Câmara I encontram-se listados no Quadro 3, representando-se ainda no Gráfico 1.

**Quadro 3 -** Cargas térmicas para a Câmara I

Cargas	(KCAL/24H)
Carga térmica de transmissão	27619,81309
Carga térmica por infiltração	10935,77625
Carga térmica do produto	778701,6
Carga térmica de ocupação	5070
Carga Térmica de iluminação	2182,430385
Carga térmica de embalagem	6582,222
Carga térmica total (Kcal/24h)	824509,6197
Fator de segurança (Kcal/24h)	997656,6399
Carga térmica total (Kcal/h)	41569,02666

## 5.3 CÁLCULOS PARA CÂMARA II

Repetindo o procedimento da Câmara I para esta, seguem os resultados.

### 5.3.1 Carga Térmica da Embalagem

$$Q_{embalagem} = \frac{6582,22 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

### 5.3.2 Carga Térmica da Iluminação

Para a carga térmica de iluminação, foram obtidos os seguintes valores:

$$Q_{iluminação} = \frac{2182,43 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

### 5.3.3 Calor por Infiltração

O calor obtido para carga térmica de infiltração foi:

$$Q_{infiltração} = 10424,988 \frac{\text{kcal}}{24\text{h}}$$

### 5.3.4 Cálculo de ocupação

Para o carga térmica de ocupação:

$$Q_{pessoa} = \frac{5070 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

### 5.3.5 Cálculo da carga térmica do produto

Para a carga térmica do produto:

$$Q_{produto \text{ total}} = \frac{778701,6 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

### 5.3.6 Cálculo da carga térmica de transmissão

Os resultados dos cálculos são apresentados no tabela 2 abaixo:

**Tabela 2** - Cálculo das cargas térmicas das paredes/teto/piso.

ÁREA	Carga térmica (kcal/24h)
Parede Norte	224,288128
Parede Sul	224,288128
Parede Leste	1268,2509
Parede Oeste	1268,2509
Teto	3874,05
<b>TOTAL</b>	<b>35109,6944</b>

**Quadro 4** – cargas térmicas da câmara II

Cargas	(KCAL/24H)
Carga térmica de transmissão	355109,6944
Carga térmica por infiltração	17047,8
Carga térmica do produto	7787016
Carga térmica de ocupação	5070
Carga Térmica de iluminação	3402,1944
Carga térmica de embalagem	65822,22
Carga térmica total (Kcal/24h)	1159331,289
Fator de segurança (Kcal/24h)	1402790,86
Carga térmica total (Kcal/h)	58449,61915

## 5.4 CÁLCULOS PARA ANTE-CÂMARA

### 5.4.1 Cálculo da iluminação

Para a carga térmica de iluminação, foram obtidos os seguintes valores:

$$Q_{iluminação} = \frac{2182,43 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

### 5.4.2 Cálculo de infiltração

Considerando a equação 2, o calor obtido para carga térmica de infiltração foi:

$$Q_{infiltração} = 10424,988 \frac{\text{kcal}}{24\text{h}}$$

### 5.4.3 Cálculo de ocupação

Para o carga térmica de ocupação:

$$Q_{pessoa} = \frac{5070 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

### 5.4.4 Cálculo da carga térmica de transmissão

$$Q_{transmissão \text{ total}} = \frac{35512,20 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

**Tabela 3** - Cálculo das cargas térmicas das paredes/teto/piso.

ÁREA	Carga térmica (kcal/24h)
Parede Norte	126,82
Parede Sul	129,13
Parede Leste	224,43
Parede Oeste	224,43
Teto	387,41

**Quadro 5** – cargas térmicas da ante-câmara

Cargas	(KCAL/24H)
Carga térmica de transmissão	355123,44
Carga térmica por infiltração	22472,1
Carga térmica de ocupação	5070
Carga Térmica de iluminação	4484,71
Carga térmica total (Kcal/24h)	387150,25
Fator de segurança (Kcal/24h)	468451,80
Carga térmica total (Kcal/h)	195118,82



Observando todos os cálculos, foi possível observar que o problema não estava em um mal dimensionamento das câmaras e sim na falta de Boas Práticas de Refrigeração por parte dos funcionários.

## **5.5 TREINAMENTO DO PESSOAL**

O treinamento foi aplicado na UTFPR, com a presença de 23 funcionários, incluindo a Tecnóloga responsável pela indústria, com duração total de atividades com instrução técnica presencial de 6 horas. Quanto a escolaridade: a Gerência Geral é ocupada por funcionária com título de Tecnóloga em Alimentos; dos 17 funcionários lotados na produção, apenas o supervisor possui ensino médio, possuindo os demais nível fundamental; na expedição/logística, 100% dos funcionários possuem ensino médio. Não foi possível aplicar treinamento à Diretoria.

Foram apostilas, vídeos ilustrativos, Power point e aplicativos visuais durante a apresentação, garantindo a participação dos envolvidos com dinâmicas de grupo. Os funcionários mostravam um clima de descontração e interesse ao longo das apresentações. Especifica-se a seguir os temas abordados no treinamento.

### **5.5.1 Produção mundial, nacional e regional de frutas**

Colocar a conhecimento deles a quantidade de frutas que são produzidas no mundo e onde o Brasil se encaixa nessa produção. Foi informado também a quantidade/capacidade de produção da localidade escolhida no cenário regional e a importância deles (funcionários) nas conquistas conseguidas pela PFC.

### **5.5.2 Desperdícios**

Ilustrou-se a quantidade desperdício de frutas e demonstrando que o problema aqui não é quantidade produzida e sim qualidade. O que deve se refletir é que não adianta aumentar a produção agrícola do país sem diminuir as perdas, pois desta maneira estaremos jogando fora cada vez mais produtos e nunca diminuiremos os custos a um nível compatível com a realidade econômica e poder aquisitivo da população brasileira.

### **5.5.3 Ciclo de refrigeração**

Foram discutidas questões como: por que refrigerar? A refrigeração é realmente viável economicamente? Como realizá-la de forma correta? Quais os principais benefícios que esse método fornece? Quais efeitos ocorrem nas frutas?

### **5.5.4 Componentes do ciclo**

Com o auxílio de fotos e imagens, foram mostrados os principais componentes do ciclo de refrigeração como os evaporadores, compressores, condensadores e válvulas.

### **5.5.5 Carga térmica.**

E por fim, foi mostrado como se calcula as cargas térmicas e o quanto é importante ter conhecimento desses cálculos. Todas as cargas foram citadas, observadas e discutidas junto ao grupo.

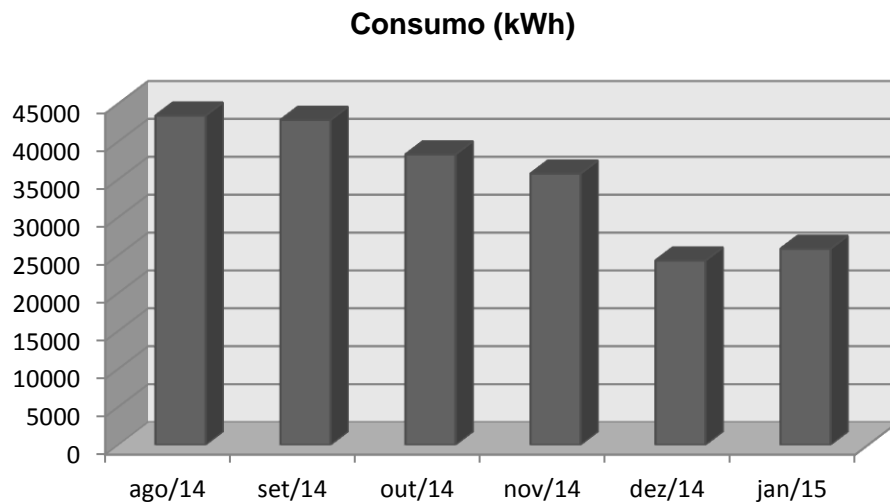
### **5.5.6 Sugestões propostas à alta administração da empresa**

Após todo o acompanhamento realizado na indústria, levantamento dos principais pontos críticos e aplicação de treinamento foram realizados orçamentos e em seguida algumas propostas para a diretoria: Implantação de cortinas plásticas e cortinas de ar em todas as portas das câmaras; Construção de uma cobertura em cima dos condensadores; Compra de paletes para armazenamento/ expedição às polpas já embaladas.

### 5.1 ACOMPANHAMENTO (“Follow up”)

O histórico do consumo de energia elétrica, ao longo do período de agosto de 2014 a janeiro de 2015, encontra-se registrado na figura a seguir.

**Figura 2**–Consumo energético da PFC no período de agosto/ 2014 a janeiro de 2015 .



Os resultados obtidos foram positivos e motivadores à continuidade do trabalho, pois durante o período de aplicação das ações visando à eficiência energética, registrou-se uma redução importante do consumo energético da ordem dos 42.000kWh para a ordem dos 24.000kWh (aproximadamente 57%) no decorrer do período de 5 meses.

## **6 CONCLUSÃO**

No processo havia grandes falhas como falta de organização/planejamento o que leva a perdas de produto, perda do frio e a necessidade da elaboração de um Manual de Boas Práticas de Refrigeração para um melhor entendimento dos funcionários.

O treinamento foi necessário para estabelecer diretrizes aos funcionários quanto ao correto comportamento e ações.

Com as não conformidades identificadas foi possível examinar os principais erros cometidos na indústria, delineando o procedimento para conscientização e treinamento.

O treinamento trouxe aos funcionários informações até então desconhecidas por eles e atendeu as necessidades da indústria e demonstrou a capacidade de aprendizado e comprometimento independente do nível de instrução.

Embora estes resultados não possam ser atribuídos exclusivamente a mudança de postura do operacional decorrentes do treinamento em BPR, relatos da alta administração comprovam que foram determinantes na série de ações que culminaram direta e/ou indiretamente neste resultado.

## 7 REFERÊNCIAS

ABIAF – Associação Brasileira de Indústria de Armazenagem Frigorificada, **Apostila Técnica: Alimentos Congelados e Resfriados**, 2008. Disponível em <[http://www.abiaf.org.br/?abiaf=\[artigos\]](http://www.abiaf.org.br/?abiaf=[artigos])> acesso em 30. Out. 2014.

ADECE. Agência de Desenvolvimento do Ceará. **Perfil da Produção de Frutas no Brasil**. Ceará, 1013.

AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M.; MONTEIRO, M. **Efeitos do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa do maracujá**. São Paulo, 2002.

BELCHIOR, N. C. **Transferência de calor no congelamento de polpa de maracujá**. Lavras, MG, 2012.

BRASIL, Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa N° 1 de janeiro de 2000, Diário Oficial da União N°6. Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção 1., p. 54-58. Regulamento técnico geral para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta.

CEPEA Disponível em:-  
[http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea\\_Perspectivas%20Agroneg2015\\_relatorio.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_Perspectivas%20Agroneg2015_relatorio.pdf). Acessado em: 02 de janeiro de 2015.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós colheita de frutose hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 320P.

CIABOTTI, E. D. **Alterações das propriedades físico-químicas do suco de maracujá para diferentes técnicas de congelamento inicial ao longo do período da armazenagem frigorífica**. 2000. 107p. Dissertação (mestrado em Armazenamento e Processo de Produtos Agrícolas) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2000.

CÔRREA NETO, R. S.; FARIA, J. A. F. Fatores que influenciam na qualidade do suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, jan/abr 1999.

CRÚZIO, H. O. **Cooperativas em rede e autogestão do conhecimento: o trabalho flexível em torno de processos, sob habilidades e equipes**. Editora FGV. 176p. 2006.

EVANGELISTA, JOSÉ. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo, SP. Editora Atheneu, 2000.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **A produção mundial de frutas tropicais atingira 82 milhões de toneladas em 2014**. Agronotícias: América Latina e o Caribe, 2012.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas**. São Paulo: Artmed; 2006.

FENNEMA, O. R.; DAMOARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010.

FRANÇA, C.G.; GROSSI, M.E.D.; MARQUES, V. P. M.A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 2009.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo, SP. Editora Nobel, 2008.

GUTIERREZ, Anita de Souza Dias. **As perdas e as frutas e hortaliças frescas**. Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP. São Paulo, 2013.

INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO. **Processamento de frutos**. Fortaleza, CE. Edições Demócrito Rocha; Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004.

KOPF, Cristiane. Técnicas de Processamento de **Frutas para a Agricultura Familiar**/Departamento de Engenharia de Alimentos. Guarapuava: Unicentro, 2008, 62p.

LOVATEL, J. L.; CONSTANZI, A. R.; CAPELLI, R. **Processamento de frutas e hortaliças**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2004.

MENDONÇA, L. S.; **Logística de armazenagem e distribuição dos produtos sadia pelo centro de concentração e distribuição da unidade Uberlândia – MG**. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2009.

NEVES, Leandro Camargo. **Manual pós-colheita da Fruticultura Brasileira**. Londrina: EDUEL, 2009, 494p.

Noções de Carga Térmica em Câmaras Frigoríficas. ESCOLA SENAI OSCAR RODRIGUES ALVES. 2002, 25p.

ORDÓÑEZ J. A. Tecnologia de Alimentos. Tradução Fátima Murad, Porto Alegre, RS. Artmed, 2005.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; DO PRADO, G. M.; DE SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 26, p. 98-103, 2006.

RUFATO, Leo; KRETZSCHMAR, AikeAnneliese; BOGO, Amauri. **A Cultura da Pereira**. Florianópolis: DIOESC, 2012, 274p.

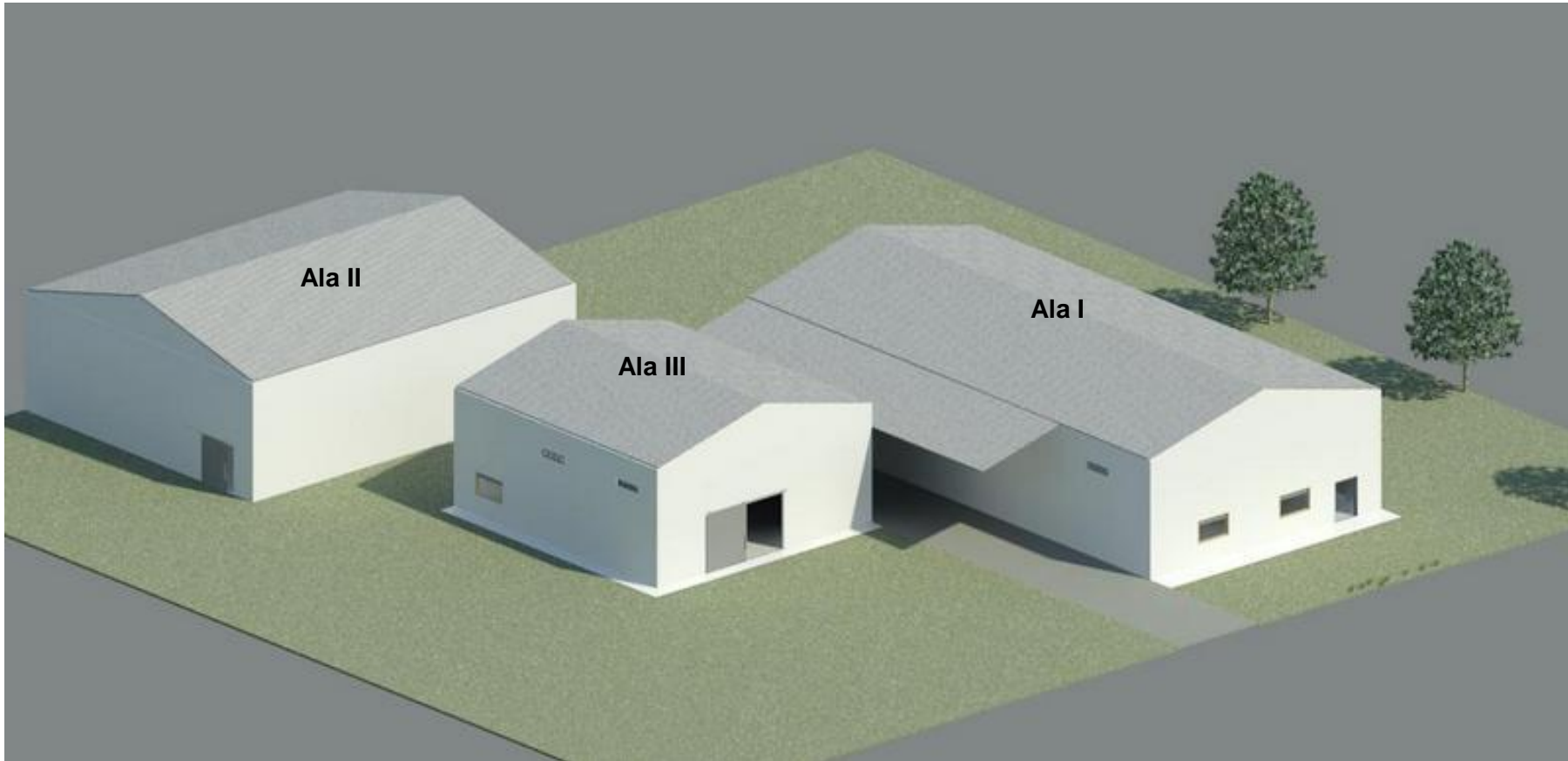
SALVADOR, FRANCISCO. **Projeto de um sistema de refrigeração industrial com “set-point” variável**. São Paulo, SP, 1999.

SOUZA, J. S. ETAL. **Maracujá: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 51 p.

STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M..**Refrigeração Industrial**. Trad. de J. M. SaizJabardo. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda., 1994.

## 8 ANEXOS

### Anexo 1 – Vista panorâmica representativa dos galpões na PFC



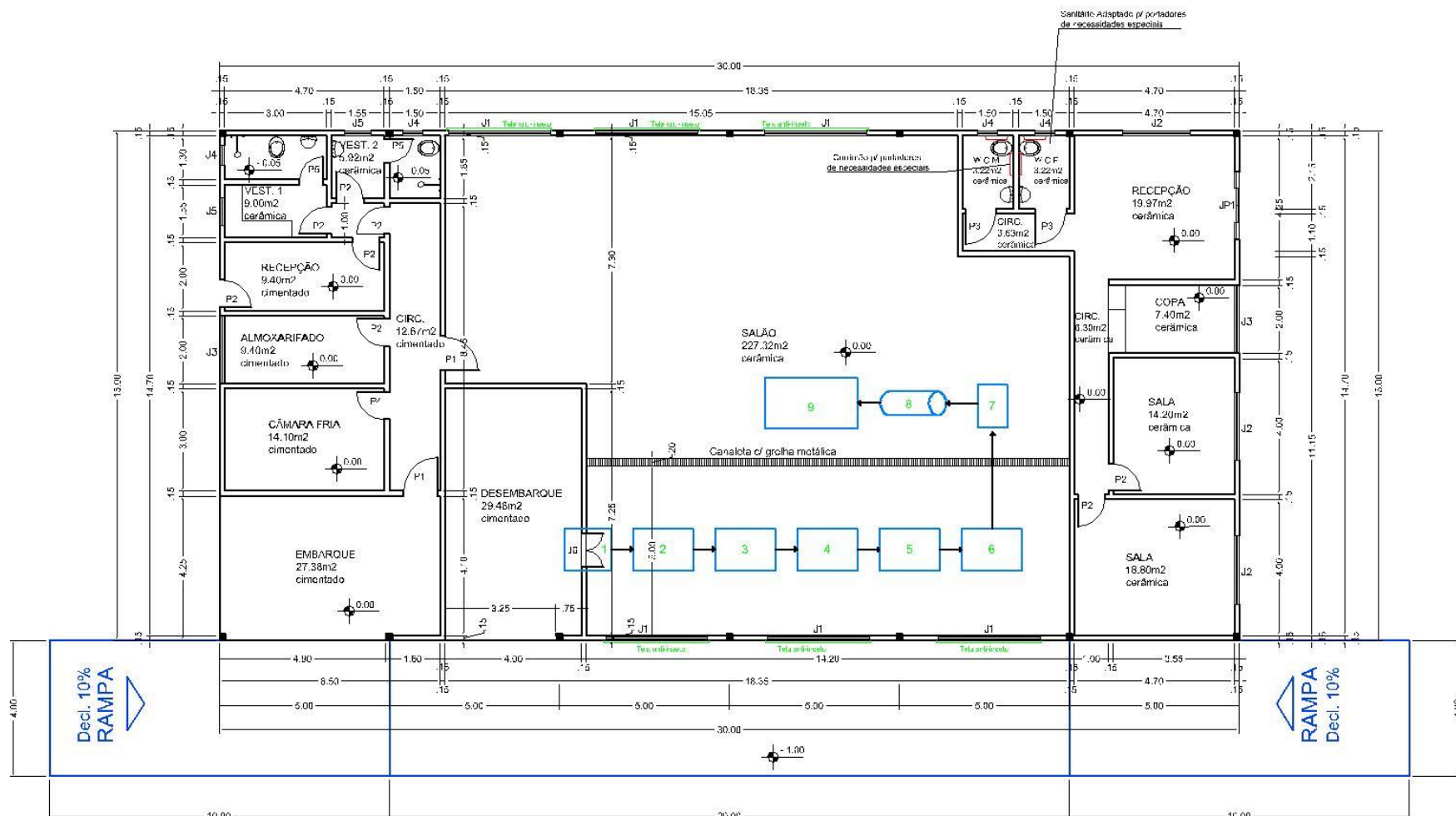
**Ala I - Construção Industrial Principal (Planta Baixa no Anexo 2);**

**Ala II - Construção Industrial Agregada (Planta Baixa no Anexo 3);**

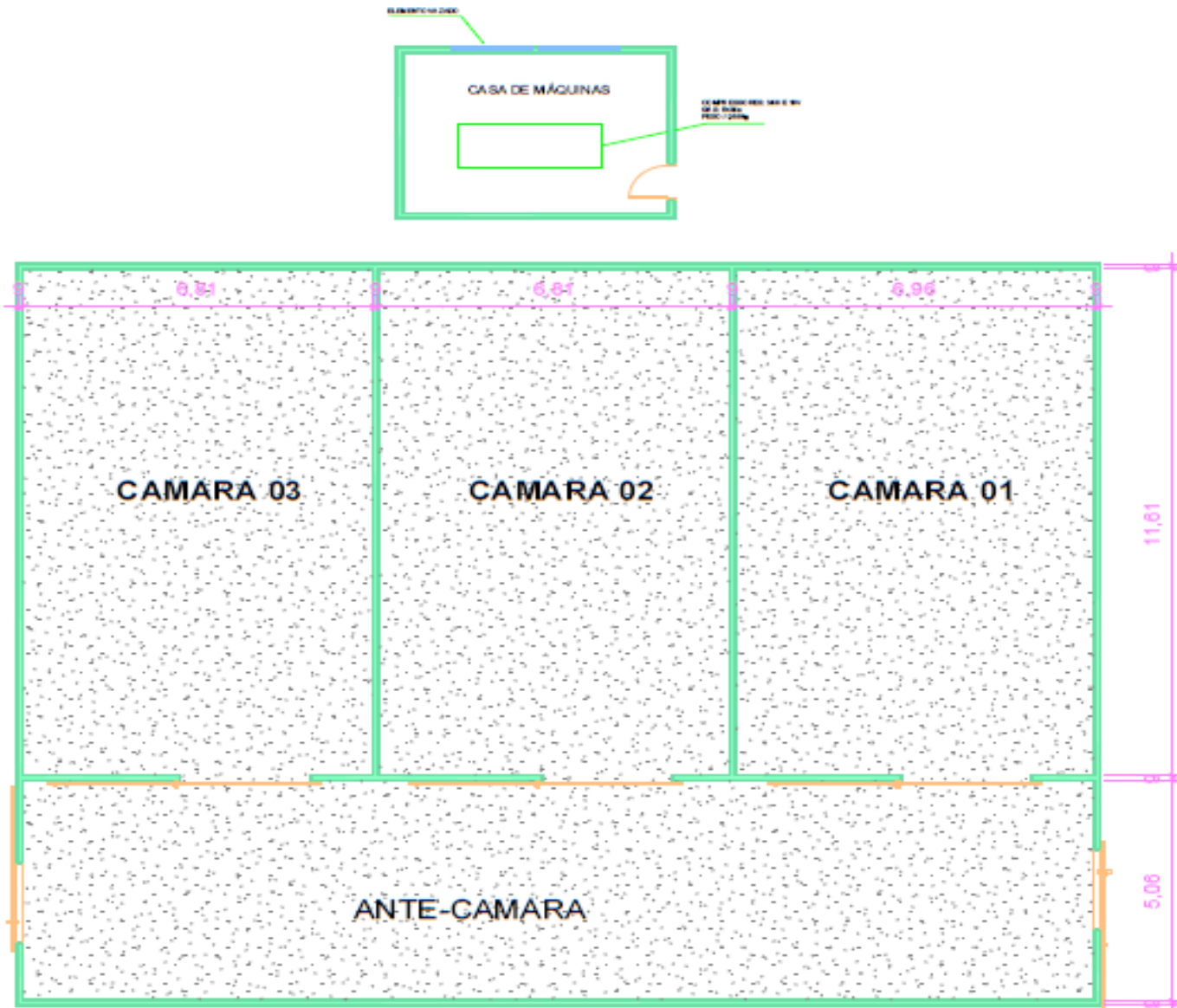
**Ala III - Construção Auxiliar (Planta Baixa no Anexo 4)**



## Anexo 2 – Planta Baixa da Construção Industrial Principal (Ala I)



### Anexo 3 – Construção Industrial Secundária (Ala II)



**Anexo 4 – Planta Baixa da Construção Industrial Agregada (Ala III)**

## Anexo 5 – Imagens das Tabelas adotadas para cálculos de carga térmica

Tabela: Fatores de Dispersão de calor em Função do Isolamento (kcal/m²/24h)												
Material	EPS (Isopor)					Poliuretano (Placa)			Poliuretano (Painel)			
Espessura(mm)	50	75	100	150	200	50	75	100	50	75	100	
DT em °C entre temp. ext. e int.	1	14	9,5	7,2	4,8	3,6	9,5	6,4	4,8	8,3	5,5	4,2
	10	143	95	72	48	36	95	64	48	83	55	42
	15	215	143	107	72	54	143	95	72	125	83	62
	20	286	191	143	95	72	191	127	95	166	111	83
	23	329	220	165	110	82	220	146	110	191	128	96
	25	358	239	179	119	89	239	159	119	208	139	104
	28	401	267	200	134	100	267	178	134	233	155	116
	30	429	286	215	143	107	286	191	143	250	166	125
	33	472	315	236	157	118	315	210	157	275	183	137
	35	501	334	251	167	125	334	223	167	291	194	140
	38	544	363	272	181	136	363	242	181	316	211	158
	40	573	382	286	191	143	382	255	191	333	222	166
	43	616	410	308	205	154	410	274	205	358	238	179
	45	644	429	322	215	161	429	286	215	374	250	187
	48	687	458	344	229	172	458	305	229	399	266	200
	50	716	477	358	239	179	477	318	239	416	277	208
	53	759	506	379	253	190	506	337	253	441	294	220
	55	787	525	394	262	197	525	350	262	458	305	229
	58	830	554	415	277	208	554	369	277	483	322	241
	60	859	573	429	286	215	573	382	286	499	333	250
63	902	600	451	300	225	600	401	300	524	349	262	
65	931	620	465	310	233	620	414	310	541	361	270	
68	974	650	487	351	243	650	433	351	566	377	283	
70	1000	668	500	335	250	668	445	335	582	388	290	

Imagem1: Tabela de fatores de Dispersão de calor em função do isolamento  
Fonte: Fic Frio (2014 p.17).

Troca de Ar/24h por abertura de Porta e Infiltração							
P/ Câmara de conversão c/ Temp. > 0°C				P/ Câmara de conversão c/ Temp. < 0°C			
Vol. (m³)	Nº Troca de Ar (24h)	Vol. (m³)	Nº Troca de Ar (24h)	Vol. (m³)	Nº Troca de Ar (24h)	Vol. (m³)	Nº Troca de Ar (24h)
5	47	200	6	5	36	200	4,5
7	39	300	5	7	30	300	3,7
10	32	400	4,1	10	24	400	3,2
15	26	500	3,6	15	20	500	2,8
20	22	700	3	20	17	700	2,3
25	19	1000	2,5	25	15	1000	1,9
30	17	1200	2,2	30	13	1200	1,7
40	15	1500	2	40	11	1500	1,5
50	13	2000	1,7	50	10	2000	1,3
60	12	3000	1,4	60	9	3000	1,1
80	10	4000	1,2	80	8	4000	1,1
100	9	5000	1,1	100	7	5000	1
125	8	10000	0,95	125	6	10000	0,8
150	7	15000	0,9	150	5,5	15000	0,8

Obs.: Para uso intenso, multiplicar por "2" os valores acima

Imagem2: Tabela da troca de Ar/24h por abertura de porta e infiltração  
Fonte: Fic Frio (2014 p.17).

Calor necessário para resfriar o ar externo até a temperatura da Câmara (kcal/m <sup>3</sup> )									
Temp. câmara em °C	Condições Externas (temperatura bulbo seco e umidade relativa)								
	15°C			20°C			25°C		
	40%	50%	60%	40%	50%	60%	40%	50%	60%
10	0,2	1	1,8	2,9	4	5,1	6	7,4	8,9
5	2,7	3,5	4,3	5,5	6,6	7,7	8,6	10	11,7
0	5,4	6,2	7	8,1	9,3	10,5	11,4	13	14,5
-5	8	8,8	9,7	10,8	12	13,2	14,1	16	17,3
-10	10,2	11,1	12	13,1	14,3	15,5	16,5	18	19,7
-15	12,7	13,5	14,4	15,6	16,8	18,1	19	21	22,3
-20	14,8	15,7	16,6	17,9	19,1	20,4	21,3	23	24,7
-25	17	17,9	18,8	20,1	21,3	22,6	23,6	25	27
-30	19,2	20,2	21,1	22,4	23,7	25	26	28	29,5
-35	21,6	22,5	23,5	24,8	26,1	27,4	28,5	30	32
-40	23,8	24,8	25,8	27,1	28,5	29,8	30,9	33	34,5

Imagem3: Tabela do calor necessário para resfriar o ar externo até a temperatura da Câmara  
Fonte: Fic Frio (2014 p.18).

Calor necessário para resfriar o ar externo até a temperatura da Câmara (kcal/m <sup>3</sup> )									
Temp. câmara em °C	Condições Externas (temperatura bulbo seco e umidade relativa)								
	30°C			35°C			40°C		
	40%	50%	60%	40%	50%	60%	40%	50%	60%
10	9,5	11,5	13,6	13,6	16,5	19,2	18,7	22,3	26
5	12,3	14,4	16,5	16,5	19,4	22,2	21,7	25,4	29,2
0	15,1	17,2	19,4	19,4	25,2	24,7	28,7	28,4	32,3
-5	18	20,1	22,3	22,3	25,3	28,2	27,7	31,5	35,5
-10	20,4	22,5	24,8	24,8	27,9	30,8	30,3	34,2	38,2
-15	23	25,2	27,5	27,5	30,7	33,7	33,2	37,1	41,2
-20	25,4	27,6	30	30	33,2	36,3	35,7	39,8	43,9
-25	27,7	30	32,4	32,4	35,7	38,8	38,3	42,4	46,7
-30	30,2	32,5	35	35	38,4	41,6	41	45,2	49,5
-35	32,8	35,1	37,7	37,7	41,1	44,3	43,7	48	52,5
-40	35	33,7	40,3	40,3	43,8	47,1	46,5	50,9	55,4

Imagem4: Tabela do calor necessário para resfriar o ar externo até a temperatura da Câmara  
Fonte: Fic Frio (2014 p.18).

Calor de ocupação	
Temperatura da Câmara (°C)	Calor equivalente por pessoas (kcal /h)
10	181
5	208
0	233
-5	258
-10	279
-15	313
-20	338
-25	358

Imagem5: Tabela do calor de ocupação  
Fonte: Fic Frio (2014 p.17).



Tabela 4B - Dados de Produtos - FRUTAS									
Colunas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Produto	Temperat. conservação (°C)	Umidade relativa (%)	Calor especif. antes congel. (kcal/kg °C)	Calor especif. pós-congel. (kcal/kg °C)	Cal. L. (Kcal/Kg)	Ponto congel. (°C)	Cal. Resp. (Kcal/Kg 24h)	Tempo de conservação Aprox.	% d'água
Damasco	-0,5	85...90	0,88	0,4	68	-2,2	-	1 - 2 semanas	85
Ananás	4...7	85...90	0,88	0,45	68	-1,4	-	2 - 6 semanas	85
Melancia	2...4	85...90	0,97	0,48	73	-1,6	-	2 - 3 semanas	92
Laranja	0...1	85...90	0,9	0,46	69	-2,2	0,22	8 - 12 semanas	87
Abacate	7...13	85...90	0,91	0,49	76	-2,7	3,7...11	4 semanas	94
Bananas	14...16	85...95	0,8	0,42	60	-2,2	2,5	1 - 2 semanas	75
Cidra	9...10	85...90	0,89	0,46	68	-1,7	0,23	6 - 8 semanas	86
Cereja cong.	-18	90	-	0,45	68	-3,3	-	10 - 12 meses	83
Cereja fresca	-0,5	85...90	0,87	-	-	-	-	10 - 14 dias	83
Tâmara seca	0	50...60	0,36	0,26	16	-20	-	9 - 12 meses	20
Tâmara fresca	-1	85...90	0,82	0,43	62	-2,7	-	5 - 7 meses	78
Figo seco	0...4	50...60	0,39	0,27	19	-	-	9 - 12 dias	24
Figo fresco	-1	85...90	0,82	0,43	62	-2,7	-	5 - 7 dias	78
Morango Cong.	-18	90	-	0,47	72	-1,2	-	10 - 12 meses	90
Morango fresco	-0,5	85...90	0,92	-	-	-	-	4 - 5 dias	90
Coqui	-1	85...90	0,84	0,43	62	-2	-	2 meses	78
Framboesa	-0,5	85...90	0,85	0,45	68	-1	1,9...2,4	7 dias	82
Limão	0...10/15	85...90	0,92	0,46	71	-2,2	0,23	1 - 4 meses	89
Tangerina	0...3,3	90...95	0,93	0,51	70	-2,2	0,9	3 - 4 semanas	87
Manga	10	85...90	0,9	0,46	74	0	-	2 - 3 semanas	93
Romã	1...1,7	85...90	0,87	0,48	62	-2,2	-	2 - 4 meses	77
Maçã	-0,5	85...90	0,86	0,45	67	-2	0,25	2 - 6 meses	84
Melão	0...4	85...90	0,84	0,48	73	-1,7	0,55	5 dias	93
Acerola cong.	-18	90	0,87	0,45	64	-1,7	-	2-3 meses	-
Amora	-0,5	85...90	0,88	0,46	68	-1,7	-	7 dias	85
Pera	-0,5	85...90	0,86	0,45	66	-2	0,21	2 - 6 meses	84
Pêssego fresco	-0,5	85...90	0,9	-	-	-	0,31	1 - 2 semanas	87
Polpas	-15	85...90	0,91	0,46	70	-2,2	-	4 - 8 semanas	89
Ameixas	-0,5	80...85	0,88	0,45	68	-2	-	3 - 4 semanas	86
Uva Itália	-0,5	80...85	0,9	0,46	70	-3,2	-	3 - 8 semanas	88
Uva Niágara	-0,5	85...90	0,86	0,44	64	-1,7	0,23	3 - 4 semanas	82

Imagem 7: Tabela da irradiação solar  
 Fonte: Escola SENAI 'Oscar Rodrigues Alves' (2002 p.20).

Irradiação Solar				
Grau Celsius a acrescentar à diferença normal de temperatura usada no cálculo de dispersão para compensar o efeito da Irradiação Solar.				
Superfície	Parede Leste	Parede Sul	Parede Oeste	Teto/Chão
Piso escuro, ardósia, superfícies escuras	4,5°C	3°C	4,5°C	11°C
Superfície entre o escuro e o claro, madeira, cimento	3,5°C	2°C	3,5°C	8°C
Superfícies claras, Pedras claras, cimento claro, pintura	2°C	1°C	2°C	5°C
Não usar em projetos de condicionador de ar.				

Imagem 8: Tabela da irradiação solar  
 Fonte: Fic Frio (2014 p.17).

## Anexo 6 - Memória de Cálculo - Câmara I

- Cálculo para determinação da perda de carga por transmissão:

$$Q_{transmissão} = U \cdot A \cdot (\Delta T) \text{ onde:}$$

Parede Norte:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 23,06 m^2 \cdot (35 - (-20) + 0)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{126,82 kcal}{24 h}$$

Parede Sul:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 23,06 m^2 \cdot (35 - (-20) + 1)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{129,13 kcal}{24 h}$$

Parede Leste:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 2)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{224,43 kcal}{24 h}$$

Parede Oeste:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 2)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{224,43 kcal}{24 h}$$

Teto:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 5)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{387,41 kcal}{24 h}$$

Chão:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 5)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{387,41 kcal}{24 h}$$

Total da carga térmica de transmissão:

$$Q_{transmissão total} = \frac{35512,20 kcal}{24 h}$$

- Cálculo para de terminação da perda de carga por Infiltração:

$$Q_{infiltração} = \frac{V}{v} \cdot n \cdot (h_e - h_s) \text{ onde:}$$

$$Q_{infiltração} = \frac{242,16 m^3}{\frac{0,90 m^3}{kg}} \cdot 4,5 \cdot (7,416 - (-1,194)) \frac{kcal}{kg}$$

$$Q_{infiltração} = 10424,988 \frac{kcal}{24h}$$

- Cálculo para determinação da perda de carga do produto:

$$Q_{produto} = m \cdot cp \cdot \Delta T \text{ onde:}$$

Carga antes do congelamento:



$$Q_{\text{produto}} = 985 \text{ kg} \cdot \frac{0,91 \text{ kcal}}{\text{kg K}} \cdot (-2,2 - 25)$$

$$Q_{\text{produto}} = \frac{24380,72 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

Carga depois do congelamento:

$$Q_{\text{produto}} = 985 \text{ kg} \cdot \frac{0,46 \text{ kcal}}{\text{kg K}} \cdot (-2,2 - 25)$$

$$Q_{\text{produto}} = \frac{8065,18 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

$$Q_{\text{produto total}} = \frac{778701,6 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

- Cálculo para determinação das embalagens:

$$Q_{\text{embalagem}} = m \cdot cp \cdot (\Delta T) \cdot 24 \text{ h onde:}$$

$$Q_{\text{embalagem}} = 15 \text{ kg} \cdot \frac{\text{kcal}}{\text{kg K}} \cdot (-20 - 25) \cdot 24 \text{ h}$$

$$Q_{\text{embalagem}} = \frac{6582,22 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

- Cálculo para determinação da iluminação:

$$Q_{\text{iluminação}} = A \cdot P \cdot 0,86 \cdot t$$

$$Q_{\text{iluminação}} = 2 \left( 254,025 \text{ m}^2 \cdot \frac{3,33 \text{ w}}{\text{m}^2} \cdot \frac{0,86 \text{ kcal}}{\text{h w}} \cdot 3 \text{ h} \right)$$

$$Q_{\text{iluminação}} = \frac{2182,43 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

- Cálculo para ocupação:

$Q_{pessoa} = n.qe.t$  onde:

$$Q_{pessoa} = 5 \cdot \frac{338 \text{ kcal}}{h} \cdot 3h$$

$$Q_{pessoa} = \frac{5070 \text{ kcal}}{24 h}$$

## Anexo 7 - Memória de Cálculo - Câmara II

- Cálculo para determinação da perda de carga por transmissão:

$$Q_{transmissão} = U \cdot A \cdot (\Delta T) \text{ onde:}$$

Parede Norte:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 23,06 m^2 \cdot (35 - (-20) + 0)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{126,82 kcal}{24 h}$$

Parede Sul:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 23,06 m^2 \cdot (35 - (-20) + 1)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{129,13 kcal}{24 h}$$

Parede Leste:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 2)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{224,43 kcal}{24 h}$$

Parede Oeste:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 2)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{224,43 kcal}{24 h}$$

Teto:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 5)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{387,41 kcal}{24 h}$$

Chão:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 5)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{387,41 kcal}{24 h}$$

Total da carga térmica de transmissão:

$$Q_{transmissão total} = \frac{35512,20 kcal}{24 h}$$

- Cálculo para de terminação da perda de carga por Infiltração:

$$Q_{infiltração} = \frac{V}{v} \cdot n \cdot (h_e - h_s) \text{ onde:}$$

$$Q_{infiltração} = \frac{242,16 m^3}{\frac{0,90 m^3}{kg}} \cdot 4,5 \cdot (7,416 - (-1,194)) \frac{kcal}{kg}$$

$$Q_{infiltração} = 10424,988 \frac{kcal}{24h}$$

- Cálculo para determinação da perda de carga do produto:

$$Q_{produto} = m \cdot cp \cdot \Delta T \text{ onde:}$$

Carga antes do congelamento:

$$Q_{produto} = 985 kg \cdot \frac{0,91 kcal}{kg K} \cdot (-2,2 - 25)$$

$$Q_{produto} = \frac{24380,72 kcal}{24h}$$

Carga depois do congelamento:

$$Q_{produto} = 985 kg \cdot \frac{0,46 kcal}{kg K} \cdot (-2,2 - 25)$$

$$Q_{produto} = \frac{8065,18 kcal}{24h}$$

$$Q_{\text{produto total}} = \frac{778701,6 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

- Cálculo para determinação das embalagens:

$$Q_{\text{embalagem}} = m \cdot cp \cdot (\Delta T) \cdot 24h \text{ onde:}$$

$$Q_{\text{embalagem}} = 15 \text{ kg} \cdot \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (-20 - 25) \cdot 24h$$

$$Q_{\text{embalagem}} = \frac{6582,22 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

- Cálculo para determinação da iluminação:

$$Q_{\text{iluminação}} = A \cdot P \cdot 0,86 \cdot t \text{ onde:}$$

$$Q_{\text{iluminação}} = 2 \left( 254,025 \text{ m}^2 \cdot \frac{3,33 \text{ w}}{\text{m}^2} \cdot \frac{0,86 \text{ kcal}}{\text{h} \cdot \text{w}} \cdot 3h \right)$$

$$Q_{\text{iluminação}} = \frac{2182,43 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

- Cálculo para ocupação:

$$Q_{\text{pessoa}} = n \cdot qe \cdot t \text{ onde:}$$

$$Q_{\text{pessoa}} = 5 \cdot \frac{338 \text{ kcal}}{\text{h}} \cdot 3h$$

$$Q_{\text{pessoa}} = \frac{5070 \text{ kcal}}{24 \text{ h}}$$

### Anexo 8 - Memória de cálculo - Ante-Câmara

- Cálculo para determinação da perda de carga por transmissão:

$$Q_{transmissão} = U \cdot A \cdot (\Delta T) \text{ onde:}$$

Parede Norte:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 23,06 m^2 \cdot (35 - (-20) + 0)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{126,82 kcal}{24 h}$$

Parede Sul:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 23,06 m^2 \cdot (35 - (-20) + 1)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{129,13 kcal}{24 h}$$

Parede Leste:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 2)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{224,43 kcal}{24 h}$$

Parede Oeste:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 2)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{224,43 kcal}{24 h}$$

Teto:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 5)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{387,41 kcal}{24 h}$$

Chão:

$$Q_{transmissão} = 0,099 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} \cdot 39,375 m^2 \cdot (35 - (-20) + 5)^\circ C$$

$$Q_{transmissão} = \frac{387,41 kcal}{24 h}$$

Total da carga térmica de transmissão:

$$Q_{transmissão total} = \frac{35512,20 kcal}{24 h}$$

- Cálculo para de terminação da perda de carga por Infiltração:

$$Q_{infiltração} = \frac{V}{v} \cdot n \cdot (h_e - h_s) \text{ onde:}$$

$$Q_{infiltração} = \frac{242,16 m^3}{\frac{0,90 m^3}{kg}} \cdot 4,5 \cdot (7,416 - (-1,194)) \frac{kcal}{kg}$$

$$Q_{infiltração} = 10424,988 \frac{kcal}{24h}$$

- Cálculo para determinação da iluminação:

$$Q_{iluminação} = A \cdot P \cdot 0,86 \cdot t \text{ onde:}$$

$$Q_{iluminação} = 2 (254,025 m^2 \cdot \frac{3,33 w}{m^2} \cdot \frac{0,86 kcal}{h w} \cdot 3h)$$

$$Q_{iluminação} = \frac{2182,43 kcal}{24 h}$$

- Cálculo para ocupação:

$$Q_{pessoa} = n \cdot qe \cdot t \text{ onde:}$$

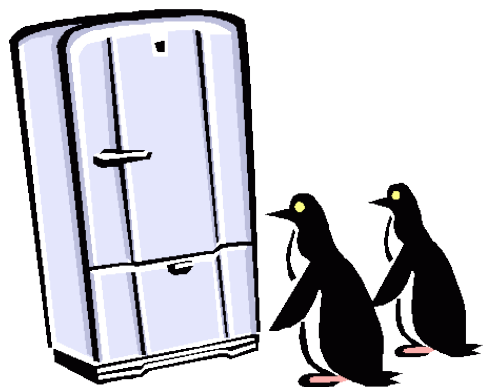
$$Q_{pessoa} = 5 \cdot \frac{338 kcal}{h} \cdot 3h$$

$$Q_{pessoa} = \frac{5070 kcal}{24 h}$$

Anexo 9

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE REFRIGERAÇÃO



TREINAMENTO:  
CAPACITAÇÃO DE COLABORADORES

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

## MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE REFRIGERAÇÃO

Colaboradora: Karla Silva

Autora: Tássia Vidal Heidemann

Campo Mourão

2015



## **Apresentação**

Este folheto foi elaborado com intuito de auxiliar a manipulação dos produtos dentro das câmaras, como estes devem ser organizados, os principais cuidados que os manipuladores devem ter. Tendo como base o cumprimento das regras da RDC n° 216/04, voltadas aos serviços de alimentação.

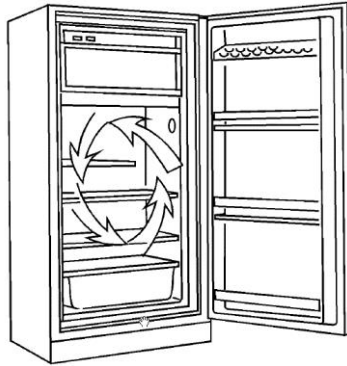
Este treinamento fez parte do Trabalho de Conclusão de Curso.

## **INTRODUÇÃO**

Defini-se refrigeração como qualquer processo de remoção de calor. É um ramo da ciência que trata dos processos de redução e conservação da temperatura de um espaço ou matéria, abaixo da temperatura do ambiente circundante (DOSSAT, 2004).



A refrigeração é a etapa de maior importância, pois é ela que garante a qualidade do produto final. Essa cadeia de frio não pode ser quebrada até que o produto seja consumido, pois um aumento de temperatura poderá provocar a fermentação do produto, levando assim ao inchamento da embalagem.



Segundo Neves Filho (1997), a utilização do frio é um instrumento de grande importância para a conservação de alimentos, remédios, produtos químicos entre outros pois evita o crescimento de microorganismos prejudiciais aos produtos, retardando reações químicas indesejáveis, mantém a estrutura física inalterada, permiti o transporte para regiões distantes, garante a higiene sanitária na manipulação de alimentos, entre outros.

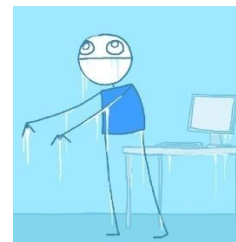
Segundo Stoecker (1994), de todas as etapas da projeção de uma câmara fria, a segurança é a mais importante. Sua eficiência só deverá ser considerada quando satisfeitas as premissas de segurança, onde seu objetivo principal é a proteção dos indivíduos de e operação e manutenção, bem como das pessoas que circulam nas vizinhanças do sistema.

## EPI

Dentre as diversas funções profissionais existentes, algumas, pela natureza do trabalho em si, apresentam uma maior periculosidade, necessitando assim do cumprimento exato de todas as medidas de segurança determinadas por lei para que os trabalhadores não sejam afetados ou expostos a agentes nocivos à sua saúde.



É o caso dos profissionais que exercem suas atividades em locais de temperaturas extremas, como em câmaras frias, suportando níveis abaixo de zero grau.



A lei, no caso de colaboradores que trabalham em câmaras frias é bastante taxativa no zelo pela segurança, exigindo que haja intervalos na realização desses trabalhos, como especifica o Decreto-lei 5452/43:

“Para os empregados que trabalham no interior das câmaras frigoríficas e para os que movimentam mercadorias do ambiente quente ou normal para o frio e vice-versa, depois de 1 hora e 40 minutos de trabalho contínuo, será assegurado um período de 20 minutos de repouso, computado esse intervalo como de trabalho efetivo.”

Outro fator de segurança decisivo na realização dos trabalhos em câmaras frias é a utilização de todos os equipamentos de proteção individual estipulados pela lei, de acordo com o Norma Regulamentadora 6, sendo eles:

- Proteção de cabeça, pescoço, tronco e crânio:



Capuz

- Proteção de membros superiores:



Jaqueta



Luvas

-Proteção de membros inferiores:



Calça



Meias térmicas



Botas

## LEMBRE-SE



É de responsabilidade da empresa o fornecimento e a exigência do uso dos EPI'S.

## CUSTO DO FRIO

A intenção básica de toda ação humana na busca de desenvolvimento é criar condições adequadas de vida. Contudo, a qualidade de vida requer um equilíbrio dinâmico entre as dimensões ecológicas, sociais e econômicas para garantir a própria sustentabilidade. Uma parte fundamental desse equilíbrio diz respeito à energia (CARDOSO, 2004).

A produção de energia elétrica é, entre as atividades desenvolvidas pelo homem, uma das mais intensivas em recursos naturais, produzindo importantes alterações no ambiente, muitas vezes negativas. Considerando a importância crescente da energia para o bem estar da população e para a continuidade das atividades econômicas, a busca por um desenvolvimento sustentável passa necessariamente pelo aumento da eficiência e conservação energética, aliadas ao uso de uma variedade de fontes renováveis o mais breve possível (CARDOSO, 2004).

Segundo o mesmo autor, diante dos obstáculos financeiros existentes, o interesse pela conservação de energia e por conhecer o uso final e as formas de melhor utilizar os recursos energéticos tem crescido.

A conta de luz reflete o modo como a energia elétrica é utilizada e sua análise por um período de tempo adequado, permite estabelecer relações importantes entre hábitos e consumo.

## POR QUE CONSERVAR É IMPORTANTE?

- Induz a modernização industrial;
- Melhora a competitividade dos produtos (tanto em nível de consumo quanto de durabilidade);
- Maximiza investimentos no sistema elétrico da indústria;
- Reduz custos (para o país e para o consumidor);
- Contribui para minimizar os impactos ambientais.

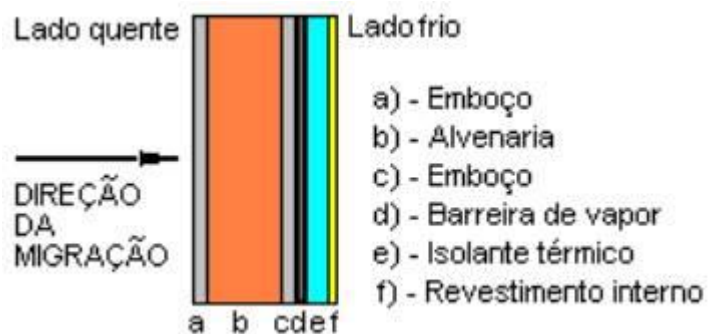
A seleção dos equipamentos de refrigeração é uma etapa muito importante, pois é nesta fase que garantimos a correta utilização do sistema frigorífico. Se os equipamentos não atenderem a demanda requerida, não será possível resfriar o ar da câmara nem o produto que esta dentro dela. Em contra partida, se utilizar equipamentos superdimensionados, estes consumiram mais energia e sua vida útil será menor por estarem constantemente e processo de liga-desliga, além de serem mais caros.

Então, a seleção de um equipamento depende da carga térmica que ele vai ter que retirar de uma câmara frigorífica. Esta carga é resultante de uma série de fatores que estão citados a seguir.

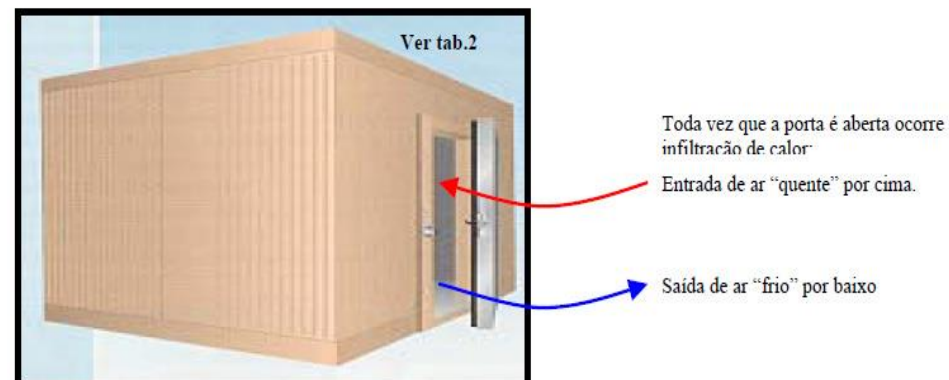
## CARGA TÉRMICA

As principais fontes de calor, que compõem os cálculos energéticos no estabelecimento da capacidade e tamanho dos necessários a uma câmara frigorífica, são:

- calor que entra na câmara, por condução, através das paredes isoladas;



- calor do ar exterior (abertura de portas);



- calor do produto quando sua temperatura está sendo reduzida;



- calor oriundo de pessoas que ocupam o espaço refrigerado;



- calor proveniente de qualquer equipamento gerador de calor, localizado no interior da câmara (calor adicional) e;



- calor devido a respiração do produto.



## EQUIPAMENTOS DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

### Compressor

O compressor é um dos principais componentes do sistema de refrigeração, sua função é aumentar a pressão do fluido refrigerante e promover a circulação desse fluido no sistema. Os principais tipos de compressores utilizados são: alternativo, centrífugo, de parafusos, palhetas e Scroll. A escolha do tipo de compressor depende essencialmente da capacidade da instalação, que pode ser dividida em pequena capacidade ( $< 2,5$  TR), média capacidade (entre 2,5 e 75 TR) e grande capacidade ( $> 75$  TR), da temperatura de vaporização e do fluido frigorífico utilizado. O símbolo TR é a tonelada de refrigeração, um termo comumente utilizado em refrigeração que corresponde a energia necessária para

liquefazer, aproximadamente, uma tonelada de gelo em 24 horas  
(1,0 TR = 3,53 kW = 3024 kcal/h).



### Condensador

A representação precisa do comportamento de um condensador pode ser complexa, porque o vapor de fluido frigorífico entra no condensador superaquecido e, quando atinge o início da condensação, após o início de resfriamento, a fração de líquido e vapor no escoamento varia ao longo do condensador até sair completamente no estado líquido.



### Evaporadores

Da mesma forma que o condensador, o evaporador é um trocador de calor. Sua função é transferir o calor do ambiente para o fluido refrigerante que está circulando. Assim, o fluido refrigerante, que está no estado líquido, se transforma em vapor. Enquanto isso, por ter absorvido o calor, o evaporador manterá uma temperatura adequada no gabinete do refrigerador.



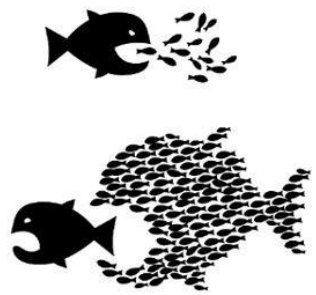


### ORGANIZAÇÃO DAS CÂMARAS FRIAS

Da mesma forma que o condensador, o evaporador é um trocador de calor. Sua função é transferir o calor do ambiente para o fluido refrigerante que esta circulando. Assim, o fluido refrigerante, que esta no estado liquido, se transforma em vapor. Enquanto isso, por ter absorvido o calor, o evaporador manterá uma temperatura adequada no gabinete do refrigerador.

### Dispositivo de expansão

O dispositivo de expansão têm a função de reduzir a pressão do refrigerante desde a pressão de condensação até a pressão de vaporização. Ao mesmo tempo, este dispositivo deve regular a vazão de refrigerante que chega ao evaporador, de modo a satisfazer a carga térmica aplicada ao mesmo.



O ar é o meio transportador de calor da fruta e do calor que penetra pelas paredes, piso e teto da câmara para o fluido refrigerante no evaporador. A quantidade de calor a ser eliminada depende também da intensidade respiratória das frutas e da abertura de portas. Por isso, a circulação de ar deve ser constantemente verificada, devendo deslocar-se na mesma direção que os corredores entre as pilhas. A circulação do ar por convecção natural ou forçada deve ser suficiente para manter uma uniformidade razoável da temperatura e da umidade na câmara,

devendo-se deixar espaço para permitir a descida do ar ao longo da parede oposta ao evaporador, para o seu regresso através das pilhas até o evaporador. O uso de lonas na parte superior da câmara, onde está sendo lançado todo o ar que irá circular pela câmara, protege as frutas nessa região, evitando a desidratação e o congelamento.

A estiva é um dos pilares essenciais da qualidade na conservação, já que a circulação de ar dentro da câmara de conservação está condicionada pela disposição das embalagens. Estas devem estar dispostas de forma a que o ar circule livremente e de forma a evitar possíveis estratificações de ar, o que poderia levar a geadas dentro da câmara. As recomendações para a carga dentro da câmara são (Herrero, 1992):

- Distancia entre as paletes: 5cm.
- Distancia entre a paleta e a parede: 5-10 cm.
- Distancia a parede oposta aos evaporadores: 60-80 cm
- Distancia entre o teto e a paleta: 70 – 80 cm

Não se devem deixar espaços frontais livres para evitar uma distribuição heterogênea de ar, levando a diferenças de temperatura entre os locais com e sem circulação de ar. Neste caso corre-se o risco de perda por congelamento do produto que recebe o ar.

Na estiva, é importante não ultrapassar o limite de carga indicado pela empresa instaladora. As embalagens devem situar-se de modo a que a maior longitude seja paralela a direção da corrente de ar.

Na estiva deve deixar-se um espaço livre da ordem dos 10 a 20% do volume total da câmara.

Para evitar o congelamento ou lesões pelo frio do produto colocado diante dos ventiladores, este deve ser protegido com um plástico. Este plástico, não deve estender-se a toda a altura da câmara, pois poderia dificultar a homogeneização de temperaturas e gases, criando-se depressões e má circulação de ar.







## LIMPEZA DAS CÂMARAS FRIAS



A falta de limpeza generalizada numa câmara denota falta de cuidados por parte do pessoal, com efeitos psicológicos negativos para os potenciais clientes.

De seguida faz-se uma referencia mais detalhada aos procedimentos de limpeza e desinfeção, mais diretamente relacionados com a operação de conservação.

A limpeza e o ato de eliminação de resíduos mais ou menos grosseiros, sempre indesejáveis por representarem a presença de substancias estranhas (restos de terra, de produtos vegetais, etc.) e

de microrganismos. A limpeza pode efetuar-se desde a simples ação de varrer, até a aplicação de produtos detergentes.

A limpeza é fundamental para não ter problemas com infecções já que a sujeira faz aumentar os fungos e bactérias. Contudo, não é suficiente fazer uma limpeza a fundo se não forem adotadas medidas preventivas, das quais se destacam:

- evitar a introdução ou permanência nas câmaras de produtos alterados;
- não efetuar seleção dentro das câmaras;
- não depositar lixo nas imediações das câmaras.

## **DEGELO**

O degelo do evaporador é feito quando a camada de gelo obstrui a passagem de ar entre as aletas, e deve ser realizado o mais rápido e no menor número de vezes possível.







Degelos prolongados causam grande aumento da temperatura do ar da câmara, o que também causa o aumento da temperatura das frutas, podendo provocar até condensação de água sobre a superfície das mesmas, aumentando a ocorrência de podridões. O degelo em câmaras comerciais geralmente é feito de três formas diferentes. A forma mais comum para grandes câmaras é a injeção de gás refrigerante quente, sob alta pressão, no evaporador. Para câmaras menores pode ser usado o aquecimento do evaporador com uma resistência elétrica ou um banho com água, com temperatura ambiente até a completa fusão do gelo. (BRACKMANN et al).

O acúmulo de gelo reduz a transferência de calor e a vazão de ar, o que acaba por diminuir a temperatura de evaporação. Este problema pode ser minimizado, no estágio de projeto, se:

- Assegura-se que a temperatura de evaporação seja a maior possível e, quando a o sistema permite, acima de 0°C.
- Especificam-se evaporadores onde o acúmulo de gelo não é crítico, por exemplo, com maior espaçamento entre aletas.
- Minimiza-se a infiltração de ar externo, utilizando-se cortinas plásticas e sistemas de automação de portas.

A taxa de acúmulo de gelo varia com as condições ambiente e com a carga do sistema, portanto um sistema de controle que ative o degelo somente quando necessário irá economizar energia.

Estes sistemas de controle acionam dão início ao degelo quando o acúmulo atinge um valor pré-determinado, isto é, somente depois que houve redução significativa da capacidade e eficiência do evaporador. Também devem ser utilizados sensores para finalizar o ciclo de degelo imediatamente após a remoção de todo o gelo do evaporador, evitando-se que seja adicionado calor ao ambiente desnecessariamente. O final do ciclo de degelo pode ser determinado em função da temperatura da superfície do evaporador.

Quando o sistema de degelo é acionado por timer, deve-se garantir que os mesmos aconteçam fora do horário de pico. Por exemplo, para três ciclos de degelo diários, os mesmos podem ser programados para ocorrerem às 0:00, 8:00 e 16:00 horas.

O método de degelo mais eficiente depende do sistema em questão. Geralmente o degelo elétrico consome duas vezes mais energia que o degelo por gás quente, pois geralmente existem menos resistências do que tubos do evaporador e, portanto, o calor é dissipado de forma menos eficiente através do aletamento, com maior quantidade de calor sendo dissipada para o ambiente.

## FLUIDO REFRIGERANTE

São substâncias empregadas como veículos térmicos na realização dos ciclos de refrigeração. Em ciclos de compressão a vapor, o refrigerante é o fluido de trabalho que alternadamente vaporiza e condensa quando absorve e libera energia térmica. Um refrigerante satisfatório deveria possuir certas propriedades químicas, físicas e termodinâmicas que faz o seu uso seguro e econômico, no entanto, não existe um refrigerante ideal. As largas diferenças entre as condições operacionais e as exigências das várias aplicações fazem com que o refrigerante ideal seja uma meta impossível de se alcançar. Então, um refrigerante só se aproxima das condições ideais somente quando suas propriedades satisfazem as condições e exigências de uma determinada aplicação.





São características desejáveis dos refrigerantes:

- O refrigerante deve ser não inflamável;
- Não explosivo;
- Não tóxico em seu estado puro ou quando misturado com o ar;
- Não deve contaminar alimentos ou outros produtos armazenados no espaço refrigerado se ocorrer um vazamento no sistema;
- O refrigerante deve ser facilmente detectado por indicadores adequados para localizar vazamentos no sistema;
- O refrigerante deve ser compatível com os óleos lubrificantes usuais, e não devem alterar sua efetividade com lubrificantes.
- O refrigerante não deve ser corrosivo para os metais usualmente empregados em um sistema de refrigeração e devem ser quimicamente estáveis;
- O refrigerante deve ser facilmente disponível;
- De custo baixo;
- Ambientalmente seguro, não contribuir para a destruição da camada de ozônio ou para aumentar o efeito estufa e;
- Ser de fácil manuseio.

## Como armazenar o fluido refrigerante



O local de armazenamento desse produto deve ser:

- Limp;
- Seco;
- Fresco;
- Bem ventilado e;
- Sem qualquer exposição solar.

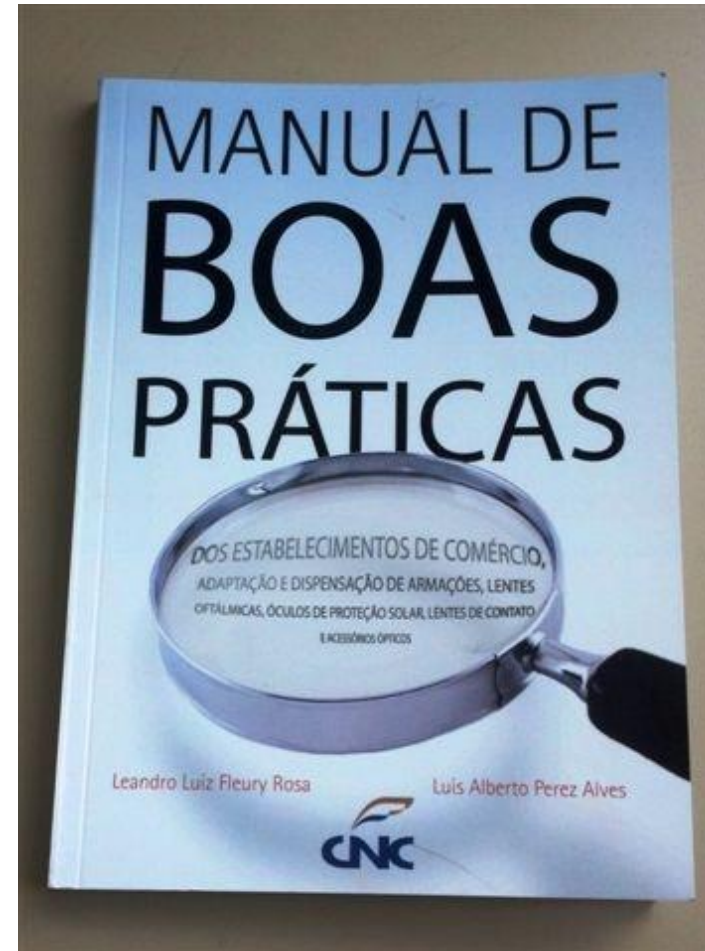
A exposição de temperaturas maiores que 52°C faz com que as moléculas se agitem mais, fazendo com que a pressão interna

amente podendo ocorrer o rompimento da válvula de segurança e causando uma eventual explosão da embalagem.



Caso isso ocorra, pessoas próximas podem sofrer queimaduras a frioe cortes devido aos fragmentos lançados pela embalagem.

**Qual a importância do Manual de Boas Praticas e o POP?**



O Manual de Boas Práticas é um documento que serve para auxiliar na organização e higiene dos estabelecimentos para que o trabalho executado possa garantir a produção de alimentos seguros.

**POP**

O POP (Procedimento Operacional Padronizado) é quem descreve como devem ser procedidas as atividades no estabelecimento. Este documento deve ser seguido rigorosamente. Nele está destacado como as tarefas devem ser executadas, os responsáveis, os materiais necessários e também a frequência em que devem ser realizadas.



O Manual de Boas Práticas e os POP devem sempre estar disponível para consulta de todos os funcionários da empresa!

## SUPERVISÃO

- Esta deve ser feita pelo proprietário ou responsável técnico;
- Deve-se garantir que os manipuladores trabalhem de forma que todas as regras de higiene necessária para a produção de um alimento seguro e saudável.



## REFERÊNCIAS

CARDOSO, Guilherme Barriel. **Potencial de redução de consumo de energia elétrica em entreposto frigorífico: um estudo de caso**. 2004. 88 f. Dissertação. UNESP, Bauru, SP, 2004.

CASTRO, Jose. **APOSTILA: REFRIGERAÇÃO**. UNIVASF.

DOSSAT, Roy J. **Princípios de Refrigeração**: teoria, pratica, exemplos, problemas e soluções. Tradução Eng°. Raul Peragallo Torreira. Copyright 2004.

NEVES FILHO, L. C.. **Refrigeração e Alimentos**. Campinas, UNICAMP-FEZ/IBF, 1997.

STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M..**Refrigeração Industrial**. Trad. de J. M. SaizJabardo. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda., 1994.

SILVA, Juarez de Souza e; FINGER, Fernando Luiz; CORRÊA, Paulo César. **ARMAZENAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**.

BRACKMANN, A.; GIRARD, C. L.; BENDER, R. J.; CARON FILHO, O. R..**Armazenamento refrigerado**. Disponível em :<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/7ArmazenamentoRefrigeradoPoscolheita\\_000fid292ms02wyiv80z4s473tip1h23.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/7ArmazenamentoRefrigeradoPoscolheita_000fid292ms02wyiv80z4s473tip1h23.pdf)>. acesso em: setembro 2014.

