

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DIAGNÓSTICO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UM FRIGORÍFICO DE  
FRANGOS DE CORTE ENFATIZANDO MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

**LEDA GOBBO DE FREITAS BUENO**

**CAMPINAS  
FEVEREIRO DE 2008**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DIAGNÓSTICO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UM FRIGORÍFICO DE  
FRANGOS DE CORTE ENFATIZANDO MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Tese de Doutorado, submetida à banca examinadora para obtenção do título de doutor em Engenharia Agrícola na área de concentração de Construções Rurais e Ambiente.

**LEDA GOBBO DE FREITAS BUENO**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Rossi**

**Co-Orientadora: Bárbara J. Teruel Mederos**

**CAMPINAS  
FEVEREIRO DE 2008**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -  
UNICAMP

B862d Bueno, Leda Gobbo de Freitas  
Diagnóstico do uso de energia elétrica de um  
frigorífico de frangos de corte enfatizando medidas de  
eficiência energética / Leda Gobbo de Freitas Bueno.--  
Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientadores: Luiz Antonio Rossi, Bárbara Janet  
Teruel Mederos

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Energia elétrica – Conservação. 2. Energia elétrica  
– Consumo. 3. Industria avícola. 4. Frigoríficos. 5.  
Refrigeração. 6. Frango de corte. I. Rossi, Luiz  
Antonio. II. Teruel Mederos, Bárbara Janet. III.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Agrícola. IV. Título.

Título em Inglês: Diagnosis of the use of electric energy of slaughterhouse  
chicken emphasizing action of energy efficiency

Palavras-chave em Inglês: Consumption of electrical energy, Efficiency of  
electrical energy, Temperature atmospheres,  
Poultry slaughterhouse

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Celso Eduardo Lins de Oliveira, Carlos Alberto  
Mariotoni, Daniella Jorge de Moura, Vivaldo Silveira  
Junior

Data da defesa: 29/02/2008

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da Tese Doutorado defendida por **Leda Gobbo de Freitas Bueno**, aprovada pela Comissão Julgadora em 29 de fevereiro de 2008, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



Prof. Dr. Luiz Antonio Rossi - Residente  
FEAGRI/UNICAMP



Prof. Dr. Celso Eduardo Lins de Oliveira - Membro Titular  
FZEA/USP



Prof. Dr. Vivaldo Silveira Junior - Membro Titular  
FEA/UNICAMP

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”.*

**Leonardo da Vinci**

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao Prof. Luiz Antonio Rossi, mais que orientador, amigo.

Ao Prof. Benedito de Freitas Bueno, pelo apoio, incentivo e pela realização da análise estatística.

A Prof<sup>a</sup>. Bárbara Tereul Mederos, pelo auxílio e incentivo.

Ao técnico em eletrificação do laboratório de Eletrificação Rural Edson Caíres.

Aos Professores Celso Eduardo Lins de Oliveira, Carlos Alberto Mariotoni, Daniella Jorge de Moura e Vivaldo Silveira Junior pela participação em banca de defesa e suas críticas e sugestões construtivas para tornar este trabalho melhor.

Aos proprietários do frigorífico comercial de frangos de corte, onde a pesquisa foi realizada, pela disponibilidade do local.

Aos integrantes do grupo de pesquisa do Laboratório de Eletrificação Rural – LETER e a todos os funcionários da Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp.

Aos meus queridos amigos Débora Miglinski Pereira de Almeida, Sylvia Helena Vergueiro Costa, Frederico Vergueiro Costa, Fernanda Simon, Ângela Menezes, Elton Corrêa e Castro, Luiz Correzola, Thaís Gobbo, Raquel, Marlene e Érica Nalesso pela amizade e incentivo no decorrer de minha vida.

A todos, que de forma direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução do consumo per capita das carnes de frango, suína e bovina.....	2
Figura 2 – Visualização da área inicial da sala de máquinas.....	44
Figura 3 – Visualização da área final da sala de máquinas .....	45
Figura 4 – Fluxograma das linhas do abatedouro.....	46
Figura 5 – Local do <i>UMMI</i> no pré-resfriador e resfriador final .....	48
Figura 6 – Local utilizado para abrigo do computador e do <i>Field logger</i> .....	49
Figura 7 – Localização dos termopares nas câmaras.....	50
Figura 8 – Ilustração do local de instalação do <i>Field logger</i> e do computador.....	50
Figura 9 - Locais de instalação do <i>Field logger</i> (termopar), <i>UMMI</i> , <i>Smart Trans</i> , <i>RE 6081 E SAGA 4000</i> .....	53
Figura 10 – Estrutura mínima do método de diagnóstico do uso de energia elétrica para implementação visando à eficiência energética.....	54
Figura 11 – Localização do termopar do frigorífico e o do utilizado na pesquisa .....	64
Figura 12 – Disposição de termopares na câmara 1 .....	66
Figura 13 – Disposição de termopares na câmara 2 .....	67
Figura 14 – Disposição de termopares no túnel de congelamento .....	67
Figura 15 – Consumo médio diário (kWh) por etapa do processo de abate.....	78
Figura 16 – Consumo médio diário (kWh) dos motores dos compressores da sala de máquinas .....	81
Figura 17 – Fator de potência médio diário por etapa do processo de abate.....	82
Figura 18 – Fator de potência médio diário da sala de máquinas .....	83
Figura 19 – Consumo médio diário de energia elétrica do frigorífico (kWh).....	84
Figura 20 – Fator de potência médio diário do frigorífico .....	86
Figura 21 - Croqui das salas climatizadas .....	91
Figura 22 – Exemplo de armazenamento na câmara de resfriamento .....	93
Figura 23 – Túnel de congelamento .....	94
Figura 24 - Comportamento da temperatura (SC) .....	96
Figura 25 - Comportamento da temperatura (ST) .....	96
Figura 26 - Comportamento da temperatura (C1) .....	101

Figura 27 - Comportamento da temperatura (C2) .....	102
Figura 28 - Comportamento da temperatura (C4) .....	102
Figura 29 - Comportamento da temperatura (C3) .....	108
Figura 30 - Comportamento da temperatura (TC).....	108
Figura 31 – Comportamento da temperatura mapeada na câmara 1 .....	112
Figura 32 – Comportamento da temperatura mapeada na câmara 2 .....	113
Figura 33 – Comportamento da temperatura no túnel de congelamento.....	116
Figura 34 – Temperatura média da água do pré-resfriador .....	119
Figura 35 – Temperatura média da água do resfriador.....	119
Figura 36 – Percentagem média de absorção da água nas carcaças de frangos .....	122
Figura 37 – Espera dos frangos antes da pendura .....	142
Figura 38 – Etapa da pendura dos frangos .....	142
Figura 39 – Etapa da insensibilização .....	142
Figura 40 – Etapa da sangria .....	143
Figura 41 – Etapa da escaldagem .....	143
Figura 42 – Etapa da depenagem.....	143
Figura 43 – Saída da depenadeira.....	143
Figura 44 – Escaldamento dos pés .....	144
Figura 45 – Lavagem das carcaças .....	144
Figura 46 – Evisceração das carcaças.....	144
Figura 47 – Corte dos pés.....	144
Figura 48 – Reenganchamento das carcaças .....	145
Figura 49 – Resfriador de carcaças.....	145
Figura 50 – Etapa de gotejamento e esteira para seleção de carcaças ou cortes .....	145
Figura 51 – Etapa de cortes .....	145
Figura 52 – Subprodutos e miúdos .....	146
Figura 53 – Sala de temperos .....	146
Figura 54 – Embalagem.....	146
Figura 55 – Entrada de produtos na câmara .....	146
Figura 56 – Expedição .....	147
Figura 57 – Ilustração do <i>Field logger</i> .....	147

Figura 58 – Ilustração do medidor <i>UMMI</i> e seu respectivo sensor .....	148
Figura 59 – Ilustração do SAGA 4000 .....	150
Figura 60 – Analisador <i>RE 6081</i> e os sensores de corrente.....	151

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução na produção e exportação brasileira de carne de frango.....	1
Tabela 2 – Consumo de energia elétrica por classes de consumo no Brasil .....	4
Tabela 3 – Temperatura recomendada das salas e câmaras.....	21
Tabela 4 – Capacidade de armazenamento e função das câmaras e túnel de congelamento ....	43
Tabela 5 – Tabela de tarifas da concessionária ELEKTRO .....	55
Tabela 6 – Separação dos motores por transformador e chave de manobra.....	57
Tabela 7 – Período de medição dos motores elétricos na linha de pendura .....	59
Tabela 8 – Período de medição dos motores .....	59
Tabela 9 – Período de medição dos motores .....	60
Tabela 10 – Dimensões dos tanques dos sistemas de pré-resfriamento .....	68
Tabela 11 – Sistema de pré-resfriamento .....	69
Tabela 12 – Consideração final .....	70
Tabela 13 - Estimativa anual do gasto anual com diferentes tarifas .....	72
Tabela 14 – Separação dos motores por chave de manobra.....	74
Tabela 15 – Percentual do consumo médio diário e do valor inferior ao normatizado pela ANEEL para fator de potência dos motores por chave de manobra .....	74
Tabela 16 – Condições de operação dos motores elétricos na plataforma de recebimento e linha de pendura.....	76
Tabela 17 – Condições de operação dos motores elétricos nas linhas de evisceração, respingo e cortes.....	77
Tabela 18 – Condições de operação dos motores elétricos da sala de máquinas .....	78
Tabela 19 – Percentual do consumo médio diário e do valor inferior ao normatizado pela ANEEL para fator de potência nas etapas de processo de abate .....	79
Tabela 20 – Percentual do consumo médio diário e do valor inferior ao normatizado pela ANEEL para fator de potência dos compressores da sala de máquinas .....	81
Tabela 21 – Consumo médio diário dos motores dos compressores da sala de máquinas.....	85
Tabela 22 - Percentual inferior à 0,92 (ANEEL) para o fator de potência, por local do processo de abate e da sala de máquinas .....	87
Tabela 23 – Demanda máxima (kW) e fator de carga por compressor .....	88

Tabela 24 – Consumo específico (kWh.kg de carne de frango <sup>-1</sup> ) .....	88
Tabela 25 – Dimensões das câmaras e túnel de congelamento .....	90
Tabela 26 – Material utilizado no isolamento das câmaras e túnel de congelamento.....	90
Tabela 27 – Lâmpadas instaladas no frigorífico.....	91
Tabela 28 – Comparação das médias horárias da temperatura na sala de cortes e embalagem (Tukey 95%).....	95
Tabela 29 – Média horária da temperatura na sala de tempero (ST).....	95
Tabela 30 – Comparação das médias horárias da temperatura (Tukey 95%) .....	99
Tabela 31 – Comparação das médias horárias da temperatura (Tukey 95%) .....	100
Tabela 32 – Comparação das médias horárias da temperatura da C3 e do TC (Tukey 95%) .	106
Tabela 33 – Comparação das médias horárias da temperatura no mapeamento das câmaras de resfriamento 1 e 2 (Tukey 95%).....	111
Tabela 34 – Comparação das médias horárias da temperatura no mapeamento do túnel de congelamento (Tukey 95%) .....	111
Tabela 35 – Temperatura média dos sistemas de resfriamento por água .....	118
Tabela 36 – Características dos sensores de temperatura e umidade relativa .....	148
Tabela 37 – Grandezas elétricas exibidas no display do <i>SAGA 4000</i> .....	149
Tabela 38 – Grandezas elétricas medidas pelo <i>Smart Trans</i> .....	151
Tabela 38 – Grandezas elétricas medidas pelo <i>Smart Trans</i> (continuação).....	152
Tabela 39 – Especificações elétricas dos motores da sala de espera.....	153
Tabela 40 – Especificações elétricas dos motores da linha de pendura .....	153
Tabela 41 - Especificações elétricas dos motores da linha de evisceração .....	154
Tabela 42 - Motores elétricos e suas especificações encontrados na linha de respingo e corte .....	154
Tabela 43 - Motores elétricos e suas especificações encontradas na sala de máquinas .....	155

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)  
Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)  
Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)  
Câmara 1 (C1)  
Câmara 2 (C2)  
Câmara 3 (C3)  
Câmara 4 (C4)  
Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira (CUASO)  
Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS)  
Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (CEPEL)  
Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP)  
Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG)  
Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL)  
Compressor 1 (C1)  
Compressor 3 (C3)  
Compressor 4 (C4)  
Compressor 1 (C5)  
Compressor 6 (C6)  
Compressor 7 (C7)  
Consumo Específico (CE)  
Consumo Médio Diário (kWh) ( $\bar{C}$ )  
Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE)  
Eletricidade e Serviços S. A. (ELEKTRO)  
Empresa Brasileira Energética (EPE)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)  
Fator de carga (FC)  
Faturamento Proporcional da Demanda (FD)  
Fator de Potência Médio Diário ( $\overline{FP}$ )  
*Food and Agriculture Organization* (FAO)

Galpão 1 (G1)

Galpão 2 (G2)

Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA)

Primeiro que entra primeiro que sai (PEPS)

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)

Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA)

*Pale, Soft e Exsudative* (PSE)

Resolução da Diretoria Colegiada (RDC)

Sala de Cortes e Embalagem (SC)

Sala de Tempero (ST)

Serviço de Inspeção Federal (SIF)

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)

Temperatura Medida pelo Termômetro ou Termopar do frigorífico (TMF)

Temperatura Medida pelo Termopar da Pesquisa (TMP)

Túnel de Congelamento (TC)

União Brasileira de Avicultura (UBA)

## **LISTA DE UNIDADES E SÍMBOLOS**

Ampéres (A)

Atividade da água (aw)

Cavalo-vapor (CV)

Gigawatt (GW)

Graus Celsius (°C)

Hora (h)

Hertz (Hz)

Quilo volt amper (kVA)

Megawatt (MW)

Porcentagem (%)

Porção por Milhão (ppm)

Quilograma (kg)

Quilowatt (kW)

Quilowatts hora (kWh)

Rotação por minuto (rpm)

Terawatt (TW)

Unidade Formadora de Colônia (UFC)

Voltagem (V)

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xii
LISTA DE UNIDADES E SÍMBOLOS .....	xiv
SUMÁRIO.....	xv
RESUMO .....	xviii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISAO BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1 Frango Industrial .....	7
2.2 Operações do abate de aves e condições microbiológicas .....	8
2.2.1 Recepção e espera.....	10
2.2.2 Atordoamento e sangria.....	12
2.2.3 Escaldamento e depenagem.....	14
2.2.4 Evisceração .....	15
2.2.5 Resfriamento e gotejamento .....	16
2.3 Instalações frigoríficas.....	21
2.3.1 Resfriamento.....	24
2.3.2 Congelamento .....	26
2.4 Consumo de energia elétrica e eficiência energética.....	29
2.4.1 Tarifa de energia elétrica .....	36
2.5 Considerações do capítulo .....	37
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1 Material.....	39
3.1.1 Local .....	39
3.1.2 Instalação .....	39
3.1.3 Armazenamento.....	43
3.1.4 Sala de máquinas .....	44
3.1.5 Sistema de aquisição de dados .....	47
3.1.5.1 Data logger UMMI.....	47

3.1.5.2 Field logger.....	49
3.1.5.3 Analisador multivariável SAGA 4000 .....	51
3.1.5.4 RE 6081 .....	51
3.1.4.5 Smart trans .....	51
3.2 Metodologia.....	54
3.2.1 Análise ou diagnóstico do uso da energia elétrica.....	54
3.2.1.1 Análise da classificação da categoria de tarifa de energia elétrica.....	55
3.2.1.2 Processos de abate e armazenamento de produto .....	56
3.2.1.2.1 Transformadores .....	56
3.2.1.2.2 Motores elétricos nas etapas de processo de abate de frangos .....	57
3.2.1.2.3 Motores dos compressores da sala de máquinas .....	60
3.2.1.2.4 Identificação dos pontos de uso de energia elétrica .....	60
3.2.2 Eficiência energética.....	61
3.2.3 Monitoramento da iluminação.....	62
3.2.4 Instalações frigoríficas.....	63
3.2.4.1 Medição da temperatura do ar .....	63
3.2.4.2 Mapeamento das temperaturas das câmaras de refrigeração e do túnel de congelamento .....	65
3.2.4.2.1 Termopares instalados nas câmaras 1 e 2 e no túnel de congelamento.....	65
3.2.4.3 Análise estatística .....	68
3.4 Etapas de pré-resfriamento contínuo por imersão em água gelada .....	68
3.4.1 Temperatura da água .....	68
3.4.2 Absorção da água nas carcaças dos frangos .....	69
3.4 Considerações do capítulo.....	70
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	72
4.1 Uso da energia elétrica .....	72
4.1.1 Análise do enquadramento tarifário .....	72
4.1.2 Instalações elétricas .....	73
4.1.2.1 Transformadores .....	73
4.1.2.2 Motores elétricos nas etapas do processo de abate de frango.....	76
4.2.2.1 Avaliação dos motores elétricos nas etapas do processo de abate e sala de máquinas .....	84

4.3 Análise dos Índices de Eficiência Energética.....	87
4.4 Medição da iluminância .....	90
4.5 Ambientes Refrigerados .....	90
4.5.1 Sala de cortes e embalagem (SC) e Sala de tempero (ST) .....	94
4.5.2 Câmaras de resfriamento (C1, C2 e C4).....	99
4.5.3 Câmara de congelamento/estocagem (C3) e túnel de congelamento (TC) .....	106
4.6 Etapas de pré-resfriamento .....	118
4.6.1 Temperatura da água dos estágios de resfriamento .....	118
4.6.2 Percentagem de absorção da água nas carcaças de frangos.....	122
5 CONCLUSÃO.....	123
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	126
7 ANEXOS .....	142
ANEXO A - Fotos ilustrativas das operações de abate .....	142
ANEXO B - Características técnicas e ilustração dos equipamentos de aquisição de dados .....	147
ANEXO C - Tabela dos motores e potência nominal dos equipamentos em cada etapa do abate .....	153
ANEXO D - Modelo de planilha relativa a anotação manual dos valores de temperatura do ar .....	156

## RESUMO

Nos abatedouros, as operações que se desencadeiam na *ante mortem* até o armazenamento do produto final são intensamente dependentes da energia elétrica e respondem, em parte, pela qualidade do produto final. Este trabalho teve como objetivo diagnosticar, analisar e propor soluções que conduzam ao uso racional da energia elétrica, sem interferir, ou manter, a qualidade do produto final nas linhas de produção de um frigorífico de frangos de corte, incluindo o processo de armazenamento que usa câmaras de resfriamento e congelamento. Este trabalho foi realizado em um frigorífico de abate de frangos de corte, situado no estado de São Paulo, SP, no período de 2004 a 2008. Através das análises verificou-se que os compressores da sala de máquinas, responsáveis pela manutenção do frio dos ambientes refrigerados, apresentaram o maior consumo de energia elétrica no frigorífico, cerca de 97%. Observou-se que em nenhum dos motores elétricos avaliados, o fator de potência, atinge o valor recomendado pela ANEEL, e que possivelmente com a implantação de medidas de conservação de energia elétrica, indicadores de eficiência energética, como o fator de carga e o consumo específico, podem ser otimizados. A temperatura média do ar dos ambientes refrigerados, com exceção das câmaras de resfriamento, não atende as recomendações da portaria nº 210 do Ministério da Agricultura e Abastecimento de 1998. Entretanto observou-se que o comportamento da temperatura média do ar, nas câmaras de resfriamento, apresentou oscilações, ficando acima ou no limite superior da faixa de temperatura recomendada por esta portaria. No mapeamento da temperatura do ar, foram identificadas áreas com médias diferentes no interior da câmara de resfriamento 2 e no túnel de congelamento. A temperatura média da água dos resfriadores por imersão e a percentagem de absorção de água apresentaram valores condizentes aos recomendados pela portaria supracitada. Concluiu-se haver falhas no uso da energia elétrica, demonstrando necessidade da implementação de um plano de ação que vise a conservação e o uso racional da energia e conseqüente redução nos custos gerados para produção de carne de frango.

**PALAVRAS-CHAVE:** consumo de energia elétrica, uso racional de energia elétrica, temperatura, ambientes refrigerados, abatedouro de frango.

## **ABSTRACT**

In the slaughterhouses the operations that if unchain in the one before slaughter until the storage of the end item are intensely dependents of the electric energy and answer for the final product quality. This work had as objective to diagnosis, to analyze and to consider solutions that lead to the rational use of the electric energy without intervening or keeping the product quality in the lines of production of one cold storage room of broiler including the storage process that uses chambers of cooling and freezing. This work was carried through in one cold storage room of slaughter of chicken situated in the state of São Paulo, SP in the period of 2004 the 2008. Through the analyses it was verified that the compressors of the room of machines, responsible for the maintenance of the cold of cooled environments, had presented the biggest consumption of electric energy in the cold storage room, about 97%. It was observed that in none of the evaluated electric engines, the potency factor, reaches the value recommended for the ANEEL, and that possibly with the implantation of measures of conservation of electric energy pointers of energy efficiency as the load factor and the specific consumption they can be optimized. The average temperature of the air of cooled environments with exception of the cooling chambers does not take care of the recommendations of current law. However it was observed that the behavior of the average temperature of air, in the cooling chambers presented oscillations being above or in the superior limit of the band of temperature recommended for this it would carry. In the mapping of the temperature of air areas with different averages in the chamber of cooling 2 and in the tunnel of freezing had been identified. The average temperature of the water of the coolers for immersion and the percentage of water absorption had presented accepted values to the recommended ones for would carry above-mentioned. It was concluded to have imperfections in the use of the electric energy demonstrating necessity of the implementation of an action plan that aims at the conservation and the rational use of the energy and consequence reduction in the costs generated for production of broiler.

**KEYWORDS:** consumption of electrical energy, efficiency of electrical energy, temperature, refrigerated atmospheres, poultry slaughterhouse

# 1 INTRODUÇÃO

Com a globalização e a abertura de mercados houve uma intensificação do comércio internacional e oportunidades das empresas domésticas ampliarem seu potencial de mercado. Porém a livre entrada de mercadorias torna disponível uma grande variedade de produtos, com diferentes padrões de preço e qualidade, que influenciam as decisões de compra dos consumidores e aumentam a concorrência. Para atender às exigências do mercado e competir eficientemente, torna-se essencial que as empresas invistam em tecnologia para aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção.

O continente americano concentra atualmente 47% da produção mundial de carne de frango. Atualmente, o Brasil é o segundo produtor e o primeiro exportador mundial de carne de frango, segundo dados da União Brasileira de Avicultura (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2007). A produção de frangos no Brasil passou por grandes modificações nas últimas duas décadas. Tantas foram que, em 2004, atingiu a posição de maior exportador de carne de frango do mundo. A produção brasileira de carne de frango em 2007 superou a marca dos 10 milhões de toneladas por ano e foi 10,17% maior que o registrado em 2006 (AVISITE, 2008a). As exportações de frangos de corte aumentaram aproximadamente 26% em relação a dezembro de 2006 (AVISITE, 2008b). É apresentado na Tabela 1 a evolução na produção e exportação de carne de frango realizados no Brasil.

Tabela 1 – Evolução na produção e exportação brasileira de carne de frango

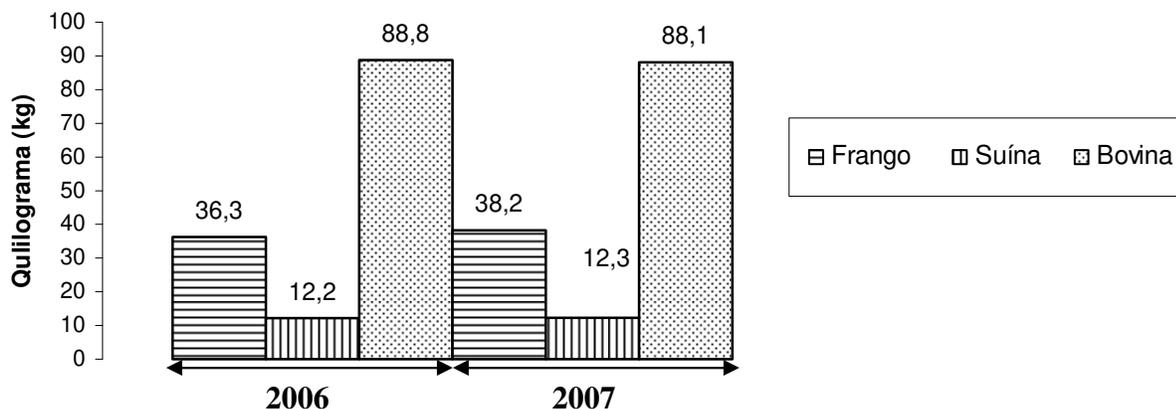
<b>Mês</b>	<b>Produção (em mil toneladas)</b>	<b>Exportação (em mil toneladas)</b>
<b>2000</b>	5,98	907
<b>2001</b>	6,74	1,25
<b>2002</b>	7,52	1,60
<b>2003</b>	7,84	1,92
<b>2004</b>	8,49	2,47
<b>2005</b>	9,30	2,85
<b>2006</b>	9,34	2,71
<b>*2007<sup>1</sup></b>	10,31	3,29

\* Janeiro a Outubro de 2007.

Fonte: Adaptado de UBA (2007).

<sup>1</sup>Adaptado de Avisite (2008a) e Avisite (2008b).

A população brasileira entre 2000 e 2007 aumentou cerca de 8,3% e a disponibilidade interna total de carne de frango apresentou expansão da ordem de 38%. O consumo *per capita*, que em 2000 se encontrava próximo dos 30 kg, alcançou no ano que passou volume da ordem de 38,2 kg (AVISITE, 2008c). Pela Figura 1 é visualizada a evolução do consumo *per capita* das carnes de frango, suína e bovina no Brasil nos anos de 2006 e 2007.



Fonte: Adaptado de Portal do Comércio (2007).

Figura 1 – Evolução do consumo per capita das carnes de frango, suína e bovina

As exportações brasileiras buscam a qualidade de todo o sistema em função da competitividade do mercado. Para alcançar este objetivo comum, todos os agentes envolvidos na elaboração da matéria prima, da criação das aves aos setores de venda, devem estar atentos aos pontos críticos de controle, demandando uma visão sistêmica do processo para a obtenção da qualidade exigida pelos consumidores.

Pequenos e médios produtores enfrentam cada vez mais dificuldades para se manterem viáveis no modelo de produção industrial. O investimento inicial é alto, porém é possível minimizá-lo com técnicas alternativas que possibilitarão melhora no desempenho do plantel ao alcançarem-se valores melhores em relação ao custo-benefício.

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores mundiais de carne de frango. Tendo em vista a alta competitividade existente nos mercados interno e externo, todos os seguimentos envolvidos precisam estar atentos à qualidade dos produtos produzidos.

O conceito de qualidade de carne é amplo e complexo, podendo ser definido por características objetivas e subjetivas, sendo que as objetivas abrangem as físicas, nutricionais e higiênicas já as subjetivas englobam os aspectos sensoriais, apresentação e a forma de exposição do produto. Os consumidores estão cada vez mais exigindo qualidade e inocuidade dos produtos alimentícios que adquirem. A garantia de manutenção do mercado de carne de frango consiste no fornecimento de produtos com padrões de qualidade estáveis, visando à satisfação e segurança do consumidor, além de manter o poder aquisitivo. Existe consenso por parte de consumidores, médicos e nutricionistas, de que a carne de frango é mais saudável que a carne vermelha por conter menor quantidade de gordura saturada.

A qualidade da carne é dependente da temperatura do tecido muscular e da velocidade de resfriamento após o abate, sendo que as velocidades das reações bioquímicas são reduzidas em baixas temperaturas.

O abate é realizado em frigoríficos altamente tecnificados, sendo cada vez maior o grau de automação das operações de abate e processamento. As práticas de higiene empregadas na manipulação da carne são extremamente rígidas. Boa parte das indústrias adota programas de redução de riscos e de controle de pontos críticos (APPCC), bem como outros procedimentos sugeridos pelo *Codex Alimentarius*, órgão da FAO, encarregado de elaborar normas para a produção de alimentos. Para atender a exigências do mercado de exportação de carnes, que estão cada vez mais severas, como o registro de temperatura à qual um produto foi submetido ao longo de toda a cadeia do frio, o Brasil teve que buscar o desenvolvimento tecnológico. Desta forma a refrigeração passou a ser um setor estratégico que complementa a logística.

Devido a recente crise energética ocorrida no Brasil estão sendo desenvolvidas metas de redução e de conservação de energia que são consideradas no planejamento do setor elétrico, dimensionando as necessidades de expansão da oferta de energia e da transmissão.

O consumo industrial de energia elétrica no país totalizou 14,813 GWh em outubro de 2007, indicando elevação de 5,2% frente ao mesmo mês de 2006. De janeiro a outubro a classe acumulou crescimento de 4,8%, e o aumento alcança 4,6%, ambos na comparação com igual período do ano anterior. A maioria das atividades pesquisadas apresentou crescimento, destacando-se a indústria de máquinas e equipamentos (19,9%), alimentos (6,5%) e máquinas, aparelhos e materiais elétricos (24,8%). Os sistemas de condicionamento de ambientes e

refrigeração comercial são responsáveis por um grande consumo de energia elétrica e de demanda, estando na faixa de 35 % a 40 % do consumo total (EPE, 2007).

A Tabela 2 apresenta o consumo de energia elétrica, por classes de consumo, de janeiro a outubro de 2007.

Tabela 2 – Consumo de energia elétrica por classes de consumo no Brasil

<b>Classes de Consumo</b>	<b>Ano 2007</b> <sup>(2)</sup>
	<b>*(GWh)</b> <sup>(1)</sup>
Residencial	90,13
Industrial	171,32
Comercial	58,30
Outros	53,44
Total	373,15

Legenda:

\*Valores Preliminares

<sup>(1)</sup> Inclui autoprodução transportada pela rede;

<sup>(2)</sup> 12 meses findos em outubro de 2007

Fonte: Adaptado de Estatística e Análise do Mercado de Energia Elétrica - Boletim Mensal de outubro de 2007, em Empresa Brasileira Energética-EPE (2007).

Visando a redução e conseqüentemente a conservação e uso racional de energia elétrica o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) estabeleceu metas para a diminuição de desperdícios, racionalização e aumento da eficiência energética pretendendo uma redução anual de até 130 TWh.

De acordo com o PROCEL, se for mantida a estrutura atual de uso da energia, projeta-se uma necessidade de suprimento, em 2015, em torno de 780 TWh/ano.

Com o intuito de se alcançar um padrão de eficiência energética é de suma importância indicar critérios para seleção e operação de equipamentos frigoríficos.

Para um aumento gradativo na competitividade global e também por razões ambientais e econômicas o uso eficiente da energia elétrica, em instalações frigoríficas, são de extrema importância no setor industrial para que os mesmos possam manter-se rentáveis no futuro.

A seleção dos componentes como compressor, condensador, evaporador, ventiladores, bombas e motores deve ser criteriosa para uma correta operação do sistema frigorífico. Porém, apesar de selecionados individualmente devem sempre atender a determinados requisitos para que tenham uma perfeita interação e oferecer os melhores resultados.

Com o uso racional e a conservação da energia elétrica nos frigoríficos de frangos de corte pode-se diminuir custos e melhorar a competitividade, além de investir na modernização industrial com conseqüente melhora na qualidade final do produto.

É inegável a necessidade urgente de levantamentos quanto ao consumo e forma de uso da energia por frigoríficos de frangos de corte, por serem unidades que tem grande potencial de consumo e também oportunidades de implantação de conservação da mesma.

Na literatura há falta de pesquisas sobre o uso e o consumo de energia elétrica real em frigoríficos de frangos de corte. Devido a isto, foram desenvolvidos experimentos em um frigorífico para frangos de corte localizado no Estado de São Paulo, onde há instaladas linhas de produção para o abate dos frangos e câmaras de resfriamento e congelamento. Foi realizada a análise das principais grandezas relativas à energia elétrica, utilizadas para manter todo o sistema do frigorífico. A análise do custo desta energia elétrica, na composição do custo final do produto procurando estabelecer as relações custo-benefício, e a análise do uso das câmaras de resfriamento e congelamento.

A hipótese desta pesquisa é que a energia elétrica utilizada no frigorífico de frangos de corte não está sendo usada de forma racional e otimizada, havendo oportunidades para implantação de conservação da mesma, visando melhorias na eficiência energética do local.

Para isto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o uso de energia elétrica no processo de abate visando identificação do potencial de uso racional.

Os objetivos específicos foram:

- 1- Medir as principais grandezas elétricas: consumo (kWh), demanda (kW) e fator de potência de todos os equipamentos elétricos que fazem parte do processo de abate e armazenamento;

2- Determinar índices de eficiência energética: fator de carga e consumo específico ( $\text{kWh.kg}^{-1}$ );

3- Analisar a classificação da categoria tarifária da conta de energia elétrica do frigorífico;

4- Medir a temperatura interna das câmaras de resfriamento e estocagem e comparar com os valores exigidos pela portaria número 210 de 1998 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e com os índices de consumo de energia;

5- Medir a temperatura da água de resfriamento das aves e comparar com os valores exigidos pela portaria número 210 de 1998 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA);

6- Determinar o custo unitário médio da energia elétrica ( $\text{R}\$.\text{kWh}^{-1}$ ).

## 2 REVISAO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Frango Industrial

O consumo interno, de carne de frango, tem apresentado tendência favorável ao crescimento devido aos atributos de carne saudável, baixo preço e aumento da comercialização de derivados prontos para o consumo (TALAMINI et al., 2005). A carne de frango é a segunda carne mais consumida no Brasil e a segunda mais produzida no mundo. Seu consumo *per capita* aumentou da década de 80 até os dias atuais. No Brasil é comercializada na forma de carcaças e cortes frescos ou congelados (PILARSKI, 2007).

A carência de proteína animal, em grande parte da população mundial, tem forçado um estímulo cada vez maior às especializações e à adoção de determinadas tecnologias, no sentido de se conseguir uma máxima produção, com menor custo, em menor tempo, na menor área possível. Diante desse contexto, a avicultura engloba-se perfeitamente como atividade produtora de proteína animal, sendo as aves uma das espécies zootécnicas mais eficientes em transformar alimentos vegetais em alimentos de alto valor protéico para o homem (MORO et al., 2005).

O frango industrial é definido pelo Programa Nacional de Sanidade Avícola (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) como sendo a ave criada pelas granjas comerciais por um modelo consagrado de manejo, que lança mão de antibióticos e promotores de crescimento para obter altos índices de produtividade. O abate de frangos deste tipo ocorre entre o 42° e 45° dia e os frangos pesam cerca de 2,5 kg (PNSA, 1994).

O modelo de produção industrial requer hoje conhecimentos e investimentos nas mais diversas áreas que compõem a avicultura (nutrição, genética, sanidade, ambiência e tecnologia de abate).

A disponibilidade de grande quantidade de farelo de soja e milho para ração permitiu o desenvolvimento de uma moderna e sofisticada estrutura para a produção de aves e suínos, bem como a instalação de grandes frigoríficos para sua industrialização (COELHO e BORGES, 1999).

Segundo a Embrapa Suínos e Aves (2007) o saldo para produção de frangos de corte foi negativo em relação à quantidade de reais investidos para a quantidade de kg de frango produzido no ano de 2007. Desta forma, torna-se necessário utilizar meios que reduzam o custo na produção e no abate do frango de corte mantendo a qualidade do produto. Um destes meios é o uso racional e a conservação de energia elétrica desde a produção até o abate. Na literatura há carência de trabalhos diagnosticarem o uso de energia em frigoríficos de frangos de corte e conseqüentemente faltam formas de se implementar um uso racional e diminuindo o consumo de custo de energia elétrica.

## **2.2 Operações do abate de aves e condições microbiológicas**

O processo de transformação dos frangos de corte em alimento tem início no manejo pré-abate. No sentido amplo, o manejo pré-abate compreende o conjunto de práticas zootécnicas, que envolvem conhecimentos de genética, fisiologia, nutrição, patologia e epidemiologia. No sentido estrito, aplica-se ao período de 24 horas antes do abate, em que os frangos terão suspensão da alimentação por cerca de 10 horas, condições de apanha dos frangos, transporte e espera no abatedouro (CONTRERAS, 1995).

A Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece a tolerância máxima permitida para coliformes fecais em carcaças inteiras, fracionadas ou cortes de até 104 UFC.g<sup>-1</sup>. A respectiva legislação não estabelece parâmetros para a contagem padrão em placas de microrganismos heterotróficos aeróbios, mesófilos e psicotróficos.

A carne é o meio de cultura ideal para o desenvolvimento microbiano, por apresentar alta atividade de água ( $a_w$ ) e ser rica em substâncias nitrogenadas, minerais e fatores de crescimento aos microrganismos, cujo desenvolvimento dependerá, sobretudo, das condições de abate, estresse do animal e higiene durante a manipulação. Os tipos mais comuns de deterioração de carnes podem ser classificados de acordo com o ambiente que envolve estes produtos e são provocados por bactérias, bolores ou leveduras. Em condições de aerobiose, as bactérias produzem modificações na cor, sabor, aroma e gordura presente na carne (PIERSON e CORLETT JR., 1992).

Grande parte desses microrganismos não são patogênicos, porém bactérias como *Salmonella spp.*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* enteropatôgena e *Staphylococcus aureus* podem estar presentes, representando um risco potencial à saúde do consumidor (SILVA, 1998; JAMES et al., 1993).

Entre os alimentos que estão relacionados com maior frequência nos surtos de doenças, destacam-se as transmitidas pela carne de aves (VALERIANO et al., 2003), tornando-se um veículo de bactérias patogênicas em surtos de infecções alimentares.

A maioria dos microrganismos que se encontra nas aves vivas são os aeróbios mesófilos, e poucos conseguem se desenvolver em temperaturas inferiores a 7 °C. Sua contagem tem sido usada como indicador de qualidade higiênica dos alimentos, e quando presente em grande número, indicam falhas durante a produção (CARDOSO et al., 2005).

De acordo com Cason et al. (2000), as carcaças de frango podem estar contaminadas mesmo antes de entrarem na planta de processamento, ou contaminadas por contato com vísceras, equipamentos, manipulação e pela água da escaldagem. Os microrganismos do grupo coliforme, particularmente os termotolerantes, fazem parte da microbiota intestinal e podem contaminar a carne durante a evisceração (NOTERMANS et al., 1980).

Algumas espécies de *Salmonella spp.* são capazes de aderir firmemente às fibras de colágeno da superfície externa da pele do frango podendo ocorrer apenas pelo contato da célula microbiana com a pele na presença de água (THOMAS et al., 1986).

Dados epidemiológicos sobre toxinfecções alimentares vêm mostrando um aumento significativo de salmoneloses nos últimos trinta anos, até mesmo em países com excelentes serviços de saúde. As carnes de aves e as vermelhas são consideradas como as principais vias de transmissão de salmonelose durante o processamento das carcaças (SILVA, 1998).

Diversos autores salientizam que a segurança e qualidade dos alimentos como a carne “*in natura*” pode ser estimada pela contagem de microrganismos indicadores como microrganismos aeróbios mesófilos, coliformes totais, *E.coli* e microrganismos psicrotóxicos (JAY, 2000; GILL, 1998)

De acordo com Borges e Freitas (2002) os produtos crus de origem animal, são comercializados no estado não processado (fresco ou resfriado), e sua qualidade e segurança microbiológica dependem do controle desenvolvido durante a produção, preparação e armazenamento.

Pardi et al. (1995) cita que para haver um controle de microorganismos na carne fresca, medidas básicas de higiene devem iniciar-se nos cuidados *ante mortem* dos frangos. Estes devem ser submetidos à dieta hídrica e em condições de mínimo estresse.

Etapas como sangria, esfolamento, evisceração, corte e desossa favorecem a colonização dos tecidos por microorganismos deteriorantes e patogênicos (SENAI, 1999; FRANCO e LANDGRAF, 1996).

Práticas inadequadas, de higiene e processamento, por pessoas inabilitadas na linha de produção podem provocar contaminação cruzada. Considerando-se que uma grande percentagem das pessoas envolvidas na manipulação de alimentos carece de conhecimentos relativos aos cuidados higiênico-sanitários, que devem ser seguidos antes e depois da manipulação dos alimentos, a manipulação inadequada poder ser considerada um risco em potencial à saúde pública (TOSIN e MACHADO, 1995). A implantação do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) em plantas processadoras de frango, que monitora os pontos críticos de contaminação por agentes microbianos não detectáveis pelos procedimentos de inspeção da carne (MEAD, 2004).

### **2.2.1 Recepção e espera**

Na sala de espera, os caminhões com os frangos vivos são mantidos sob galpões ventilados enquanto aguardam ao descarregamento (BERAQUET, 1994).

Segundo Contreras (1995) os galpões devem ser bem ventilados a partir do teto e das laterais para evitar o estresse pelo calor. Necessitam também de nebulização por água sobre as gaiolas com frangos.

Com a climatização da sala de espera melhora-se as condições ambientais evitando a ruptura de vasos sanguíneos e capilares que provocaria defeitos na qualidade da carcaça (BERAQUET, 1990).

A textura da carne é um dos fatores mais importante para o consumidor, ao julgar a qualidade. De acordo com Souza (2006) um dos fatores que podem afetar a textura da carne é o estresse antes do abate. Além de que, o estresse unido a características genéticas favorece o aparecimento de carne PSE, que se caracteriza por apresentar propriedades funcionais indesejáveis, como cor pálida e baixa capacidade de retenção de água. (LARA et al., 2002).

O mecanismo de ventilação de ar ajuda não só na retirada de calor produzido pelos frangos no galpão, como também melhora a sensibilidade térmica dos mesmos. Um movimento de ar, sobre qualquer superfície em que a água esteja presente, promove uma evaporação dessa água. Esse processo consome energia (579 kcal.L<sup>-1</sup> de água evaporada), e o frango sofre um resfriamento corporal em contato com o vento (SILVA & NÄÄS, 2004).

Os animais de sangue quente dispõem fisiologicamente de sistemas de regulação térmica que adaptam o organismo a temperaturas ambientais mediante a formação e liberação de calor, de forma a manter a temperatura corpórea dentro de limites estreitos (BRESSAN, 1998). Os limites ideais de temperatura ambiental são de 12° a 27°C com umidade relativa do ar de 50 a 80%. Bueno (2004) verificou que com sistema de climatização adequado, os frangos de corte apresentam índices zootécnicos aceitáveis com valores médios de temperatura do ar de 27°C e 60% de umidade relativa do ar.

Se as situações de desconforto térmico ocorrem no pré-abate, o metabolismo *post mortem*, as condições de *rigor mortis* e as características de carne são afetados (BRESSAN e BERAQUET, 2002).

Segundo Beraquet (1994), à medida que os frangos são retirados das caixas, são pendurados pelas pernas em suportes ligados a nória, sendo este o ponto inicial do abate. O tempo em que o frango permanece na nória, antes do atordoamento, depende da velocidade da linha de abate. Para acalmá-los é aconselhável um tempo mínimo de 40 a 60 segundos, evitando desta forma problemas no atordoamento. Estas operações na área de pendura são importantes por seus efeitos na qualidade da carne e estão relacionadas à eficiência da sangria e aos ferimentos de manuseio impróprio.

Os motores dos equipamentos utilizados para a manutenção do conforto térmico das aves utilizam energia elétrica. Desta forma Turco (1998) analisou a situação atual e as perspectivas de conservação de energia elétrica em um galpão comercial de criação de frangos de corte e recomendou, como medida de conservação de energia para esse galpão, a substituição dos ventiladores por modelos mais eficientes.

Bueno (2004) verificou que em galpões de frangos de corte, criados em dois sistemas distintos de climatização, existiam uso inadequado da energia elétrica e que era urgente a implantação de planos de ação para otimização e usos racional desta energia.

### 2.2.2 Atordoamento e sangria

O atordoamento é a operação que inicia o abate propriamente dito, e visa imobilizar a ave durante a sangria, evitando contusões, facilitando a depenagem e evitando o sofrimento da ave (CONTRERAS, 1995).

A insensibilização deve ser realizada preferencialmente por eletronarcose sob imersão em líquido, cujo equipamento deve dispor de registros de voltagem e amperagem, e esta será proporcional à espécie, tamanho e peso dos frangos, considerando-se ainda a extensão a ser percorrida sob imersão (PORTARIA N° 210 do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 1998).

A técnica mais utilizada no Brasil, e em outros países, é o choque elétrico por meio de um insensibilizador de banho de água ou salmoura (CONTRERAS, 1995). Nesta operação, as aves são penduradas em ganchos individuais. Por meio de uma correia transportadora, as aves são conduzidas a um banho de água com corrente elétrica, de tal maneira que suas cabeças ficam submersas no mesmo, formando um circuito elétrico através dos ganchos que estão conectados ao fio terra. A corrente elétrica flui através da ave quando está sendo atordoada (PARRY, 1989). Também, é recebida pelo cérebro e coração (GREGORY, 1989). Dependendo da voltagem utilizada, a ave sofre a perda total da consciência e uma interrupção cardíaca, ou mesmo, morte por colapso cardíaco (WEISE et al., 1988).

A eficiência no processo envolve o controle de parâmetros como corrente, voltagem, frequência, forma da onda e tempo de imersão, além das variáveis biológicas que incluem o peso das aves, tamanho, comportamento, composição e densidade das penas (KETTLEWELL e HALLWORTH, 1990).

Segundo Beraquet (1994) existem diferentes tipos de atordoadores disponíveis no mercado. Um tipo padrão com corrente alternada opera com frequência de 60 Hz, enquanto o de alta frequência usa 400 Hz. Atordoadores de corrente contínua são de altas voltagens e usam 100 V. Para corrente alternada recomenda-se 50 V; e para corrente contínua 90 V. O tempo de atordoamento recomendado é de cerca de sete segundos e, às vezes, um pouco mais, quando se trata de atordoadores de baixa voltagem (CONTRERAS, 1995).

De acordo com o mesmo autor não é recomendado utilizar voltagens altas, que normalmente são acompanhadas de quebra da asa ou clavícula, ocorrência de extremidades

vermelhas e movimentos bruscos antes da sangria. Porém Weise et al. (1988) reportaram que o atordoamento realizado com baixas voltagens não são satisfatórios. Varias vezes a morte já ocorre no atordoamento, inclusive a voltagens mais baixas, cerca de 70 V, o que pode dificultar a sangria.

Mcneal et al. (2003) determinaram os efeitos do atordoamento elétrico, seguido ou não de decapitação, em frangos para avaliar o bem estar animal e qualidade do peito. Os resultados demonstraram que o uso de frequência alta para atordoamento seguido de decapitação podem ser uma alternativa aceitável a matança convencional baseado em características da carcaça e da qualidade de carne, além de assegurar uma perda irreversível de consciência.

De acordo com Schutt-Abraham et al. (1983) com circuitos que geram correntes elétricas menores que 20 mA, os frangos emitem fortes ruídos e debatem-se agitando as asas.

Para que uma ave seja adequadamente atordoada, deve-se empregar a corrente elétrica necessária para induzir ao estado epilético, quando atingir o cérebro. Foi determinado que a proporção de corrente que atinge o cérebro varia de frango para frango (RICHARDDS e SYKES, 1964).

A pele da crista é a mais sensível ao estímulo em comparação a outras partes do corpo. Puncionando-se a crista com um alfinete ocorre o movimento da cabeça. Ao mesmo tempo, há uma alteração na pulsação do coração e na pressão do sangue (WOOLLEY e GENTLE, 1987).

Gregory et al. (1991) estudaram o efeito do uso de frequências de onda quadrada unipolar de 50, 200 e 350 Hz, corrente de 71 a 260 mA. Verificaram que ambas as faixas de frequência e corrente não exercem influência na percentagem de defeitos detectados nas carcaças.

Os defeitos na qualidade da carcaça atribuídos ao uso de correntes de atordoamento, que ocasionam ataque cardíaco são variados. Cinco efeitos adversos são associados a voltagens elevadas: hemorragia nas asas, coloração avermelhada da pele, depenagem difícil, ossos quebrados e manchas de sangue ou coágulos no músculo do peito (GREGORY, 1989).

O Serviço de Inspeção Federal (SIF), regulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, exige que o tempo entre o atordoamento e a sangria deve ser de 12 a 15 segundos. A sangria deve ser realizada em instalação própria e exclusiva, denominada

"área de sangria", voltada para a plataforma de recepção das aves, totalmente impermeabilizada em suas paredes e teto. A operação de sangria será efetuada com as aves contidas pelos pés, em ganchos de material inoxidável, apoiados em trilhagem aérea mecanizada. O comprimento do túnel corresponderá ao espaço percorrido pela ave, no tempo mínimo exigido para uma sangria total, ou seja, 3 minutos, antes do qual não será permitida qualquer outra operação. Deverá ser levado em conta, também, o tempo que as aves deverão permanecer dependuradas pelos pés, antes da sangria, para que haja fluxo de sangue à cabeça (PORTARIA N° 210, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 1998). Nos primeiros 40 segundos do início da sangria, a ave perde 80% do sangue e no intervalo entre 1 e 2,5 minutos todo o sangramento é completado (BERAQUET, 1990).

Se o atordoamento for realizado de forma adequada, os frangos chegam calmos ao local de sangria. A realização da sangria pode ser feita de forma manual ou mecânica. A sangria manual é feita com facas apropriadas por operadores que devem ser bem treinados. A forma mecânica é realizada direcionando-se a cabeça da ave para lâminas circulares ou utilizando-se facas acionadas por meios mecânicos (PARRY, 1989).

O tempo de sangria deve ser suficiente para maximizar a perda de sangue do frango até sua entrada no tanque de escaldagem e para assegurar que os frangos não estejam respirando ao entrar no mesmo. Isto evita possíveis efeitos adversos na contaminação e qualidade do produto (BERAQUET, 1994).

Uma grande parte dos custos do processo de abate de frangos encontra-se relacionado ao consumo de energia dos equipamentos, que poderia ser minimizado por modificações no processo de atordoamento elétrico.

### **2.2.3 Escaldamento e depenagem**

Outra operação que pode influenciar no consumo de energia elétrica é o escaldagem e a depenagem que utilizam motores elétricos para seu funcionamento.

A finalidade do escaldamento é facilitar a liberação de penas. O processo consiste na imersão das aves num tanque de água quente agitada pela injeção de ar comprimido. A água também adensa as penas e facilita a fricção posterior nas máquinas de depenagem. São três os

parâmetros de controle: tempo de imersão, temperatura da água e renovação da água (BERAQUET, 1990).

Na depenagem, as penas são removidas mecanicamente, imediatamente após o escaldamento, por uma série de máquinas depenadoras. As depenadoras devem ser posicionadas adjacentes ao tanque de escaldamento, para evitar o resfriamento da carcaça (PARRY, 1989).

Buhr et al. (2005) realizaram experimentos onde as carcaças foram escaldadas com oclusão de traquéia e sangria unilateral ou decaptação, para verificar a contaminação bacteriana da água. Observaram que a contaminação bacteriana é menor quando fazem o procedimento de oclusão de traquéia confirmando que o aumento da população bacteriana pode ser prevenido realizando a oclusão antes da imersão.

O nível de contaminação por *Campylobacter spp.* em carcaças normalmente diminui na escaldagem, mas segundo Berrang e Dickens (2000) aumenta logo após a depenagem.

Estudo realizado em um abatedouro no Japão avaliou a contaminação microbiana entre diferentes lotes de frangos durante a depenagem e evisceração. Foi observado o isolamento de *Campylobacter spp.* em todos os frangos abatidos após o processamento de um lote contaminado, sugerindo fácil contaminação da bactéria entre lotes (MIWA et. al., 2003).

De acordo com Berrang et al. (2003), a bactéria *Campylobacter spp.* está presente nos sacos aéreos das aves, que são inevitavelmente rasgados durante evisceração podendo contaminar a cavidade tóraco-abdominal da carcaça eviscerada. Com o objetivo de determinar a presença da bactéria no trato respiratório estes autores, antes da evisceração, coletaram amostras da carcaça pré e pós escaldagem. Pesquisou-se também a presença de *Escherichia coli*, coliformes totais e bactérias aeróbias. Verificaram aumento na população de *E. coli*, coliformes totais e bactérias aeróbias na pós escaldagem e não de *Campylobacter* devendo-se a contaminação por tal microorganismo ocorrer durante a produção ou transporte.

#### **2.2.4 Evisceração**

No processo de evisceração de frangos de corte, devido as suas linhas serem praticamente todas automatizadas, motores elétricos são utilizados em praticamente toda a etapa.

As carcaças são usualmente suspensas por ganchos da linha de evisceração. A primeira operação é a retirada da glândula de óleo (uropígea). Em seguida, realizam-se o corte e a remoção da traquéia. A extração da cloaca é feita geralmente por meios mecânicos, com uma lâmina rotatória. Este equipamento tem geralmente um sistema de vácuo acoplado e também faz a evacuação do intestino grosso (BERAQUET, 1990).

Segue-se depois a abertura do abdômen. São feitas incisões transversais quando o trabalho é manual, e longitudinal quando a operação é feita por meios mecânicos (PARRY, 1989).

Posteriormente, realiza-se a eventração, que é a exposição das vísceras para inspeção veterinária. No caso da evisceração automática, um instrumento em forma de colher é introduzido na cavidade, puxando as vísceras para fora.

Segundo Rosenquist et al. (2006) o aumento na contaminação superficial das carcaças após a evisceração se deve à ruptura das vísceras e exposição do conteúdo fecal. A ruptura das vísceras durante a evisceração não é incomum, uma vez que a maioria das plantas processadoras utiliza a evisceração mecânica, que não é ajustada para os diferentes tamanhos de carcaça. Keener (2004) cita que se houver rompimento dos intestinos dos frangos durante o processo de evisceração existe um aumento na contaminação da pele por *Campylobacter spp.*

De acordo com Bryan e Doyle (1995) as etapas de escaldagem, depenagem e evisceração são as operações que levam à maior contaminação de microorganismos entre as carcaças durante o processo de abate.

### **2.2.5 Resfriamento e gotejamento**

No Brasil, praticamente todos os abatedouros, utilizam para redução da temperatura o método de imersão das carcaças em água resfriada ou em uma mistura de gelo e água. Este método tem como vantagem uma redução no tempo de resfriamento e menores custos de investimento e operação (NEVES FILHO, 1978).

A vida de prateleira de uma carcaça depende da temperatura e da condição microbiológica da carne. A temperatura da ave viva é cerca de 41 °C e pouco calor é perdido durante o processo de abate (VEERKAMP, 1989).

Após a evisceração, a carcaça de frango encontra-se a uma temperatura de 38° a 40°C, a qual deverá ser rapidamente reduzida com o objetivo de retardar processos responsáveis pela deterioração do produto nos quais os microrganismos têm um papel preponderante (NEVES FILHO, 1978).

Se os cuidados necessários durante o processo de resfriamento por meio de imersão em água não forem tomados, poderá haver uma redução na qualidade microbiológica da carcaça (NEVES FILHO, 1978).

A operação de resfriamento, que consiste no processo de rebaixamento da temperatura das carcaças de aves imediatamente após as etapas de evisceração e lavagem, geralmente, é feita por imersão em água gelada, em dois estágios: No primeiro estágio, denominado pré-resfriamento a temperatura da água não deve ser superior a 16°C e no segundo estágio, o de resfriamento, não deve ultrapassar 4°C (PORTARIA N° 210, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 1998).

Segundo a portaria n° 210 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (1998) a temperatura das carcaças no final do processo de resfriamento deverá ser igual ou inferior a 7°C. Toleram-se a temperatura de 10°C, para as carcaças destinadas ao congelamento imediato. Para os miúdos são utilizados também resfriadores contínuos por imersão em água gelada, tipo rosca sem fim, obedecendo à temperatura máxima de 4°C. A água do resfriador deve conter até 5 ppm de cloro residual e o fluxo de água por carcaça com peso entre 2,5 e 5,0 kg é de no mínimo 1,5 e 1,0 litros no primeiro e segundo estágio do resfriamento respectivamente.

De acordo com Blank e Powell (1995) uma alternativa para a descontaminação de carcaças é a utilização de tanques de pré-resfriamento, que diminuem satisfatoriamente o número de microrganismos contaminantes desde que haja um fluxo de água em quantidade suficiente e contínuo, cloração e manutenção adequada da temperatura da água.

Segundo Arrit et al. (2002) o aumento do cloro na água de enxágüe, realizado antes de entrar no sistema de resfriamento, para redução de *Salmonella spp.* e *Escherichia coli* levou a uma redução da contaminação por *Campylobacter spp.*

O resfriamento de carcaças de frango em baixas temperaturas tem sido descrito como indutor da redução da maciez da carne de frango, devido ao encurtamento das fibras musculares. Com o objetivo de verificar o efeito de diferentes temperaturas resfriamento de

frangos sobre a velocidade de instalação do *rigor mortis*, maciez e perda de peso por cozimento do músculo *pectoralis major* Bressan e Beraquet (2004) analisaram seis tipos diferentes de temperatura e tempo de imersão em água gelada. Concluíram que as temperaturas de resfriamento podem ser reduzidas de 20° para 10 °C ou o primeiro estágio do resfriamento pode ser eliminado sem prejuízos na qualidade da carne.

De acordo com Almeida e Silva (1992), a contaminação das carcaças de frangos envolve adesão das bactérias por um filme líquido sobre a pele. Mcmeekin e Thomas (1978) verificaram que as bactérias ficavam retidas na pele de frangos após a imersão das carcaças em suspensões bacterianas e esta retenção apresentava relação linear com as contagens bacterianas da suspensão.

Vários métodos têm sido avaliados para reduzir a carga microbiana e a contaminação cruzada entre as carcaças. Entre eles estão o enxágüe das carcaças antes da entrada do resfriador, adição contínua de água limpa no resfriador em contra corrente com as carcaças, adição e renovação de cloro ou outros agentes microbianos na água do resfriador (SMITH et al., 2005).

Galhardo et al. (2006) avaliaram a eficácia dos tanques de resfriamento na redução da contaminação microbiana de carcaças de frango. As médias mais elevadas dos microorganismos nas carcaças ocorreram antes da entrada no pré-resfriamento.

De acordo com Keener (2004) o método de resfriamento por imersão em água tratada pode ser uma etapa potencial de contaminação cruzada, dependendo do pH da água, da renovação da água e do teor de cloro livre. Porém Rosenquist et al. (2006) detectaram uma redução nas contagens de *Campylobacter spp.* após o resfriamento por imersão.

Lopes et al. (2007) pesquisaram a presença de *Salmonella spp.* e microrganismos indicadores em carcaças de frango e água dos tanques de pré-resfriamento em um frigorífico do norte do Paraná. Verificaram que a passagem das carcaças de frangos pelos tanques de resfriamento não diminuiu de maneira significativa a contaminação das carcaças. Ritter e Bergman (2003) também verificaram que os tanques de resfriamento não foram eficazes na redução da contaminação bacteriana em carcaças. Porém, Smith et al. (2005); Soareas et al. (2005), afirmaram que os tanques foram eficazes na diminuição da contaminação das carcaças.

Lillard (1990) relatou que uma pesquisa realizada pelo Serviço de Inspeção nos Estados Unidos (*Food Safety and Inspection Service*) mostrou que 5% das aves que chegavam

ao abatedouro estavam contaminadas por *Salmonella spp.*, e após a etapa final do processamento a contaminação aumentou para 36% nas carcaças dos frangos.

Almeida e Silva (1992) observaram uma maior ocorrência de *Salmonella spp.* após o resfriamento das carcaças de frango em um abatedouro com evisceração mecânica, o qual apresentava temperatura de 21° e 6°C e zero de cloro residual nos dois tanques de resfriamento e um outro abatedouro com evisceração manual, o qual apresentava 21° e 2°C e cloro residual acima de 5ppm nos dois tanques de resfriamento. Os autores discutem a possibilidade da água dos tanques de resfriamento ter participação na contaminação cruzada das carcaças por salmonelas.

Dickel et al. (2005) analisaram carcaças coletadas, antes e depois, da passagem pelo resfriador, em abatedouros de aves, sendo um com tecnologia semi-automatizada e o outro totalmente automatizado, no Rio Grande do Sul. Foi encontrada *Salmonella spp.* no abatedouro automatizado (70%, antes do resfriador e 20% depois do resfriador) o que pode ter ocorrido devido as altas velocidades nas linhas de abate, equipamentos desregulados, desuniformidade no tamanho das aves, temperaturas inadequadas no pré-resfriador e resfriador e cloração deficiente.

O desenvolvimento de tratamentos para reduzir a contaminação bacteriana em carcaças de frangos é importante para a qualidade higiênica global do produto. Com o objetivo de avaliar a contaminação bacteriana em sistemas de resfriamento por imersão Voidarou et al. (2007) realizaram a monitoração sistemática de indicadores bacterianos fecais como também alguns patógenos clássicos em pontos críticos selecionados na água do resfriador. Foram encontrados em todas as amostras de água do resfriador microrganismos como *Clostridium perfringens*, coliformes fecais, *Enterococcus ssp.* e *Streptococcus ssp.* A quantidade e tipos de bactérias apresentaram variação na água do resfriador em relação à temperatura encontrada e a forma esporulada de *C. perfringens*, encontrada em toda a área estudada, mostrando ser um indicador seguro de contaminação da água do sistema de resfriamento.

Posteriormente ao resfriamento realiza-se o gotejamento com o propósito de reduzir o excesso de água adsorvido na etapa anterior. É efetuado por transporte das carcaças numa nória, suspensas pela asa ou pela perna. O tempo de gotejamento é de 2,5 a 4 minutos (CONTRERAS, 1995).

De acordo com a portaria 210/1998/MAPA o sistema de controle da absorção de água em carcaças de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão deve ser eficiente e efetivo, sem margem a qualquer prejuízo na qualidade do produto final. Os métodos oficiais para o referido controle são o “Método de Controle Interno”, realizado em nível de processamento industrial pela Inspeção Federal local, e o “Método do Gotejamento” para controle de absorção de água em carcaças congeladas de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão.

O “Método de Controle Interno” refere-se à água absorvida durante o pré resfriamento por imersão que está diretamente relacionado principalmente com a temperatura da água dos resfriadores, tempo de permanência no sistema, tipo de corte abdominal, injeção de ar no sistema (borbulhamento) e outros fatores menos significativos. A quantidade de água determinada por este método exprime-se em percentagem do peso total da carcaça de ave no limite máximo de 8% de seus pesos (PORTARIA 210/1998/MAPA).

Já o “Método do Gotejamento” (*DRIP TEST*) é utilizado para determinar a quantidade de água resultante do descongelamento de carcaças congeladas. Se a quantidade de água resultante, expressa em percentagem do peso da carcaça, com todas os miúdos/partes comestíveis na embalagem, ultrapassar o valor limite de 6%, considera-se que as carcaças absorveram um excesso de água durante o pré-resfriamento por imersão em água (PORTARIA 210/1998/MAPA).

Em uma pesquisa realizada no curso de pós-graduação especialização em segurança e inspeção de alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia (Ufba) sobre absorção de água em peito de frango, com um total de 27 amostras, verificou-se que 23 amostras (85,2%) apresentaram teor de água acima do estabelecido pela legislação (NEVES, 2005).

Os sistemas de resfriamento por imersão, tipo rosca sem fim, são responsáveis pelo consumo de energia elétrica dentro do frigorífico. Motores elétricos são utilizados nos tanques com intuito de promover a agitação da água e também na produção de gelo para baixar a temperatura. São utilizados motores na linha de gotejamento, que é automatizada, gerando desta forma consumo de energia elétrica.

## 2.3 Instalações frigoríficas

É constituído de antecâmaras, câmaras de resfriamento, câmaras ou túnel de congelamento rápido, câmaras de estocagem e sala de máquinas.

A Tabela 3 apresenta os valores de temperatura das salas e câmaras climatizadas e dos produtos, recomendados pela portaria número 210 de 1998 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em relação ao túnel de congelamento, na portaria supracitada, não foi relatado o valor recomendado para a temperatura do ar e do produto.

Desta forma, para temperatura do ar, utilizou-se como base a literatura citada por Roça (2000) e não foi encontrado valor recomendado ao produto neste local.

Tabela 3 – Temperatura recomendada das salas e câmaras

Temperatura normatizada (°C)	Câmara de resfriamento (°C)	Câmara de Congelamento (°C)	Túnel de Congelamento* (°C)	Sala de Corte e Embalagem (°C)	Sala de Tempero (°C)
<b>Produto na intimidade muscular</b>	-1 a 4 ( $\pm 1$ )	-12 ( $\pm 2$ )	-	7	7
<b>Ar</b>	0 a 4 ( $\pm 1$ )	-18	-30	12	12

Fonte: Adaptado da Portaria 210/1998/MAPA

\*: Fonte utilizada para Túnel de congelamento: ROÇA (2000)

- : Não citado

Neves Filho (2000) afirma que a utilização do frio é um instrumento de grande importância para conservação dos alimentos entre outros produtos. É praticamente um recurso natural para evitar o crescimento de microorganismos prejudiciais, retardar reações químicas indesejáveis, manter a estrutura física inalterada, permitir o transporte a regiões distantes e garantir a higiene sanitária na manipulação de alimentos (HONÓRIO e MORETTI, 2002).

O tempo de vida útil da maioria dos alimentos pode ser incrementado através do armazenamento a baixas temperaturas. Para todos os tipos de carnes o tempo de armazenamento pode ser prolongado através da redução da temperatura (STOECKER e

JABARDO, 1994); (HONÓRIO e MORETTI, 2002). A redução da temperatura prolonga a vida útil dos alimentos, devido ao aumento no tempo de geração, retardando a multiplicação microbiana. A refrigeração evita a multiplicação dos microrganismos termófilos, e de muitos mesófilos. A diminuição da temperatura de um alimento abaixo de seu ponto de congelamento faz com que parte da água que o alimento contém mude de estado, formando cristais de gelo. A imobilização da água na forma de gelo e o aumento na concentração de solutos reduzem a atividade da água (FELLOWS, 1994).

Como a temperatura influencia a multiplicação bacteriana (FIGUEIREDO et al., 2003) a falta de controle da temperatura de conservação dos alimentos perecíveis acarreta não só importante perda econômica e nutricional, como também compromete a segurança sanitária e altera as características sensoriais dos alimentos (LIMA, 2001; GÓES et al., 2004).

A temperatura e a umidade da superfície da carne e do ar podem favorecer o crescimento de microrganismos causadores da mucosidade ou limo superficial. A alteração pode ter como responsáveis espécies do gênero *Pseudomonas spp.*, *Achromobacter spp.*, *Leuconostoc spp.*, *Streptococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Bacillus spp.* e alguns *Lactobacillus spp.* (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

As bactérias aeróbias mesófilas são constituídas por espécies de Enterobacteriaceae, *Bacillus spp.*, *Clostridium spp.*, *Corynebacterium spp.* e *Streptococcus spp.*. Sua presença em grande número indica matéria-prima excessivamente contaminada, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições inapropriadas de tempo e temperatura durante a produção ou conservação dos alimentos (SIQUEIRA, 1995). Superfícies e equipamentos inadequadamente limpos, usados no corte e desossa, podem representar fonte de microrganismos deteriorantes psicrotróficos (BORGES e FREITAS, 2002).

A bactéria *Escherichia coli*, juntamente com os gêneros *Enterobacter spp.*, *Citrobacter spp.* e *Klebsiella spp.*, formam o grupo denominado coliforme (SILVA e JUNQUEIRA, 1995). O índice de coliformes totais é utilizado para avaliar as condições higiênicas, sendo que altas contagens significam contaminação pós-processamento, limpezas e sanificações deficientes, tratamentos térmicos ineficientes ou multiplicação durante o processamento ou estocagem (DELAZARI, 1998).

Os produtos de origem animal em geral, e em particular os de origem avícola, têm recebido por parte do consumidor uma grande dose de atenção e preocupação (NASCIMENTO et al., 1996), isto devido à carne de frango estar freqüentemente implicada como veículo de transmissão de surtos de doenças alimentares.

Os casos de toxinfecções alimentares causados por *Salmonella spp.* aumentaram a partir da década de 80. RODRIGUE et al. (1990) atribuíram esse aumento ao consumo de ovos e subprodutos contaminados por *Salmonella enteritidis*. Entretanto Sakai e Chalermchaikit (1996); Ward e Threlfall (1997) relatam a presença de *Salmonella spp.* em carcaças de frangos.

Na Inglaterra e País de Gales, a carne de frango foi responsável por surtos e casos esporádicos (RAMPLING et al. 1989) e por aproximadamente trinta mil casos por ano de toxinfecção alimentar em seres humanos (WARD e THRELFALL 1997).

Segundo a Portaria número 46, de 10 de fevereiro de 1998, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no local de estocagem deve-se estudar não só a organização das matérias-primas e as facilidades da realização da inspeção visual, como também as possíveis flutuações de temperatura que possam acarretar prejuízos à qualidade.

São considerados como pré-requisito à implantação do plano APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) a calibração periódica dos instrumentos de controle de temperatura, peso e outros parâmetros relacionados com os padrões de identidade e qualidade dos alimentos (RIBEIRO e ABREU, 2006; PORTARIA 46/MAPA, 1998).

Durante a estocagem frigorificada, é importante a manutenção da temperatura adequada no interior da câmara sem muitas oscilações, para evitar a formação de bolsões quentes no interior da câmara, com o conseqüente aumento da temperatura em algumas zonas com condensação de ar e formação excessiva de gelo. Para isto é necessário uma correta distribuição do ar visando a manutenção da temperatura nos diferentes pontos da câmara, evitando-se a abertura desnecessária da porta da mesma (TERUEL, 1996).

Nas câmaras deve-se evitar o empilhamento excessivo de caixas, de forma que o peso seja superior à resistência mecânica das caixas, provocando o esmagamento do produto. No armazenamento é muito importante a prática do PEPS (Primeiro que Entra Primeiro que Sai) para evitar que produtos antigos permaneçam armazenados e porventura cheguem a vencer dentro da câmara. A oscilação da temperatura leva a exsudação que deixa a carne pouco

suculenta quando preparada, além do aumento da temperatura trazer a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos.

As variações de temperatura dentro de uma câmara podem ser evitadas de várias formas: emprego de isolamento adequado, termostatos calibrados e apropriados, empilhamento apropriado das embalagens na câmara, circulação adequada do ar e supervisão de armazenamento (TERUEL, 1996). Segundo Neves Filho (2002), o emprego de proteção nas portas das câmaras frias, como cortinas, pode reduzir a carga térmica em até 80%, com a utilização de portas tipo impacto, e de 60% a 80% com a utilização de cortinas de ar verticais.

Segundo Teruel et al. (2002) entre os principais fatores que afetam os custos de resfriamento, encontram-se: quantidade de horas de operação, temperatura do meio de resfriamento, tipos de embalagem, entre outros.

Ferreira Neto et al. (2006) realizaram avaliações das câmaras frias destinadas à estocagem de frutas e hortaliças na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo, CEAGESP (São Paulo – SP), com o objetivo de identificar a situação das câmaras frias utilizadas nesse entreposto. Constataram deficiência na estrutura de armazenamento com funcionamento inadequado das câmaras frias e conseqüente perda de produto, indicando a necessidade da realização de um projeto para melhorar o funcionamento de seus equipamentos frigoríficos. Para isto relataram a necessidade de manutenção preventiva dos equipamentos e o uso de cortinas de ar ou plástico nas portas das câmaras. Com o emprego de tais medidas conseqüentemente haveria menor custos em relação a reparos de equipamentos e consumo de energia elétrica, além de menor perda de produtos.

### **2.3.1 Resfriamento**

A carne refrigerada é definida como sendo aquela armazenada em temperaturas de 0° a 4 °C. O prazo de vida comercial das carnes resfriadas varia em função das condições técnicas de sua obtenção e das temperaturas em que são mantidas (PARDI et al., 1995).

Segundo Gill (1986) os limites das temperaturas para os microrganismos não são absolutamente exatos. As temperaturas mínimas de crescimento bacteriano estão de acordo com Brown (1982):

-*Salmonella spp.*: 5 °C;

-*Staphylococcus aureus*: 6 °C (crescimento), 10 °C (produção de toxina);

-*Clostridium perfringens*: 6,5 °C;

-*Clostridium botulinum*: 10 °C.

De acordo com Porto (1986) os requisitos da refrigeração eficiente são três:

-A contaminação inicial deve ser a menor possível;

-A refrigeração da carcaça deve ser realizada o mais rápido possível;

-A cadeia do frio não deve ser interrompida entre a produção e o consumo. Isto porque em qualquer elevação de temperatura, haverá possibilidade de ocorrer multiplicação bacteriana. Este aspecto é particularmente importante para o grupo psicotróficos, sendo a principal a *Pseudomonas spp.*, que se reproduzem temperaturas de refrigeração (FUNG, 1996). Assim um pequeno aumento da temperatura, ainda que por tempo limitado, pode ser suficiente para população microbiana aumentar. Uma sucessão de pequenas interrupções do frio poderá encurtar o prazo de validade esperado para um determinado produto.

Como destacado por Bleinroth (1992), grandes flutuações de temperatura poderão resultar na condensação de água sobre a superfície do produto, o que favorece o crescimento de fungos e desenvolvimento de doenças.

Carvalho et al. (2005) estudou a presença de microrganismos heterotróficos aeróbios mesófilos e psicotróficos, bem como coliformes totais e fecais, de produtos avícolas (cortes, miúdos, lingüiça, salsicha e hambúrguer) mantidos em refrigeração e disponíveis no comércio. Levando-se em consideração a RDC n°12/2001/ANVISA, apresentaram-se em desacordo 8,5% das 47 amostras analisadas.

Normalmente, as carcaças contaminadas com *Salmonella* sp. apresentam pequeno número de bactérias (< 100 UFC.carcaças de ave<sup>-1</sup>). Se a temperatura ultrapassar o valor recomendado para refrigeração pode ocorrer como consequência uma intensa multiplicação (NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS, 1997). A presença deste gênero em alimentos, ainda que detectada através de uma única unidade formadora de colônia, é totalmente inadmissível (SILVA et al., 1997). Os alimentos mais comumente envolvidos são carne moída, lingüiça e carne de aves (PELCZAR JR. et al., 1996).

Gonçalves et al. (1998) em estudo com cortes de frango (coxa e peito), isolaram de um total de 15 amostras, 4 (26,7%) com cepas de *Salmonella spp.*

CARDOSO et al. (2000) analisaram a presença de *Salmonella spp.*, coliformes fecais, coliformes totais e mesófilos em carcaças e derivados de frango de dois abatedouros localizados na cidade de Descalvado – SP. De acordo com as análises dos resultados, os produtos pesquisados encontraram-se dentro dos padrões higiênicos microbiológicos exigidos pelo Ministério da Saúde para o consumo humano.

Roça et. al (1994), avaliaram a vida de prateleira de fiambres elaborados com carne de frango. Verificaram que o tempo e a temperatura afetaram de maneira marcante a presença de microorganismos. Recomendaram o armazenamento de fiambres de carne de frango em embalagem a vácuo, a 5 °C por até 77 dias.

### **2.3.2 Congelamento**

As carnes congeladas são aquelas mantidas em temperaturas abaixo de seu ponto de congelamento (-1,5 °C). O congelamento é a forma de conservação, a longo prazo, que menos deprecia o valor nutritivo e a qualidade sensorial da carne “in natura”. Os alimentos congelam-se dentro de uma grande variação de temperaturas dependendo da concentração de sais e água em suspensão coloidal na célula. A carne magra, contendo em torno de 75% de água inicia seu congelamento a temperaturas inferiores a -1,5 °C. A -5 °C, aproximadamente 75% da água cristaliza-se, a -10 °C, cerca de 82%, a -20 °C, em torno de 85%, e a -30 °C, aproximadamente 87%. Cerca de 12% da água total encontra-se de tal forma ligada às proteínas que não se congelam, ainda que a temperaturas muito baixas (PARDI et al., 1995).

O mercado de alimentos congelados apresenta um grande potencial de crescimento, pois seu consumo no Brasil é ainda baixo se comparado ao dos Estados Unidos e de países europeus (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

O congelamento é, indiscutivelmente, um dos melhores métodos de conservação de alimentos. Adequadamente conduzido, inibe a deterioração microbiológica, reduz velocidade de reações químicas e ao mesmo tempo mantém qualidade sensorial e nutritiva dos alimentos, apesar de não serem completamente paralisadas mesmo quando o alimento é armazenado a -30°C. Ao mesmo tempo, parte dos microrganismos deterioradores deixa de se multiplicar, sendo que a maioria das bactérias e fungos pára de se desenvolver a -8 °C, e parte é destruída (PAINE e PAINE, 1983; ROBERTSON, 1992).

O congelamento não destrói completamente a microflora do produto, mas o número de células viáveis é reduzido durante o processo e armazenagem. As células que continuam viáveis após o congelamento vão, gradualmente, tornando-se inviáveis durante o armazenamento (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

O declínio no número viáveis de microrganismos é relativamente rápido a temperaturas abaixo do ponto de congelamento, mas é menor em temperaturas inferiores, sendo bastante lento a temperaturas menores que  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

Segundo Roça (2000) o congelamento em corrente de ar (em túneis) é o método mais utilizado na indústria de carnes. O ar constitui o meio de transferência de calor, mas com movimento do ar e velocidade que transfere calor rápido. A velocidade do ar é de 5 a 6  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  e a temperatura de  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo mais prática e econômica para a indústria.

A velocidade de congelamento, que pode ser rápida ou lenta, afeta as propriedades físicas e químicas da carne. Durante o congelamento lento, a temperatura do produto permanece próximo ao ponto de congelamento inicial durante bastante tempo. A velocidade de congelamento está em torno de  $0,05^{\circ}\text{C}\text{ minuto}^{-1}$ . Já no congelamento rápido, a temperatura do produto cárneo a ser congelado cai rapidamente abaixo do ponto de congelamento inicial, causando menos efeitos prejudiciais do que o congelamento lento. A velocidade de congelamento está em torno de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}\text{ minuto}^{-1}$  (ROÇA, 2000).

O mesmo autor cita que há formação de cristais de gelo em todas as temperaturas abaixo de congelamento. Através da formação de cristais, há possibilidade de ruptura celular. A velocidade lenta (até  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) causa formação de cristais de gelo exterior à célula. Esta formação de gelo produz cristais grandes que incham e causam uma separação física das fibras. Estes empurram as células formando sulcos alternados nas fibras e cristais de gelo. Pelo descongelamento, muitos fluídos intercelulares são perdidos na forma de gotejamento. No congelamento rápido os cristais formados são intracelulares e pequenos, e no descongelamento são facilmente reabsorvidos pelos componentes celulares.

O resfriamento não inviabiliza a presença de bactérias como as do gênero *Salmonella spp.*. Contudo, quando se trata do congelamento espera-se a redução ou ausência de células bacterianas viáveis. Forster e Mead (1976) verificaram que salmonelas em carne de frango são destruídas mais rapidamente em temperaturas entre  $-2^{\circ}$  e  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Entretanto, a presença de *Salmonella spp.* em amostras de carcaças de frango congeladas obtidas no comércio varejista

da Inglaterra, em três estudos realizados por Watson e Brown (1975) foi de 24,4%, 13,0% e 14,8%.

O sistema de produção e abate de frangos favorece a presença de *Salmonella spp.* no produto final (BERCHIERI et al. 1987; BERCHIERI et al. 1989). O congelamento da carcaça tende a reduzir ou prejudicar a sobrevivência de enterobactérias (FORSTER e MEAD, 1976). No Brasil, as carcaças de frango são comercializadas nas formas resfriada e congelada. Trabalho demonstrou que o percentual de carcaças resfriadas contaminadas por *Salmonella spp.* é elevado (COSTA et al. 1996).

SANTOS et al. (2000) analisaram carcaças de frango congeladas para pesquisa de *Salmonella spp.* e observaram um percentual de 32% de contaminação. Este estudo indicou que a carcaça de frango, mesmo congelada, pode veicular esta bactéria para seres humanos.

De modo geral, os produtos cárneos congelados possuem como parâmetro de qualidade, o grau de desnaturação protéica que ocorre durante o armazenamento. A desnaturação de proteínas ocorre devido às condições de congelamento e descongelamento e oscilações na temperatura de armazenamento. Com a desnaturação, às proteínas perdem a capacidade de reter água, o que irá alterar a textura da carne após o descongelamento e suas propriedades funcionais (ARDITO, 1994).

Além da desnaturação das proteínas, podem ocorrer nos produtos cárneos congelados, desidratação da superfície, oxidação de gordura e alteração na cor (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

A desidratação superficial ou queima pelo frio (*freezer burn*) ocorre quando o produto perde umidade para o ambiente de estocagem através da embalagem. Bolsões de ar que se formam entre a embalagem e o produto também resultam na queima pelo frio, além de dificultar o próprio congelamento atuando como isolante.

Contudo, os principais fatores responsáveis pela queima pelo frio são as flutuações de temperatura durante a estocagem e as diferentes etapas de distribuição. Estas podem resultar na formação de cristais de gelo na superfície dos produtos embalados em materiais impermeáveis ao vapor d'água quando há um descongelamento parcial ou total do produto durante flutuações de temperatura. A queima pelo frio prejudica o aspecto da carne, ressecando sua superfície, comprometendo sua coloração, sabor, textura, além de acarretar perda de peso (KAREL et al., 1975)

A carne congelada é influenciada pelo processamento, material de embalagem, velocidade de congelamento e condições de armazenamento como temperatura, tempo e luz. Flutuações de temperatura também podem comprometer a cor da superfície de carne de aves rapidamente congeladas (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

## **2.4 Consumo de energia elétrica e eficiência energética**

Os abatedouros de frangos de corte se diferem dos abatedouros de bovinos e suínos por terem suas linhas de abate totalmente automatizadas, e a energia elétrica é utilizada em todas as etapas de abate até o armazenamento.

O uso eficiente da energia elétrica nestes estabelecimentos é necessário para redução de custos. Desta forma devem ser realizados diagnósticos em relação ao uso da energia elétrica em frigoríficos para propor soluções que visam conservar e potencializar o uso desta energia.

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 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.

As políticas de conservação e eficiência energética são uma resposta ao impasse existente entre o aumento no consumo de energia elétrica e restrições ambientais. Por meio deste planejamento, implementação e acompanhamento de atividades que modificam a curva de carga dos consumidores e/ou racionalizam a produção de energia elétrica, é possível reduzir o consumo de energia e evitar desperdícios (BANDEIRA e CAMARGO, 2001).

Uma característica extremamente atual da demanda de energia é a expansão do consumo elétrico e sua penetração em todos os aspectos da vida moderna. O que vem ocorrendo em muitos países do terceiro mundo é um aumento da importância da energia elétrica nas suas matrizes de energia, seja pelo aumento da sua penetração em novas regiões, seja pela ampliação de seu uso em novos processos produtivos, ou pela expansão do uso de

equipamentos elétricos ligados ao condicionamento ambiental, à preservação de alimentos e à higiene (GRAÇA, 1990).

Buscar a sustentabilidade energética por meio de atividades produtivas mais eficientes, combatendo o desperdício, incentivando o uso racional das fontes de energia tradicionais e a utilização de novas fontes de energia são os objetivos da área de conservação, que trabalha com práticas tecnológicas e políticas que buscam abastecer a sociedade com a energia necessária, com menor custo ambiental, financeiro e social. A área de conservação também trata do planejamento na geração, transmissão e distribuição de energia e no seu uso final (MATTOZO et al., 2000).

Adequar o sistema elétrico de uma empresa, buscando conservar e racionalizar significa contribuir para a melhoria e qualidade do uso de energia elétrica, com conseqüente redução dos custos operacionais e tarifários, mantendo, outrossim, o conforto e os benefícios que ela proporciona (SALES e TEIXEIRA, 2003).

Os maiores responsáveis pelos gastos com energia elétrica de uma empresa são os motores elétricos. Uma alternativa é substituí-los, na medida do possível, por motores de alto rendimento, podendo representar uma economia de energia de até 30%. No entanto, esse tipo de motor só deve ser usado em aplicações, onde o número de horas anuais de uso seja longo. Isso para que se possa amortizar o investimento em um período menor, já que eles têm preço mais elevado que o de motores convencionais. Deve-se procurar fazê-los funcionar sempre próximo da plena carga, adequando a potência do modelo à do equipamento com o qual ele será utilizado (ENERGIA, 2001).

Outra alternativa são os inversores de frequência, que podem ser acoplados aos motores para variar a velocidade de rotação e com isso reduzir o consumo de energia elétrica, proporcionando diminuição dos custos (ENERGIA, 2001).

Thompson et al. (1987) avaliaram as características do uso da energia elétrica em refrigeradores comerciais a vácuo. Utilizaram como índice de eficiência energética o coeficiente de energia (EC) que é considerado um índice similar ao coeficiente de performance (COP). Verificaram que o uso da energia poderia ser otimizado através da redução da capacidade da bomba a vácuo; depois que o produto inicia a refrigeração e operando o refrigerador com a capacidade máxima de produto.

O uso eficiente da energia elétrica para vários sistemas de resfriamento e tipos de refrigeradores usados foram pesquisados por Thompson e Chen (1988). Para a análise da eficiência energética os autores utilizaram como índice o coeficiente de energia (EC). Observaram melhores resultados nos refrigeradores a vácuo, seguidos por refrigeradores por água, por pulverização e por ar forçado. Verificaram também que a quantidade de calor a ser retirado do produto e práticas operacionais fatores que interferem na eficiência destes vários tipos de sistemas de refrigeração.

O fator de carga é um indicador bastante importante em análises energéticas, revelando de forma global, como a energia elétrica está sendo utilizada. Quanto mais próximo de 1, maior a regularidade no uso da energia elétrica. Dependendo das características de consumo da instalação e da modalidade tarifária contratada, baixos valores de fator de carga apontam para um possível potencial de redução de custos (ALVAREZ, 1998).

Outro fator importante para indicação do uso da energia elétrica é o consumo específico. Com a utilização deste indicador pode ser evitada influência da variação do volume de produção e estabelecer correlações mostrando como varia o consumo por unidade de produto conforme se altera o volume de produção. Além de estabelecer séries cronológicas e avaliar a condição de uma empresa em particular, em relação a suas congêneres na região e no exterior, bem como verificar o espaço para racionalização do uso de energia, a partir do cotejo com os níveis teóricos mínimos.

Em um estudo realizado pela CEMIG, sobre a otimização do uso de energia elétrica no setor avícola, observou-se um consumo específico para produção de carne de frango de  $0,16 \text{ kWh.frango}^{-1}$ . Verifica-se que com medidas de eficiência energética (utilização de lâmpadas fluorescente compacta, revisão geral nas instalações elétricas com programa de manutenção preventiva na rede de distribuição e nos motores elétricos) este consumo tinha um potencial para redução e que poderia chegar a  $0,12 \text{ kWh.frango}^{-1}$  (CEMIG, 1996).

Em um estudo realizado em conjunto por concessionárias e distribuidoras de energia elétrica, em relação ao aproveitamento de resíduos gerados na produção agropecuária, verificou-se que o consumo específico por ave em abatedouros do estado do Paraná, gira em torno de  $0,27 \text{ kWh.Ave}^{-1}$  (FATOR BRASIL, 2008).

Almeida et al. (2005) desenvolveram uma metodologia para a quantificação do impacto dos principais fatores de influência sobre o consumo de energia elétrica. Tal

metodologia foi desenvolvida e aplicada na unidade industrial de fabricação de cabos e aros metálicos da *Michelin* – Itatiaia (RJ). Esta metodologia permitiu uma melhor compreensão do impacto que cada fator de influência tem sobre o consumo total, assim como permitiu identificar as causas das variações de consumo em relação ao previsto ao longo de um período. Outro benefício apresentado pelo estudo é a identificação do consumo específico de energia elétrica por produto, o que possibilita a identificação dos produtos mais penalizantes em termos de consumo de energia elétrica.

Alvarez (1998) demonstrou a aplicação prática de uma metodologia para determinação do potencial de conservação de energia elétrica de usos finais. O diagnóstico energético foi realizado na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira (CUASO) e determinou as grandezas elétricas que caracterizam o consumo global das instalações de suas unidades. Verificou um consumo mensal global de 2.415,90 MWh, com potencial para redução de 44% no edifício da Engenharia de Eletricidade, o qual apresentou fator de carga de 0,46, e de 51% para o edifício de Zoologia, com valor de fator de carga de 0,48. Para as outras 26 unidades analisadas, estimou um potencial médio de redução no consumo de energia elétrica de 26,8%, sendo que a mudança na modalidade tarifária no contrato de fornecimento junto à concessionária possibilitaria uma redução de 6%.

Um outro fator que leva ao aumento nos custos de energia elétrica são motores que apresentem fator de potência abaixo do recomendado pela ANEEL (0,92). De acordo com a portaria 1569 de 23 de dezembro de 1993 do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica o fator de potência mínimo exigido para instalações elétricas das unidades consumidoras é de 0,92.

O fator de potência envolve uma relação entre potência ativa e potência reativa. A potência total ou aparente é dada em KVA, e é a soma vetorial das potências ativa e reativa. O fator de potência é sempre um número entre 0 e 1 e pode ser capacitivo ou indutivo. Os mecanismos de tarifação levam em conta o pior valor de fator de potência registrado ao longo do mês, dentre todos os valores registrados. Para se evitar multas por baixo fator de potência as indústrias devem controlar o valor do mesmo, que é medido pela concessionária a cada hora, contínua e automaticamente (CPFL, 2007).

Diversos trabalhos são realizados em relação ao uso e conservação de energia elétrica na agropecuária. Com o objetivo do uso racional e conservação de energia elétrica, Sarubbi

(2005) realizou um estudo para avaliar a eficiência de diferentes instalações suínolas, considerando aspectos do desempenho dos animais, conforto térmico e utilização de energia elétrica. Verificou através da análise dos índices de eficiência energética que a utilização de controle automático dos equipamentos de climatização foi capaz de melhorar as condições ambientais e a utilização de energia elétrica. Entretanto observou que a maioria dos motores dos equipamentos apresentava fator de potência abaixo de 0,92. Encontrou valores de consumo específico, para o tratamento que demonstrou melhor eficiência energética de 0,014 kWh.kg<sup>-1</sup> e fator de carga de em média (para os dois lotes analisados) de 0,43.

Bueno (2004) avaliou a eficiência energética entre dos sistemas de climatização diferentes para produção de frangos de corte. Os equipamentos apresentavam fator de potência abaixo do normatizado pela ANEEL e verificou que em relação ao fator de carga que ambos os galpões apresentaram valores baixos nos cinco lotes de produção analisados, de 0,24 para o galpão com menos tecnologia (G1) e de 0,22 para o galpão com mais tecnologia (G2). O consumo específico em relação à produção de 1 quilograma de carne de frango (kWh.kg<sup>-1</sup>) foi 0,06 e 0,07 para o G1 e G2, respectivamente. Através destes índices de eficiência energética, observou que havia espaço para implantação de ações para o uso racional da energia elétrica.

Campana et al. (2000) investigaram a precisão de três métodos indiretos para determinação do índice de carregamento e rendimento de motores elétricos, o erro da estimativa do índice de carregamento e rendimento de motores elétricos. Mostraram a importância da determinação do decréscimo do rendimento de motores elétricos, decorrente da variação de tensão da rede elétrica e verificaram que a estimativa do índice de carregamento e rendimento de motores elétricos, através da medição do fator de potência, apresentou resultados com maiores erros percentuais (24, 5% e 2%).

Um estudo de adequação de força motriz dos equipamentos em funcionamento em uma fábrica de ração da Universidade Federal de Viçosa foi apresentado por Oliveira Filho et al. (2004) avaliando o índice de carregamento e do rendimento dos motores, para a condição de carga de serviço. Para adequação do uso de força motriz, consideraram as substituições dos motores elétricos dos equipamentos por motores de alto rendimento. Verificaram que se houvesse a adequação da força motriz com o uso de motores de alto rendimento unindo as adequações eletromecânicas do moinho, o potencial total estimado de economia de energia elétrica anual seria de 22,6%, equivalendo a R\$ 1.722,28 (outubro de 2002).

A falta de atenção, no passado, quanto ao consumo de energia em frigoríficos e abatedouros refletiu uma atitude tomada em função do baixo custo das fontes existentes. Com a elevação cada vez mais rápida deste insumo, há grandes oportunidades, tanto na conservação como na recuperação de energia elétrica (NEVES FILHO, 1996).

A manutenção dos equipamentos frigoríficos dentro dos parâmetros adequados de operação, assim como a manutenção e operação adequada das câmaras de armazenamento tem uma relação direta com o consumo de energia e pode variar dependendo da operação do sistema de refrigeração. A capacidade frigorífica e o consumo de energia do equipamento são afetados consideravelmente pelas duas temperaturas e pressões em que o sistema opera, a de evaporação e a de condensação (STOECKER e JABARDO, 1994).

Segundo Panesi (2000) em supermercados a maior parte do consumo de energia elétrica está relacionado com os sistemas de refrigeração (25%), ar condicionado (30%) e iluminação (20%). O controle desses fatores são de grande importância para a redução do consumo de energia nessas edificações. Cita ainda que os fatores que contribuem para o desperdício são equipamentos subdimensionados ou superdimensionados, edificação antiga, inexistência de controles automáticos, manutenção inadequada ou também funcionários despreparados para gerenciamento da energia, e que em supermercados com construções antigas há um grande desafio em relação ao combate de desperdício de energia.

A escolha dos compressores para uma instalação, é uma das etapas mais importantes na elaboração do projeto da instalação frigorífica. Dada a grande variedade e modelos existentes no mercado, cabe ao usuário final a escolha entre as diversas soluções propostas pelos fabricantes de equipamentos, de forma a poder avaliar o correto balanço entre custos iniciais e de operação (CHAGAS, 2000).

Dos componentes do sistema de refrigeração, é o compressor aquele que representa o maior consumo de energia elétrica. Asplund et al. (1995) levantaram um perfil de carga típico no histórico da instalação. Verificaram que aproximadamente em 65% da vida útil do compressor, este estará operando com uma carga entre 70 e 100% da nominal.

Em um estudo realizado em uma empresa de produtos congelados, foram aplicadas medidas de eficiência energética, dentre elas, a reorganização de produção, substituição de lâmpadas, implantação de central de congelamento automatizado e substituição de *freezers* por câmara central de refrigeração. Como resultado a capacidade instalada de frio aumentou em 62

kW com aumento de 40% na capacidade de congelamento, o consumo de energia elétrica reduziu-se em 16%, havendo redução do consumo específico de 10% em relação ao valor anterior (SEBRAE, 2005).

Uma pesquisa feita em uma das lojas da Companhia Brasileira de Distribuição (Pão de Açúcar), para implementação de um programa de eficiência energética, Langner (2004) verificou-se a possibilidade de redução do consumo de energia elétrica de aproximadamente de 25%. Entre a contratação e a implementação do sistema foram gastos seis meses e como resultado foi atingida uma economia de energia de 15%. A redução da demanda registrada foi de 35 kW e de 360MWh.ano<sup>-1</sup> no consumo de energia elétrica, representando uma redução de custos ao ano em torno de R\$ 65.000,00. Neste estabelecimento, a operação dos sistemas de refrigeração foi responsável por 60% do consumo total de energia elétrica.

A determinação do consumo de energia elétrica de um entreposto, composto por três câmaras frigoríficas, foi apresentada por Cardoso (2004). Um plano de ação foi proposto onde se visava a troca dos equipamentos das câmaras frigoríficas, por equipamentos de maior eficiência energética, dentre estes compressores BHS e evaporadores IBAERF. Também considerou-se uma mudança na tarifação de energia elétrica. Realizou-se uma avaliação econômica para determinar o tempo de retorno do investimento e a economia mensal após as mudanças. Verificou-se que com a implementação das medidas propostas o entreposto frigorífico teria uma economia no consumo de energia elétrica de 58,5% em relação ao consumo anterior e as despesas com a conta de energia elétrica poderiam se reduzir em 76,3%, com tempo de retorno de investimento de aproximadamente seis meses.

Na unidade da Sadia Ponta Grossa um estudo para implementação de um plano de eficiência energética foi apresentado por Primo (2005). A unidade possuía uma potência instalada de 12 MVA, 83% do seu consumo eram provenientes dos compressores, evaporadores e condensadores, 17% da iluminação e força motriz. Nas fábricas aproximadamente 60% da carga era utilizada em sistemas de refrigeração e 40% em força motriz e iluminação. Após a implantação de medidas obteve-se uma redução média do indicador das fábricas (kWh.tonelada produzida<sup>-1</sup>) de 13,5% no período úmido (909,6 kWh.tonelada<sup>-1</sup> em média). No período seco de 6,73% (763,95 tonelada<sup>-1</sup> em média). A energia economizada foi de 1.987 MWh.ano<sup>-1</sup> nas fábricas, levando-se em consideração o

aumento da produção e de 874 MWh.ano<sup>-1</sup> no centro logístico, considerando a energia total consumida antes e depois da implementação do plano.

### **2.4.1 Tarifa de energia elétrica**

A tarifa de energia elétrica representa, em síntese, o valor de todos os custos incorridos ao longo da cadeia produtiva da indústria de energia elétrica: geração, transmissão e comercialização. Seu valor deve ser suficiente para preservar o princípio da modicidade tarifária e assegurar a saúde econômica e financeira das concessionárias.

Há mais de vinte anos que não há avanços no oferecimento de novos tipos de tarifas que possam auxiliar mudanças significativas na oferta de eletricidade através de novas tecnologias e no lado da demanda, modificando hábitos e usos de eletricidade. Diversos fatores influenciam o custo do fornecimento de eletricidade e o objetivo de uma estrutura tarifária eficiente é refletir ao menos aqueles mais importantes para o consumidor final (PACCOLA et al., 2005).

Em uma pesquisa, Paccola et al. (2005) apresentam uma estrutura de cálculos utilizada para estudar as possibilidades de modulação de uma indústria e os impactos de utilização de uma tarifa para o período da madrugada. Entre os principais resultados do trabalho verificam-se diversas propostas de avanços metodológicos no cálculo das atuais tarifas horo-sazonais e propõem-se algumas novas opções tarifárias.

As tarifas horo-sazonais, que diferenciam o consumo segundo postos tarifários horários e sazonais e se baseiam nos custos marginais do fornecimento, constituem a proposta tarifária mais avançada que se formulou até hoje no Brasil. Este tipo de tarifa tem sido aplicado principalmente aos consumidores de médio e grande porte. Os recentes avanços tecnológicos no campo da medição, que tem resultado em reduções substanciais de custo nesta atividade, tem começado a estender o campo de aplicação destas tarifas também para os pequenos consumidores (PACCOLA et al., 2005).

A modalidade tarifária azul é estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica (kWh) de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano e de tarifas de demanda de potência (kW), de acordo com as horas de utilização do dia. Já a modalidade tarifária verde tem sua estrutura voltada para aplicação de tarifas

diferenciadas de consumo de energia elétrica (kWh) de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano e de uma tarifa única de demanda de potência (ANEEL, RESOLUÇÃO 456, 2000).

Sempre que a demanda medida ultrapassar o percentual em relação à demanda contratada de unidade consumidora faturada na estrutura tarifária horo-sazonal azul ou verde, será aplicada a tarifa de ultrapassagem sobre o montante que ultrapassar o valor da demanda contratada (ANEEL, RESOLUÇÃO 456, 2000).

Januzzi et al. (2006) apresentaram a possibilidade de se implantar uma nova modalidade tarifária horo-sazonal no período da madrugada em indústrias no ramo de calçados, com o objetivo de buscar equilíbrio entre o aumento nos custos do produto com mão de obra, área construída e estoque, e a compensação desses aumentos com a redução da conta de energia elétrica. Verificaram que, nos clientes calçadistas, as despesas com mão de obra são maiores que aquelas com eletricidade, e assim, um deslocamento da produção para o período noturno seria inviabilizado pelo aumento de mão de obra. Porém no lado da concessionária, as análises mostraram que haveria ganhos financeiros com o investimento adiado em obras de expansão do sistema de distribuição, caso houvesse uma alteração na curva de carga dos consumidores aproveitando uma tarifa preferencial no período da madrugada.

## **2.5 Considerações do capítulo**

-Há um expressivo aumento da produção de carne de frango no Brasil, nos últimos quinze anos, assim como a demanda para exportação.

-Existe necessidade em diminuir os custos na produção de frangos de corte, devido ao aumento dos custos com alimentação e também devido à concorrência com outros tipos de proteína animal, como carne bovina e suína.

-O controle nas etapas de abate, quanto à higiene e temperatura do produto e local de manipulação e armazenagem, é de extrema importância para evitar à contaminação, crescimento microbiano e risco potencial a saúde dos consumidores, aumentando desta forma a vida útil do produto e também a qualidade do mesmo.

-O controle da água utilizada na etapa de resfriamento por imersão, quanto a sua temperatura, percentagem de absorção na carne, cloração e renovação, é fundamentalmente importante para a qualidade do produto final e é um dos parâmetros objetos de fiscalização.

-O controle da temperatura, e a calibração dos equipamentos utilizados para medição da mesma, devem ser realizados em todos os locais que dependam de temperatura para o processo de abate de frangos e também seu armazenamento, evitando-se oscilações de temperatura dentro das mesmas. Tais recomendações são princípios fundamentais para aumentar a qualidade do produto final e também a segurança alimentar.

-A forma de armazenagem dos produtos, quanto ao seu empilhamento e espaçamento entre colunas e paredes, visando ventilação homogênea, evita que haja oscilações de temperatura dentro das câmaras frigoríficas, trazendo desta forma maior segurança e qualidade para o produto.

-O aumento na produção necessariamente traz um aumento no consumo de energia elétrica no estágio atual das empresas, o que se pode traduzir, com o aumento do custo específico da carne, tornando menos competitivo o produto, afetando os preços para o mercado como para o produtor.

-Nas instalações frigoríficas antigas, que possuem anos em operação, há potencial para substituição de equipamentos ou mesmo manutenção dos mesmos.

-A revisão do enquadramento da empresa quanto a sua tarifa de energia elétrica deve ser realizada, visando adequação junto à concessionária responsável e diminuição de custos quanto à energia elétrica.

-Os sistemas de refrigeração dos frigoríficos são responsáveis por uma parcela significativa do consumo total de energia elétrica.

-Há carência de dados experimentais sobre o consumo e uso de energia elétrica de todas as operações e etapas de um processo de abate de frango de corte.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Material**

#### **3.1.1 Local**

A pesquisa foi realizada no período de 2004 a 2008 em um frigorífico comercial de frangos de corte localizado no Estado de São Paulo na longitude 47°37'52'' W e latitude 22°24'54'' S, com ventos predominantes SE. O frigorífico gera como produto frango ou carcaça resfriada, frango ou carcaça congelada, cortes resfriados e cortes temperados resfriados.

#### **-Rotina de trabalho no frigorífico**

O abate tem início às 06:40h e término no máximo às 16:50h. Os funcionários fazem 1 hora de almoço, 20 minutos de café da tarde e 30 minutos de ginástica laboral. Este tempo é dividido em 6 sessões que se iniciam no meio e no término de cada etapa de produção (antes e após o almoço).

O período para o almoço é dividido em duas etapas:

- Funcionários das etapas de pendura dos frangos até a linha de inspeção veterinária: 10:50h às 11:50h.
- Funcionários das etapas do pré-resfriamento até expedição: 11:50h às 12:50h.

#### **3.1.2 Instalação**

#### **-Capacidade de abate**

O frigorífico obedece uma padronização básica com capacidade de abate de 2500 frangos por hora correspondente a 0,7 frango por minuto, com um abate diário médio de 16.000 frangos, pesando em média de 2,5 a 3 kg.

O regime de trabalho é de segunda a sexta feira, totalizando cinco dias por semana, com 7,5 horas trabalhadas por dia.

As fotos ilustrando todas as etapas do processo de abate podem ser vistas no ANEXO A.

### **-Etapas do processo de abate de frangos**

Os frangos são transportados vivos desde a granja, dentro de engradados plásticos, em caminhões para o abatedouro/frigorífico. Após chegarem passam pelas etapas seguidas na seqüência:

#### **-Plataforma de recebimento**

Os frangos permanecem na plataforma de abate por um período de descanso entre uma e duas horas, com a finalidade de esvaziar o trato digestivo. Após, inicia-se o processo de abate que é dividido em quatro linhas:

#### **A – Linha da pendura**

A pendura, o atordoamento, a sangria, a escaldagem e a depena ocorrem nesta linha. A operação da pendura é executada por uma equipe da seção de chegada e recepção. Antes do atordoamento, as aves são penduradas pelos pés nos ganchos da nória de transporte e são molhadas por chuveiros de água, com temperatura ambiente, localizados na linha de abate.

O atordoamento é realizado por eletronarcose, através de um insensibilizador elétrico, com corrente de 3 A e tensão de 55 V, aplicadas na solução salina da calha de atordoamento, permanecendo a cabeça dos frangos por dez segundos nesta calha. A sangria é realizada doze segundos após o atordoamento, de forma mecânica por um sangrador elétrico composto por dois motores.

Para retirada das penas são utilizadas duas depenadeiras cada uma composta por quatro motores. São providas de dedos de borrachas com movimentos circulares, cujo tempo total de operação é de um minuto.

## **B – Linha de evisceração**

Inicia-se na troca de linhas e engloba todas as etapas de evisceração até o corte de pescoço e pés, quando as carcaças, miúdos, pescoço e pés caem separadamente em seus respectivos pré-resfriador e resfriador.

Após a retirada da pele dos pés, os frangos são pendurados em uma linha aérea, através da qual são transportadas para a evisceração. Nesta área, após a incisão da cloaca, tem lugar a abertura do abdômen. Esta operação é feita de dois modos, sempre de forma manual, sendo que para carcaças, a abertura é longitudinal e, para frangos, a abertura é transversal ao abdômen.

Após a evisceração, é feita a eventração, inspeção veterinária, retirada das vísceras, extração dos pulmões, *toilette*, chuveiro de limpeza, corte pela base do pescoço por tesoura pneumática e, finalmente, o corte dos pés através de equipamento automático. Neste ponto as carcaças caem no tanque de pré-resfriamento seguindo para o resfriador final. O sistema de resfriamento por imersão é composto por dois estágios, onde o primeiro é o pré-resfriador e o segundo é o resfriador final. Tanto um quanto outro constituem-se de um tanque semicircular de alumínio, provido de um transportador helicoidal acoplado a um eixo central movido por um redutor externo.

O deslocamento das carcaças é feito em sentido contrário ao fluxo de água e a agitação é promovida por meio de injeção de ar comprimido através de orifícios distribuídos na parte inferior e ao longo do comprimento do tanque. A alimentação dos orifícios é feita por meio de tubos plásticos conectados a uma linha principal. A água, previamente resfriada em um tanque externo à área de processamento, é bombeada até o ponto do tanque que corresponde a saída das carcaças. No tanque, é adicionado juntamente com a água gelo para manter a temperatura desejada, que é de 16 °C para o pré-resfriador e 4 °C para o resfriador final.

Há uma válvula, de regulação manual, através da qual controla-se o fluxo de água ao nível desejado, na proporção mínima de 1,5 litros por carcaça no primeiro estágio e 1,0 litro no último estágio. Depois de utilizada, a água é descartada no ponto de entrada das carcaças quentes. O gelo utilizado no resfriamento é produzido no frigorífico através de uma máquina própria durante o período noturno.

### **C – Linha de respingo**

Tem início no final do resfriamento e termina na mesa de embalo de carcaças integrais. Na saída do resfriamento, as carcaças são penduradas manualmente por uma das asas na terceira linha aérea, destinada ao gotejamento, cujo tempo de processo é de cinco minutos. Por meio de um dispositivo, as carcaças e os frangos (que tem pés, miúdos e pescoço), são movidos até a mesa de embalagem. Posteriormente, são pesados, distribuídos em caixas plásticas e transportados por carrinhos até o túnel de congelamento e câmaras frigoríficas.

### **D – Linha de cortes**

Esta linha inicia-se no final do resfriamento e termina nas mesas de cortes. As carcaças que não foram aptas ao comércio de forma inteira, por motivos que não alterem sua qualidade, são destinadas ao corte, para aproveitamento do produto.

Da mesma forma que na linha de respingo, na saída do resfriamento, as carcaças destinadas ao corte são penduradas em uma terceira linha aérea, destinada ao gotejamento. As carcaças caem em uma esteira com destino à mesa de corte.

Todos os tipos de corte são feitos de forma manual na sala de corte. Posteriormente, os cortes são embalados, pesados e distribuídos em caixas plásticas para serem colocados no túnel de congelamento e nas câmaras frigoríficas.

### **-Sala de tempero**

Esta sala é utilizada para agregar ao produto condimentos e especiarias sendo posteriormente submetido apenas ao resfriamento. Para isto são utilizados uma injetora e um misturador de temperos. Os condimentos utilizados são da *Kerry BioScience*. Realizam-se três tipos de temperos:

-Frango temperado → 7% de mistura preparada para frango temperado com 4% de sal. O tempero é injetado.

-Cortes: 2% de mistura *royal meat*, 2% de CK 200 e 4% sal. Tempero injetado.

-Frango a passarinho: Condimento 5G. Tempero batido.

Fica em uma dependência exclusiva para o preparo de tempero e armazenagem dos condimentos. Sua localização observa o fluxograma operacional do estabelecimento e permite

fácil acesso aos ingredientes. Contrariando a portaria 210/1998/MAPA, que exige que esta sala seja climatizada e mantida em temperatura não maior que 12 °C, não há qualquer tipo de controle de temperatura neste local e o evaporador nunca é acionado.

Para evitar contaminação cruzada o processo de abate é dividido em duas áreas:

-“**Área suja**”: desde a pendura até a limpeza dos pés.

-“**Área limpa**”: desde a calha de evisceração até a expedição.

Desta forma, os funcionários que tem sua função na “área limpa” não devem passar pela “área suja” e vice-versa.

### 3.1.3 Armazenamento

A Tabela 4 mostra a capacidade de armazenamento das câmaras frigoríficas e no túnel de congelamento.

Tabela 4 – Capacidade de armazenamento e função das câmaras e túnel de congelamento

Capacidade (kg)	Câmaras				Túnel de congelamento
	1	2	3	4	
	14.100,00	18.800,00	21.150,00	23.500,00	8.460,00
<b>Produto armazenado</b>	Cortes e miúdos	Cortes	Frango, carcaça e cortes	Frango e carcaça	Frango, carcaça cortes e miúdos
<b>Função</b>	Resfriamento	Resfriamento	Estocagem	Resfriamento	Congelamento rápido

Os produtos que serão resfriados ficam retidos no túnel por 1,5 horas e após são mantidos nas câmaras de resfriamento. O prazo de validade dos produtos resfriados é de sete dias. Os produtos que serão congelados ficam no túnel de congelamento por um período aproximado de 12 horas e após são armazenados na câmara de estocagem. O prazo de validade dos produtos congelados é de 180 dias. O armazenamento e disposição dentro da câmara são

feitos segundo a recomendação de boas práticas de armazenamento: produto que entra primeiro sai primeiro.

### 3.1.4 Sala de máquinas

A sala de máquinas não faz parte do processo de abate, porém é onde se localizam os sete compressores que funcionam interligados em paralelo para manutenção da temperatura nas quatro câmaras frigoríficas e um túnel de congelamento e são acionados por sistema elétrico. A sala está localizada em local arejado e ventilado. Apresentam-se, nas Figuras 2 e 3 imagens do local com seus respectivos compressores. A Figura 4 representa um fluxograma das linhas do abate e locais que utilizam energia elétrica no abatedouro.



Figura 2 – Visualização da área inicial da sala de máquinas



Figura 3 – Visualização da área final da sala de máquinas

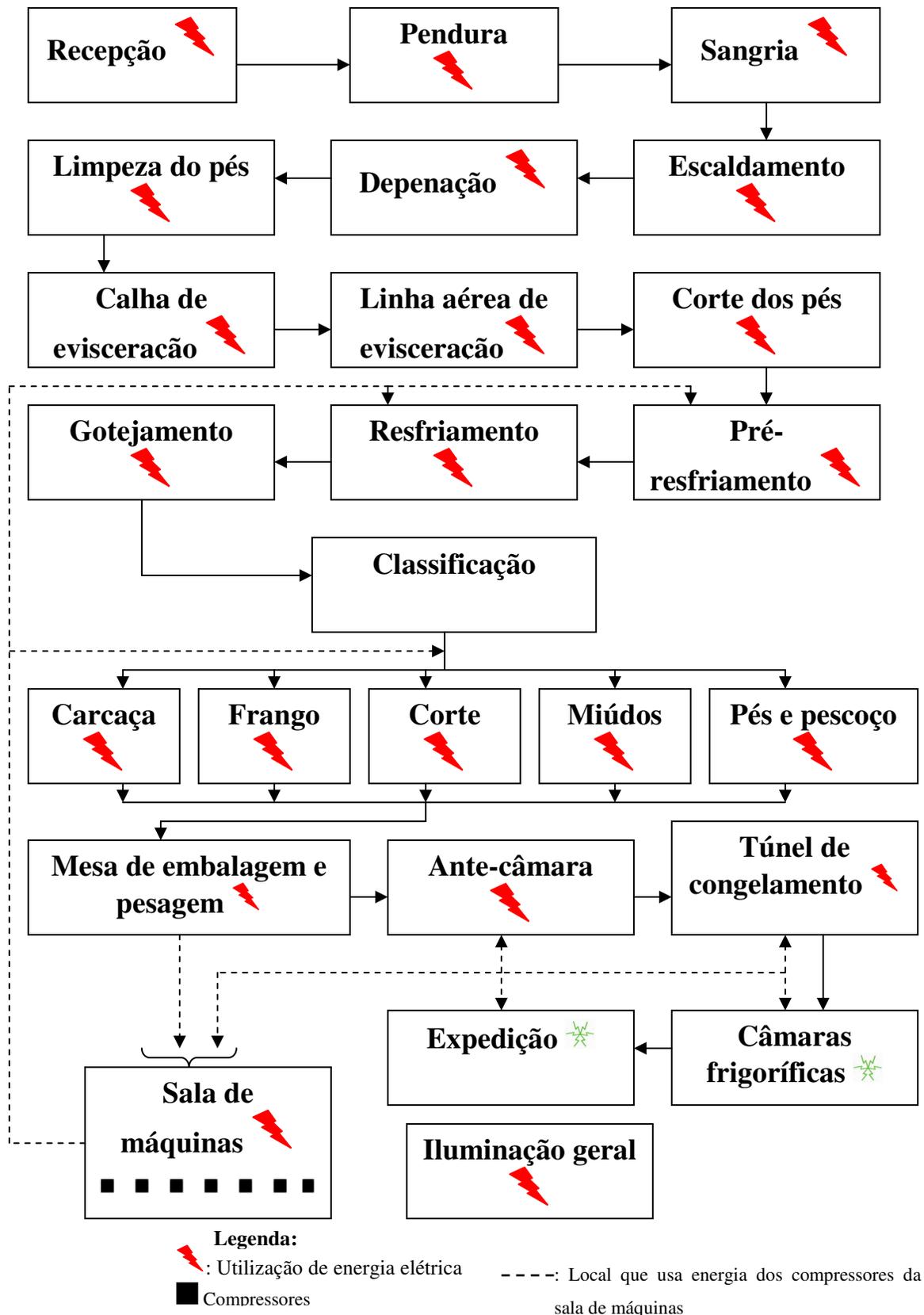


Figura 4 – Fluxograma das linhas do abatedouro

### **3.1.5 Sistema de aquisição de dados**

Para aquisição de dados de temperatura e grandezas elétricas foram instalados os seguintes sistemas de aquisição de dados:

-*Data logger UMMI*: para medição e armazenamento da temperatura do pré-resfriador e resfriador.

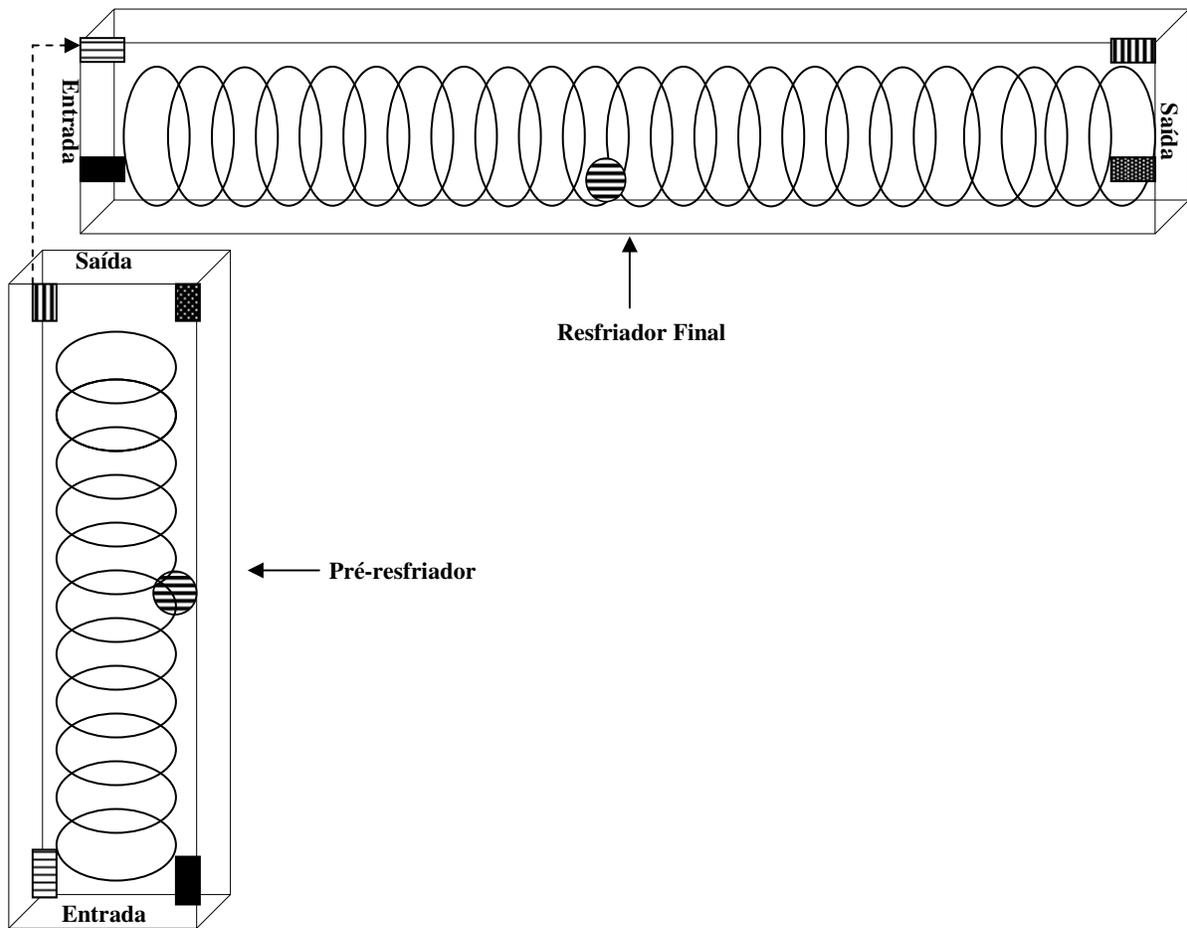
-*Field Logger*: aquisição e armazenamento de valores de temperatura do ar nas câmaras, túnel de congelamento e salas de corte e embalagem e de tempero.

-*SAGA 4000 e RE 6081*: medição e armazenamento das principais grandezas elétricas dos circuitos que alimentam equipamentos elétricos.

-*SMART TRANS*: medição concomitante do consumo de energia elétrica dos sete compressores da sala de máquinas e armazenamento.

#### **3.1.5.1 *Data logger UMMI***

Foi utilizado para a medição, indicação e registro de temperatura da água do pré-resfriador e resfriador. Possui um sensor que pode ser utilizado em ambiente líquido. O sensor foi colocado no fundo do compartimento do tanque, os dados foram coletados a cada 10 minutos, no período de 26 de fevereiro a 02 de março de 2007. A Figura 5 ilustra o localização do *data logger*. Sua ilustração e características estão no ANEXO B.



Legenda:

-  Entrada de água
-  Saída de água
-  *UMMI*
-  Entrada de carcaca
-  Saída de carcaca
-  Rosca sem fim

Figura 5 – Local do *UMMI* no pré-resfriador e resfriador final

### 3.1.5.2 *Field logger*

Foi utilizado para monitorar a temperatura do ar das salas de cortes e embalagem, sala de tempero, túnel de congelamento e câmaras de resfriamento e estocagem. Para medir a temperatura foram instalados termopares tipo T (AWG, 24, Co-Cu).

Da mesma forma, suas características e imagem estão no ANEXO B. O local utilizado como abrigo dos equipamentos utilizados para aquisição de dados de temperatura do ar é apresentado na Figura 6.

A localização do termopar utilizado para o experimento é visualizado na Figuras 7. São ilustrados na Figura 8 os locais de instalação do *Field logger* e do computador utilizado para instalação dos *softwares* usados.

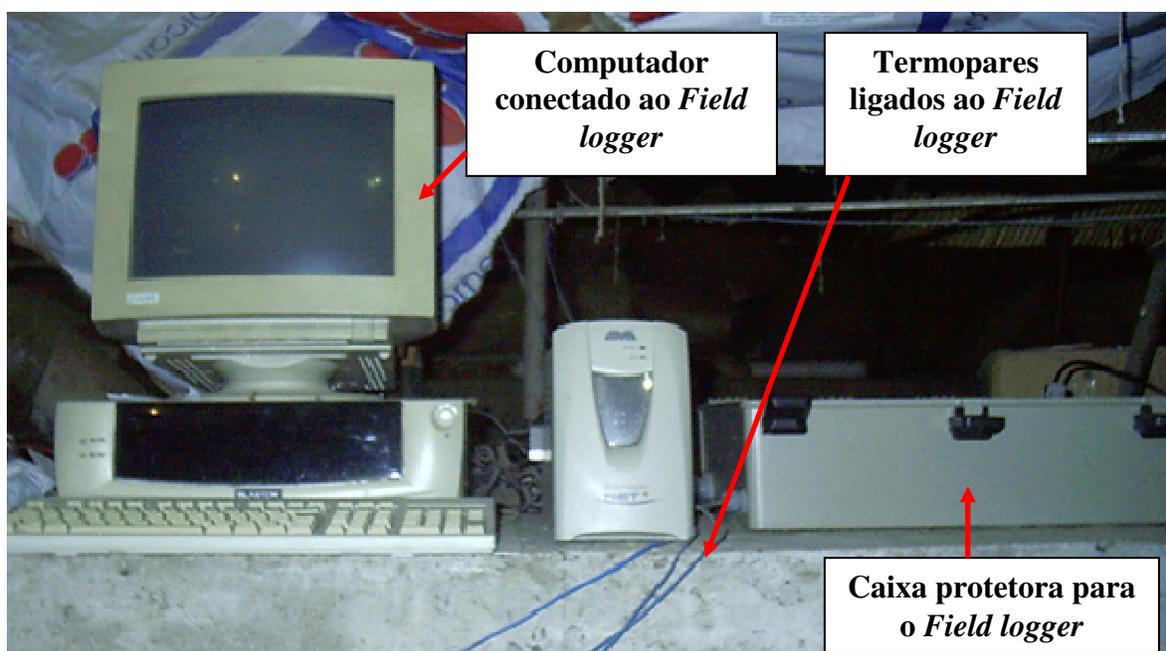


Figura 6 – Local utilizado para abrigo do computador e do *Field logger*

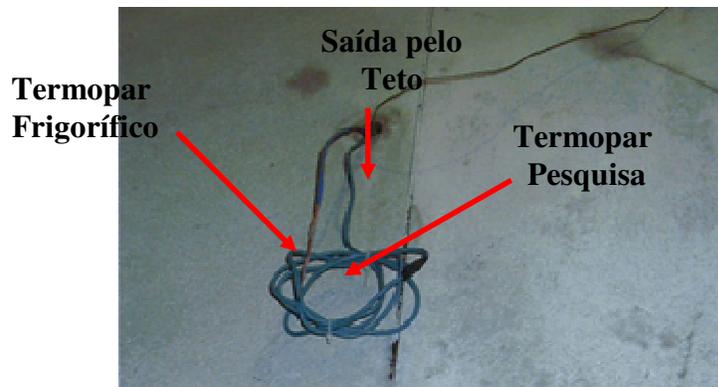


Figura 7 – Localização dos termopares nas câmaras

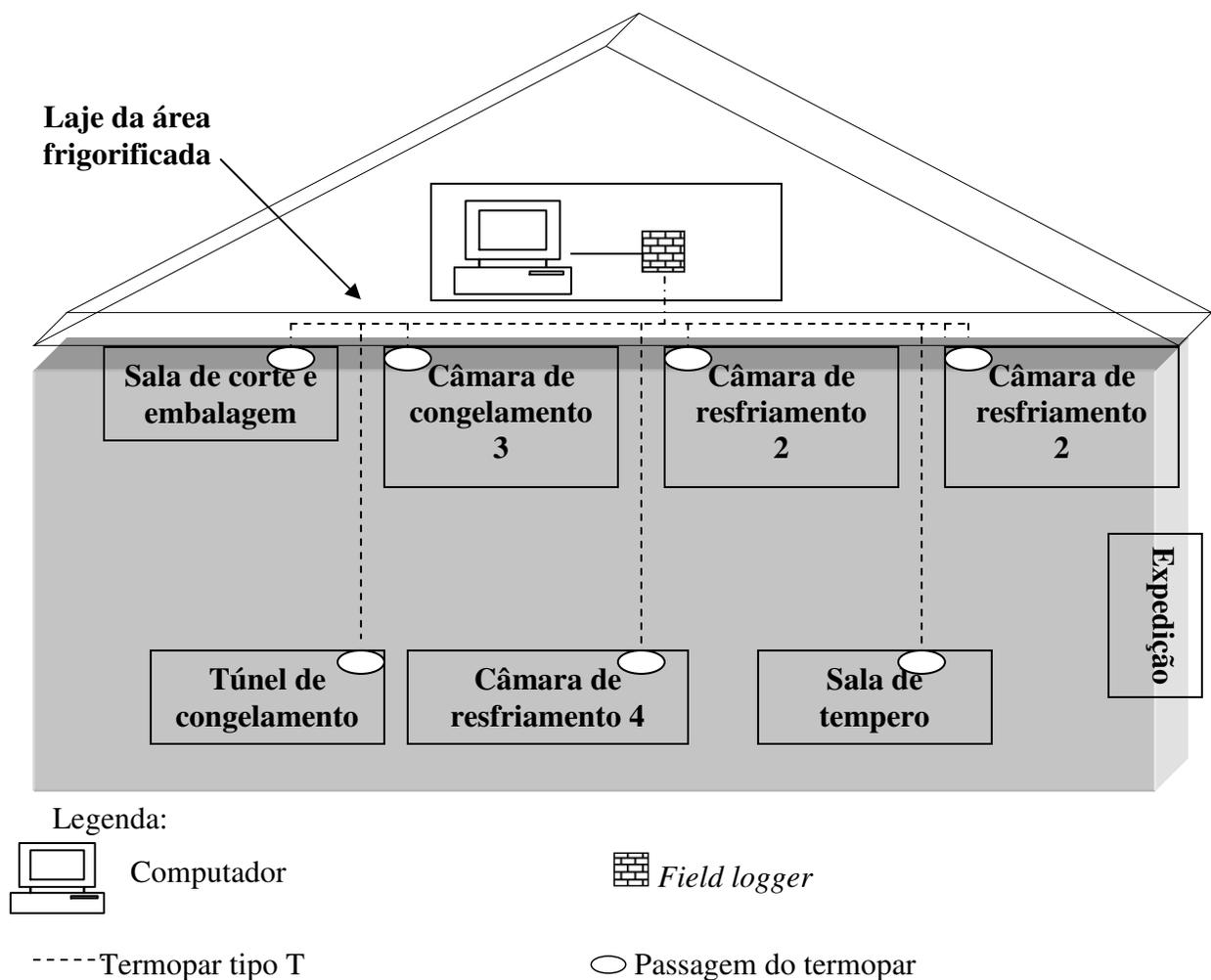


Figura 8 – Ilustração do local de instalação do *Field logger* e do computador

### **3.1.5.3 Analisador multivariável SAGA 4000**

O *SAGA 4000* é um analisador portátil de grandezas elétricas que foi instalado no alimentador principal de cada motor. As etapas de abate e armazenamento do frigorífico, para um ciclo diário de operação, foram medidas durante 5 dias úteis no frigorífico.

A medição de corrente é feita através de três sensores tipo alicate permitindo a instalação do equipamento sem interrupção de carga. Os alicates possuem 1000 A, saída em tensão (1V-AC), o que permite a operação sem riscos. O conjunto medidor e alicates possuem exatidão de 1% .

O intervalo entre um registro e outro foi programado para 15 minutos estando de acordo com a resolução 405 da ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica) para medição de demanda máxima.

O analisador *SAGA 4000* possui incorporado um *software PLAWIN 4000* (Programa de leitura e Análise para o *Windows*) usado para gerar, ao final das aquisições, as planilhas de dados contendo as diferentes grandezas elétricas, inclusive o consumo de energia elétrica.

As características e ilustrações do analisador portátil estão no ANEXO B

### **3.1.5.4 RE 6081**

O *RE 6081*, analisador portátil de grandezas elétricas, foi utilizado para agilizar o processo de coleta de dados no frigorífico. O intervalo entre os registros foi o mesmo utilizado no *SAGA 4000*, 15 minutos.

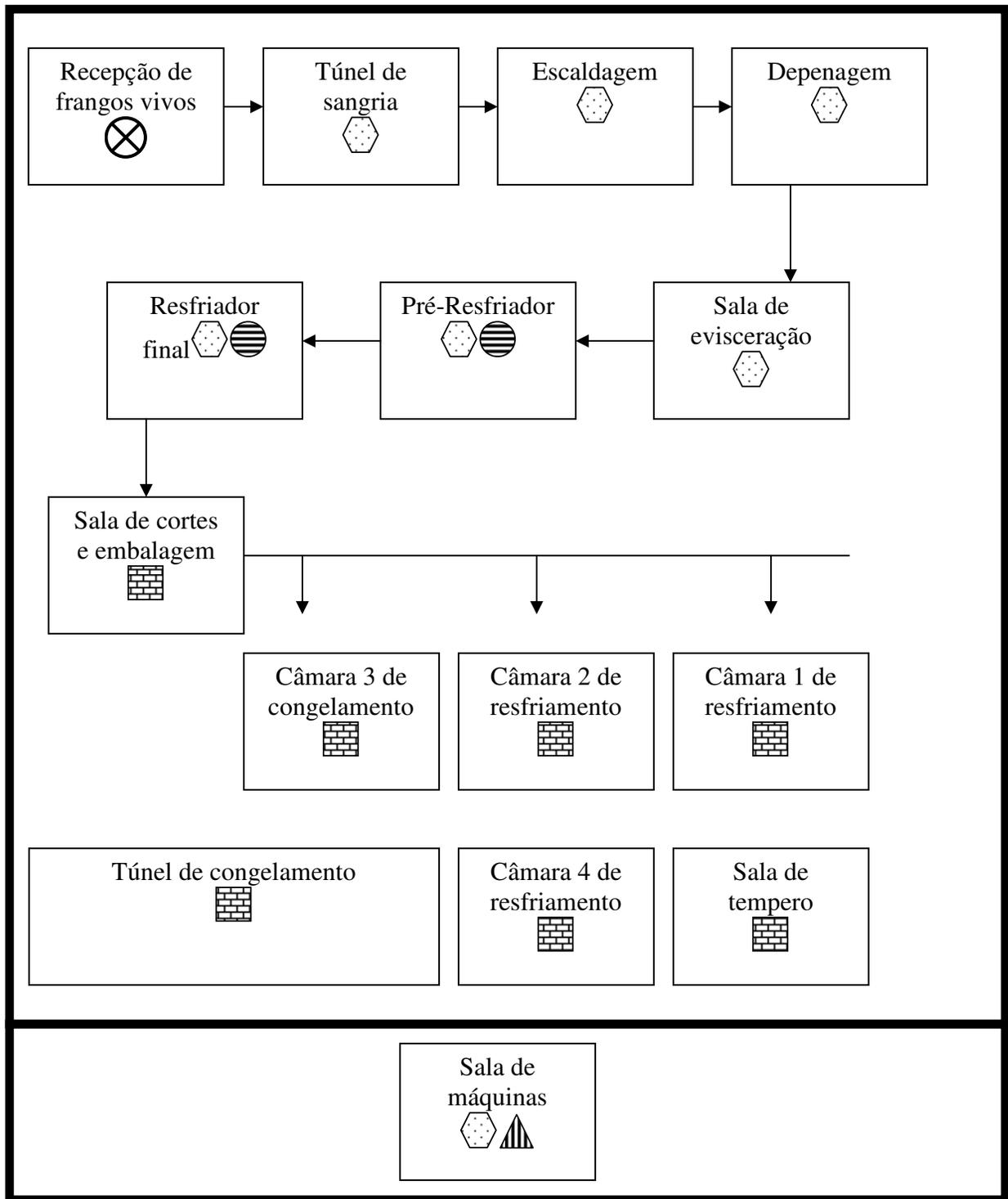
O *software* para análise dos dados do *RE 6081* é o *ANL 6000* que permitiu configurar todos os parâmetros do analisador, incluindo intervalo de integração, seleção de grandezas, adaptar relatórios e gráficos de acordo com as necessidades, exibir medições em tempo real no computador e descarregar medições gravadas no *RE 6081*. Suas características e fotos ilustrativas estão no ANEXO B.

### **3.1.4.5 Smart trans**

O transdutor multigrandezas trifásico *Smart Trans* foi usado para medir as grandezas elétricas em diversos pontos da instalação. Possui indicação para identificar a seqüência de

fases e transmissão e recepção dos dados. Opera interligado em rede de equipamentos com protocolo *MODBUS-RTU* através de saída RS485. O *software Transcomplus* faz a configuração e aquisição de medições. O *TRANSCOMPLUS* é um *software* para gerenciamento de energia elétrica, através do qual é possível obter gráficos e tabelas do consumo e comportamento da rede elétrica.

A Figura 9 ilustra os locais onde os equipamentos *Field Logger* (termopar tipo T, AWG, n° 24, Co-Cu), *UMMI*, *SAGA 4000*, *RE 6081* e *Smart Trans* foram instalados no frigorífico.



Legenda:



Figura 9 - Locais de instalação do *Field logger* (termopar), *UMMI*, *Smart Trans*, *RE 6081* e *SAGA 4000*

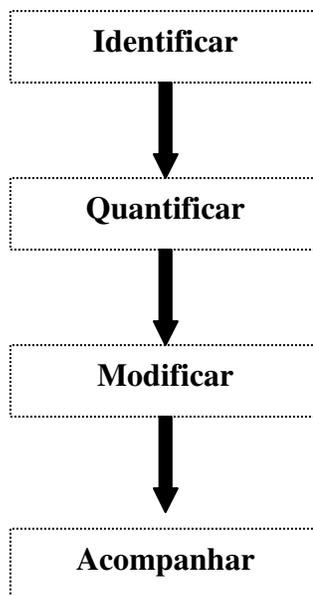
## 3.2 Metodologia

### 3.2.1 Análise ou diagnóstico do uso da energia elétrica

O método do diagnóstico do uso da energia elétrica foi usado para verificar as condições de utilização desta forma de energia nas operações de abate e armazenamento de produtos. Ele baseia-se na identificação e quantificação dos pontos de aproveitamento de energia elétrica. Permite verificar se a operação dos equipamentos elétricos está adequada ou não, incluindo sistema de acionamento e controle (Figura 10).

Este diagnóstico viabilizou-se através da instalação de instrumentos e sensores, para medir os dados necessários.

Os principais objetivos foram identificar as fontes de consumo de energia elétrica, quantificar e apontar soluções cabíveis para cada equipamento ou etapa do processo. A ação de adotar estas soluções, que é a etapa de modificar, e a de verificação, que é a de acompanhar dependem ainda de avaliação econômica para que o proprietário decida fazê-las



Fonte: Adaptado de Marques et al. (2001)

Figura 10 – Estrutura mínima do método de diagnóstico do uso de energia elétrica para implementação visando à eficiência energética

Como este trabalho objetiva identificar, quantificar e propor soluções, as etapas de modificação e acompanhamento viriam através da implantação, por parte da empresa, das soluções propostas e da posterior análise dos resultados destas soluções comparando com o diagnóstico anteriormente feito.

As etapas de implementação e acompanhamento não fazem parte do escopo deste trabalho, devido ao fato de ter sido realizado em um frigorífico em operação e as limitações de tempo impostas pelo cronograma da pesquisa.

### 3.2.1.1 Análise da classificação da categoria de tarifa de energia elétrica

A Tabela 5 apresenta as taxas e valores de tarifas, vigentes de agosto de 2004 a julho de 2005, pela distribuidora ELEKTRO nas categorias de tarifas horo-sazonal azul e horo-sazonal verde de alta tensão do subgrupo A4 (2,3 a 25 kV).

Tabela 5 – Tabela de tarifas da concessionária ELEKTRO

HSA		Demanda R\$ kW <sup>-1</sup>		Ultrapassagem R\$ kW <sup>-1</sup>		Consumo – R\$ MWh <sup>-1</sup>			
		Ponta	Fora de ponta	Ponta	Fora de ponta	Ponta		Fora de ponta	
						Seca	Úmido	Seca	Úmido
Azul	A4 (2,3 a 25 kV)	28,56	9,39	85,68	43,20	189,46	174,66	92,19	81,59
Verde	A4 (2,3 a 25 kV)	9,39		28,17		827,67	812,94	92,19	81,59

Fonte: Distribuidora de energia elétrica ELEKTRO - Resolução Homologatória - ANEEL n° 216 de 26/08/2004

O abatedouro recebe energia elétrica da distribuidora ELEKTRO e se enquadra na categoria de tarifa horo-sazonal verde de alta tensão do subgrupo A4.

O *software Mark Plus IV*, desenvolvido no Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (CEPEL – ELETROBRAS) foi usado para análise de 11 contas mensais de energia elétrica (agosto de 2004 a junho de 2005).

Tal análise conduziu a uma avaliação dos custos mensais e do custo anual do consumo, demanda e a viabilidade de adequação de demanda contratada e da tarifa utilizada.

O objetivo foi verificar se a troca de categoria de tarifa traria benefícios no frigorífico.

### **3.2.1.2 Processos de abate e armazenamento de produto**

A maior parte das etapas do processo de abate depende fundamentalmente de motores elétricos. Depois dos motores, a carga de processo mais comum é o aquecimento, resfriamento e congelamento.

Alguns pontos podem ser conferidos dentro da linha do processo e algumas medidas de verificação e preventivas são recomendadas para os diferentes componentes do sistema de refrigeração.

A análise dos dados obtidos foi realizada tendo como base “uma semana típica de abate” que foi definida através dos dias úteis que o frigorífico atua: segunda a sexta feira. Nesta semana típica utilizada a produção de quilograma de carne de frango, suas perdas durante a produção (porção destinada a graxaria) e o tempo de funcionamento dos equipamentos medidos são equivalentes em relação ao trabalho rotineiro do frigorífico que ocorre semanalmente.

#### **3.2.1.2.1 Transformadores**

Foram adquiridos dados, representando um ciclo de operação de uma semana típica de abate, de cada motor elétrico, com circuito próprio e chaves de manobras individualizadas por transformador entre 2004 e 2005 e estações climáticas de primavera e verão.

O objetivo foi de iniciar o diagnóstico da situação da configuração atual do frigorífico. A Tabela 6 mostra a separação dos motores feita por transformador e seqüência de chaves.

Tabela 6 – Separação dos motores por transformador e chave de manobra

Transformador	Chave	A	Motores	Período
500	10	375	Pendura, oficina, transporte, sala de tempero, câmaras 1, 2 e 3, cortinas de ar, esteira de saída do resfriador final, escaldagem e salão.	30/10/2004 a 08/11/2004.
	3	85	Alimentação geral caldeiras, poço 3 artesiano, bombas de recalque para tratamento.	10/11/2004 a 22/11/2004
	1	13,5	Torre de resfriamento.	22/11/2004 a 29/11/2004
	4	90	Plataforma de recebimento, sala de reunião, almoxarifado, lavador, filtro osmose, bomba de cloro e bomba geral do abatedouro.	29/11/2004 a 06/12/2004.
	5	150	Compressor n° 1 e n° 6	06/12/2004 a 13/12/2004
	6	180	Compressor n°5, bomba de nebulização e ventiladores da sala de espera, ventiladores e redutor do túnel resfriamento, túnel de congelamento, câmara 4, máquinas de cortes.	23/02/2005 a 02/03/2005
300	7	210	Quadros de escaldagem, salão, caixa de gordura, recalques do reator, recalque da peneira grande, recalque do gelo, borbulho do pré-resfriador, portaria.	02/03/2005 a 09/03/2005
	9	54	Máquina de corte, injetora de salmoura e compressores n°3 e n°4.	09/03/2005 a 16/03/2005

A chave dois é responsável pela iluminação e não foram feitas medições na mesma, por não ser o objetivo deste trabalho.

### 3.2.1.2.2 Motores elétricos nas etapas de processo de abate de frangos

A medição nos motores elétricos envolvidos nas etapas de processo de abate de frangos, por um ciclo de operação de uma semana típica, foi feita através dos analisadores de energia, com o objetivo de diagnosticar a situação atual do frigorífico em relação ao uso de energia elétrica.

Estabeleceu-se como período de análise os dias úteis da semana, excluindo-se sábado e domingo, pois o frigorífico usa o sábado para efetuar manutenção corretiva e preventiva nos compressores da sala de máquinas.

Foram analisadas as grandezas elétricas de consumo médio diário (kWh) e fator de potência médio diário. Para o cálculo da média de cada grandeza foram excluídos os dias em que não houve abate no frigorífico, considerando-se estes como “dias atípicos”.

A forma de cálculo para cada grandeza está descrita nas equações 3.1, 3.2 e 3.3:

$$\text{Consumo médio diário} = \frac{\sum \text{média de cada dia}}{\text{número de dias coletados}}, \text{ em kWh} \quad (3.1)$$

De acordo com as especificações do estabelecimento, as grandezas elétricas de alguns motores só foram possíveis de adquirir através da medição de circuitos não individualizados. Desta forma, o fator de potência médio diário foi calculado de acordo com o tipo de circuito usado. As equações 3.2 e 3.3 foram estabelecidas:

$$\text{Fator de potência médio diário} = \frac{\sum \text{média de cada motor}}{\text{número de motores}} \quad \left[ \begin{array}{c} \text{Motores adquiridos} \\ \text{individualmente} \end{array} \right] \quad (3.2)$$

$$\text{Fator de potência médio diário} = \frac{\sum \text{média de cada dia}}{\text{número de dias}} \quad \left[ \begin{array}{c} \text{Motores adquiridos em} \\ \text{circuitos não individuais} \end{array} \right] \quad (3.3)$$

### **-Plataforma de recebimento**

A plataforma de recebimento é dividida em sala de espera e plataforma de abate. A sala de espera é composta por 16 ventiladores e uma bomba de nebulização, usados na climatização do ambiente.

Já a plataforma de abate, onde se inicia propriamente o processo, contém duas bombas, que são responsáveis pela pré-lavagem das aves antes da pendura.

Foram realizadas medições das principais grandezas elétricas dos motores utilizados nesta plataforma, entre 23 e 29 de setembro de 2005, estação do ano primavera, perfazendo uma semana típica de abate.

### **-Linha da pendura**

A linha de pendura é composta por 15 motores elétricos que se dividem nas etapas de atordoamento, sangria, escaldagem e depenagem. As medições foram realizadas por etapa e disponibilidade para instalar os medidores de energia no interior da empresa. A Tabela 7 mostra as etapas e épocas de leitura de dados.

Tabela 7 – Período de medição dos motores elétricos na linha de pendura

<b>Linha de pendura</b>	<b>Período de medição</b>	<b>Estação do ano</b>
<b>Atordoador</b>	25, 26, 29, 30 e 31/08/2005	Inverno
<b>Sangria</b>	19 a 23/12/2005	Primavera/verão
<b>Escaldagem</b>	21 a 25/08/2006	Inverno
<b>Depenagem</b>	13 a 17/10/2006	Primavera

### **B: Linha de evisceração**

A linha de evisceração contém 18 motores elétricos distribuídos na esteira de pendura frango/carcaça, corta-pés, pré-resfriador, resfriador, resfriador de miúdos (moela, fígado) e resfriador de pescoço. Engloba também, os motores das máquinas de fazer gelo.

Da mesma forma que na linha de pendura, a medição e aquisição das grandezas elétricas foram efetuadas de acordo com a disponibilidade do estabelecimento, para instalação dos medidores de energia e a Tabela 8 mostra os equipamentos e período de medição.

Tabela 8 – Período de medição dos motores

<b>Motor/Linha de Evisceração</b>	<b>Período de Medição</b>	<b>Estação do ano</b>
<b>Linha</b>	4, 5, 6, 7 e 10/09/2007	Inverno
<b>Esteira</b>	19, 20, 21, 24 e 25/09/2007	Inverno/primavera
<b>Corta-pés</b>	22 a 26/01/2007	Verão
<b>Pré-resfriador</b>	12 a 16/02/2007	Verão
<b>Resfriador de carcaça</b>	23 a 27/04/2007	Outono
<b>Resfriador de miúdos e Resfriador de pescoço</b>	10, 11, 14, 15 e 16/05/2007	Outono
<b>Fábrica de gelo</b>	4, 5, 6, 7 e 10/09/2007	Inverno

### **-Linha de respingo e corte**

Na linha de respingo e corte a medição e aquisição de dados foi feita simultaneamente. As duas linhas abrigam cinco motores que se dividem nas esteiras para deslocamento de produto e na linha. As datas e períodos de aquisição de dados, realizados de acordo com a disponibilidade da empresa, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Período de medição dos motores

<b>Motor/Linha de respingo e corte</b>	<b>Período de Medição</b>	<b>Estação do ano</b>
<b>Linha</b>	11, 12, 13, 14 e 17/09/2007	Inverno
<b>Esteiras</b>	31/05, 1, 4, 5 e 6/06/2007	Outono

### **3.2.1.2.3 Motores dos compressores da sala de máquinas**

A sala de máquinas é composta por sete compressores, sendo que em uso estão apenas seis. Foram medidas as grandezas elétricas dos motores dos compressores em uso no período da realização do mapeamento da temperatura média do ar da câmara 1, utilizando deste, uma semana típica de abate, sendo de 19 a 23 de março de 2007(primavera/outono). Como os compressores trabalham em paralelo, a medição foi feita, de forma concomitante, através do transdutor multigrandezas *Smart Trans*. O compressor nº 2 apresentou defeito, e desta forma não era acionado pela empresa.

### **3.2.1.2.4 Identificação dos pontos de uso de energia elétrica**

O consumo de energia elétrica foi medido para o regime de funcionamento diário do frigorífico e por uma semana em todos os equipamentos envolvidos nas etapas do processo de abate. Com estes dados como referência, foram identificados alguns indicadores, que podem se tornar críticos ou não, dependendo de seu resultado, identificando-se os seguintes pontos críticos de uso de energia elétrica:

a) número mínimo de equipamentos ou tipo de equipamentos que representam a maior parte dos consumos totais equivalentes de energia elétrica medidos;

b) número mínimo de áreas ou equipamentos que provocam os maiores custos de energia elétrica;

c) fatores ou parâmetros de controle que podem influenciar sobre o consumo, perdas e custos energéticos.

Os resultados das medições das grandezas elétricas são apresentados em gráficos, com os respectivos valores em percentagem de cada consumo, em relação ao total do processo de abate para períodos de cinco dias de trabalho no frigorífico (semana típica). Na semana típica de abate, foram considerados apenas os períodos, onde os motores estavam ligados. Para isso, utilizou-se como base a corrente dos motores (em A). Desta forma foi possível identificar os maiores consumidores, que representam os maiores custos de energia para o processo.

Com a quantificação dos custos para cada etapa, em função do consumo de energia, foi possível identificar quais etapas do processo representam as maiores parcelas com relação ao custo total do produto.

### **3.2.2 Eficiência energética**

Após o processo de medição das grandezas elétricas, foram calculados índices de eficiência energética, quais sejam o fator de carga e o consumo específico  $\text{kWh.kg}^{-1}$ .

Para se estabelecer o consumo específico médio ( $\text{kWh.kg}^{-1}$ ) de produto, foi calculada a produção semanal média de quilogramas de carne de frango e o consumo semanal médio total. Os dias considerados atípicos, como por exemplo, dia que não houve abate de frangos, não foram considerados na análise.

O consumo semanal médio foi calculado pela relação da soma dos consumos semanais por etapa pelo número de semanas utilizadas para médias destes consumos. Para cada semana de medição do consumo de energia elétrica, de cada etapa do processo de abate, foi calculada a produção de quilogramas de carne de frango média para esta semana.

A produção semanal média total foi calculada pela soma da produção semanal média nas semanas medidas.

O cálculo do consumo específico médio de energia do abatedouro foi feito usando-se a equação 3.4:

$$CE = \frac{CA}{QP} \quad (3.4)$$

Onde

CE – Consumo específico médio de energia (kWh.produção do abatedouro<sup>-1</sup>)

CA – Consumo semanal médio total de energia (kWh)

QP – Quantidade semanal média total de kg de carne de frango produzida no abatedouro (kg)

Para calcular o fator de carga da instalação elétrica de cada alimentador dos motores dos compressores da sala de máquinas utilizou à equação 3.5.

$$FCi = \frac{CAi}{hi.DRi} \quad (3.5)$$

Onde:

FC - Fator de carga

CA – Consumo médio semanal de energia elétrica dos motores dos compressores (kWh);

h – 120 horas;

DR – Demanda registrada máxima semanal de potência dos motores dos compressores (kW);

i – Motores dos compressores (1, 3, 4, 5, 6, 7)

### **3.2.3 Monitoramento da iluminação**

A avaliação da luminosidade nas áreas destinadas a inspeção veterinária foi realizada através de 3 coletas consecutivas, na linha de inspeção e na inspeção final, com auxílio de um luxímetro (marca MINIPA modelo MLM 1010). Segundo a portaria 210, já citada, a iluminação mínima deve ser de 500 Lux, medidos na posição das carcaças, sem ocasionar sombras na cavidade tóraco-abdominal. A linha inspeção está localizada ao longo da calha de evisceração, logo após a eventração. Contígua à calha de evisceração se encontra a área para inspeção final.

## **3.2.4 Instalações frigoríficas**

### **3.2.4.1 Medição da temperatura do ar**

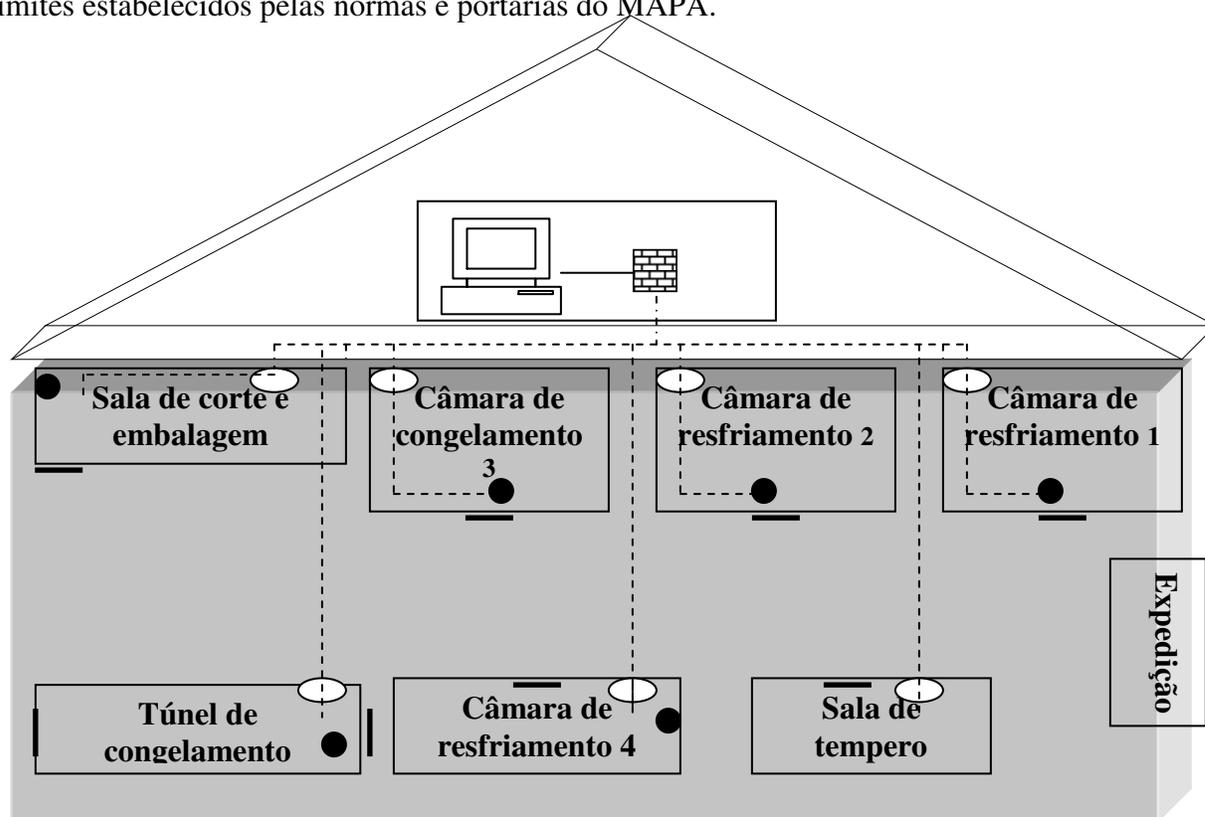
Foram colocados termopares (24 AWG, Co-Cu) no interior da sala de cortes e embalagem, sala de tempero, túnel de congelamento, câmaras de resfriamento e de congelamento. Eles foram construídos e calibrados nos Laboratório de Eletrificação Rural da Faculdade de Engenharia Agrícola. A calibração foi feita com auxílio de um termopar e um termômetro padrão de mercúrio  $\pm 0,05$  °C, para dois pontos de temperatura  $\cong 0^\circ$  e  $98^\circ$  C.

Os termopares foram acoplados no *data logger* que foi programado para a aquisição das medidas de temperatura a cada cinco minutos. Os termopares da pesquisa foram instalados próximos ao termopar conectado ao termostato do frigorífico.

No túnel de congelamento o termopar da pesquisa foi instalado próximo a porta de saída na parede lateral esquerda. Na sala de cortes e embalagem o termopar utilizado pela pesquisa foi instalado ao lado do termômetro de mercúrio padrão, utilizado pelo frigorífico, na parede lateral esquerda, a qual se localizava oposta à parede lateral direita em que estavam instalados os evaporadores. O termopar utilizado pela pesquisa foi instalado na área final da sala de tempero, a qual o frigorífico não realizava nenhum tipo de medição de temperatura. Nas câmaras de resfriamento (1, 2 e 4) e congelamento (3) os termopares utilizados pela pesquisa foram instalados ao lado dos termopares usados pelo frigorífico que se localizavam acima da porta e estavam distantes dos evaporadores de cada câmara. A localização dos termopares, tanto da pesquisa como os usados pelo frigorífico, podem ser verificados através da Figura 11. Com estas medições de temperatura, foi possível comparar as leituras indicadas pelo termostato das câmaras e os dados obtidos no experimento.

As leituras dos termostatos do frigorífico da sala de corte e embalagem, sala de tempero, do túnel de congelamento e das câmaras, foram anotadas numa planilha elaborada para este fim (hora de início do registro e em intervalos de cinco minutos). A leituras foram realizadas das 08:00h às 16:00h, período este onde se estabelecem a rotina de entrada e saída de produtos nas câmaras. Neste período há o intervalo de 1 hora, realizado das 11:50h às 12:50h, reservado para o almoço dos funcionários e não há movimentação nas áreas onde as câmaras se localizam (ANEXO D). As coletas de dados foram realizadas entre 24 a 28 de

Junho de 2006 para os termostatos instalados pela pesquisa e os termostatos utilizados pelo frigorífico. Esta coleta de dados foi realizada entre de 24 a 28 de Junho de 2006 (inverno). Com os valores registrados pelo *data logger* e os anotados, foi possível determinar se os termostatos utilizados no abatedouro estão calibrados adequadamente e se a temperatura encontra-se no valor recomendado pela portaria 210/MAPA/1998. Este é geralmente um dos problemas nos sistemas frigoríficos, provocando maior consumo de energia elétrica, aumento dos custos do produto e diminuição da qualidade do produto ou até mesmo a operação fora dos limites estabelecidos pelas normas e portarias do MAPA.



Legenda:

-  Computador
-  *Field logger*
-  Porta
-  Termômetro padrão de mercúrio (sala de cortes e embalagem) e Termopar do frigorífico
-  Termopar tipo T (AWG, nº 24, Co-Cu)
-  Local de passagem do termopar

Figura 11 – Localização do termopar do frigorífico e o do utilizado na pesquisa

### **3.2.4.2 Mapeamento das temperaturas das câmaras de refrigeração e do túnel de congelamento**

Foram instalados os mesmos termopares tipo T, calibrados conforme já descrito, em diferentes pontos das câmaras de resfriamento e do túnel de congelamento. O mapeamento foi realizado num período de dez dias úteis em cada câmara de resfriamento e cinco dias úteis no túnel de congelamento. Os termopares foram conectados a dois *data loggers*.

Os termopares foram instalados de acordo com o tamanho dos locais e a disponibilidade de instalação que a empresa ofereceu. Por ser um estabelecimento comercial, as câmaras não foram esvaziadas completamente para instalação dos sensores e isto limitou a disponibilidade de espaço dentro de cada local.

As medições foram registradas a cada cinco minutos, o que permitiu avaliar o comportamento da temperatura em diferentes regiões dos locais citados e durante ciclos de operação comum. Estes dados foram usados para observar como se comporta a temperatura nos diversos pontos destes locais. Na apresentação dos resultados, para melhor visualização, as salas mapeadas foram divididas em três seções distintas e cada seção subdividida.

A câmara 3 (congelamento) e 4 (resfriamento) não foram avaliadas devido a não disponibilidade pela empresa. Isto ocorreu devido às câmaras estarem totalmente ocupadas com produtos.

#### **3.2.4.2.1 Termopares instalados nas câmaras 1 e 2 e no túnel de congelamento**

-Câmara 1 → mapeamento realizado no período de 14 a 31 de março de 2007 (verão/outono).

-Câmara 2 → mapeamento realizado no período de 17 a 31 de maio de 2007 (outono).

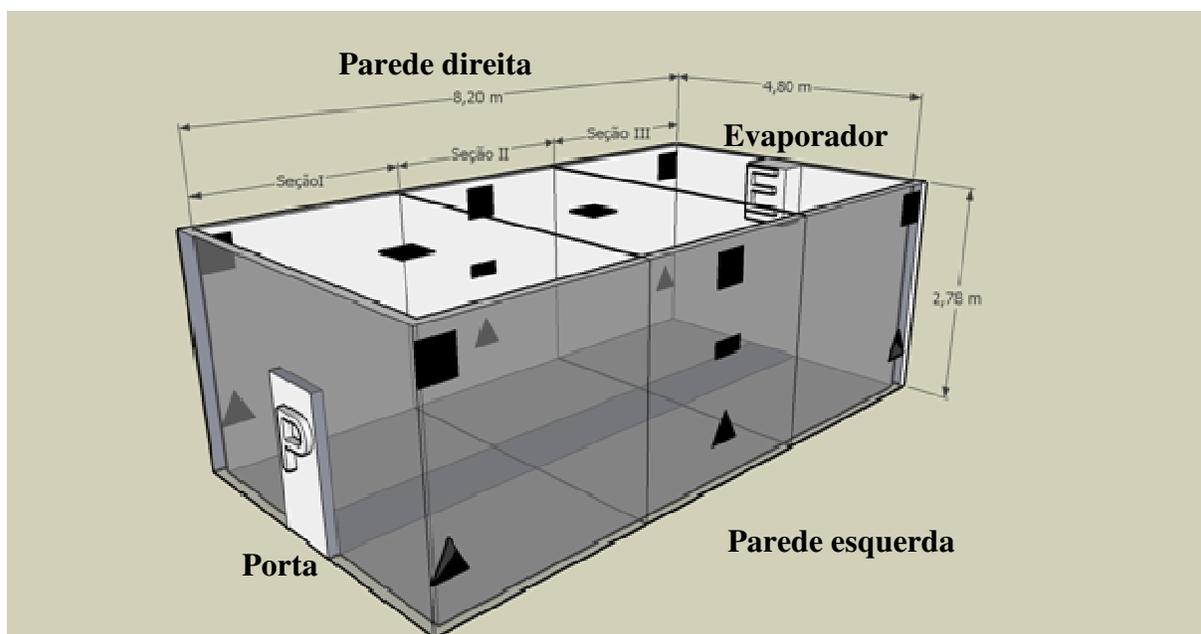
-Túnel de Congelamento → mapeamento realizado no período de 20 a 24 de agosto de 2007 (inverno). Foram utilizados os dois *data loggers* devido aos termopares já estarem calibrados e instalados nos dois equipamentos.

As câmaras e o túnel de congelamento foram divididos em três seções, denominadas sessão I, II e III. Com esta divisão pode-se estabelecer valores individuais e realizar média de

áreas para cada local pesquisado. Desta forma, foi possível conhecer valores de temperatura do ar em diferentes pontos e saber se há ou não oscilações de temperatura nos mesmos.

Nas câmaras, a seção I era próxima à porta, a seção II no meio da câmara e a seção III próxima ao evaporador. Fez-se também áreas delimitadas para paredes direita e esquerda e corredor central. Já no túnel, por ter estrutura física diferente, a seção I ficava próxima à porta de entrada, seção II se encontrava no meio do túnel e a seção III contígua à porta de saída dos produtos.

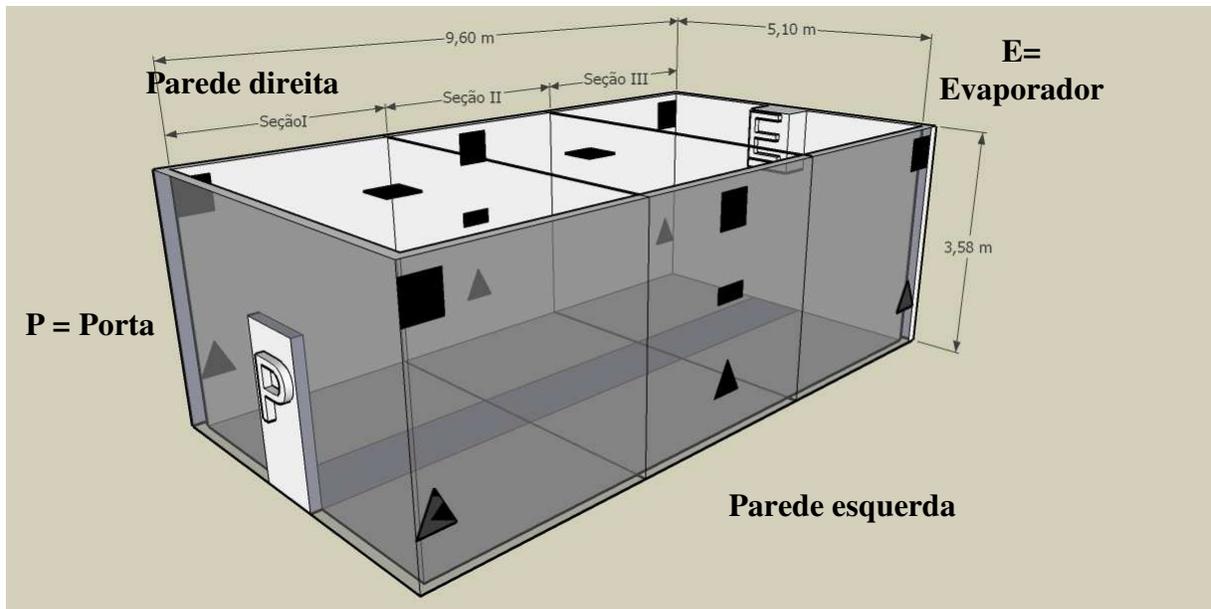
As Figuras 12, 13 e 14 mostram a disposição dos termopares no interior das câmaras 1 e 2 e do túnel de congelamento, respectivamente.



Legenda:

- Termopar instalado a 10 cm do teto
- ▬ Termopar instalado corredor central a 10 cm do teto
- ▲ Termopar instalado a 10 cm do piso

Figura 12 – Disposição de termopares na câmara 1



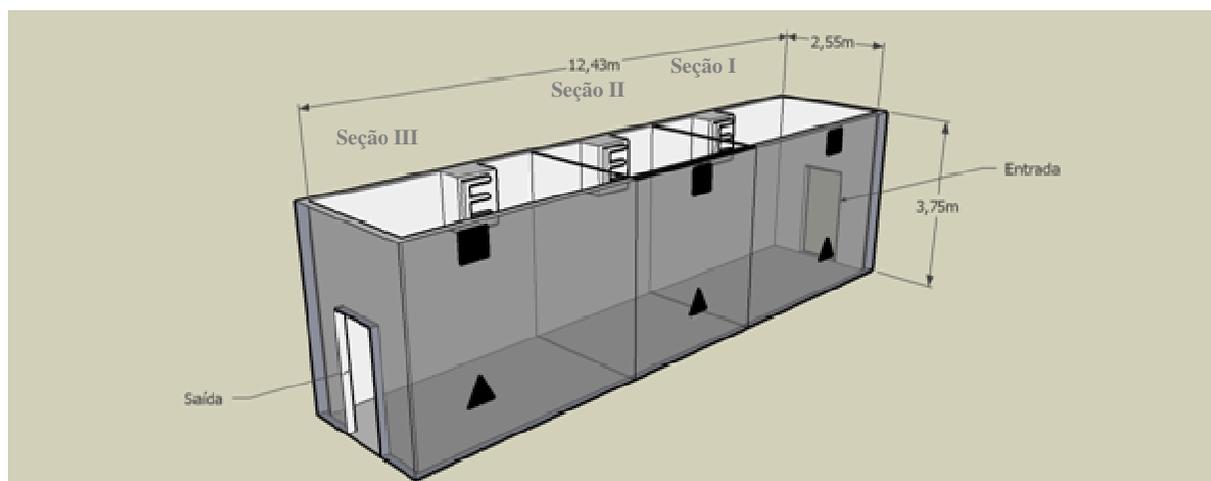
Legenda:

■ Termopar instalado a 10 cm do teto

▬ Termopar instalado corredor central a 10 cm do teto

▲ Termopar instalado a 10 cm do piso

Figura 13 – Disposição de termopares na câmara 2



Legenda: ■ Termopar instalado a 10 cm do teto

▲ Termopar instalado a 10 cm do piso

E = Evaporador

Figura 14 – Disposição de termopares no túnel de congelamento

### 3.2.4.3 Análise estatística

Fez-se a comparação das médias horárias da temperatura das câmaras e salas através da realização da Análise de Variância e Teste de Médias Tukey para um nível de segurança de 95%.

## 3.4 Etapas de pré-resfriamento contínuo por imersão em água gelada

### 3.4.1 Temperatura da água

A temperatura da água dos dois estágios de pré-resfriamento contínuo por imersão tipo rosca sem fim, pré-resfriador e resfriador da carcaça foi medida de forma contínua a cada dez minutos, no período de 26 de fevereiro a 02 de março de 2007 (verão), com o uso do *data logger UMMI*. O medidor foi instalado na parte central do fundo dos tanques de pré-resfriamento, local autorizado pela empresa para instalação do medidor, conforme ilustra a Figura 5.

Desta forma, pode-se verificar se a temperatura da água dos resfriadores estão dentro das normas da Portaria 210/1998/MAPA. Conforme esta se estabelece a temperatura da água residente, medida nos pontos de entrada e saída das carcaças do pré-resfriador não deve ser superior a 16 °C e a do resfriador a 4 °C.

As Tabelas 10 e 11 mostram, respectivamente, as dimensões e divisão por produtos e as respectivas temperaturas dos sistemas de resfriamento utilizado na empresa.

Tabela 10 – Dimensões dos tanques dos sistemas de pré-resfriamento

	<b>Altura (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Largura (m)</b>
<b>Pré-resfriador</b>	1,15	4,60	1,71
<b>Resfriador carcaças</b>	1,12	9,06	1,71
<b>Resfriador pescoço e pés</b>	0,75	2,50	1,09
<b>Resfriador moela</b>	0,40	2,12	0,66
<b>Resfriador fígado/coração</b>	0,40	2,12	0,66

Tabela 11 – Sistema de pré-resfriamento

<b>Sistema de pré-resfriamento</b>		
<b>Produto</b>	<b>Pré-resfriador</b>	<b>Resfriador</b>
	<b>Temperatura da água (°C)</b>	<b>Temperatura da água (°C)</b>
<b>Frango e carcaça</b>	14	3
<b>Pescoço e pé</b>	não aplica	3
<b>Fígado e coração miúdos</b>	não aplica	3
<b>Moela (miúdo)</b>	não aplica	3

### 3.4.2 Absorção da água nas carcaças dos frangos

Para a realização da percentagem de absorção da água nas carcaças de frangos foi utilizado o “Método de Controle Interno”. A quantidade de água determinada por este método exprime-se em percentagem do peso total da carcaça de ave no limite máximo de 8% de seus pesos.

A técnica baseia-se na comparação dos pesos das carcaças devidamente identificadas, antes e depois do pré-resfriamento por imersão. O número de carcaças utilizadas para cada teste foram 15. Foram realizados testes no mês de maio de 2007. Utilizou-se metodologia citada na portaria 210/1998/MAPA.

Para calcular a percentagem de absorção da água nas carcaças de frangos foram utilizadas as equações 3.6 e 3.7.

$$AAC_i = PAR - PAG \quad (\text{kg}) \quad (3.6)$$

Onde:

AAC<sub>i</sub> – Absorção de água na carcaça de frango (kg);

PAR – Peso das carcaças de frango antes de entrar no resfriador (kg);

PAG – Peso das carcaças de frango após sair da etapa de gotejamento (kg);

i – Média de pesos de quinze carcaças de frangos (kg).

$$PAACi = \frac{PAR.(PAR - PAG)}{100} \quad (\%) \quad (3.7)$$

Onde:

PAACi – Percentagem de absorção de água na carcaça de frango (%);

PAR – Peso das carcaças de frango antes de entrar no resfriador (kg);

PAG – Peso das carcaças de frango após sair da etapa de gotejamento (kg);

i – Media de pesos de quinze carcaças de frangos (kg).

Assim, verificou-se se a percentagem de absorção de água na carcaça de frango estava de acordo com a recomendação da Portaria 210/1998/MAPA.

### 3.4 Considerações do capítulo

Um resumo do material e metodologia utilizada no experimento (Tabela 12).

Tabela 12 – Consideração final

<b>-Diagnóstico do uso da energia elétrica</b>	
1 – Análise da classificação da categoria de tarifa de energia elétrica	Mark plus IV
2 – Medição das grandezas elétricas por transformador	Analisador Portátil Multigrandezas
3 - Medição das grandezas elétricas por motor em cada etapa de abate	Analisador Portátil Multigrandezas
4 – Identificação dos pontos de uso de energia elétrica	Análise das medições das grandezas elétricas
5 – Índices de eficiência energética	Fator de carga e Consumo específico médio de energia elétrica (kWh Produção <sup>-1</sup> )
6 – Monitoramento da iluminação	Luxímetro
<b>-Instalações frigoríficas</b>	
1 - Medição da temperatura do ar	Data logger e termopar tipo T

---

2 - Medição da temperatura da água

*Data logger UMMI*

---

3 – Medição da percentagem de absorção de água nas carcaças de frangos

Método de Controle Interno

---

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os dados relativos à energia elétrica e temperatura, que se dividem em:

- Uso da energia elétrica nas diferentes etapas no frigorífico estudado, índices de consumo e recomendações de ações para a implementação de um plano de eficiência energética.

- Averiguação em relação ao controle da medição da temperatura do ar das câmaras, túnel de congelamento e salas de cortes e embalagem e sala de tempero.

- Verificação dos valores da temperatura do ar das câmaras de resfriamento e túnel de congelamento, em diferentes áreas delimitadas.

- Investigação em relação ao controle da medição da temperatura da água dos tanques de resfriamento.

### 4.1 Uso da energia elétrica

#### 4.1.1 Análise do enquadramento tarifário

Na Tabela 13 é apresentada uma estimativa anual de gastos com demanda contratada de 435 kW com tarifas horo-sazonal verde e horo-sazonal azul, para verificar se a troca de tarifas traria benefícios ao frigorífico.

Tabela 13 - Estimativa anual do gasto anual com diferentes tarifas

	<b>Tarifa horo-sazonal verde</b>	<b>Tarifa horo-sazonal azul</b>
<b>Consumo (R\$)</b>	158.650,60	166.860,50
<b>Demanda Contratada (R\$)</b>	55.881,55	0,00
<b>Ultrapassagem (R\$)</b>	0,00	0,00
<b>Gasto Anual Total (R\$)</b>	224.532,60	166.860,50
<b>Economia anual (R\$)</b>	-	57.672,14

A análise das contas de energia elétrica mostrou que no período analisado, agosto de 2004 a junho de 2005, a modalidade tarifária horo-sazonal azul é mais vantajosa quando comparada à modalidade horo-sazonal verde. Os custos estimados para modalidade tarifária horo-sazonal verde foram 74,31% maiores quando comparados a horo sazonal azul.

Possivelmente, um dos fatores que influenciam este melhor desempenho da modalidade tarifária horo sazonal azul, é a estrutura para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica (kWh) e de diferentes valores de tarifários de demanda de potência (kW) que ocorrem em relação às horas de utilização e também ao período (seca ou úmido) do ano. Já a modalidade tarifária horo sazonal verde utiliza apenas um valor para tarifa de demanda (CPFL, 2007).

Como relatado por Paccola (2005) os avanços em novas modalidades tarifárias podem aumentar a oferta de energia, como modificações nos hábitos e uso de eletricidade. As tarifas horo-sazonais constituem a proposta tarifária mais avançada que se formulou até hoje no Brasil. Com os recentes avanços tecnológicos no campo da medição, além de ser aplicada em médios e grandes consumidores, poderá também ser utilizada por pequenos consumidores. Isto trará reduções significativas de custos em relação a energia elétrica

## **4.1.2 Instalações elétricas**

### **4.1.2.1 Transformadores**

A Tabela 14 apresenta as médias diárias, com base horária, das grandezas elétricas medidas e a demanda máxima por chaves de manobras e por transformador, para um ciclo de operação de uma semana.

O percentual do consumo de energia elétrica e o percentual inferior ao normatizado pela ANEEL para o fator de potência, por chaves de manobras e por transformador, são mostrados na Tabela 15.

Tabela 14 – Separação dos motores por chave de manobra

Transformador	Chave de manobra	Tensão Trifásica (V)	Corrente (A)	Consumo (kWh)		Demanda máxima (kW)	Fator de Potência
				Fora da ponta	Ponta		
500	10	220	230,75	1421,69	108,16	125,70	0,75
	3	220	105,51	611,89	57,84	39,89	0,92
	1	220	5,58	8,49	0,00	25,01	0,86
	4	220	66,36	288,06	22,03	26,55	0,74
	5	220	115,05	606,30	49,80	46,73	0,85
	6	220	187,89	838,28	74,53	88,04	0,85
300	7	220	73,37	309,91	25,83	65,80	0,44
	9	220	90,17	563,26	84,14	88,38	0,87

Tabela 15 – Percentual do consumo médio diário e do valor inferior ao normatizado pela ANEEL para fator de potência dos motores por chave de manobra

Transformador	Chave de manobra	Consumo (%)		Fator de potência
		Fora da ponta	Ponta	Percentual inferior a 0,92 (%)
500	10	37,66	34,63	18,47
	3	16,21	18,52	0,00
	1	0,22	0,00	6,52
	4	7,63	7,05	19,56
	5	16,06	15,94	7,61
	6	22,21	23,86	7,61
300	7	35,49	23,49	52,17
	9	64,51	76,51	5,43

Observa-se pelas Tabelas 14 e 15 que em relação ao transformador 500, a chave de manobra número 10 é a que apresenta maior consumo de energia elétrica, tanto fora da ponta como na ponta, sendo esta responsável em média por 36,14% do consumo de energia elétrica deste transformador, em ambos os horários. Quando se compara o valor de consumo de energia elétrica desta chave com o segundo maior consumo, que é o da chave de manobra nº 6 verifica-se que este é menor em cerca de 13,11%. Nota-se que os valores de consumo de energia elétrica das chaves de manobra nº 3 e nº 5, fora da ponta, apresentaram valores semelhantes. Estes são menores em relação à chave de manobra nº 10, no mesmo horário, em média 26,50%. Considerando o horário da ponta, a chave de manobra nº 3 teve um consumo de energia elétrica maior que a chave nº 6 de 2,58%.

A chave de manobra nº4 apresentou percentual médio de consumo de energia elétrica menor, nos dois horários (fora da ponta e na ponta) em 21,46%, em relação à chave nº 10. Apresentando consumo de energia elétrica apenas no horário fora da ponta, a chave de manobra nº 1, foi menor em relação ao maior percentual de consumo encontrado, em 37,44%.

Quando as chaves de manobra do transformador 500 são analisadas quanto ao fator de potência, nota-se que com exceção da nº 3, todas apresentaram valores abaixo do recomendado pela ANEEL (0,92), indicando segundo CPFL (2007) desperdício de energia elétrica neste transformador. Estas chaves são responsáveis por 76,87% e 64,69% do consumo de energia elétrica, nos horários fora da ponta e na ponta, respectivamente.

No transformador 300, ambas as chaves, mostraram valores abaixo do indicado pela ANEEL (0,92). A chave de manobra nº 9 apresentou fator de potência menor quando comparada à chave nº 7. Entretanto seu consumo de energia elétrica é maior em 29,02% no horário fora da ponta e 53,02% no horário da ponta, quando comparados ao consumo de energia elétrica da chave nº 7.

Percebe-se que o consumo de energia elétrica dos transformadores ocorre, com maior frequência, no horário fora da ponta. Neste horário, os transformadores 500 e 300 têm um consumo de aproximadamente 91,72% e 87,41% a mais que no horário da ponta.

O transformador 300 tem um consumo de energia elétrica menor que o do transformador 500 de 23,13% no horário da ponta e 35,20% no horário da ponta. Como foi verificado, cinco chaves de manobra do transformador 500 e as duas chaves de manobra do 300, estão abaixo do valor recomendado de fator de potência pela ANEEL, presumindo-se que

há desperdício da energia elétrica utilizado no frigorífico, de acordo com CPFL (2007). Supõe-se pela análise dos dois transformadores, que exista uso inadequado da energia elétrica, havendo espaço para implementação de normas para o uso racional e conservação da mesma, como relatado por Neves Filho (1996); Mattozo et al. (2000); Sales e Teixeira (2003).

#### 4.1.2.2 Motores elétricos nas etapas do processo de abate de frango

Nas Tabelas 16 e 17 são apresentados os motores, utilizados em cada fase do processo de abate com os resultados de suas condições de operação.

Foram descartados os dias e ou períodos em que os equipamentos não estavam sendo utilizados na semana típica usada para as análises. Desta maneira só foram analisados os períodos em que constavam corrente (A) nos motores.

Tabela 16 – Condições de operação dos motores elétricos na plataforma de recebimento e linha de pendura

<b>Local</b>					
<b>Plataforma de recebimento</b>					
<b>Área</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade de motores</b>	<b>Potência (CV)</b>	$\overline{FP}$	$\overline{C}$ (kWh)
<b>Sala de Espera e Plataforma de abate</b>	Ventilador	13	0,5	0,44	28,30
		3	1,0		
	Bomba de nebulização	3	4,0		
<b>Linha de pendura</b>					
<b>Área</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade de motores</b>	<b>Potência (CV)</b>	$\overline{FP}$	$\overline{C}$ (kWh)
<b>Insensibilização</b>	Atordoador	1	1,0	0,39	1,79
<b>Sangria</b>	Nória	1	2,0	0,35	1,20
	Sangrador	1	1,0		
<b>Escaldagem</b>	Escaldadeira	4	2,0	0,56	9,59
<b>Depenagem</b>	Depenadeira	8	5,0	0,64	8,08

Legenda

$\overline{FP}$ : fator de potência médio diário

$\overline{C}$ : consumo médio diário (kWh)

Tabela 17 – Condições de operação dos motores elétricos nas linhas de evisceração, respingo e cortes

<b>Local</b>					
<b>Linha de evisceração</b>					
<b>Área</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade de motores</b>	<b>Potência (CV)</b>	$\overline{FP}$	$\overline{C}$ (kWh)
<b>Linha</b>	Nória	1	2,0	0,36	5,22
<b>Mesa</b>	Esteira	1	0,5	0,45	14,29
<b>Corte de pés</b>	Cortador de pés	1	1,5	0,21	2,46
<b>Pré-resfriador</b>	Pré-resfriador	1	1,0	0,37	3,12
<b>Resfriador de</b>	Resfriador	1	0,5	0,43	2,88
<b>Resfriador de subprodutos (miúdos e pescoço)</b>	Resfriador moela	2	0,5	0,18	1,90
	Resfriador fígado	2	0,5		
	Resfriador pescoço	2	0,5		
<b>Máquinas 1 e 2 de fazer gelo para os resfriadores</b>	Bomba	2	8,5	0,78	28,29
	Bomba	2	0,5		
	Bomba	1	2,0		
	Bomba	2	7,5		
<b>Linha de respingo</b>					
<b>Área</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade de motores</b>	<b>Potência (CV)</b>	$\overline{FP}$	$\overline{C}$ (kWh)
<b>Linha</b>	Nória	1	1,0	0,33	2,83
<b>Mesa</b>	Esteira	1	2,0		
<b>Linha de cortes</b>					
<b>Área</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade de motores</b>	<b>Potência (CV)</b>	$\overline{FP}$	$\overline{C}$ (kWh)
<b>Mesa</b>	Esteira	1	2,0	0,53	4,98
<b>Linha</b>	Nória	1	2,0		

Legenda

$\overline{FP}$ : fator de potência médio diário

$\overline{C}$ : consumo médio diário (kWh)

As condições de operação dos motores dos compressores da sala de máquinas são mostrados na Tabela 18.

Tabela 18 – Condições de operação dos motores elétricos da sala de máquinas

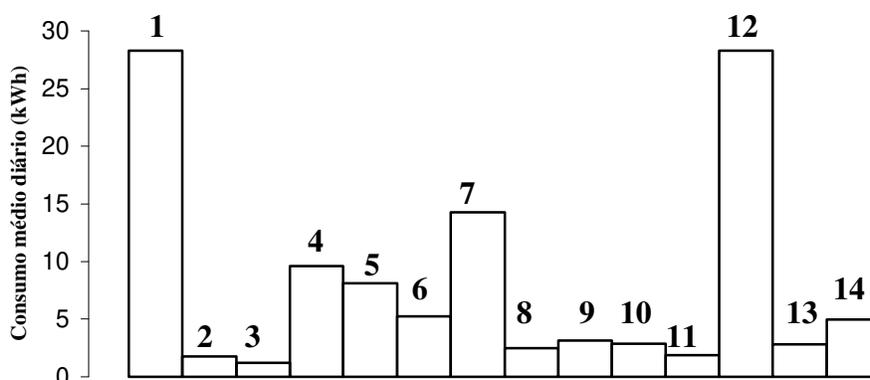
Sala de máquinas			
Compressor	Potência (CV)	$\overline{FP}$	$\overline{C}$ (kWh)
1	50	0,81	321,05
3	75	0,89	459,10
4	50	0,67	542,03
5	75	0,89	539,59
6	75	0,64	264,12
7	125	0,85	1343,30

Legenda

$\overline{FP}$ : fator de potência médio diário

$\overline{C}$  : consumo médio diário (kWh)

Nas Figuras 15 e 16 apresentam-se o consumo médio diário por etapa do processo de abate e dos compressores da sala de máquinas, respectivamente.



Legenda

Etapas de abate

1 Sala de espera e plataforma de bate	2 Insensibilização	3 Sangria
4 Escaldagem	5 Depenagem	6 Nória de evisceração
7 Mesa de evisceração	8 Corte de pés	9 Pré resfriador de carcaça
10 Resfriador de carcaça	11 Resfriador de subprodutos	
12 Máquina de gelo	13 Respingo	14 Cortes

Figura 15 – Consumo médio diário (kWh) por etapa do processo de abate

As médias do consumo médio diário em percentagem e o percentual inferior a 0,92 (ANEEL) para o fator de potência, de cada etapa no processo de abate, são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Percentual do consumo médio diário e do valor inferior ao normatizado pela ANEEL para fator de potência nas etapas de processo de abate

<b>Etapa do processo de abate</b>	<b>Consumo médio</b>	<b>Fator de</b>
	<b>diário de</b>	<b>potência</b>
	<b>energia elétrica</b>	<b>Percentual</b>
	<b>(%)</b>	<b>inferior a 0,92</b>
		<b>(%)</b>
<b>1 Sala de espera e plataforma de abate</b>	28,62	52,17
<b>2 Insensibilização</b>	1,56	58,00
<b>3 Sangria</b>	1,04	70,00
<b>4 Escaldagem</b>	8,34	39,13
<b>5 Depenagem</b>	7,03	30,43
<b>6 Nória da evisceração</b>	4,54	60,87
<b>7 Esteira da evisceração</b>	12,43	51,09
<b>8 Corte de pés</b>	2,14	77,17
<b>9 Pré resfriador</b>	2,71	59,78
<b>10 Resfriador de carcaça</b>	2,51	53,26
<b>11 Resfriador de subprodutos (miúdos e pescoço)</b>	1,65	70,00
<b>12 Máquina de gelo</b>	24,61	15,21
<b>13 Respingo</b>	2,46	64,13
<b>14 Corte</b>	4,33	42,36

Note-se que os maiores responsáveis pelo consumo de energia nas etapas do processo de abate, são as máquinas responsáveis pela fabricação de gelo e a sala de espera juntamente com a plataforma de abate, que consomem 49,23% do consumo médio diário total.

Para a fabricação de gelo são usadas duas máquinas compostas por sete bombas com uma potência total instalada de 35 (CV). São acionadas no período noturno, para diminuir os custos com a tarifa de energia elétrica.

Para a manutenção do conforto térmico das aves, que descansam no período de jejum na sala de espera, são utilizados 16 ventiladores e uma bomba de nebulização (potência total instalada de 13,5 CV). Na plataforma de abate, local este que os frangos ficam momentos antes de sua pendura, são utilizadas duas bombas para nebulização (potência total instalada de 8,0 CV). Estes equipamentos são acionados no início do período de abate.

As etapas de escaldagem e depenagem são responsáveis por 15,37% do consumo médio diário de energia elétrica e ambas tem uma potência instalada de 48 CV. Tais etapas são relatadas como pontos críticos no controle por microrganismos, como os citados por Berrang e Dickens (2000); Berrang et al. (2003); Miwa et. al. (2003); Buhr et al. (2005).

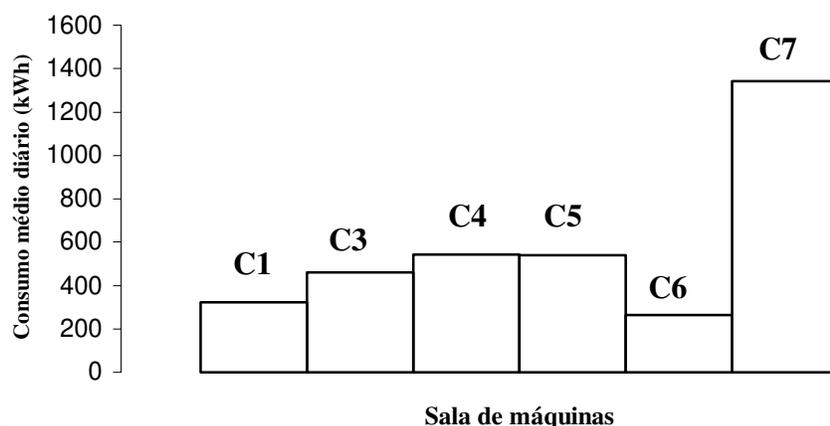
Na linha de evisceração, os equipamentos funcionam durante todo o período de abate, a nória e a esteira (potência total instalada de 2,5 CV) são automatizados. Estes representam um percentual total de 16,97% no consumo médio diário.

Também na linha de evisceração, encontram-se os resfriadores por imersão em água gelada que são responsáveis por quase 7% do consumo total médio diário no processo de abate (potência total instalada de 4,5 CV). Estes equipamentos são utilizados para realizar o pré-resfriamento dos produtos e ficam acionados até o último lote do dia passar pela linha de evisceração.

Os maiores responsáveis pelos dos gastos com energia elétrica de uma empresa são os motores elétricos (ENERGIA, 2001). Presume-se que a substituição dos motores elétricos do frigorífico, na medida do possível, por motores de alto rendimento poderia ocasionar a diminuição do consumo de energia elétrica. A adequação do sistema elétrico, com o uso racional e eficiente da energia elétrica proporciona redução dos custos operacionais e tarifários (SALES e TEIXEIRA, 2003).

Na Figura 16, apresentam-se os valores, em kWh, do consumo de energia elétrica médio diário dos compressores da sala de máquinas. Eles foram apresentados separadamente do restante das etapas de abate, devido seu maior consumo de energia elétrica.

Na Tabela 20, estão ilustrados o consumo médio diário e o percentual inferior ao normatizado pela ANEEL (0,92) dos compressores da sala de máquinas.



Legenda

Sala de máquinas		
<b>C1</b> Compressor 1	<b>C3</b> Compressor 3	<b>C4</b> Compressor 4
<b>C5</b> Compressor 5	<b>C6</b> Compressor 6	<b>C7</b> Compressor 7

Figura 16 – Consumo médio diário (kWh) dos motores dos compressores da sala de máquinas

Tabela 20 – Percentual do consumo médio diário e do valor inferior ao normatizado pela ANEEL para fator de potência dos compressores da sala de máquinas

Compressor	Consumo médio diário de energia elétrica (%)	Fator de potência Percentual inferior a 0,92 (%)
<b>C1</b>	9,25	11,96
<b>C3</b>	13,23	3,26
<b>C4</b>	15,62	27,17
<b>C5</b>	15,56	3,326
<b>C6</b>	7,62	30,43
<b>C7</b>	38,72	7,61

Os compressores da sala de máquinas trabalham em linha, e são acionados dependendo da função da câmara que está sendo utilizada e das demandas. O compressor 7 (125 CV), que apresentou consumo médio diário de 38,72% é o mais utilizado (Tabela 20). Este compressor foi adquirido pela empresa há cerca de dois anos, (marca WEG, modelo 3 ~ 250 S, 1775 rpm, 220 V).

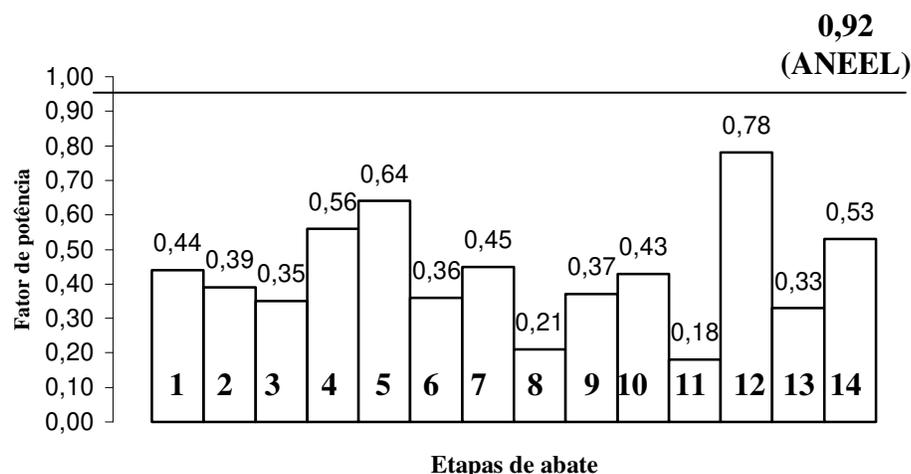
Observa-se a soma dos consumos médios diários de energia elétrica dos compressores 3, 4 e 5, que possuem uma potência total instalada de 200 CV, são somente 5,69% maior que o compressor 7.

Verifica-se que os compressores 1 e 6, são os que menos consomem energia elétrica, sendo responsáveis por 16,87%.

Com exceção do compressor 7, os outros cinco compressores são antigos e recebem manutenção irregular, e devido a isto, se espera que não utilizem a energia de forma racional. Alguns dos compressores foram instalados na implantação da empresa, há cerca de trinta anos. Para estes compressores são realizadas manutenções quando a empresa acha necessário.

Esta falta de atenção quanto à manutenção dos equipamentos contribuem para o desperdício de energia elétrica, com elevação de seu consumo e conseqüente aumento nos custos gerados como relatado por Neves Filho (1996) e Panesi (2000).

O fator de potência médio diário dos motores envolvidos nas etapas de abate e dos compressores das salas de máquinas são apresentados nas Figuras 17 e 18.



Legenda

Etapas de abate		
<b>1</b> Sala de espera e plataforma de bate	<b>2</b> Insensibilização	<b>3</b> Sangria
<b>4</b> Escaldagem	<b>5</b> Depenagem	<b>6</b> Nória de evisceração
<b>7</b> Mesa de evisceração	<b>8</b> Corte de pés	<b>9</b> Pré resfriador de carcaça
<b>10</b> Resfriador de carcaça	<b>11</b> Resfriador de subprodutos	
<b>12</b> Máquina de gelo	<b>13</b> Respingo	<b>14</b> Cortes

Figura 17 – Fator de potência médio diário por etapa do processo de abate

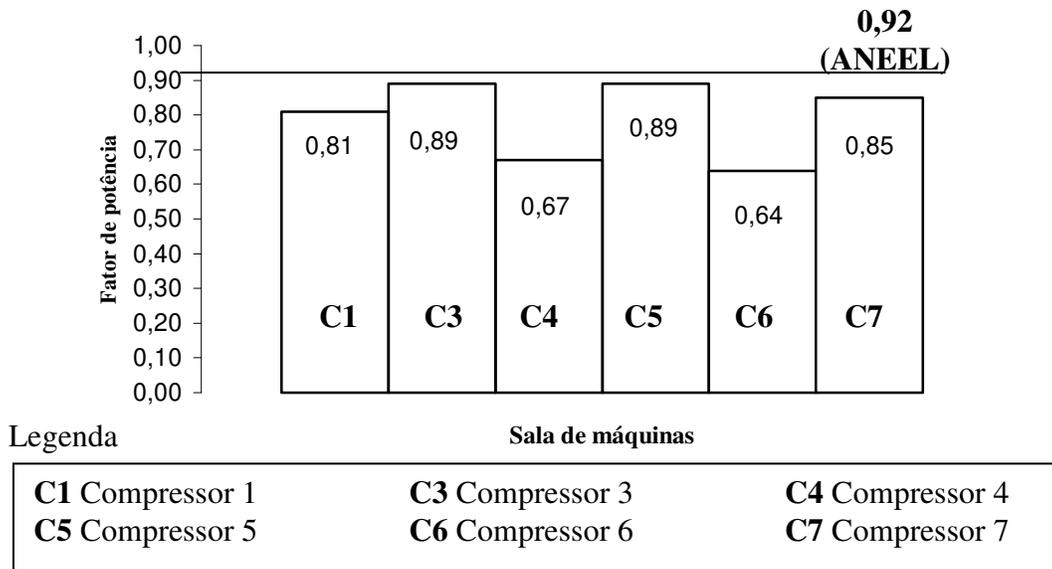


Figura 18 – Fator de potência médio diário da sala de máquinas

O fator de potência indica quanto da potência aparente está sendo transformado em potência ativa e reativa. Quanto maior o fator de potência, maior a quantidade de potência ativa transformada, sendo assim mais eficiente.

Como as empresas de fornecimento de energia cobram por potência ativa, para não sobrecarregar sua rede, o fator de potência do consumidor deve ser maior ou igual 0,92 (valor recomendado de acordo com legislação vigente da ANEEL).

Percebe-se pelas Figuras 17 e 18, que em nenhuma etapa do processo de abate e também nos compressores da sala de máquinas, o fator de potência alcança o valor mínimo recomendado pela ANEEL. Este segundo CPFL (2007) é um dos fatores que levam ao aumento nos custos de energia elétrica.

Nas etapas de processo de abate verifica-se que o fator de potência atinge valores mais críticos quando comparado com os valores encontrados na sala de máquinas. Supõe-se que isto ocorra devido aos motores utilizados no processo de abate serem na maior parte de pequenas potências, antigos e necessitando de manutenção.

Resultado semelhante foi encontrado por Bueno (2004); Sarubbi (2005) em análise do uso de energia elétrica para produção de frangos de corte e para produção de suínos, onde em ambos os estudos, foram encontrados valores de fator de potência dos motores elétricos abaixo de 0,92.

### 4.2.2.1 Avaliação dos motores elétricos nas etapas do processo de abate e sala de máquinas

De forma resumida e por local apresentam-se os valores do consumo médio diário de energia elétrica e do fator de potência, por local do processo de abate e da sala de máquinas (motores dos compressores), respectivamente nas Figuras 19 e 20.

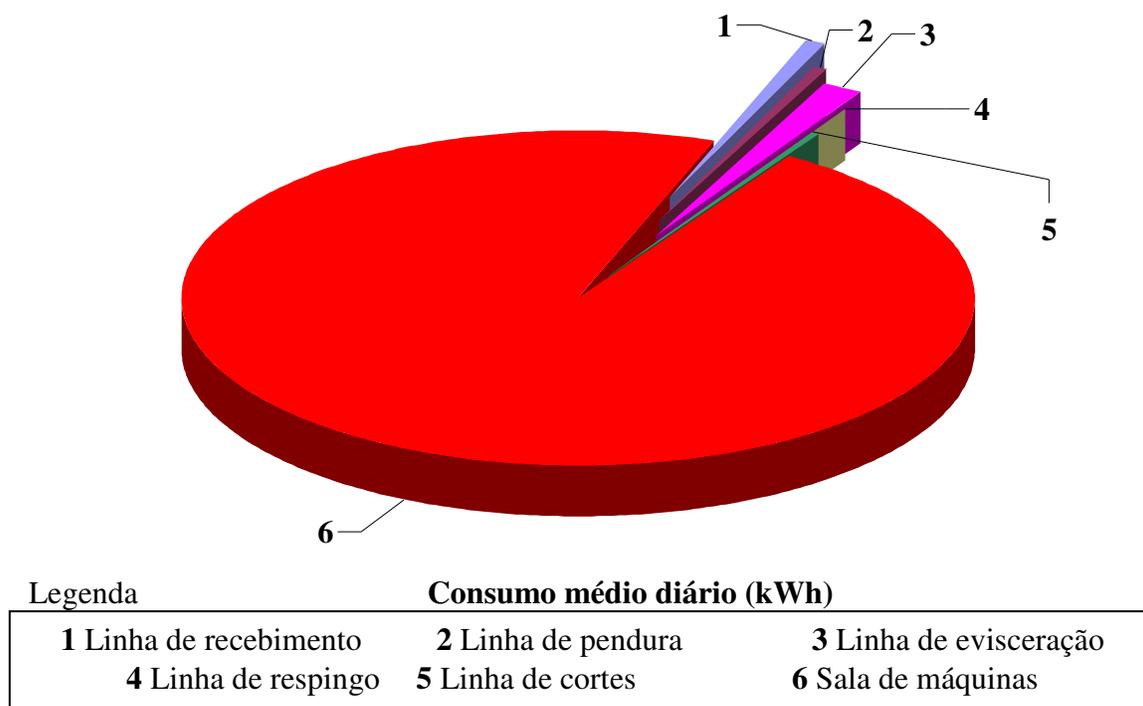


Figura 19 – Consumo médio diário de energia elétrica do frigorífico (kWh)

Os valores do consumo médio diário de energia elétrica, em kWh e percentagem, por local do processo de abate e da sala de máquinas são mostrados na Tabela 21.

Tabela 21 – Consumo médio diário dos motores dos compressores da sala de máquinas

<b>Local</b>	<b>Consumo médio diário de energia elétrica</b>	
	<b>(kWh)</b>	<b>(%)</b>
<b>1 Linha de recebimento</b>	28,30	0,79
<b>2 Linha de pendura</b>	20,66	0,58
<b>3 Linha de evisceração</b>	58,16	1,62
<b>4 Linha de respingo</b>	2,83	0,08
<b>5 Linha de cortes</b>	4,98	0,14
<b>6 Sala de máquinas</b>	3469,19	96,79

A sala de máquinas, onde se encontram instalados os seis compressores ativos do sistema de refrigeração, é responsável pelo maior consumo de energia elétrica, representando perto de 97% de todo o consumo de energia elétrica. Resultado semelhante foi encontrado em supermercados, onde 25% dependem de áreas refrigeradas e 30% de ar condicionado, sendo a cadeia do frio responsável por 55% do consumo de energia elétrica (PANESI, 2000). Fica claro que para se atingir um uso racional e conseguir diminuir o consumo de energia é neste local, principalmente, que se devem implantar ações para a conservação da energia.

De acordo com Panesi (2000) a substituição de equipamentos de refrigeração antigos por equipamentos com melhor performance energética seria uma das alternativas para redução no consumo de energia elétrica. Além de avaliar o correto balanço entre custos iniciais e de operação na escolha dos compressores, que segundo Asplund et al. (1995); Chagas (2000) é uma das etapas mais importantes na elaboração do projeto de uma instalação frigorífica.

Durante o período da pesquisa, foram verificadas falhas no uso das instalações frigoríficas, como o emprego de isolamento, ausência de cortinas nas portas e o empilhamento de produtos nas câmaras realizados de forma inadequada.

Como relata Teruel (1996); Neves Filho (2002) estas deficiências podem ocasionar o aumento da temperatura do ar no interior das câmaras, provocado pela infiltração de ar com temperatura mais elevada na câmara, formação de maior quantidade de gelo nos evaporadores e deficiente circulação de ar, conseqüentemente haverá o aumento do consumo de energia elétrica (STOECKER e JABARDO, 1994; TERUEL, 2002) e prováveis danos aos produtos com perda de qualidade.

Vários estudos mostram que a instituição de medidas de eficiência energética leva a redução do consumo de energia elétrica. Em uma empresa de congelados, medidas como reorganização de produção, substituição de lâmpadas, implantação de central de congelamento automatizado e substituição de *freezers* por câmara central de refrigeração, levaram a redução de 16% no consumo de energia elétrica (SEBRAE, 2005).

Langner (2004) implementou um programa de eficiência energética em uma rede de supermercados, onde 60% do consumo total de energia elétrica eram devido aos sistemas de refrigeração. Com a redução de consumo e demanda de energia elétrica, obteve uma economia em torno de 65.000,00 ao ano.

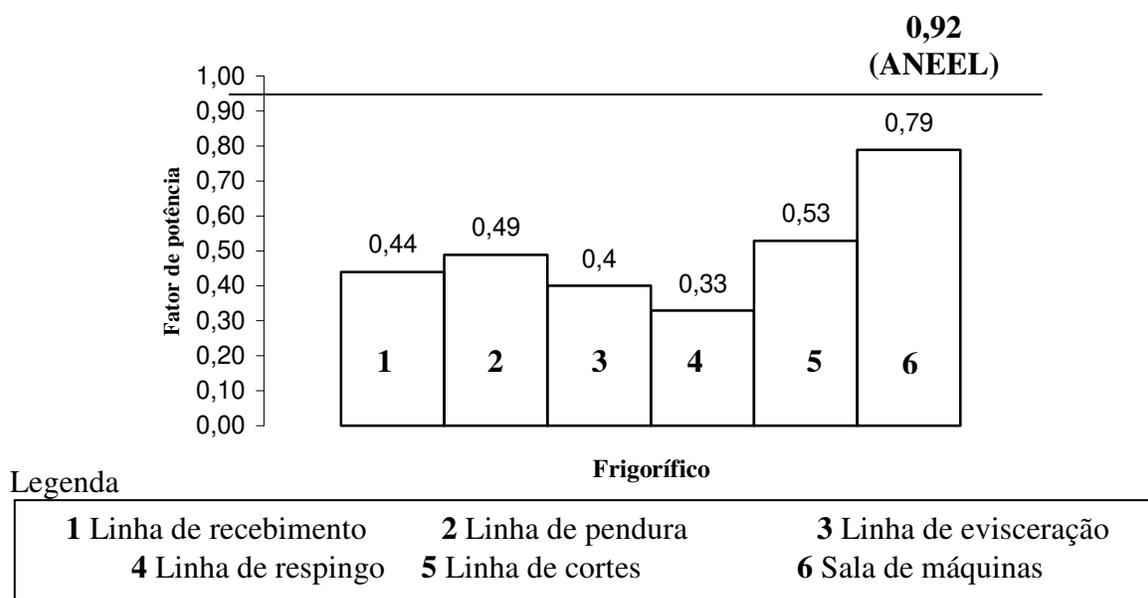


Figura 20 – Fator de potência médio diário do frigorífico

São apresentados na Tabela 22 o percentual inferior à 0,92 (ANEEL) para o fator de potência, por local do processo de abate e da sala de máquinas.

Tabela 22 - Percentual inferior à 0,92 (ANEEL) para o fator de potência, por local do processo de abate e da sala de máquinas

<b>Local</b>	<b>Fator de potência</b>
	<b>Percentual inferior a 0,92 (%)</b>
<b>1 Linha de recebimento</b>	51,17
<b>2 Linha de pendura</b>	46,74
<b>3 Linha de evisceração</b>	56,52
<b>4 Linha de respingo</b>	64,13
<b>5 Linha de cortes</b>	42,39
<b>6 Sala de máquinas</b>	14,13

Na avaliação geral, quanto ao fator de potência médio diário para os motores utilizados na área do frigorífico, observa-se que este parâmetro está abaixo do indicado pela legislação vigente. Desta forma, revela-se a necessidade de implantação de medidas do uso racional e conservação de energia elétrica nos equipamentos utilizados nas etapas de abate, processamento e sistemas de refrigeração. A adequação no sistema elétrico, visando a melhoria e qualidade do uso de energia elétrica, mantendo os benefícios que a mesma proporciona, leva conseqüentemente a redução dos custos (SALES e TEIXEIRA, 2003).

### **4.3 Análise dos Índices de Eficiência Energética**

Segundo dados armazenados, durante a pesquisa, o consumo médio semanal de energia elétrica no frigorífico é de 17.920,60 kWh, sendo que destes 17.345,95 kWh, ou seja, 96,79% são oriundos dos motores dos compressores da sala de máquinas. Desta forma para a realização do cálculo do fator de carga utilizou-se como base o consumo médio semanal de energia elétrica (kWh) referentes aos dos motores dos compressores. Já para o consumo específico (kWh.kg de carne de frango<sup>-1</sup>) usou-se como base em seu cálculo consumo médio semanal total de energia elétrica do frigorífico.

A base usada para calcular o consumo semanal médio, no período do experimento, foi a multiplicação do consumo diário médio pelos dias úteis que o frigorífico atua, que são de segunda a sexta feira, totalizando cinco dias.

O abate médio e a produção média semanal de carne de frango no frigorífico, obtidos através de dados do setor administrativo do mesmo, são de 175.000,00 kg e 122.500,00 kg

respectivamente, tendo em vista 30% de perda (quebra) na produção semanal. Na Tabela 23 são apresentados a demanda máxima registrada (kW), o consumo médio semanal (kWh) e o fator de carga por compressor. O consumo específico (kWh.kg de carne de frango<sup>-1</sup>), em uma semana típica de abate, é mostrado na Tabela 24.

Tabela 23 – Demanda máxima (kW) e fator de carga por compressor

<b>Compressor</b>	<b>Demanda máxima registrada (kW)</b>	<b>Consumo médio semanal (kWh)</b>	<b>Fator de carga</b>
1	31,08	1.605,25	0,17
3	46,54	2.295,50	0,41
4	26,58	2.710,15	0,85
5	64,67	2.697,95	0,35
6	22,96	1.320,60	0,48
7	96,89	6.716,50	0,58

Tabela 24 – Consumo específico (kWh.kg de carne de frango<sup>-1</sup>)

<b>Consumo específico (kWh.Kg de carne de frango<sup>-1</sup>)</b>	
<b>Frigorífico</b>	0,15

Dentre os aspectos que merecem mais atenção no gerenciamento de contas de energia elétrica está a melhoria do fator de carga, que varia de 0 a 1, e verifica quanto que a energia elétrica é utilizada de forma racional.

Os compressores 1 e 5 foram os que apresentaram fator de carga mais baixo, sendo respectivamente 80% e 59% menor em relação ao compressor 4, o qual mostrou o maior valor deste indicador entre todos os motores analisados, e é responsável por aproximadamente 16% do consumo de energia elétrica na sala de máquinas. Observou-se que o compressor 7, o qual consome cerca de 38% do consumo de energia elétrica na sala de máquinas, teve um fator de carga 32% menor que o maior valor encontrado (compressor 4).

Com um consumo próximo a 21% de toda a energia elétrica usada pelos compressores da sala de máquinas, os compressores 3 e 6, tiveram um fator de carga de 0,41 e 0,48, que em média são menores que o encontrado no compressor 4 em 48%.

Nota-se que no setor agropecuário há deficiência no uso de energia elétrica. Isto pode ser verificado através de estudos realizados por Bueno (2004); Sarubbi (2005) que encontraram valores de fator de carga baixos em granjas de frangos de corte e de suínos. Resultado semelhante foi verificado neste estudo, onde todos os compressores apresentaram valores baixos em relação a este fator, indicando uso ineficiente da energia neste local, já que segundo Alvarez (1998) quanto maior o fator de carga menor o custo de energia usada e mais adequado e racional é o uso da eletricidade. Isto pode ser visto na parcela de cálculo da fatura da tarifa verde, conforme equação 4.1.

$$FD_{pr} = DF_1.TD + \frac{DF_2.TD.P}{30} \quad (4.1)$$

Onde:

FD<sub>pr</sub> - Faturamento proporcional da demanda;

DF<sub>1</sub> - Demanda faturável no período inicial;

TD - Tarifa de demanda

DF<sub>2</sub> - Demanda faturável no período excedente

P - Período excedente a trinta dias

Fonte: Resolução n.º 456, de 29 de novembro de 2000-ANEEL (2000)

O consumo específico de energia elétrica foi de 0,15 kWh.kg de carne de frango<sup>-1</sup>. Em uma escala de produção ampla este valor pode ser significativo na somatória final dos custos gerados.

Este indicador, que é o consumo de energia por produto, tem importância, embora não equivalha exatamente à eficiência energética. O valor encontrado é um indicador do uso da energia elétrica e com a implementação de medidas voltadas a conservação de energia, este possivelmente pode ser menor. Cada frigorífico individualmente deve procurar medir os seus próprios consumos específicos e identificar meios de otimizá-los, principalmente através da melhoria de processos operacionais e de produtividade. Ficou evidente que existe a necessidade da racionalização de uso da energia, pois estes dois indicadores (fator de carga e

consumo específico de energia elétrica) podem atingir valores melhores em relação aos encontrados, desde que adotadas algumas soluções de operação. Esta etapa de modificação depende de uma avaliação econômica para que o responsável pela empresa decida realizá-la.

#### 4.4 Medição da iluminância

As áreas destinadas à inspeção veterinária são iluminadas com luz fria e cada luminária contém um protetor, para evitar contaminação por corpo estranho no produto em caso de acidente com as mesmas. A média das coletas realizadas para as duas áreas da inspeção veterinária foi de 682 Lux, valor que atende a portaria 210/1998/MAPA, que exige uma iluminação mínima de 500 Lux.

#### 4.5 Ambientes Refrigerados

Apresentam-se nas Tabelas 25 a 27 as dimensões, o material utilizado para isolamento, quantidade e tipo de lâmpadas das câmaras frigoríficas e do túnel de congelamento.

Tabela 25 – Dimensões das câmaras e túnel de congelamento

<b>Câmaras</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Largura (m)</b>
<b>C1</b>	2,78	8,20	4,80
<b>C2</b>	3,58	9,60	5,10
<b>C3</b>	3,43	10,30	5,60
<b>C4</b>	3,94	10,00	7,60
<b>TC</b>	3,65	12,58	2,70

Tabela 26 – Material utilizado no isolamento das câmaras e túnel de congelamento

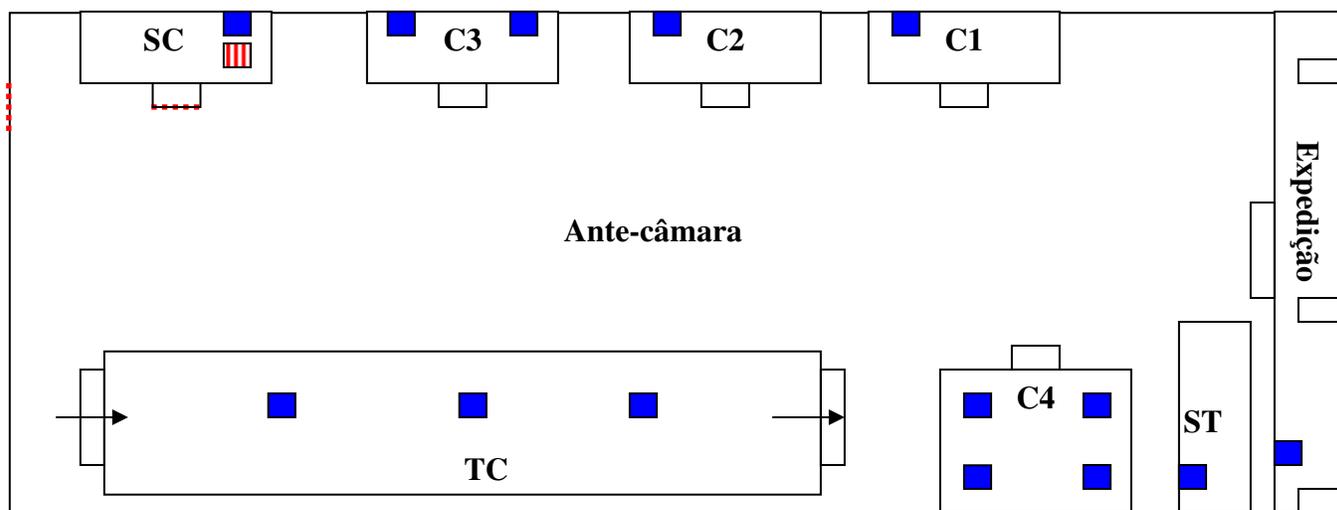
<b>Local</b>	<b>Material</b>	
<b>Câmaras</b>	<b>Paredes</b>	<b>Teto</b>
<b>C1</b>	Concreto	Poliuretano
<b>C2</b>	Concreto	1/3 concreto e 2/3 poliuretano
<b>C3</b>	Concreto	Poliuretano
<b>C4</b>	Concreto	Concreto
<b>TC</b>	Poliuretano	Poliuretano

Foram recentemente substituídos o isolamento dos tubos refrigerantes (amônia) das câmaras frigoríficas, da sala de cortes e do túnel de congelamento, sendo de poliuretano com densidade  $35\text{kg m}^{-3}$  revestidos por manta de alumínio densidade de 0,6 a 0,7 mm.

Tabela 27 – Lâmpadas instaladas no frigorífico

Local Câmaras	Lâmpadas	
	Quantidade	Tipo
C1	2	Incandescente
C2	3	Incandescente
C3	3	Incandescente
C4	3	Incandescente
TC	3	Fluorescente
SC	9	Fluorescente
ST	4	Fluorescente

A Figura 21 ilustra a área do tendal, localização dos evaporadores, portas e cortinas de ar.



Legenda:



TC: Túnel de congelamento    ST: Sala de tempero    SC: Sala de cortes e embalagem  
 C1: Câmara 1    C2: Câmara 2    C3: Câmara 3    C4: Câmara 4

Figura 21 - Croqui das salas climatizadas

Separando a sala de evisceração e a ante-câmara há uma cortina de ar, assim como na entrada da sala de corte, que possui a função de evitar entrada de ar com temperatura mais alta, provindos da sala de evisceração. A medição da temperatura do ar dos ambientes refrigerados, realizada pelo estabelecimento, é feita através de termopares (24 AWG, Co-Cu) que ficam localizados acima da porta de entrada das câmaras e túnel de congelamento. Na sala de cortes e embalagem, é utilizado um termômetro de mercúrio padrão localizado há 1 metro do piso na parede lateral esquerda. Na sala de tempero e na expedição não há nenhum tipo de medição ou controle.

Nos locais onde há medição da temperatura do ar, com exceção da sala de cortes e embalagem, está localizado um termômetro digital na parte externa ao lado da porta. Os funcionários responsáveis pelo controle de qualidade realizam a coleta dos valores de temperatura do ar, de todos os ambientes refrigerados, uma vez ao dia, antes do início do abate, horário este que as câmaras ainda não começaram a ser abertas.

#### **-Manejo de entrada e saída de produtos das câmaras de armazenamento e expedição**

No período de 24 a 28 de Julho de 2006 foi observado, durante os turnos de abate do frigorífico, o manejo de entrada e saída de produtos das câmaras frigoríficas e do túnel de congelamento, empilhamento de produtos dentro das câmaras, horário da realização do degelo e períodos considerados críticos em relação à oscilação de temperatura. Foram observados os seguintes itens relacionados:

- Desligamento do sistema de operação das câmaras frigoríficas: aos sábados as 21:00h, é desligado sendo ligado aos domingos as 09:00h.
- Falta de isolamento nas tubulações.
- Portas: borracha em mal estado, e constantemente abertura muitas vezes sem necessidade.
- Ausência de cortina de ar nas câmaras.
- Acúmulo de gelo nos evaporadores, e conseqüentemente, diminuição da área de troca de calor e aumento do consumo de energia. O isolamento das paredes encontram-se em mal estado e com o com formação de condensação.
- As caixas de produtos são empilhadas embaixo do evaporador e os *palletes* são encostados nas paredes, o que dificulta a circulação do ar. Acúmulo excessivo de água nos drenos externos das câmaras, sendo perigoso para operadores e aumentando os riscos de contaminação e desenvolvimento de microrganismos.

- Na sala de máquinas as tubulações de refrigerante estão em mal estado de conservação.

A formação de gelo excessiva nos evaporadores e paredes deve estar sendo provocada pela abertura constante das portas e falhas no isolamento das câmaras. Pode ser que a realização do degelo duas vezes por dia provoque aumento da temperatura da câmara e dos produtos, aumentando a carga térmica. Pressupõe-se que um sistema operando em adequadas condições não necessita mais que um degelo por dia.

A capacidade de armazenamento das câmaras frigoríficas neste período (24 a 28 de julho de 2006) estava sendo totalmente utilizada. O túnel de congelamento, no dia 27 de julho, foi utilizado com finalidade de armazenar produtos cárneos que deveriam ir para as câmaras de resfriamento.

As Figuras 22 e 23 mostram as imagens das câmaras do frigorífico, ilustram alguns dos itens observados no período estudado.



Figura 22 – Exemplo de armazenamento na câmara de resfriamento



Figura 23 – Túnel de congelamento

Devido à falta de câmaras para armazenamento, no dia 28 de julho de 2006 não houve abate, e sim reorganização do estoque e expedição. Foi também utilizado para realização de higienização e sanitização em todas as áreas utilizadas para o abate. A reorganização do estoque iniciou-se próximo às 8:30h, e a partir deste horário as câmaras, que estavam acionadas, mantiveram suas portas abertas durante o período da manhã e os valores de temperatura encontrados neste dia foram maiores quando comparados aos dias anteriores estudados. Este dia foi considerado na análise dos valores de temperatura por ser um processo rotineiro neste frigorífico.

#### **4.5.1 Sala de cortes e embalagem (SC) e Sala de tempero (ST)**

A comparação da média horária da temperatura da sala de cortes e embalagem é apresentada na Tabela 28. Na tabela 29 é mostrado a medição da temperatura média do ar da sala de tempero.

Tabela 28 – Comparação das médias horárias da temperatura na sala de cortes e embalagem (Tukey 95%)

<b>Medição</b>	<b>SC (°C)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>A</b>	13,3a	±0,2
<b>B</b>	13,3a	±0,4

Legenda:

A: temperatura medida pelo frigorífico

B: temperatura medida durante a pesquisa

Médias com letras diferentes visualizadas em coluna: diferença significativa a nível de 5%

Tabela 29 – Média horária da temperatura na sala de tempero (ST)

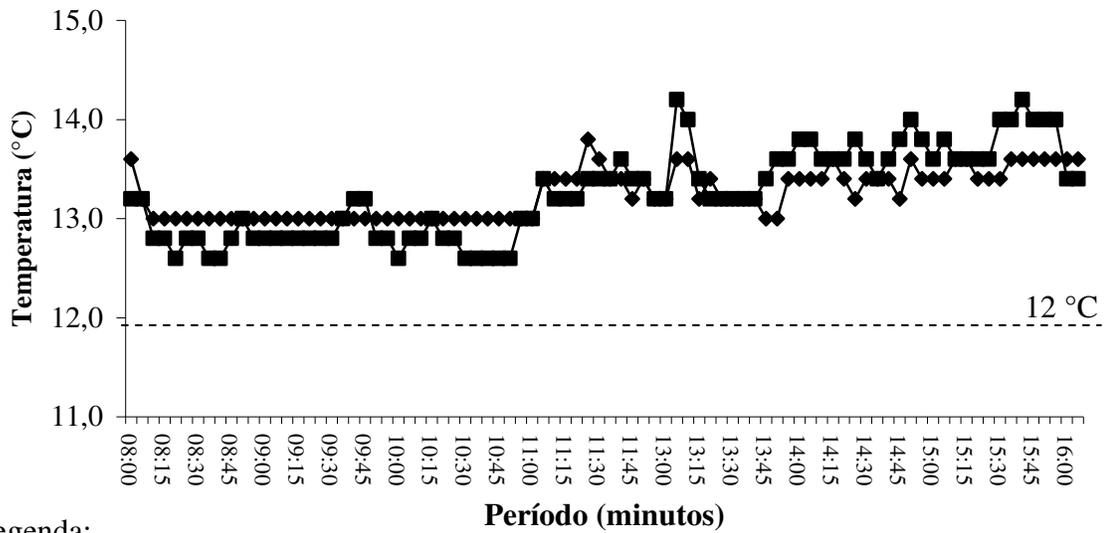
<b>Medição</b>	<b>ST (°C)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Temp.</b>	16,3	±0,5

Legenda:

Temp.: temperatura medida durante a pesquisa

Nas Figuras 24 e 25 são mostrados o comportamento da temperatura do ar da sala de cortes e embalagem e da sala de tempero, respectivamente.

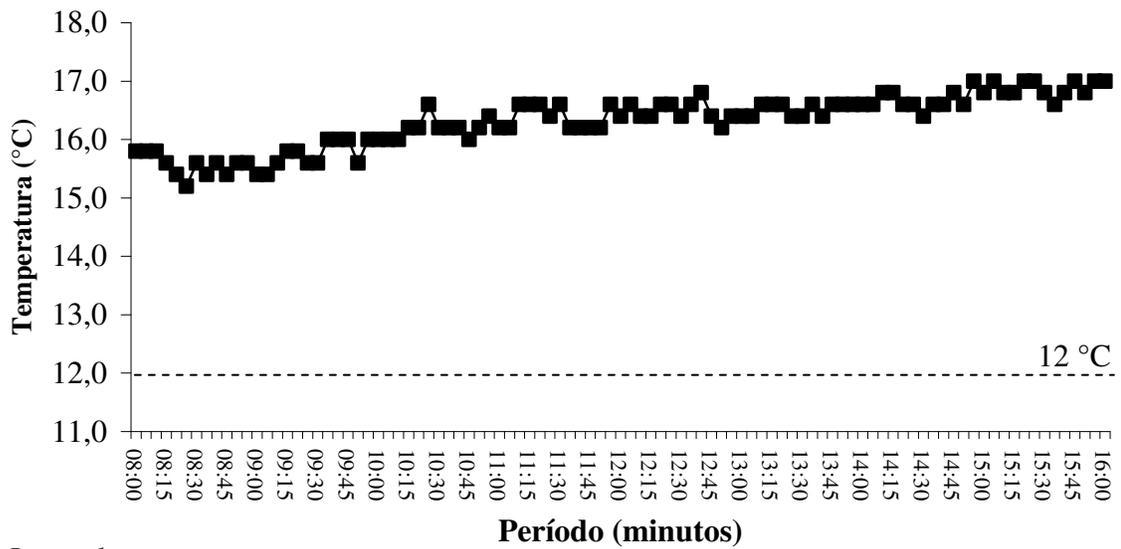
### SC



- Legenda:
- ◆ TMF: temperatura medida pelo termopar do frigorífico
  - TMP: temperatura medida pelo termopar da pesquisa

Figura 24 - Comportamento da temperatura (SC)

### ST



- Legenda:
- TMP: temperatura medida pelo termopar da pesquisa

Figura 25 - Comportamento da temperatura (ST)

Verificada a não existência de diferença estatística entre os valores de temperatura do ar (Tabela 28) supõe-se que o termômetro de mercúrio usado pelo frigorífico está calibrado. No entanto a temperatura da sala de cortes e embalagem encontra-se 1,3°C maior do que exige a portaria 210/1998/MAPA que é de 12°C.

A sala de tempero não tem medição de temperatura pela empresa e não é climatizada. Assim, para realização dos valores médios da temperatura e avaliação de seu comportamento, foram utilizados o período de medição feita pelo *Field logger*, que ocorreu das 8:00h às 16:00h, sem o intervalo para o almoço.

A temperatura da sala mantém-se pela localização, que fica próxima as câmaras 1 e 4 e ao túnel de congelamento. Desta forma, quando as portas das câmaras e do túnel de congelamento são abertas, a temperatura da sala de tempero abaixa, supondo-se ocorrer devido ao ar frio provindo das câmaras e do túnel.

Como observado na Tabela 29, a temperatura média da sala de tempero foi de 16,3 ( $\pm$  0,5)°C, ultrapassando 4,3°C do valor recomendado pela portaria 210/1998/MAPA, que é de 12°C.

É de se supor que exista o risco de contaminação por microrganismos nos alimentos manipulados nestas salas (SC e ST), onde ocorre o contato dos funcionários com os produtos. Desta forma implantação do sistema APPCC (MEAD, 2004) é importante em indústrias alimentícias, particularmente devido a falta de conhecimentos em relação aos cuidados higiênico-sanitários na maioria das pessoas envolvidas na manipulação de alimentos (TOSIN e MACHADO, 1995).

O interrompimento da cadeia do frio, com este aumento de temperatura, em ambas as salas (SC e ST), trará a possibilidade de ocorrer multiplicação bacteriana. Estas temperaturas acima dos limites exigidos pela portaria podem diminuir o tempo de vida útil dos produtos (cortes ou temperados) (STOECKER e JABARDO, 1994; HONÓRIO e MORETTI, 2002), podendo aumentar o tempo de geração, e conseqüentemente acelerar a multiplicação microbiana (FELLOWS, 1994).

Pela Figura 24 nota-se que o comportamento da temperatura da sala de cortes se mantém estável no período da manhã. Entretanto foram observadas variações encontradas no período do primeiro degelo diário (aproximadamente 8:00h às 8:20h) com queda de 0,6 °C,

entre 8:25h e 8:50h com média de 12,8 ( $\pm 0,2$ )°C e também das 9:30h às 10:45h com 12,8 ( $\pm 0,2$ )°C. Estes valores observados, com exceção do período do degelo, são 3,8% menores do que a média encontrada para toda a análise. Nota-se um aumento médio no valor da temperatura de 0,6 °C no período das 11:00 às 11:40h em relação a média de temperaturas citadas anteriormente.

Após o período do almoço dos funcionários, entre 13:00h às 13:15h, verifica-se um aumento na temperatura com valor médio de 13,7 ( $\pm 0,5$ )°C, que diminui 1,0°C a medida em que o fluxo de entrada e saída de produtos nas câmaras retorna.

Percebe-se que as flutuações, nos valores médios da temperatura, no período da tarde recomeçam. Entre 13:40h e 15:05h a temperatura média foi de 13,7 ( $\pm 0,2$ )°C, maior que a média encontrada no período da manhã em aproximadamente 0,8 °C, ou seja 1,7°C maior do recomendado pela portaria 210/1998/MAPA. Entre 15:25h e 15:50h nota-se um novo aumento de 0,4°C. Após este período não havia mais manipulação de produtos nesta sala.

Essas variações no comportamento da temperatura da sala de cortes, observadas durante o estudo, ocorrem possivelmente devido a seu evaporador não ser acionado constantemente e o valor da temperatura no seu interior ser dependente de como será o fluxo de entrada e saída de produtos nas câmaras de resfriamento, câmara de congelamento e o túnel de congelamento.

Como foi verificado durante todo o período do estudo, a temperatura da sala de tempero, se manteve acima da recomendada pela portaria 210/1998/MAPA (Figura 25), supondo-se desta maneira haver perda de qualidade ou até mesmo a perda total dos produtos, além de conseqüentemente levar a risco na segurança alimentar, podendo trazer prejuízos a empresa e também a saúde dos consumidores.

Verifica-se aumento nos valores médios da temperatura, principalmente entre 11:50h às 12:50h (horário aproximado de almoço dos funcionários), período este em que as portas das câmaras e do túnel de congelamento se mantiveram fechadas, em cerca de 0,2°C em relação a média de temperatura encontrada nesta sala e desta forma 4,4°C aquém do indicado pela portaria 210/1998/MAPA

Bleinroth (1992) cita que tais flutuações de temperatura podem resultar no crescimento de fungos e conseqüentemente no desenvolvimento de doenças.

Porto (1986) afirma que o aumento de temperatura é particularmente importante para o grupo dos psicrotróficos. Desta forma, flutuações na temperatura do ar, mesmo em períodos limitados, pode ser suficiente para população microbiana aumentar, diminuindo desta forma a vida útil do produto.

Presume-se que há o perigo de contaminação por microrganismos nos alimentos nestes ambientes, onde realizam-se os cortes, embalagem e temperos, havendo contato direto dos funcionários com os produtos. Segundo Tosin e Machado (1995), há falta de conhecimento relativo aos cuidados higiênico-sanitários na maioria das pessoas envolvidas na manipulação de alimentos, assim sendo de extrema importância a implantação do sistema APPCC (MEAD, 2004).

Além do que, as etapas de corte, embalagem e temperos são relatadas em favorecer a colonização dos tecidos por microrganismos deteriorantes e patogênicos (Senai, 1999; Franco e Landgraf, 1996).

#### 4.5.2 Câmaras de resfriamento (C1, C2 e C4)

Na Tabela 30 apresenta-se a comparação de médias de temperatura de cada câmara de resfriamento e na Tabela 31 a comparação de médias entre as temperaturas destas câmaras.

Tabela 30 – Comparação das médias horárias da temperatura (Tukey 95%)

Medição	Câmaras					
	C1 (°C)	Desvio Padrão	C2 (°C)	Desvio Padrão	C4 (°C)	Desvio Padrão
A	2,3a	0,3±	1,7a	0,3±	1,9a	0,4±
B	1,7b	0,4±	2,3b	0,5±	2,3a	0,7±

Legenda:

A: temperatura medida pelo frigorífico

B: temperatura medida durante a pesquisa

-Médias com letras diferentes: diferença significativa a nível de 5%

Identificando-se diferença estatística nos valores de temperatura do ar, entre os respectivos termopares das câmaras 1 e 2, presume-se que os termopares do frigorífico, nestas câmaras de resfriamento, não estão com calibração adequada (Tabela 30), indicando a necessidade de calibração ou instalação de termopares novos. De acordo com o sistema

APPCC é recomendável a calibração dos instrumentos utilizados para medição de temperatura periodicamente (RIBEIRO e ABREU, 2006; PORTARIA 46/MAPA,1998).

A medição da temperatura do ar só pode ser realizada por equipamentos calibrados. A falta de controle na temperatura de conservação dos alimentos pode ocasionar perda econômica e nutricional, comprometimento da segurança sanitária e alterações nas características sensoriais dos alimentos (LIMA, 2001; GÓES et al., 2004). Assim, através de um controle rigoroso da temperatura, o tempo de vida útil da maioria dos produtos pode ser aumentado (STOECKER e JABARDO, 1994; HONÓRIO e MORETTI, 2002).

Os produtos armazenados nestas câmaras são resfriados, e de acordo com Borges e Freitas (2002) um dos fatores que auxiliam na qualidade e segurança microbiológica é o controle desenvolvido durante o seu armazenamento.

A utilização de termopares com falta de calibração pode resultar em medições com valores irreais da temperatura, podendo ser maiores do que aqueles que realmente ocorrem. Desta forma, sem este devido controle, há o risco de ocorrer o desenvolvimento de microrganismos (PIERSON e CORLETT JR.,1992; JAMES et al., 1993; FRANCO e LANDGRAF,1996; SILVA, 1998; FIGUEIREDO et al., 2003) que causarão queda na qualidade ou perda total de produto. Além disto estes produtos cárneos podem estar envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos, que como relata Valeriano et al. (2003) a carne de aves é considerada uma das principais veiculadoras de toxinfecções alimentares.

Tabela 31 – Comparação das médias horárias da temperatura (Tukey 95%)

<b>Câmara</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>C1</b>	1,7a	±0,4
<b>C2</b>	2,3a	±0,5
<b>C4</b>	2,3a	±0,7

Legenda:

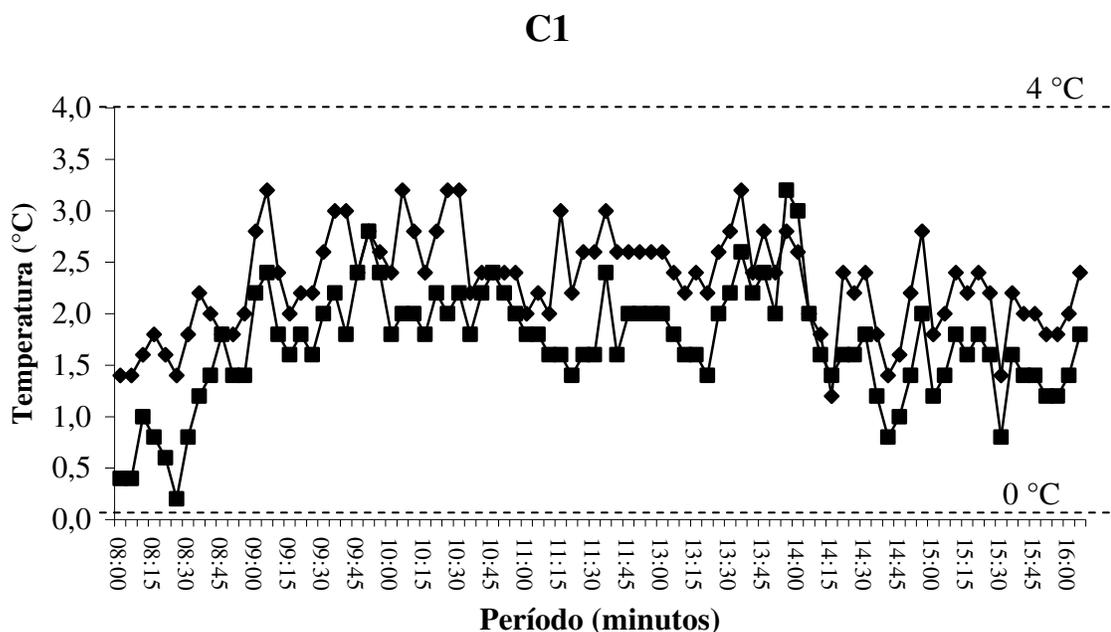
-Médias com letras diferentes: diferença significativa a nível de 5%

A não identificação de diferença significativa, entre os valores médios de temperatura, das câmaras de resfriamento, apresentados na Tabela 31, indica que independente do produto a ser mantido resfriado e sua capacidade de armazenamento, há uma grande rotatividade de

produtos, com conseqüente abertura de portas e desestabilização da temperatura do ar interno. Outro fator preponderante seria o empilhamento de produtos feito de forma irracional e a ausência de cortinas de ar em todas as câmaras estudadas

Figueiredo et al. (2003) cita que a temperatura tem influência na multiplicação bacteriana e Carvalho et al. (2005) encontrou produtos avícolas refrigerados contaminados por microrganismos. Presume-se que esta rotatividade de produtos, sem supervisão em relação à forma de empilhamento e também em relação à abertura de portas, leve ao desenvolvimento de microrganismos, com conseqüente queda na qualidade do produto, riscos a segurança alimentar e mesmo perdas econômicas (LIMA, 2001; GÓES et al., 2004).

O comportamento da temperatura das câmaras de resfriamento é mostrado nas Figuras 26, 27 e 28 respectivamente.



- Legenda:
- ◆ TMF: temperatura medida pelo termopar do frigorífico
  - TMP: temperatura medida pelo termopar da pesquisa

Figura 26 - Comportamento da temperatura (C1)

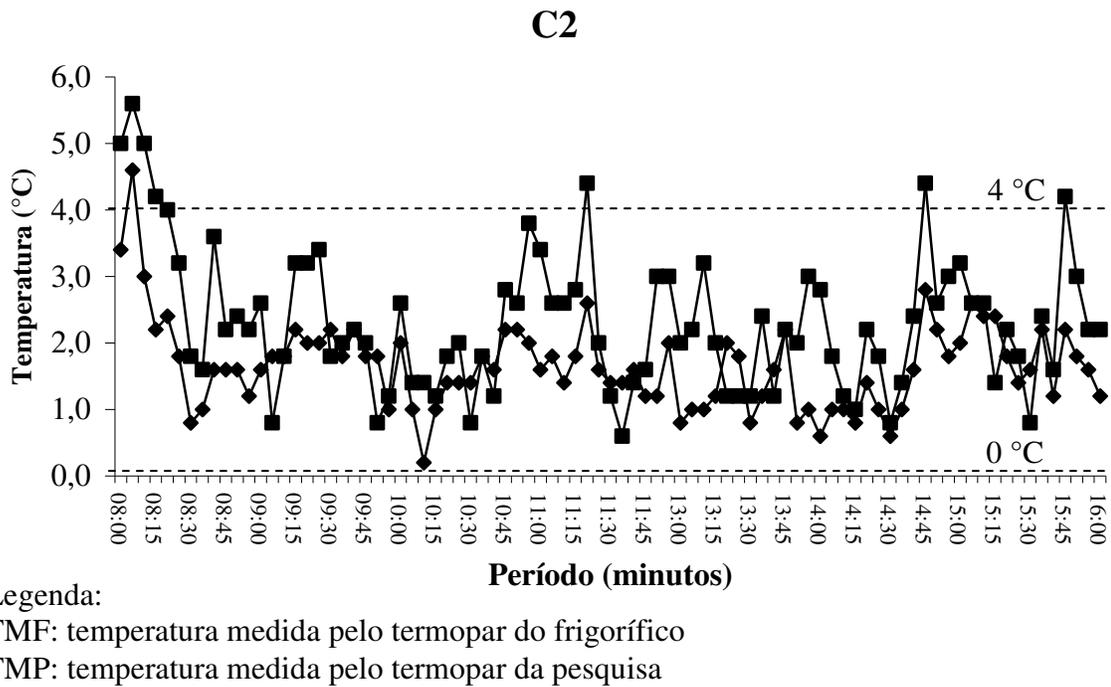


Figura 27 - Comportamento da temperatura (C2)

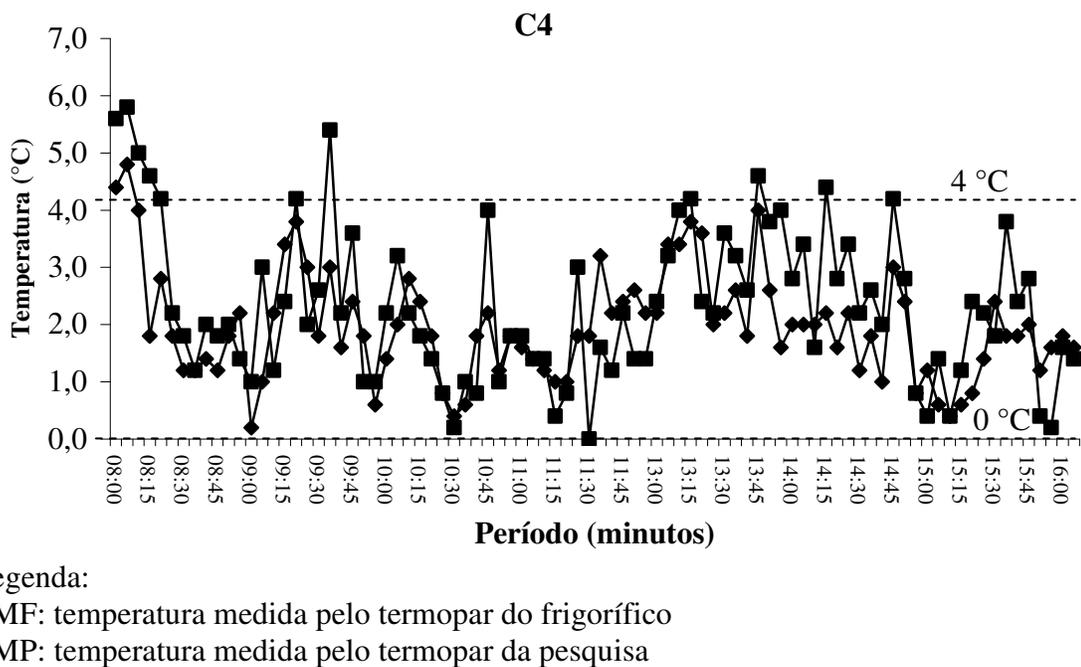


Figura 28 - Comportamento da temperatura (C4)

Nota-se que há variação no comportamento da temperatura em todas as câmaras analisadas (Figuras 26, 27 e 28).

A câmara 1 (Figura 26) foi a única, que durante as oscilações dos valores de temperatura do ar, não ultrapassou o limite superior exigido pela portaria 210/1998/MAPA, que recomenda uma faixa de 0° a 4 °C.

Observa-se que a temperatura sofre oscilações no período que o primeiro degelo diário é realizado (entre 8:00h às 8:10h ), onde aumenta cerca de 0,6°C e então começa a diminuir novamente. Entretanto as maiores flutuações no comportamento da temperatura ocorrem durante a entrada e saída de produtos de dentro da câmara. Verifica-se um aumento de 1,1°C após o início das atividades nas câmaras pelos funcionários, entre 8:25h às 8:45h. Nova oscilação pode ser notada entre 9:00h e 9:45h, onde a temperatura varia em 1,2°C com média de 2,4 ( $\pm 0,4$ )°C.

Percebe-se uma variação de 1,0°C entre 10:40h e 11:30h, com média de 1,9 ( $\pm 0,4$ )°C. No horário do almoço, onde as câmaras permanecem fechadas e a temperatura se estabiliza, não houve medição dos termopares do frigorífico. Porém nota-se que ao retornar as atividades a temperatura da câmara está 0,6 °C menor que a encontrada as 11:55h que era de 2,0°C.

No período seguinte observa-se que a temperatura aumenta e iniciam-se novamente as oscilações. Em um período de 40 minutos (13:20h às 14:00h) a temperatura variou em 1,2 °C, oscilando de 2,0° a 3,2 °C. O mesmo comportamento pode ser observado das 14:25h às 16:00h, onde o menor valor médio foi 0,8°C e o maior 1,8 °C. O segundo degelo do dia ocorre sempre após as 16:00h e não foi verificado manualmente, entretanto como é realizado da mesma forma, supõe-se que siga o mesmo comportamento do ocorrido pela manhã.

A câmara 2 apresenta flutuações no comportamento da temperatura interna do ar (Figura 27). Em vários períodos durante o estudo mostra temperatura média acima do limite superior recomendado pela portaria 210/1998/MAPA. Nestes períodos incluem-se o da realização do primeiro degelo diário, onde a temperatura, das 8:00h às 8:30h, chegou a 5,6 °C com média de 4,1 ( $\pm 1,3$ )°C.

Entre 8:40h e 9:55h, observa-se uma variação de 2,8°C, com média de 2,21 ( $\pm 0,9$ )°C. Com comportamento semelhante entre 10:40h e 11:35h (55 minutos) verifica-se que a temperatura média do ar oscilou em 3,8°C, com média de 2,5 ( $\pm 1,1$ )°C. Percebe-se que neste período o valor mais alto da temperatura, 4,4°C, foi às 11:20h e o mais baixo, 0,6 °C, às 11:35.

Em apenas 20 minutos, das 11:35h às 11:55h, o valor médio da temperatura aumentou em 2,8°C.

Após o intervalo de almoço dos funcionários, a temperatura da câmara inicia-se em 2,0°C. Esta começa a oscilar novamente e entre 13:05h e 16:00 a temperatura varia em 3,6°C, com média de 2,2 ( $\pm 0,9$ ) °C, sendo que as 14:45h e 15:45h o valor médio da temperatura ultrapassou o limite máximo da portaria 210/1998/MAPA em média 0,3°C.

Na análise do comportamento dos valores médios de temperatura da câmara 4 (Figura 28) oscilações foram observadas, sendo semelhante ao comportamento da temperatura das câmaras anteriores. Da mesma forma que a câmara 2, no período que é realizado o primeiro degelo diário, nota-se um aumento da temperatura interna do ar, que em 45 minutos apresenta uma variação de 4,6°C, onde diminui de 5,8° para 1,2°C.

Tendo início o fluxo de entrada e saída de produtos desta câmara os valores médios da temperatura começam a apresentar flutuações. Observa-se que das 8:50h às 9:50h a média da temperatura foi de 2,4 ( $\pm 1,3$ )°C com uma variação em 50 minutos de 4,4°C. Comportamento semelhante verifica-se das 10:00h às 10:40h, onde a temperatura oscilou em 3,2°C, com média de 1,7 ( $\pm 1,2$ )°C.

Retornando as atividades no período da tarde, observa-se que as flutuações voltam a ocorrer. Apresentando valor médio de 3,4 ( $\pm 0,9$ )°C, o período das 13:05h às 13:40h mostrou dois picos, onde a temperatura ultrapassa o limite superior da portaria 210/1998/MAPA em média 0,4°C.

Percebe-se nova oscilação entre as 15:15h e 15:50h que apresentou média dos valores da temperatura de 2,0 ( $\pm 1,2$ )°C com variação de 0,2° a 3,8°C. Os menores valores de temperatura, neste intervalo citado anteriormente, ocorreram próximo ao final das etapas de abate.

As oscilações de temperatura observadas nas três câmaras de resfriamento possivelmente ocorrem devido ao mal estado de conservação das borrachas das portas e sistema de isolamento das câmaras, ausência de cortinas de ar nas portas, as quais são abertas de forma desordenada e sem qualquer controle, além de ausência de supervisão em relação ao armazenamento, como a forma inadequada de empilhamento de produtos dentro das câmaras e a realização de dois ciclos de degelos diários. Possivelmente, as variações de temperatura do

ar no interior destas câmaras poderiam ser evitadas, seguindo orientações descritas por Teruel (1996); Neves Filho (2002).

A carne é o meio de cultura ideal para o desenvolvimento microbiano (PIERSON e CORLETT JR., 1992) e a carne de frangos está frequentemente relacionada como veiculadora de doenças de origem alimentar (VALERIANO et al., 2003), que podem ser causadas por bactérias patogênicas (SILVA, 1998; JAMES et al., 1993). Particularmente as toxinfecções causadas por *Salmonella spp.*, que nos últimos trinta anos teve um aumento significativo, mesmo em países com excelentes serviços de saúde (SILVA, 1998).

Flutuações de temperatura, com pequeno aumento da mesma, podem ser suficientes para população microbiana aumentar, como fungos e bactérias, em especial as bactérias do grupo psicotróficos, que se reproduzem lentamente em temperatura de 0° a 10°C (PORTO, 1986; BLEINROTH, 1992; FUNG, 1996). Segundo Roça et al. (1994) o tempo e a temperatura de armazenamento afetam a vida de prateleira de produtos elaborados com carne de frango.

O fato do valor da temperatura interna do ar ultrapassar os valores recomendados pela portaria 210/1998/MAPA levam a suposições do possível desenvolvimento de microrganismos patogênicos ou não. Como relata Gill (1986) os valores para o crescimento microbiano não são exatos. Brown (1982) cita que as temperaturas mínimas de crescimento bacteriano seriam de 5 °C para *Salmonella spp.*, 6 °C para *Staphylococcus aureus*; 6,5 °C para *Clostridium perfringens*, e 10 °C para *Clostridium botulinum*. Além do possível desenvolvimento de fungos (BLEINROTH, 1992).

Não se respeitando a faixa de temperatura recomendado pela portaria 210/1998/MAPA presume-se que há risco da contaminação e desenvolvimento de *Salmonella spp.* que pode ser responsável por surtos de toxinfecções alimentares em humanos. A veiculação desta bactéria e sua freqüente associação com a carne de frango podem ser constatadas por estudos realizados por Rampling et al. (1989); Rodrigue (1990); Sakai e Chalermchaikit (1996); Costa (1996); Ward e Threlfall (1997); Gonçalves et al. (1998).

Através destes estudos, pode supor-se que com as oscilações da temperatura que ocorrem nas câmaras de resfriamento, haja possibilidade para o desenvolvimento de microrganismos com conseqüente risco a saúde dos consumidores, diminuição na qualidade e prazos de validade, com prejuízos econômicos devido à perda de produtos.

Entretanto, observa-se que as câmaras de resfriamento atendem aos requisitos da portaria 210/1998/MAPA, mesmo quando verificado que as câmaras 2 e 4 apresentam variações nos valores de temperatura maiores quando comparados aos da câmara 1. Segundo Gill (1986) os limites das temperaturas para o crescimento microbiano não são exatos. Desta forma, presume-se que esta larga faixa de temperatura que a norma admite, permita que o produto passe por variações constantes de temperatura com conseqüente diminuição da qualidade do resfriamento e da qualidade do produto.

#### 4.5.3 Câmara de congelamento/estocagem (C3) e túnel de congelamento (TC)

Tabela 32 – Comparação das médias horárias da temperatura da C3 e do TC (Tukey 95%)

Medição	C3 (°C)	Desvio Padrão	TC (°C)	Desvio Padrão
A	-17,1a	±1,3	-21,4a	±0,6
B	-14,9b	±1,0	-20,1b	±1,3

Legenda:

A: temperatura medida pelo frigorífico

B: temperatura medida durante a pesquisa

-Médias com letras diferentes visualizadas em colunas: diferença significativa a nível de 5%

Pelos dados obtidos com a medição do termostato, usado pelo frigorífico e o instalado pela pesquisa (Tabela 32), verificou-se haver diferença estatística entre as médias dos termostatos, tanto da C3 como do TC. Constatou-se que o valor médio da temperatura desta câmara é aproximadamente 3,1°C acima do recomendado pela portaria 210/1998/MAPA, que é de -18°C. Observou-se que a média de temperatura, do túnel de congelamento, ficou cerca de 10°C, acima de -30°C, valor este recomendado pela portaria 210/1998/MAPA.

Um dos pré-requisitos para implantação do sistema APPCC é a calibração dos instrumentos utilizados para medição de temperatura periodicamente (RIBEIRO e ABREU, 2006; PORTARIA 46//MAPA, 1998).

Stoecker e Jabardo (1994) relatam que um controle rigoroso da temperatura interna do ar proporciona maior vida útil dos produtos. Para que isto ocorra, um requisito fundamental é a calibração adequada dos equipamentos utilizados para medição da temperatura. Góez et al. (2004); Lima (2001) atribuem como conseqüência a falha no controle de medição de

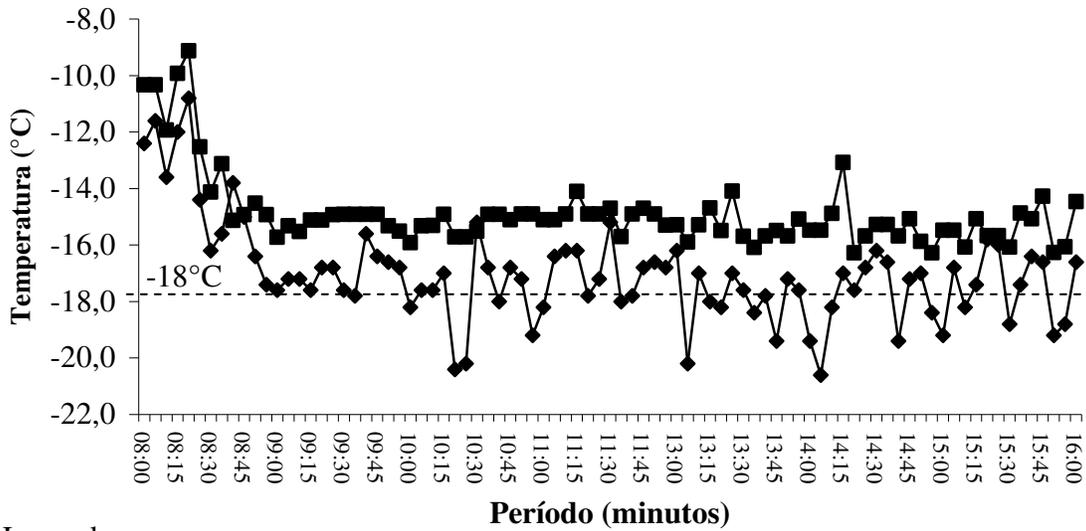
temperatura, perda econômica e nutricional, comprometimento da segurança sanitária e alterações nas características sensoriais dos alimentos. Desta forma, o congelamento, que é considerado segundo Paine e Paine (1983); Robertson (1992), Stoecker e Jabardo (1994); Pardi et al., (1995); Neves Filho (2000) a forma de conservação, a longo prazo, que menor deprecia a qualidade nutritiva e sensorial da carne “in natura” perde seu objetivo.

Com estes valores irreais medidos pelos termostatos do frigorífico, pressupõe-se que temperaturas além da permitida pela portaria 210/1998/MAPA possam ser ignoradas e como cita Sarantópoulos et al. (2001) poderá haver células viáveis de microrganismos que continuarão com seu crescimento durante o processo congelamento (TC) e de armazenagem (C3) dos produtos e como relatado por Valeriano et al. (2003) ocorrer a veiculação, pela carne de frango, de surtos de toxinfecções de origem alimentar. Com isto, pode haver o desenvolvimento de *Salmonella spp.* podendo ocorrer presença de tal bactéria no comércio varejista como o citado por Santos et al., (2000) e o ocorrido em estudo relatado por Watson e Brown (1975).

Assim presume-se que com a falta do controle da temperatura interna do ar, existe o perigo do desenvolvimento microbiano (SILVA, 1998, FIGUEIREDO et al., 2003), que pode levar a perda de produto e prejuízos econômicos, queda na qualidade com diminuição na segurança alimentar.

As Figuras 29 e 30 mostram o comportamento diário da temperatura média da câmara 3 e do túnel de congelamento.

### C3

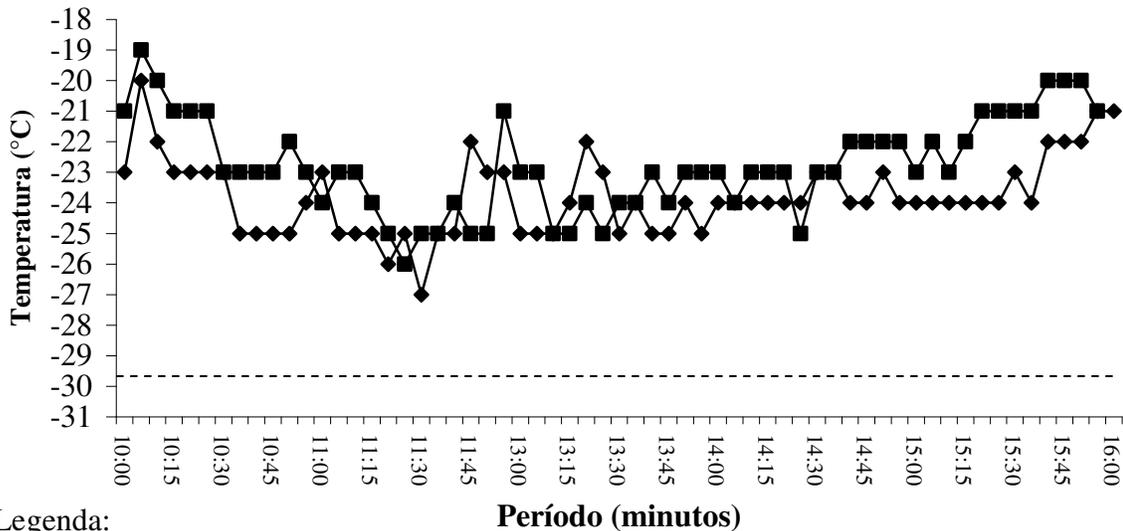


Legenda:

- ◆ TMF: temperatura medida pelo termopar do frigorífico
- TMP: temperatura medida pelo termopar da pesquisa

Figura 29 - Comportamento da temperatura (C3)

### TC



Legenda:

- ◆ TMF: temperatura medida pelo termopar do frigorífico
- TMP: temperatura medida pelo termopar da pesquisa

Figura 30 - Comportamento da temperatura (TC)

Percebe-se que existem oscilações de temperatura na câmara 3 (Figura 29), que ocorrem com menor frequência, quando comparadas às câmaras de resfriamento, possivelmente pelo fato da abertura da porta ser mais controlada, devido a sua função congelamento, e conseqüentemente sua demanda para retirada de produtos, nela armazenados, ser menor.

Entretanto verifica-se picos de valores de temperatura, principalmente nos horários que ocorreram o degelo (aproximadamente 8:00h às 8:30h) e também nos horários de entrada e saída de produtos. A média verificada no degelo foi de  $-11,2 (\pm 1,8)^{\circ}\text{C}$ , ou seja  $6,8^{\circ}\text{C}$  acima do recomendado pela portaria 210/1998/MAPA.

Nesta câmara os maiores fluxos de produtos, entrando ou saindo, ocorreram aproximadamente das 13:00h às 13:30h e 14:10h às 14:25h. Estes foram os períodos que apresentaram maiores oscilações e obtiveram valores médios de  $-15,1 (\pm 0,9)^{\circ}\text{C}$ , com variação de  $3,8^{\circ}\text{C}$  e  $2,9^{\circ}\text{C}$  em média superior a temperatura recomendada pela portaria 210/1998/MAPA.

A rotina do uso do túnel de congelamento varia em relação à demanda de produto no mercado. No período de estudo, o túnel foi usado nos dias 24 e 26 de Julho de 2006, por isso apresenta-se na Figura 30, o comportamento do dia 26 de Julho de 2006.

O túnel de congelamento foi acionado no dia 26 de julho de 2006 próximo as 10:00h. Sua temperatura antes do seu acionamento (estava sem produtos) chegou ao limite máximo de  $10,0^{\circ}\text{C}$ . Para a análise do comportamento da temperatura do ar, que está apresentado na Figura 29, foi utilizado apenas o período em que o túnel estava acionado (26/06/2006 das 10:00h às 15:00h).

Nota-se um pico nos valores de temperatura, principalmente das 10:00h às 10:55h, com média de  $-21,3 (\pm 1,5)^{\circ}\text{C}$  e  $9,7^{\circ}\text{C}$  acima do pela portaria 210/1998/MAPA. Pressupõe-se que estas oscilações, ocorrem devido ao carregamento e descarregamento dos produtos ali armazenados, com conseqüente abertura de suas portas e aumento da temperatura interna do ar.

Observa-se que após a entrada ou saída de produtos, neste dia entre 13:40h e 14:20h, a temperatura se mantém estável em média de  $-23,3 (\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ . Entretanto, quando comparada a temperatura recomendada pela portaria citada anteriormente encontra-se  $6,7^{\circ}\text{C}$  acima da mesma. Após as 15:00h, todos os produtos já haviam sido retirado do túnel de congelamento, desta forma o mesmo foi desligado e sua temperatura começou a subir.

A função do túnel de congelamento, no frigorífico estudado, que ocorre por corrente de ar rápida, e segundo Roça (2000) deve ter velocidade de 5 a 6 m.s<sup>-1</sup> com temperatura de -30°C é de congelar rapidamente os produtos armazenados (frango, carcaças e cortes). Estes produtos a seguir irão para câmara de estocagem (congelamento). Pode ser utilizado também para realizar resfriamento rápido (frango, carcaças, cortes e miúdos) e depois serem armazenados nas câmaras de resfriamento. Se a temperatura do túnel não atingir valor recomendado e sofrer oscilações, é de se esperar, como cita Roça (2000) que ocorra um congelamento lento na carne e formação de cristais de gelo exterior à célula, e no descongelamento haja perda de fluidos intercelulares na forma de gotejamento.

Segundo Sarantópoulos et al. (2001) as flutuações nos valores de temperatura podem levar a desidratação da superfície, que pode ser causada de acordo com Karel et al. (1975) por bolsões de ar, que se formam entre a embalagem e o produto e podem dificultar congelamento atuando como isolante.

Supõe-se que a oscilação da temperatura na câmara 3 e no túnel de congelamento, possam levar o produto a sofrer queima pelo frio, e Karel et al. (1975) cita que um dos principais fatores responsáveis são as flutuações de temperatura durante a estocagem, prejudicando o aspecto da carne, ressecando sua superfície, comprometendo sua coloração, sabor, textura, além de acarretar perda de peso (ARDITO, 1994).

Com estas variações nos valores da temperatura podem ser formados bolsões quentes de ar no interior da câmara com condensação de ar e formação excessiva de gelo nos evaporadores. Utilizando-se isolamento adequado, respeitando-se o empilhamento apropriado das embalagens na câmara e emprego de cortinas, com circulação adequada de ar entre os produtos, além de supervisão quanto à abertura das portas poderiam evitar estas oscilações de temperatura (TERUEL, 1996; NEVES FILHO, 2002).

Além disto, o degelo que ocorre duas vezes ao dia, em todas as câmaras frigoríficas não seria necessário se as instalações frigoríficas fossem adequadas, evitando formação excessiva de gelo nos evaporadores, nas paredes e teto. Isto indica uso inadequado destas instalações que podem aumentar o consumo de energia elétrica.

#### **4.5.6 Mapeamento das temperaturas das câmaras e do túnel de congelamento**

Na Tabela 33 é apresentada à comparação de médias entre às áreas das câmaras 1 e 2.

Tabela 33 – Comparação das médias horárias da temperatura no mapeamento das câmaras de resfriamento 1 e 2 (Tukey 95%)

Área		Câmara 1		Câmara 2	
		Média Temperatura (°C)	Desvio Padrão	Média Temperatura (°C)	Desvio Padrão
Seção I região da porta	Piso	0,4a	±1,1	0,2de	±0,6
	Teto	0,3a	±0,9	1,3f	±0,2
Seção II região mediana	Piso	0,0a	±1,0	-1,0b	±0,6
	Meio	0,5a	±1,0	-1,2b	±0,3
	Teto	1,0a	±1,3	-1,7a	±0,9
Seção III região do evaporador	Piso	1,0a	±1,2	0,7e	±0,5
	Teto	0,3a	±1,5	-	-
Corredor Central		1,2a	±1,7	0,2cd	±0,3
Parede Direita		0,3a	±1,9	0,4c	±0,5
Parede Esquerda		1,3a	±1,9	0,9b	±0,6

Legenda: Médias com letras diferentes: diferença significativa a nível de 5%

A comparação de médias entre as áreas do túnel de congelamento é mostrada na Tabela 34.

Tabela 34 – Comparação das médias horárias da temperatura no mapeamento do túnel de congelamento (Tukey 95%)

Área		Túnel de Congelamento	
		Média Temperatura (°C)	Desvio Padrão
Seção I Área entrada	Piso	-21,9ab	±2,0
	Teto	-21,7ab	±0,9
Seção II Área central	Piso	-20,7b	±1,8
	Teto	-23,3a	±2,6
Seção III Área saída	Piso	-20,4b	±1,7
	Teto	-20,3b	±1,5

Legenda: Médias com letras diferentes: diferença significativa a nível de 5%

As Figuras 31 a 33 apresentam o comportamento da temperatura no período medido, nas diferentes áreas delimitadas nas câmaras 1 e 2 e no túnel de congelamento.

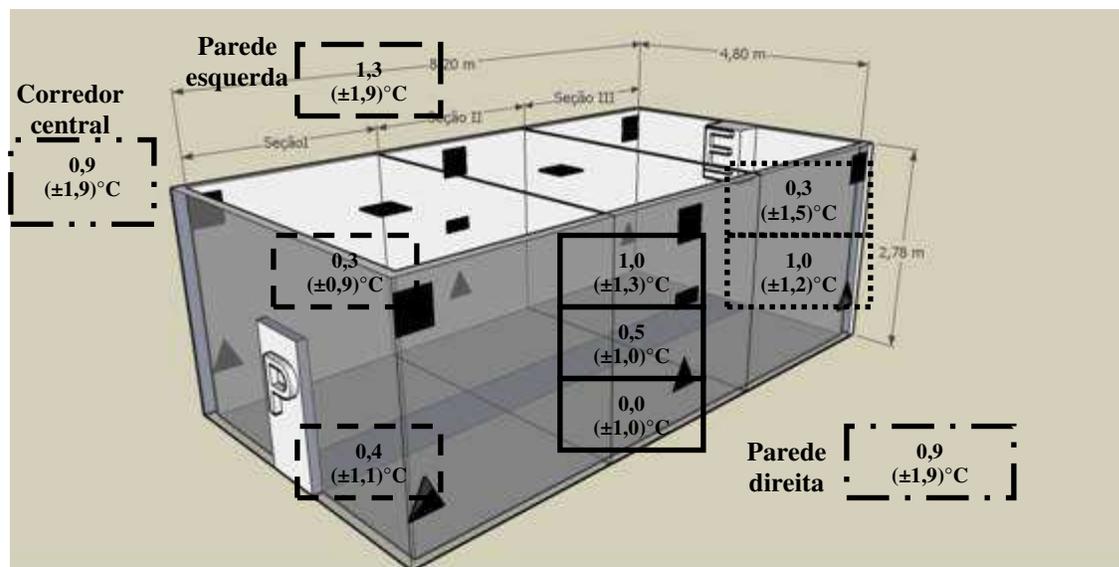
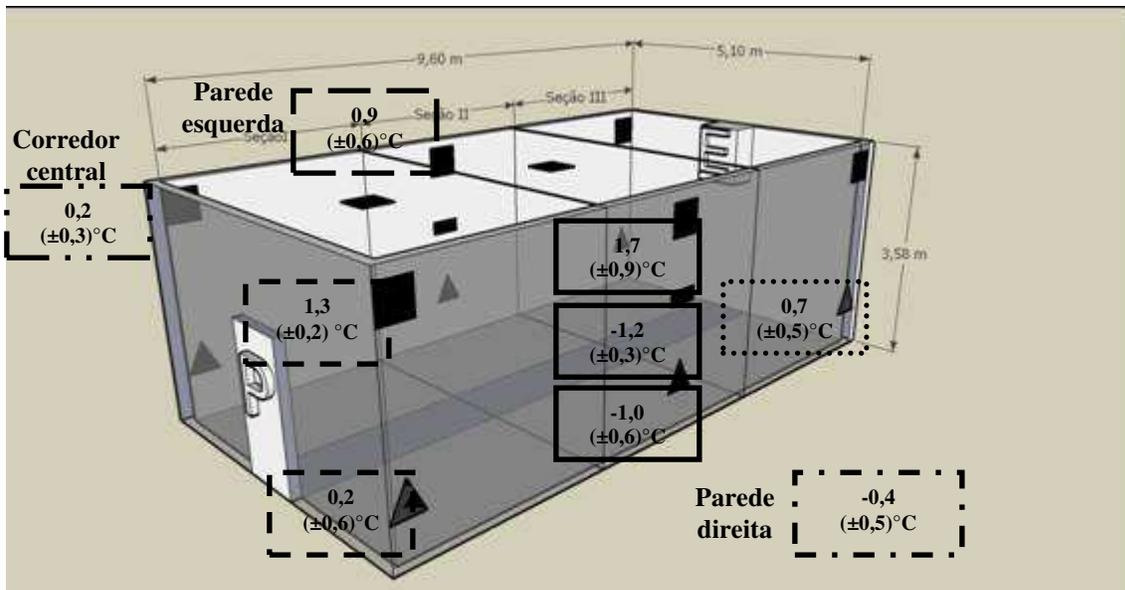


Figura 31 – Comportamento da temperatura mapeada na câmara 1



Legenda:

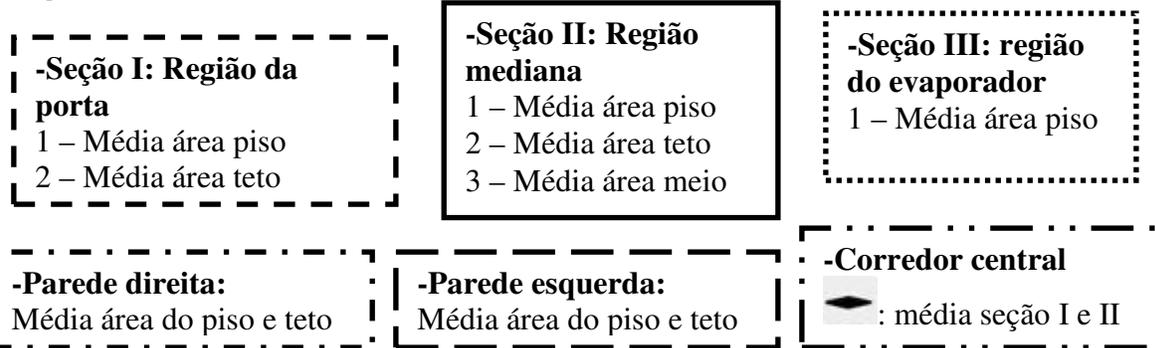


Figura 32 – Comportamento da temperatura mapeada na câmara 2

Como mostrado na Tabela 33, não houve diferença estatística, nos valores de temperatura, entre as três seções, paredes direita e esquerda e corredor central estudados na câmara 1, entretanto nos estudo entre as mesmas áreas relacionadas acima, a câmara 2, apresentou diferenças significativas na temperatura. Supõe-se que a não identificação de diferença entre as médias da temperatura da câmara 1 ocorra devido a sua capacidade de armazenamento ser menor e o frigorífico a utilize menos com conseqüente diminuição de fluxo de produtos.

O maior valor de temperatura encontrado, em todas as seções estudadas, na câmara 1 (Figura 31) foi à área da parede esquerda, sendo 1,1°C, mais alta que em relação à área do piso da seção II, o qual foi o menor encontrado dentro da câmara. Como relatado anteriormente, o

empilhamento de produtos dentro das câmaras não é respeitado, muitas vezes não deixando espaço para circulação de ar entre as pilhas de produtos e a parede. Isto possivelmente explica este comportamento da temperatura encontrado na parede esquerda.

As regiões do corredor central, piso (seção III), teto (seção II) ficaram acima de  $1,0^{\circ}\text{C}$  se diferenciando de regiões como o meio (seção II), piso (seção I), teto (seção I e II) e parede direita que tiveram em média temperatura de  $0,4^{\circ}\text{C}$ .

Verificou-se que a temperatura do piso da área do evaporador (seção III) foi a mais alta, quando se compara com a mesma região das outras seções estudadas. Esta região da área mediana (seção II) teve  $1,0^{\circ}\text{C}$  a menos que a maior temperatura encontrada no piso. No empilhamento de produtos dentro da câmara, foram observadas pilhas até a altura do evaporador, o que conseqüentemente dificultou a renovação do ar. Também verificou-se excessiva formação de gelo no evaporador, sendo este um dos motivos da realização de dois degelos diários na câmara. Supõe-se ser este um dos fatores para o maior valor de temperatura quando comparado às outras seções.

Notou-se as seções I e III da região do teto tiveram o mesmo valor, sendo  $0,7^{\circ}\text{C}$  menor em relação a mesma região da seção II. Com a constante abertura das portas e a falta de critério em relação ao empilhamento dos produtos pode presumir-se ser um dos motivos desta temperatura mais alta encontrada na seção II.

A temperatura da parede esquerda foi  $0,9^{\circ}\text{C}$  maior quando comparada à temperatura encontrada na região da parede direita. A constante formação de gelo em excesso nas paredes e conseqüentemente a realização do degelo, além da forma imprópria de empilhamento de produtos, não havendo espaço para circulação de ar pode explicar este valor de temperatura encontrado na parede direita.

Na câmara 2 (Figura 32), o maior valor de temperatura encontrado, em todas as seções estudadas, foi na seção I, região do teto, tendo uma diferença de  $3,0^{\circ}\text{C}$  a mais, em relação à mesma região da seção II (mediana), com média de  $-1,7^{\circ}\text{C}$ , sendo esta a mais baixa entre todas as outras estudadas. Pressupõe-se que isto ocorra devido seção I, ser próxima a porta, a qual é aberta constantemente e sua vedação encontra-se em mal estado de conservação. Após este valor, os mais altos encontrados foram na região do piso da seção III, área do corredor central e região do piso da seção I, sendo  $2,4^{\circ}\text{C}$ ,  $1,9^{\circ}\text{C}$  e  $1,9^{\circ}\text{C}$  mais altos

respectivamente, quando comparados aos valores de temperatura da região do teto (seção II, área mediana), que entre todas as outras áreas estudadas, apresentou a menor média.

Na seção II, não foram encontradas diferenças entre as médias de temperatura das regiões entre o piso e meio, entretanto ambas foram mais altas e diferentes estatisticamente da região do teto. Verificou-se também, diferença estatística entre as médias da temperatura das regiões das paredes, onde a direita é 0,5°C mais baixa em relação à esquerda, e esta é semelhante as regiões do piso e meio da seção II.

Observou-se, que na comparação das médias da temperatura, entre a região do piso das três seções, a única que apresentou diferença estatística foi a da seção II (área mediana), cerca de 0,4°C a menos em relação ao valor mais alto (0,7°C) encontrado nestas regiões.

Sarantópoulos et al. (2001) afirma que condições de armazenamento como temperatura, tempo e luz, além de flutuações de temperatura podem comprometer a cor da superfície de carne de aves. Presume-se, que estas diferenças significativas, entre as seções e suas regiões, poderiam ser evitadas se fosse utilizado isolamento adequado, calibração de termostatos, empilhamento apropriado das embalagens na câmara, circulação adequada do ar, emprego de cortinas nas portas e supervisão de armazenamento, como citam Teruel (1996); Neves Filho (2002).

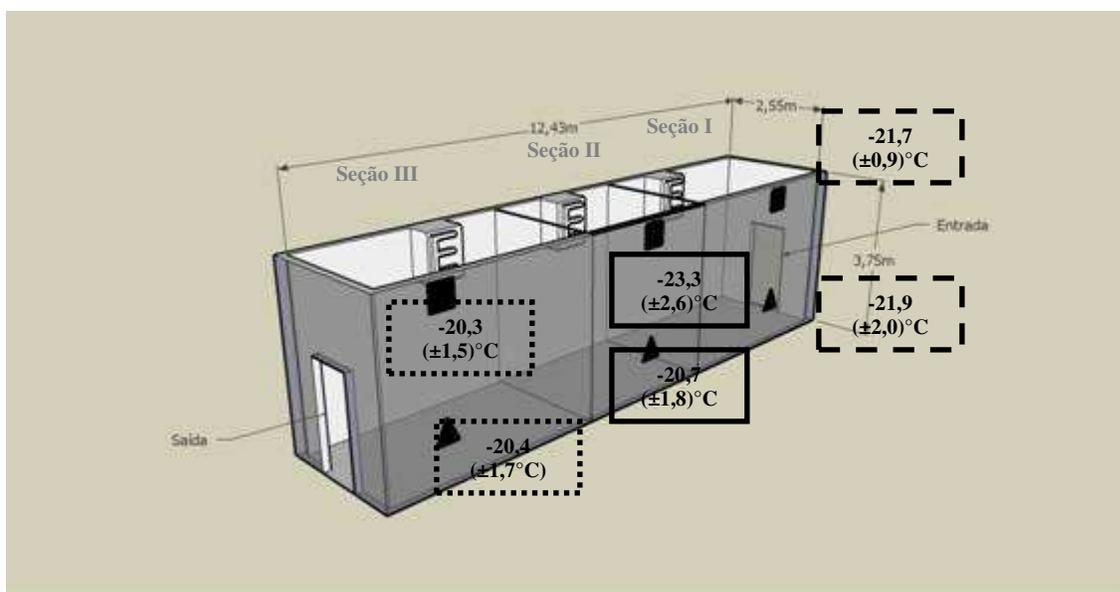
Entretanto, nestas câmaras observou-se não haver respeito em relação à forma de espaçamento entre pilhas de produtos e entre paredes, além dos produtos serem empilhados até a altura do teto e também no corredor central. Presume-se que esta forma de empilhamento possa dificultar a circulação do ar. As borrachas da porta estão em mal estado de conservação e como observado na Tabela 31, há falta de calibração no termostato responsável pela medição da temperatura do ar.

Supõe-se, que essas diferenças de temperatura observadas nas regiões estudadas, principalmente na câmara 2, que foram significativas estatisticamente, possam levar a condensação de água sobre a superfície do produto, favorecendo o crescimento e desenvolvimento de microrganismos, como relatado por Bleinroth (1992).

Segundo Gill (1986), não há limites exatos para o crescimento de microrganismos. Desta forma, pressupõe-se que com tais flutuações de temperatura no interior das câmaras, os produtos armazenados podem veicular e transmitir doenças alimentares (NASCIMENTO et al., 1996).

Como cita Fung (1996), presume-se que com estas variações nos valores de temperatura, há possibilidade da multiplicação bacteriana, particularmente importante para o grupo psicotróficos.

Sakai e Chalermchaikit (1996); Ward e Threlfall (1997) encontraram a presença de *Salmonella spp* em carcaças de frangos. Assim há o risco de desenvolvimento de tal bactéria, podendo resultar em casos de toxinfecção em seres humanos, como os relatados por Rampling et al. (1989); Ward e Threlfall, (1997). Entretanto, mesmo apresentando diferenças significativas entre as regiões analisadas, a câmara 2, apresenta em todas as seções analisadas, médias de temperatura na faixa recomendada pela portaria 210/1998/MAPA.



Legenda:

**-Seção I: Região da porta**  
 1 – Média área piso  
 2 – Média área teto

**-Seção II: Região mediana**  
 1 – Média área piso  
 2 – Média área teto  
 3 – Média área meio

**-Seção III: região do evaporador**  
 1 – Média área piso  
 2 – Média área teto

Figura 33 – Comportamento da temperatura no túnel de congelamento

Para a comparação das médias, entre as diferentes regiões estudadas no túnel de congelamento, foi usado o dia 26 de Julho de 2006, dia este, que o túnel ficou acionado mais tempo em relação aos outros dias medidos (24 a 28 de Julho de 2006). Foram descartados desta análise os horários em que o túnel permaneceu desligado.

Verificou-se diferença estatística entre os valores médios de temperatura no túnel de congelamento (Tabela 34) entre as três seções estudadas.

Observa-se pela Figura 33 que a área que apresentou menor valor médio de temperatura foi a da região do teto, seção II (área central), com 3,0°C a menos e diferenciando-se estatisticamente da mesma região da seção III (área da saída) sendo esta a maior temperatura encontrada em todas as áreas pesquisadas no interior do túnel de congelamento.

Notou-se, não haver diferença significativa, nas médias dos valores de temperatura entre a seção III (áreas da porta e saída) e seção II (piso). Igualmente, não identificou-se diferença estatística ao se comparar as médias entre as seções nas regiões do piso. Entretanto foi encontrada diferença significativa entre as médias de temperatura da região do teto, nas seções II (área central) e III (área da saída).

Supõe-se que estas diferenças significativas estatísticas encontradas ocorram devido ao descarregamento de produtos, com a abertura da porta, que faz a temperatura do ar aumentar. Além da excessiva formação de gelo nos evaporadores, piso e teto, que levam a realização de dois degelos diários.

Observou-se que a média de temperatura mais baixa encontrada no túnel fica 9,7°C aquém da recomendada pela portaria 210/1998/MAPA e a mais alta observada fica 6,7°C acima.

Desde adequadamente conduzidos, a utilização do frio é um instrumento importante para conservação de alimentos e o congelamento é considerado o melhor meio de aumento do prazo de vida útil, sem perdas das qualidades nutricionais e sensoriais dos alimentos (PAINE e PAINE, 1983; ROBERTSON, 1992; NEVES FILHO, 2000). Flutuações do valor da temperatura do ar podem levar ao desenvolvimento de microrganismos por não destruir suas células viáveis. Isto acarreta na deterioração dos produtos cárneos com conseqüentes perdas econômicas (BLEINROTH, 1992; SARANTÓPOULOS et al., 2001). REPETITIVO

Pressupõe-se que possa ocorrer um congelamento lento nos produtos cárneos armazenados no túnel de congelamento, com formação de cristais de gelo exterior à célula. Isto acarretaria possivelmente na perda de qualidade nutricional do produto, como relatado por Roça (2000).

Tais diferenças estatísticas, encontradas nos valores das médias da temperatura interna do ar, do túnel de congelamento poderiam ser evitadas se houvesse uma supervisão durante sua utilização, principalmente quanto à abertura das portas, além da adequada isolamento térmica e o uso de cortinas nas portas. Também supõe-se que poderia haver uma diminuição nos custos se fossem melhor controlados a quantidade de horas de operação e temperatura interna do ar, relatado por Teruel, (1996); Teruel (2002); Neves Filho, (2002).

## 4.6 Etapas de pré-resfriamento

### 4.6.1 Temperatura da água dos estágios de resfriamento

Tabela 35 – Temperatura média dos sistemas de resfriamento por água

Medição	Pré-resfriador (°C)	Desvio Padrão	Resfriador (°C)	Desvio Padrão
<b>Temp.</b>	13,2	±1,9	2,4	±1,0

Legenda:

Temp.: temperatura da água medida pela pesquisa

Utilizou-se para realização das médias da temperatura dos resfriadores, somente os períodos de funcionamento, excluindo-se o intervalo de almoço e o período de término de sua utilização.

Observa-se através da Tabela 35, que a temperatura média da água dos resfriadores manteve-se nos limites estabelecidos pela portaria 210/1998/MAPA, que recomenda que a temperatura da água no tanque de pré-resfriamento não deve ser superior a 16°C e no resfriamento a 4°C. As Figuras 34 e 35 mostram o comportamento da temperatura média da água.

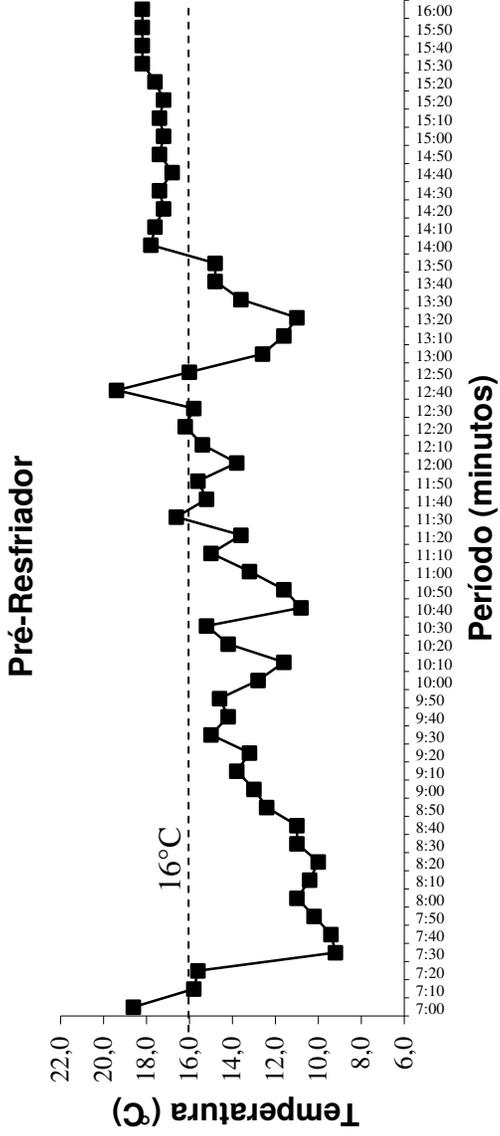


Figura 34 – Temperatura média da água do pré-resfriador

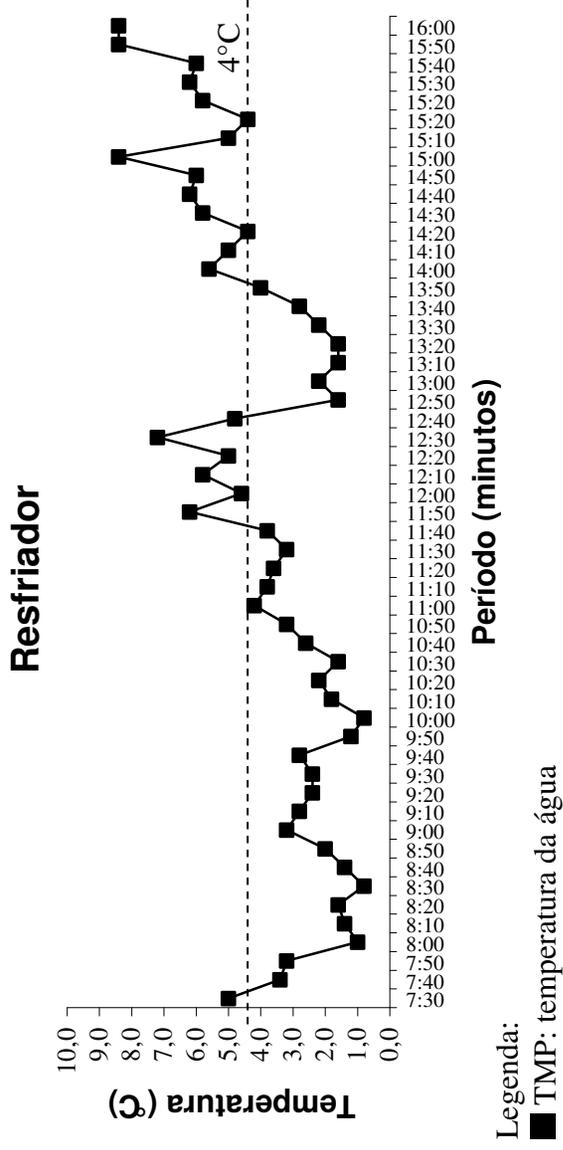


Figura 35 – Temperatura média da água do resfriador

Para a análise do comportamento da temperatura da água dos resfriadores, foi utilizado o período das 7:00h às 16:00h.

No início do dia de trabalho, aproximadamente as 7:00h, a temperatura da água no pré-resfriador (Figura 34) está  $18,6 (\pm 7,1)^{\circ}\text{C}$ , e após o começo das atividades até próximo as 11:00h (intervalo de atividades para o almoço) esta apresenta uma diminuição progressiva, se mantendo  $12,1 (\pm 1,9)^{\circ}\text{C}$ .

O pré-resfriador permaneceu desligado no intervalo para o almoço que tem duração média de uma hora, (11:50 às 12:50). O valor da temperatura da água das 13:00h às 13:30h ficou em média  $12,2 (\pm 1,1)^{\circ}\text{C}$ .

Deste horário em diante o pré-resfriador foi desligado e teve um acréscimo na temperatura da água de aproximadamente  $5,0^{\circ}\text{C}$ .

Supõe-se que estes picos de temperatura podem ser atribuídos a alta velocidade na linha de abate, equipamentos desregulados, desuniformidade no tamanho das carcaças e o fluxo da água que entra no tanque ter sido inferior ao recomendado pela portaria 210/1998/MAPA, que é de 1,5 litros.

No resfriador (Figura 35) a temperatura da água as 7:30h, antes do início das atividades, está com  $5,0 (\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ . Com o mesmo comportamento da temperatura da água do pré-resfriador, após o início das atividades, (7:40h às 11:00h), a temperatura foi diminuindo para  $2,4 (\pm 1,0)^{\circ}\text{C}$ . Porém, notou-se neste período picos mais altos no valor da temperatura da água, que ocorreram das 9:00h às 9:40h, chegando a  $2,7 (\pm 0,3)$  e das 10:50h às 11:00h de  $3,70 (\pm 0,7)$ . Presume-se que estes picos ocorram pelos mesmos motivos atribuídos aos picos de temperatura encontrados no pré-resfriador, citados anteriormente.

Posteriormente ao período do almoço, onde o resfriador é desligado, retomada as atividades de abate, a temperatura diminui para  $3,5 (\pm 1,6)^{\circ}\text{C}$ . Todavia, verificou-se outro aumento da temperatura entre 13:50 às 14:30 chegando a  $4,9 (\pm 0,8)^{\circ}\text{C}$ . Terminado o período de uso do resfriador, após as 14:40h, a temperatura da água volta a aumentar para  $9,5 (\pm 5,1)^{\circ}\text{C}$ .

Com estas flutuações da temperatura, particularmente as temperaturas com valores acima dos recomendados pela portaria 210/1998/MAPA, presume-se que levem ao proliferamento de microrganismos, e conseqüente contaminação cruzada das carcaças quando passam pelos resfriadores. Isto pode ser relatado através de vários estudos, como o de acordo com Keener (2004) que cita o método de resfriamento por imersão em água tratada ser uma etapa potencial de contaminação cruzada.

O desenvolvimento de tratamentos para reduzir a contaminação bacteriana em carcaças de frangos é importante para a qualidade higiênica global do produto (VOIDAROU et al., 2007). Estes autores encontraram patógenos clássicos da água dos resfriadores. Lillard (1990) relatou um aumento de 31% na presença de *Salmonella spp.*, após a passagem pelos resfriadores.

Lopes et al. (2007); Ritter e Bergman (2003) verificaram que a passagem de carcaças pelos tanques de resfriamento não diminuem a contagem de microrganismos. Dickel et al., (2005) atribui à contaminação de carcaças no resfriamento por água em imersão devido às altas velocidades nas linhas de abate, equipamentos desregulados, desuniformidade no tamanho das aves, temperaturas inadequadas no pré-resfriador e resfriador e cloração deficiente.

Blank e Powell (1995) citam que o uso dos resfriadores pode ser uma alternativa para a redução de microrganismos contaminantes nas carcaças, desde que haja um fluxo de água em quantidade suficiente e contínuo, cloração e manutenção adequada da temperatura da água. Smith et al. (2005); Soareas et al. (2005); Rosenquist et al. (2006) afirmaram eficácia na descontaminação das carcaças durante a utilização dos resfriadores. Isto é condizente ao citado por Galhardo et al. (2006) que encontraram médias mais elevadas de microrganismos nas carcaças antes da entrada no pré-resfriamento.

Além de ser uma etapa potencial de contaminação cruzada por microrganismos entre as carcaças, por microrganismos, pode supor-se que haja alterações sensoriais na qualidade da carcaça dependendo do valor da temperatura da água dos resfriadores. Bressan e Beraquet (2004) relatam o resfriamento como sendo indutor da maciez da carne de frango.

Através destes estudos, pode verificar-se que o controle da temperatura da água dos tanques de resfriamento, tem grande importância para evitar a contaminação cruzada das carcaças por microrganismos, manter a qualidade sensorial, assegurar a segurança alimentar para com os consumidores e evitar perdas econômicas através da diminuição da vida útil das carcaças. Pode supor-se que as flutuações de temperatura encontradas nos tanques de resfriamento durante a pesquisa, levem a alterações na qualidade ou mesmo dano nas carcaças que passam pelos resfriadores.

#### 4.6.2 Percentagem de absorção da água nas carcaças de frangos

Para obtenção da percentagem de absorção da água nas carcaças de frangos foram usados os dias de funcionamento do frigorífico no mês de maio de 2007. Pela Figura 36 pode ser visualizado as médias de absorção de água nas carcaças de frangos encontradas no referido período.

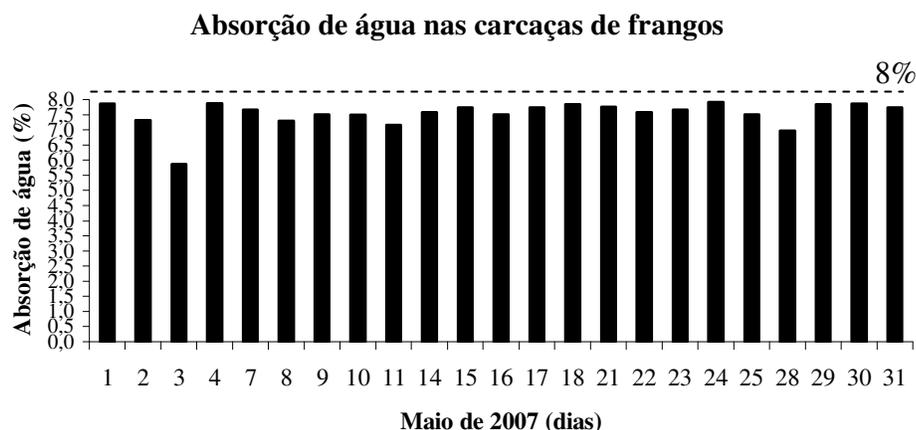


Figura 36 – Percentagem média de absorção da água nas carcaças de frangos

Pode ser observado pela Figura 36 que a absorção média de água nas carcaças de frangos, após passar pelo sistema de resfriamento por água, fica em média a 7,5 ( $\pm 0,5$ ) % e assim dentro do solicitado pela portaria 210/1998/MAPA (8%). Isto indica o controle esta sendo efetivo e desta forma não há prejuízo na qualidade do produto final.

O resultado encontrado nesta pesquisa se contrapõe ao verificado por Neves (2005) onde em amostras de carne de frango coletadas em supermercados e com diferentes marcas apresentaram um total de 85,2% fora do que recomenda a legislação vigente.

Segundo publicação de Globo On-line (2008) no mês de fevereiro de 2008 foram autuadas pelo MAPA, no estado do Rio de Janeiro, unidades de frigoríficos de frangos de corte devido ao não cumprimento da recomendação referenciada pela legislação vigente.

## 5 CONCLUSÃO

Em função dos resultados, foi possível concluir que:

Existem falhas no uso da energia elétrica nas instalações frigoríficas. As principais variáveis relativas à eficiência energética apresentaram valores que possivelmente podem ser melhorados com a utilização de medidas de eficiência energética, havendo necessidade de se implementar um plano de ação para uso racional e conservação de energia elétrica. Dentre as medidas citam-se:

A instalação de bancos capacitores para correção do fator de potência, redimensionamento de vários cabos alimentadores, já que os que lá estão encontram-se sobrecarregados, substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas, estabelecimento e implantação de um programa de manutenção preventiva e treinamento de pessoal para operar adequadamente as cargas elétricas lá existentes.

O consumo de energia elétrica nos sistemas de produção analisado é elevado, mas imprescindível, quando comparado a alguns outros sistemas de produção animal ou vegetal. Isto confirma e dá consistência à tendência de implantação de melhores tecnologias, dependentes de energia elétrica, no setor de frigoríficos avícolas.

Logo, torna-se de suma importância a elaboração adequada de projetos de instalações elétricas. A operação e manutenção bem realizadas e o acompanhamento, através de diagnósticos periódicos, de comportamento das principais variáveis que refletem o bom e eficiente uso de energia elétrica.

Na análise dos principais locais que mais consomem energia elétrica verificou-se que a sala de máquinas é responsável por cerca de 97% do total de energia utilizada no frigorífico.

Desta maneira, torna-se claro, que principalmente na sala de máquinas e nos equipamentos utilizados para manutenção do frio nas áreas frigorificadas que devem ser focadas medidas e implementações para o uso eficiente da energia elétrica. Assim o estabelecimento terá uma economia significativa, em relação ao consumo da energia elétrica.

Os termopares das câmaras frigoríficas, utilizados pelo estabelecimento, não estão calibrados adequadamente, com exceção dos utilizados na sala de cortes e embalagem (termômetro padrão de mercúrio) e da câmara 4.

A verificação da falha na calibração dos utensílios (termopares) utilizados para medição e controle da temperatura interna das câmaras frigoríficas indica que medidas irreais de temperatura estão sendo aferidas pelo estabelecimento e desta maneira abrindo portas para a contaminação e desenvolvimento microbiano, que conseqüentemente levará a perda de produto com prejuízos a empresa, além do potencial risco aos consumidores destes produtos.

As câmaras de resfriamento atendem as especificações, quanto à faixa de temperatura da portaria 210/1998/MAPA, porém a câmara 2 e câmara 4 apresentam flutuações no comportamento da temperatura acima do limite superior durante o período analisado.

As especificações da portaria 210/1998/MAPA, quanto aos valores de temperatura, não são atendidos no túnel de congelamento, na câmara 3 (congelamento), na sala de cortes e embalagem e na sala de tempero.

As especificações da portaria 210/1998/MAPA, quanto aos valores de temperatura, não são atendidos no túnel de congelamento, na câmara 3 (congelamento), na sala de cortes e embalagem e na sala de tempero.

Existe diferença estatística entre as médias de temperatura realizadas no interior da câmara 2 e também no interior do túnel de congelamento.

As constantes flutuações encontradas nas câmaras, principalmente as de resfriamento, levam a indicação que há necessidade de um controle rigoroso quanto à abertura das portas, entrada e saída de produtos, manutenção em relação às borrachas de vedação, formas de armazenamento e a instalação de cortinas de ar para diminuir a troca térmica entre os ambientes. Estas oscilações, mesmo que pequenas e em alguns momentos verificadas, podem levar ao ambiente propício para o desenvolvimento de bactérias ou fungos que diminuirão a qualidade da carne e poderão trazer riscos potenciais a saúde pública.

Seguindo a mesma linha de pensamento, o não atendimento das recomendações dos valores de temperatura citados na portaria 210/1998/MAPA, considerada como o manual a ser

seguido em relação ao abate e qualidade dos produtos em frigoríficos de frangos de corte, torna-se um sério agravante para a conseqüente contaminação e desenvolvimento de patógenos nestes alimentos.

Esses fatores descritos acima levam a diminuição em relação à qualidade e valores nutricionais dos produtos armazenados. A empresa pode vir a ter custos aumentados devido a produtos contaminados e conseqüentemente inutilizados com danos econômicos devido a não manutenção correta da temperatura de suas câmaras frigoríficas.

A temperatura da água do pré-resfriador e resfriador por imersão e a percentagem de absorção de água nas carcaças atendem as recomendação da portaria 210/1998/MAPA. Entretanto observa-se variação no comportamento da temperatura média da água nos resfriadores, enquanto os equipamentos estão acionados, chegando a valores próximos do limite estabelecido pela mesma.

Estas oscilações nos valores de temperatura na água dos resfriadores, que são considerados pontos críticos na contaminação microbiana, deve ser controlada, evitando desta maneira, que as carcaças cheguem aos ambientes onde serão armazenadas, com um nível alto de microrganismos podendo assim contaminar outros produtos, além de sua vida útil ser diminuída.

A implementação de normas de boas práticas de fabricação ou mesmo do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) em relação ao armazenamento deve ser realizada, respeitando-se o espaço entre os empilhamentos dos produtos cárneos, e controlando a entrada e saída dos mesmos de suas respectivas câmaras frigoríficas.

Há necessidade de realizar treinamentos nos funcionários, seguindo as normas de boas práticas de fabricação, principalmente em relação ao armazenamento dos produtos cárneos.

É urgente a elaboração de um cronograma preventivo de manutenção de todos os motores elétricos utilizados no frigorífico e também nos sistemas de isolamento dos ambientes refrigerados.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA. Supermercados buscam alternativas. **Revista Abrava**. Ed. 185, ano 25, Setembro, 2001. Disponível em <http://www.portalabrava.com.br/news/revista.htm> . Acesso em 08 de Agosto de 2005.

ALMEIDA, P. F.; SILVA, E. N. Estudos sobre a disseminação bacteriana em carcaças de frangos de abatedouros industriais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.44, n.2, p.105 - 120, 1992.

ARDITO, E. F. G.; ALVES, R. M. V. Embalagens para alimentos congelados. **Coletânea do Instituto Tecnológico de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 11-28, 1994

ARRIT, F. M.; EIFERT, F. D.; PIERSON, M. D.; SUMNER, S. S. Efficacy of antimicrobials against *Campylobacter jejuni* on chicken breast skin. *J. App. Poult. Res.* V. 11, p. 358-366, 2002.

ASPLUND; TOMMY; ROLFMAN; LENNART. **Compressores parafuso S80 -silenciosos, baixo consumo de energia e compatíveis com o meio ambiente**. 1995. Sabroe Refrigeration AB, Suécia. Tradução e adaptação de José Augusto Castro Chagas - Engenharia de Aplicação da Divisão de Contratos da YORK REFRIGERATION.

AVISITE. **As estimativas mundiais da FAO para as carnes avícolas em 2007**. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/noticias>. Acesso em 04 de Julho de 2007 a.

AVISITE. **Planejamento e organização determinarão rentabilidade da avicultura no próximo ano, diz Kaefer**. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/noticias>. Acesso em 20/11/2007 b.

BANDEIRA, E. M.; CAMARGO, C. B. Benefícios Ambientais Derivados dos Programas de Conservação de Energia Elétrica – Proposta de Avaliação. Florianópolis, 2001. Disponível em: <http://www.ecolatina.com.br/br/artigos/tecnambientais/tecniambientais02.asp>. Acessado em 15 Abril 2004.

BERAQUET, N. J. **Abate e processamento de frangos**. In: Abate e evisceração, p. 19-24. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. 150p.

BERAQUET, N. J. Operações e controles em abatedouros de aves. **Revista Nacional da Carne**. São Paulo, n. 162, p. 19-24. 1990.

BERRANG, M. E.; DICKENS, J.A. Presence and level of *Campylobacter spp* on broiler carcasses throughout the processing plant. **Applied Poultry Science**. V. 9, p. 43-47, 2000.

BERRANG, M. E.; MEINERSMANN, R. J.; BUHR, R. J.; REIMER, N. A.; PHILIPS, R. W.; HARRISON, M. A. Presence of *Campylobacter* in the Respiratory Tract of Broiler Carcasses Before and After Commercial Scalding. **Poultry Science**, 82:1995–1999, 2003.

BERCHIERI, JR. A.; ADACHI, S. Y.; CALZADA, C. T.; PAULILLO, A. C.; SCHOKEN-ITURRINO, R. P.; TAVECHIO, A.T. Farinha de carne como fonte de *Salmonella* em granja avícola. **Pesq. Vet. Bras**. V. 9, p. 9-12, 1989.

BERCHIERI, J. R. A.; PAULILLO, A. C.; ROSSI, J. R. O. D.; IRINO, K.; FERNANDES, S. A.; ÁVILA, F. A.; PESSÔA, G. V. A.; CALZADA, C. T. 1987. *Salmonella* em um abatedouro avícola. **Ars Vet**. V.3, n. 1, p.81-87, 1987.

BLEINROTH, W. B. **Armazéns frigoríficos para frutas**. Tecnologia pós-colheita de frutas. Campinas:ITAL, 1992, 202p. Manual técnico, 9.

BORGES, J. T. S.; FREITAS, A. S. Aplicação do sistema Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) no processamento de carne bovina fresca. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 1-18, jan./jun. 2002

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico da Inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves Portaria DAS n° 210.** Publicado no Diário da União de 26/11/98, seção 1, página 226.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Programa de monitoramento de *Salmonella sp.* em estabelecimentos de abate de aves.** Portaria SDA N° 72, de 4 de dezembro de 2002. Brasília: [s.n], 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle: APPCC a ser implantado nas indústrias de produtos de origem animal.** Portaria RDC n. 46, de 10 de fevereiro de 1998. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 fev. 1998.

BERAQUET, N. J. **Abate e processamento de frangos.** In: Abate e evisceração, p. 19-24. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. 150p.

BERRANG, M. E.; DICKENS, J.A. Presence and level of *Campylobacter spp* on broiler carcasses throughout the processing plant. **Applied Poultry Science.** V. 9, p. 43-47, 2000.

BERRANG, M. E.; MEINERSMANN, R. J.; BUHR, R. J.; REIMER, N. A.; PHILIPS, R. W.; HARRISON, M. A. Presence of *Campylobacter* in the Respiratory Tract of Broiler Carcasses Before and After Commercial Scalding. **Poultry Science**, 82:1995–1999, 2003.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Cienc. Agrotec.**, Lavras. V. 26, n. 5, p. 1049-1059, set-out., 2002.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Tratamentos de Pré-Resfriamento e Resfriamento Sobre a Qualidade ee Carne de Peito de Frango. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 242: 230-235, abr.-jun, 2004.

BRYAN, F. L.; DOYLE, M. P. Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. **Journal of Food Protection**. V. 58, n. 3, p. 326-344, 1995.

BROWN, M. H. **Meat microbiology**. Londres: Applied Science Publishers, 1982, 529p.

BUENO, L. G. F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frango de corte**. Campinas, 2004. 99p. Dissertação-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

BUHR, R. J.; BERRANG, M. E.; CASON, J. A. Bacterial Recovery from Breast Skin of Genetically Feathered and Featherless Broiler Carcasses Immediately Following Scalding and Picking. **Poultry Science**, 82:1641–1647, 2003.

CAMPANA, S.; OLIVEIRA Fo., D.; SOARES, A. A.; OLIVEIRA; R. A. Energia na agricultura – Estudo comparativo de métodos para estimativa do carregamento e rendimento de motores elétricos para auditoria energética. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n.º2, p. 241-246, 2000.

CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C.; CASTRO, A.G.M.; KANASHIRO, A.M.I. Pesquisa de *Salmonella* spp., coliformes totais, coliformes fecais e mesófilos em carcaças e produtos derivados de frango. **Arquivos do Instituto Biológico**, on-line, São Paulo, v.67, n.1, jan-junho, 2000.

Disponível: [http://www.biologico.br/arquivos/v.67\\_1/pesquisa\\_salmonella](http://www.biologico.br/arquivos/v.67_1/pesquisa_salmonella) .Acesso em 14/01/2004. ISSN 0020-3653.

CARDOSO, G. B. **Potencial de Redução de Consumo de Energia Elétrica em Entrepasto – Frigorífico: Um Estudo de Caso**. Bauru, 2004. 78p. Dissertação-Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual Paulista.

CASON, J. A.; HINTON JR, A.; INGRAM, K. D. Coliform, *Escherichia coli* and salmonellae concentrations in a multiple-tank, counterflow poultry scald. **Journal of Food Protection**, v.63, n.9, p.1184-1188, 2000.

CHAGAS, J. A. C. Consumo de energia em compressores de refrigeração. Seminário de Eficiência Energética na Indústria. YORK REFRIGERATION, 28p., 1999. Disponível em: [http://www.joinville.udesc.br/departamentos/dem/disciplinas/ref/download/co\\_en\\_com.pdf](http://www.joinville.udesc.br/departamentos/dem/disciplinas/ref/download/co_en_com.pdf). Acesso em 24 de Julho de 2007.

**CNPSA-EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Custo e produção de frangos de corte. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sn6p54k7p>. Acessado em 20/11/2007.

COELHO, C. N.; BORGES, M. O Complexo Agro-industrial CAI da Avicultura. **Artigos de Política Agrícola**, v. 8, n. 3, jul./ago/set. 1999. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/spa/rpa3tri99/3t99s2a2.htm>. Acesso em 8 de setembro de 2003.

CONTRERAS, C. J. C. **Efeitos do atordoamento elétrico, estimulação elétrica e da desossa à quente na qualidade do peito de frango “Pectoralis major”.** Campinas, 1995. 150p. Tese-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

COSTA, F. N. Sorotipos de *Salmonella* em carcaças e cortes de frango obtidos na indústria e no comércio e comportamento das cepas isoladas frente à ação de antimicrobianos. **Dissertação de Mestrado**, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp-Jaboticabal, SP. 71p., 1996

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA-COPEL. Fator de potência: como transformá-lo em fator de economia. Disponível em: [http://www.copelsolucoes.com/downloads/pdf\\_fator.pdf](http://www.copelsolucoes.com/downloads/pdf_fator.pdf). Acesso em 20 de Novembro de 2007.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ-CPFL. Aplicação das tarifas de energia elétrica. Disponível em [http://www.cpfl.com.br/new/brasil/palestras\\_gei/GEI\\_Tarifas%20Energia\\_Marcos%20Liborio.pdf](http://www.cpfl.com.br/new/brasil/palestras_gei/GEI_Tarifas%20Energia_Marcos%20Liborio.pdf). Acesso: 20 de novembro de 2007.

DELAZARI, I. Aspectos microbiológicos ligados a segurança e qualidade da carcaça de aves. In: Semana Acadêmica Veterinária, 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo: 1998. p.71-77.

DICKEL, E. L.; SANTOS, L. R.; RODRIGUES, L. B.; VALLE, S. F.; CECATTI, D. Ocorrência de *Salmonella* em abatedouros de aves com tecnologia totalmente automatizada (grande porte), automatizada (médio porte) e semi automatizada (pequeno porte). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.19, n.131, p.62-67, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA ENERGÉTICA. **Estatística e Análise do Mercado de Energia Elétrica** - Boletim Mensal, outubro, 2007. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/BoletimMensal/Forms/EPEBoletimMensal.aspx> Acessado em 24 de janeiro de 2008.

ENERGIA: à espera da média móvel. **Revista Globo Rural**. ed. 190, ag. 2001. Disponível em <<http://globorural.globo.com/barra.asp?d=/edic/190/giro.htm>> Acesso em: 15 Fev. 2004.

FELLOWS, P. **Tecnología del procesado de los alimentos, principios y practices**. Zaragoza. Espana. Editorial Acribia S. A. 549p, 1994.

FIGUEIREDO, C. V.; JUNQUEIRA, A. C. A. Avaliação das temperaturas de armazenamento de produtos perecíveis em açougues e supermercados de Três Corações, MG. **Revista Ciência e Saúde Coletiva** (Anais do II Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva realizado durante o período de 29 de julho a 2 de agosto de 2003 em Brasília, DF.), v.8, Suplementos 1 e 2, 2003.

FORSTER, R. D.; MEAD, G. C.. Effect of temperature and added polyphosphate on the survival of salmonellae in poultry meat during cold storage. **J. Appl. Bacteriol.** V. 41, p. 504-510, 1976

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996.182 p.

FUNG, D. Y. C. Microbiology of meats. In: GUERRA, E. C. A. (Ed) **Avanços e perspectivas em tecnologia de carnes**. Campinas: Centro de Tecnologia de carnes/Instituto de tecnologia de Alimentos, 1996.

FURTINI, L. L. R.; ABREU, L. R. Utilização de APPCC na indústria de alimentos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 358-363, mar./abr., 2006.

GALHARDO, J. A.; LOPES, M; OLIVEIRA, J. T.; TAMANINI, R.; SANCHES S. F.; FREITAS, J. C.; MÜLLER, E. E. Eficácia dos tanques de pré-resfriamento na redução de contaminação bacteriana em carcaças de frango. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 647-656, out./dez. 2006

GILL, C. O. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. in: DAVIES, A.; BOARD, R. **The Microbiology of Meat and Poultry**. London: Blackie Academic and professional, 1998. p.118-157.

GÓEZ, J.; SILVA, A. V.; FRACALOSSO, L. M.; KUWANO, E. A. Condições de conservação de alimentos armazenados por refrigeração na cidade de Salvador, Bahia. **Revista Higiene Alimentar**, v. 18, n° 125, p. 41-43, 2004.

GRAÇA, C. M. G. **A Conservação de Energia Elétrica e o Terceiro Mundo**. São Paulo, 1990. Disponível em: <http://www.sbpe.org.br/v1n2/v1n2a4.htm>. Acessado em 15 de Abril de 2004.

GREGORY, N. G. Stunning and slaughter. *In: Processing of Poultry*. Ed. G. C. Mead Elsevier Applied Science, London, p. 31-63. 1989.

GREGORY, N. G.; WILKINS, L. J.; WOTTON, S. B. Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broilers, hens and quails. **Br. Vet. Journal**. 147:71-77, 1991.

JAMES, W. O.; PRUCHA, J. C.; BREWER, R. L. Cost- Effective techniques to control human enteropathogens on fresh poultry. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1174-1176, 1993.

JANNUZZI, G. M. ; PACCOLA, J. A. ; BAJAY, S V ; SALES, J. Resultado do Estudo de uma Nova Tarifa Horosazonal. *In: XVII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 2006*, Belo Horizonte. XVII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. Belo Horizonte : CEMIG, 2006.

JAY, J. M. Indicators of food microbiological quality and safety. *In: \_\_\_\_\_*. **Modern food microbiology**. 6.ed. Maryland: Aspen Publication, 2000. p.387-407.

KEENER M. K. Campylobacter in poultry processing – a continuing challenge. **Department of Food Science**, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA, 2004.

KETTLEWELL, P. J. E. HALLWORTH, R. N. Electrical stunning of chickens. **Journal of Agricultural Engineering Research**. Vol. 47 , September-December, 1990, p. 139-151.

LANGNER, M. A .C. Eficiência energética em sistemas de refrigeração. **Portal Abrava**. Ed. 216, ano 28, Agosto, 2004. Disponível em [http://www.portalabrava.com.br/news/revista/ler.asp?varLer=216\\_09etit=T%C3%A9cnicaeed=216ems=Agostoean=2004](http://www.portalabrava.com.br/news/revista/ler.asp?varLer=216_09etit=T%C3%A9cnicaeed=216ems=Agostoean=2004). Acesso em 8 de Agosto de 2005.

LARA, J.; NINOV, K.; BONASSI, C.; LEDUR, M.; SHIMOKOMAKI, M.; NEPOMUCENO, A. L.. Estresse térmico e carne PSE em frangos. **Brazilian Journal Of Poultry Science**, Campinas. V. 4, p. 15, 2002.

LILLARD, H. S. The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and crosscontamination of broiler carcasses. **Journal Food Protection**, Des Moines, v.53, n.3, p.202-204, mar. 1990.

LIMA, C. R. **Manual prático de controle de qualidade em supermercados**. São Paulo: Livraria Varela; 2001.

LOPES, M.; GALHARDO, J. A.; OLIVEIRA, J. T.; TAMANINI, R.; SANCHES, S. F.; MULLER, E. E. Pesquisa de *Salmonella* spp. e microrganismos indicadores em carcaças de frango e água de tanques de pré-resfriamento em abatedouro de aves. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 465-476, jul./set. 2007

MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. **Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos**. Itajubá, MG. FUPAI, 2001. Editora da EFEI, 2001, 467 p.

MCNEAL, W. D.; FLETCHER, D. L.; BUHR, R. J. Effects of Stunning and Decapitation on Broiler Activity During Bleeding, Blood Loss, Carcass, and Breast Meat Quality **Poultry Science**, 82:163–168, 2003.

McMEEKIN, T.; THOMAS, C. J. Retention of bacteria on chicken skin after immersion in bacterial suspensions. **Journal Applied Bacteriology**, Oxford, v.45, n.3, p.383-387, 1978.

MEAD, G. C. Microbiological quality of poultry meat: a review. **Brazilian Journal of poultry Science**. V. 6, n. 3, p. 135-142, 2004.

MIWA, N.; TAKEGAHARA, Y.; TERAJ, K.; KATO, H.; TAKEUCHI, T. Campylobacter jejuni contamination on broiler carcasses of C. jejuni-negative flocks during processing in a Japanese slaughterhouse. **International Journal of Food Microbiology**. V. 84, p. 105-109, 2003.

MORO, D. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; SILVA, J. H. S. Desempenho produtivo de quatro linhagens de frango de corte. **Ciência Rural**. Vol. 35, n. 29, p. 446-449, mar-abr, 2005.

NASCIMENTO, V. P.; SANTOS, L. R.; CARDOSO, M. O.; RIBEIRO, A.R.; SCHUCH, D. M. T.; SILVA, A. B. Qualidade microbiológica dos produtos avícolas. In: Simpósio Goiânio de Avicultura, 2., 1996, Goiânia. **Anais**. Goiânia: p.13-17, 1996.

NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS. Generic HACCP application in broiler slaughter and processing. **J. Food Protect.**, v.60, p.579-604, 1997.

NEVES FO., L. **Refrigeração e Alimentos**. Campinas, Unicamp-FEA/IBF, 1997.

NEVES FO, L. C. Conservação e recuperação de energia em sistema frigoríficos. In: **RESFRIAMENTO E CONGELAMENTO NA INDÚSTRIA DA CARNE**, Campinas, 1996. CTC/ITAL-Centro de Pesquisa de carnes, 75p.

OLIVEIRA FO., D.; TEIXEIRA, C. A.; LACERDA Fo., A. F.; MARTINS, J. H. Metodologia para racionalização do uso de energia elétrica para obtenção de força motriz em fábrica de ração: estudo de caso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 144-152, 2004.

PACCOLA, José Angelo ; BAJAY, S V ; JANNUZZI, G. M . A necessidade de revisão da atual estrutura de tarifas horo-sazonais para energia elétrica no país e de implantação de tarifas especiais para fornecimentos interruptíveis no período da ponta. In: **IV CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO**, 2005, Manaus, 2005.

PAINE, F. A.; PAINE, H. Y. **A handbook of food packing**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1983. 497p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Volume 1. Editora UFG, p. 316 – 317, 1995.

PARRY, R.T. Technological developments in pré-slaughter handling and processing. *In: Processing of Poultry*. Ed. Elsevier Applied Science. P. 65-101, 1989.

PELCZAR JR., M.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia, conceitos e aplicações: Doenças transmitidas por água e alimentos.**, 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996. v.2, p.222-236.

PIERSON, M.; CORLETT JR, D. A. **HACCP: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1992. 212 p.

PORTO, E. **Resfriamento e congelamento na indústria da carne**. In: Aspectos microbiológicos da refrigeração. p. 1-8. Centro de tecnologia de carnes – CTC, Instituto de tecnologia de Alimentos- ITAL, 75 p., 1996.

PRIMO, M. Sadia. 26p. PRÊMIO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DE ENERGIA 2005.

Disponível em: [http://www.copel.com/sitearquivos.nsf/arquivos/palestra\\_2i/\\$FILE/2I%20-20Maycoln%20Primo%20-%20Sadia%20-%20Case%20de%20sucesso.pdf](http://www.copel.com/sitearquivos.nsf/arquivos/palestra_2i/$FILE/2I%20-20Maycoln%20Primo%20-%20Sadia%20-%20Case%20de%20sucesso.pdf). Acesso em 24 de julho de 2007.

RAMPLING, A.; UPSON, R.; PETERS, E.; ANDERSON, J. R.; WARD, L. R.; ROWE, B. *Salmonella enteritidis* phage type 4 infection of broiler chickens: a hazard to public health. **Lancet**. V.14, p.436-438, 1989.

RIBEIRO, L. L.; ABREU L. R. F. COMUNICAÇÃO UTILIZAÇÃO DE APPCC NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v. 30, n°. 2, p. 358-363, mar./abr., 2006.

RICHARDS, S. A. e SYKES, A. H. Observations on the electrical stunning and slaughter of poultry. **Veterinary Record** 76:835-839, 1964.

RITTER, R.; BERGMAN, G. P. Eficácia do sistema de pré-resfriamento em carcaças de frangos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.17, n.108, p.97-105, 2003.

ROÇA, R. O.; ALVES, R. S. A.; BONASSI, I. A. Vida de prateleira de fiambres elaborados com carne de frango. **Pesq. Agropec. Bras.** V. 29, n. 11, p. 1769-1778, nov., 1994.

ROÇA, R. O. **Congelamento**. Botucatu: FCA-UNESP, 2000 artigo técnico.

RODRIGUE, D. C., TAUXE ,R. V.; ROWE, B. International increase in *Salmonella enteritidis*: a new pandemic? **Epidemiol. Infect.** V. 105, p. 21-27, 1990.

ROSENQUIST, H.; SOMMER, H. M.; NIELSEN, N. L.; CHRISTENSEN, B. C. The effect slaughter operations on the contamination of chicken carcasses with thermotolerant *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology*. V. 108, p. 226-232, 2006.

SAKAI, T.; CHALERMCHAIKIT, T. The major sources of *Salmonella enteritidis* in Thailand. **Int. J. Food Microbiol.** V. 31 p. 173-180, 1996.

SALLES, S.C.; TEIXEIRA N.M. Escolha de tarifas e suas implicações. **Energia na Agricultura**, v.14, n.2, p.1-6.

Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/posgradua/Energia/revista/V14N2-99/142sonia.pdf>>

Acesso em: 10 Março de 2004.

SANTOS, D. M. S.; BERCHIERI JUNIOR, A.; FERNANDES, S. A.; TAVECHIO, A. T.; AMARAL, L. A.. Salmonella em carcaças de frango congeladas congeladas. **Pesq. Vet. Bras.** V. 20, n. 1, p. 39-42, jan./mar, 2000.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis.** Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 230p.  
ROBERTSON, G. L. **Food packaging: principles and practice.** New York: Marcel Decker, 1992. 672p.

SARUBBI, J. Estudo do conforto térmico, desempenho animal e racionalização de energia elétrica em uma instalação suinícola na região de Boituva-SP. Campinas, 2005. 90p.  
**Dissertação de Mestrado**-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

SCHUTT-ABRAHAM, I.; WORMUTH, H. J.; FESSEL, T. Electrical stunning of poultry in view of animal welfare and meat production. In: **Stuning of animals for slaughter.** Ed. G. **Eiklenboom**, Boston, USA. P. 187-196, 1983.

SEBRAE. **Programa SEBRAE de eficiência energética-Congelados da Sônia.** Disponível em [http://www.sebrae.com.br/br/programaseprojetos/programaseprojetos\\_1965.asp](http://www.sebrae.com.br/br/programaseprojetos/programaseprojetos_1965.asp) . Acesso em 10 de Agosto de 2005.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Elementos de apoio para o sistema APPCC.** Brasília, 1999. 371 p. (Série Qualidade e Segurança Alimentar).

SILVA, J. A. Microrganismos patogênicos em carne de frangos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.12, n.58, p.9-14, 1998.

SILVA, A.; NÄÄS I. A. Equipamentos para aquecimento e refrigeração. In: Produção de frangos de corte, Anais, Campinas, **Facta**, p. 85-94, 2004.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**. Campinas: ITAL, 1995. 228 p.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA, 1995. 159 p.

SMITH, D. P.; CASON, J. A.; BERRANG, M. E. Effect of fecal contamination and cross-contamination on numbers of coliform, *Escherichia coli*, *Campylobacter* and *Salmonella* on immersion-chilled broiler carcasses. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.68, n.7, p.1340-1345, 2005.

SOARES, M. M. S. R.; REZENDE, A. C. B.; SREBERNICH, S. M. Análise microbiológica da água utilizada em diversas etapas do abate de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 23., 2005, Santos. **Anais...** Santos: CBM, 2005. CDROM.

SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. V Seminário Internacional de Aves e Suínos – AveSui 2006, **Anais**, 2006. Florianópolis – SC.

STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M. SAIZ. **Refrigeração Industrial**. Sao Paulo: Edgard Blucher. 453 p., 1994.

TALAMINI, D. J. D.; MARTINS, F. M.; NOVAES, M. Embrapa: produção de mercado nacional e internacional do frango. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, v.97, n.1140, p.20-25, 2005.

TERUEL, B. J. Uso de *containers* refrigerados para o armazenamento de produtos agrícolas. Campinas, 1996, 126p. **Tese**-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; LEAL, P.; 3, NEVES Fo., L. Avaliação Preliminar dos Custos de Resfriamento de Laranja in Natura. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 086-090, abril, 2002.

THOMAS, C. J.; McMEEKIN, A. T.; PATTERSON, J. T. Prevention of microbial contamination in the poultry processing plant. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM. PREVENTION OF CONTAMINATION AND DECONTAMINATION IN THE MEAT INDUSTRY, n., 1986, Zeist. **Proceedings... Zeist: Elsevier Science**, 1986. p.163-179.

TOSIN, I.; MACHADO, R. A. Ocorrência de *Campylobacter spp.* entre manipuladores de alimentos em cozinhas hospitalares de localidade urbana da região Sul do Brasil. **Revista Saúde Pública**. V. 29, p. 742-747, 1995.

TURCO, J.E.P., MILANI, A.P., FURLAN, R.L., GUERREIRO, J.R., SECATO, E.R., MACARI, M. Análise do consumo de energia elétrica e eficiência de conjuntos motor-ventilador utilizados na avicultura brasileira; **Engenharia Agrícola**; Vol.18; n.º1; 1998.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório Anual 2005/2006**. Disponível em: <[www.uba.org.br](http://www.uba.org.br)>. Acesso em: 26 maio 2007. (a)

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. *Últimos números da avicultura*. (2006) Disponível em: [www.uba.org.br](http://www.uba.org.br). Acessado em 22/11/2007. (b).

VALERIANO, C.; SANTOS, H. P.; BEERLI, K. M. C.; PICCOLI-VALLE, R. H.; ALCANTARA, E. M. C.; MARQUES, S. C.; ARAUJO, R. Avaliação higiênico-sanitária de miúdos de frango comercializados na cidade de Lavras- MG. **Higiene Alimentar**, v.17, n.104/105, p.214-215, 2003.

VEERKAMP, C. H. Chilling, freezing and thawing. **Processing and Poultry**. Ed. Elsevier Applied Science. p. 103-125, 1989.

VOIDAROU, C.; VASSOS, D.; KEGOS, T.; KOUTSOTOLI, A.; TSIOTSIAS, A.; SKOUFOS, J.; TZORA, A; MAIPA, V.; ALEXOPOULOS, A.; BEZIRTZOGLU, E. Aerobic and Anaerobic Microbiology of the Immersion Chilling Procedure During Poultry Processing. **Poult Sci**, v.86, n. 6, p. 1218-1222, 2007.

WARD, L. R.; THRELFALL, E. J. **Human salmonellosis in England and Wales - current situation**, p. 547-9. 1997. In: Salmonella and Salmonellosis Symposium, Ploufragan, França.

WATSON W. A.; BROWN J. M. *Salmonella* infection and meat hygiene: poultry meat. **Vet. Rec.** V. 96, p. 351-353, 1975.

WEISE, E.; WORMUTH, H-J.; SCHUTT-ABRAHAM, I e LEVETZOW, R. High voltage stunning of chickens and its effect on the quality. **Fleischwirtschaft** **68**:1416-1420, 1988.

WOOLEY, S. C. e GENTLE, M. J. Physiological and behavioural responses in the hen *Gallus domesticus* to nociceptive stimulation. **Comparative Biochemistry and Physiology**, **88 A**:27-31, 1987.

## 7 ANEXOS

### ANEXO A - Fotos ilustrativas das operações de abate



Figura 37 – Espera dos frangos antes da pendura



Figura 38 – Etapa da pendura dos frangos



Figura 39 – Etapa da insensibilização



Figura 40 – Etapa da sangria



Figura 41 – Etapa da escaldagem



Figura 42 – Etapa da depenagem



Figura 43 – Saída da depenadeira



Figura 44 – Escaldamento dos pés



Figura 45 – Lavagem das carcaças



Figura 46 – Evisceração das carcaças



Figura 47 – Corte dos pés



Figura 48 – Reenganchamento das carcaças



Figura 49 – Resfriador de carcaças



Figura 50 – Etapa de gotejamento e esteira para seleção de carcaças ou cortes



Figura 51 – Etapa de cortes



Figura 52 – Subprodutos e miúdos



Figura 53 – Sala de temperos



Figura 54 – Embalagem



Figura 55 – Entrada de produtos na câmara



Figura 56 – Expedição

## **ANEXO B - Características técnicas e ilustração dos equipamentos de aquisição de dados**

### **1 – *Field logger***

O *Field Logger* é um equipamento microprocessado de aquisição e registro de variáveis analógicas. A configuração é feita através do software *Field Chart* que acompanha o equipamento. Todos os sensores de temperatura possuem linearização e compensação por junta fria. A Figura 57 ilustra o *Field logger*.



Fonte: Adaptado de Novus Produtos Eletrônicos Ltda (2007)

Figura 57 – Ilustração do *Field logger*

## 2 – Data logger UMMI

O *data logger UMMI* é um equipamento destinado a realizar a medição, indicação e registro de temperatura e umidade relativa e possui um sensor de penetração em líquido.

A Tabela 36 mostra as características dos seus sensores de temperatura e umidade relativa.

Tabela 36 – Características dos sensores de temperatura e umidade relativa

Sensores		
	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
<b>Escala</b>	-20 a 100°C	0 a 100% UR.
<b>Resolução</b>	1 °C ou 1 °F.	1% UR.
<b>Precisão</b>	+/- 0,6 °C.	+/- 3% UR

Fonte: Fonte: Adaptado de Novus Produtos Eletrônicos Ltda (2007)

O *software UMMI MANAGER* é fornecido com o equipamento e realiza a coleta dos dados contidos na memória interna.

Permite visualização em forma de gráficos e relatórios. As configurações do equipamento são feitas através dos botões do painel digital.

A Figura 58 mostra o medidor *UMMI* e seu sensor de temperatura e umidade.



Fonte: Adaptado de Betha Eletrônica Ltda

Figura 58 – Ilustração do medidor *UMMI* e seu respectivo sensor

### 3 – Analisador portátil SAGA 4000

O período de amostragem utilizado é de 1 segundo e, no caso dos registros de tensão, independente do período de integração selecionado, o registrador sempre vai armazenar para cada registro, qual foi o maior e o menor valor ( $V_{max}$  e  $V_{min}$ ).

A Tabela 37 apresenta a relação das grandezas elétricas registradas, e suas respectivas unidades, pelo equipamento.

Tabela 37 – Grandezas elétricas exibidas no display do SAGA 4000

<i>Display</i>	
<b>Grandezas elétricas</b>	<b>Unidade</b>
Tensão, por fase e trifásica	(V)
Corrente, por fase e trifásica	(I)
Frequência	(F)
Potência ativa fornecida ou recebida por fase e trifásica	(P) ou (-P)
Potência reativa fornecida ou recebida	(Qh) ou (-Qh)
Potência aparente, por fase e trifásica	(S)
Fator de potência por fase e trifásico	FP
Energia ativa consumida ou fornecida	(Wh) e (-Wh)
Energia reativa indutiva consumida e fornecida	varhind e -varhind

Fonte: Adaptado de manual ESB-SAGA 4000, (2002)

A imagem que ilustra o SAGA 4000 está na Figura 59.



Fonte: ESB-SAGA 4000, (2002)

Figura 59 – Ilustração do SAGA 4000

#### **4 – Analisador portátil RE 6081**

O *RE 6081* é também um analisador portátil de grandezas elétricas desenvolvido para ser utilizado em aplicações que necessitem de um completo sistema de medição destas grandezas, projetado para instalação ao tempo. Pode ser aplicado em diferentes sistemas elétricos e nas mais diferentes possibilidades de ligação.

Foi usado o módulo básico que faz a medição e registro de:

- Tensão e corrente, frequência e fator de potência
- Potência: ativa, reativa e aparente
- Energia: ativa, reativa capacitiva e indutiva
- Harmônicas: distorção harmônica total DHT até a 51ª ordem
- Intervalo de integração: 1 minuto até 30 minutos

A Figura 60 ilustra o analisador *RE 6081* e os sensores de corrente.



Fonte: IMS POWER QUALITY

Figura 60 – Analisador *RE 6081* e os sensores de corrente

## 5 – Smart trans

A Tabela 38 apresenta as grandezas elétricas medidas pelo transdutor.

Tabela 38 – Grandezas elétricas medidas pelo *Smart Trans*

<b>Disponível pelo MODBUS-RTU</b>	
<b>Grandezas Elétricas</b>	Tensão F-F ou F-N e média (V)
	Corrente por Fase e média (A)
	Corrente neutro para ligação estrela (A)
	Tensão de neutro para ligação estrela (V)
	Ângulo das tensões para ligação estrela
	Ângulo das correntes para ligação estrela
	Fator de potência por fase e trifásico

Fonte: Adaptado de IMS Power Quality, (2007)

Tabela 38 – Grandezas elétricas medidas pelo *Smart Trans* (continuação)

<b>Grandezas Elétricas</b>	<b>Disponível pelo MODBUS-RTU</b>
	Fator de potência por fase e trifásico
	Potência ativa por fase e trifásico (kW)
	Demanda reativa por fase e trifásico (kVAr)
	Potência aparente por fase e trifásico (kVA)
	Consumo total direto (kWh)
	Consumo reativo total indutivo e capacitivo (kVArh)
	Consumo aparente (kVAh)
	Demanda Ativa (kW)
	Demanda reativa (kVAr)
	Demanda aparente (kVA)
	Consumo total reverso (kWh)
	Consumo reativo total reverso indutivo e capacitivo (kVArh)
	THD para tensão e corrente
	Harmônicos ímpares até 31ª ordem para tensão e corrente

Fonte: Adaptado de IMS Power Quality, (2007)

## ANEXO C - Tabela dos motores e potência nominal dos equipamentos em cada etapa do abate

Tabela 39 – Especificações elétricas dos motores da sala de espera

Área	Quantidade.	Marca/ Modelo	Tensão (V)	Tensão Modo	Potência (CV)	Rotação (rpm)	Corrente (A)
Sala de espera	3	EBELE 580 A4	220	Trifásico	1,0	1705	2,4
	9	EBELE B71 A4- ESP.	220	Trifásico	0,5	1710	2,2
	4	WEG 71 1080	220	Trifásico	0,5	1720	2,2
	1	WEG HATSUTA S 25G	220	Trifásico	4,0	1740	2,2
Plataforma de abate	2	WEG HATSUTA S 25G	220	Trifásico	4,0	1779	12,0

Tabela 40 – Especificações elétricas dos motores da linha de pendura

Área	Quantidade.	Marca/ Modelo	Tensão (V)	Tensão Modo	Potência (CV)	Rotação (rpm)	Corrente (A)
Insensibi- lização	1	WEG	220	Trifásico	1,0	1730	3,5
Sangria	1	WEG 112M992	220	Trifásico	2,0	865	7,8
	1	WEG	220	Trifásico	1,0	1700	2,2
Escalda- gem	4	ERBELE B100L8	220	Trifásico	2,0	845	7,1
Depena- gem	8	ERBELE B100L4	220	Trifásico	5,0	1745	13,8

Tabela 41 - Especificações elétricas dos motores da linha de evisceração

Área	Quantidade.	Marca/ modelo	Tensão (V)	Tensão Modo	Potência (CV)	Rotação (rpm)	Corrente (A)
Evisce- ração	1	ERBELE B100L8	220	Trifásico	2,0	845	7,1
	1	WEG	220	Trifásico	0,5	1720	1,2
	1	ERBELE	220	Trifásico	1,5	1700	5,9
	1	ERBELE	220	Trifásico	1,0	1700	4,0
	1	ERBELE	220	Trifásico	0,5	1700	2,0
	1	WEG	220	Trifásico	0,5	840	2,5
	1	WEG	220	Trifásico	0,5	840	1,4
	1	WEG	220	Trifásico	0,5	840	2,5
	1	WEG	220	Trifásico	0,5	840	1,4
	1	WEG	220	Trifásico	0,5	860	2,3
	1	WEG	220	Trifásico	0,5	860	1,4
Fábrica de Gelo	1	WEG 3475	220	Trifásico	8,5	3475	2,0
	1	WEG 3480	220	Trifásico	8,5	3475	2,2
	2	WEG	220	Trifásico	0,5	3420	1,7
	1	WEG CRO 599	220	Trifásico	2,0	3380	4,2
	1	SIEMENS CRO 894	220	Trifásico	7,5	3520	13,0
	1	SIEMENS CRO 8519	220	Trifásico	7,5	3520	12,0

Tabela 42 - Motores elétricos e suas especificações encontrados na linha de respingo e corte

Área	Quantidade.	Marca/ modelo	Tensão (V)	Tensão Modo	Potência (CV)	Rotação (rpm)	Corrente (A)
Respingo	1	WEG	220	Trifásico	1,0	1730	3,0
	1	WEG 100L0695	220	Trifásico	1,0	1150	7,3
Corte	1	WEG	220	Trifásico	2,0	1160	6,8
	1	ERBELE	220	Trifásico	0,5	1700	1,9
	1	ERBELE	220	Trifásico	0,5	1700	1,1

Tabela 43 - Motores elétricos e suas especificações encontradas na sala de máquinas

Área	Quantidade.	Marca/ Modelo	Tensão (V)	Tensão Modo	Potência (CV)	Rotação (rpm)	Corrente (A)
SALA DE MÁQUINAS	1	BÚFALO BO 187	220	trifásico	50,0	1760	130,0
	1	BÚFALO BO 109- 34	220	trifásico	75,0	1770	186,0
	1	WEG 225 SM 1186	220	trifásico	75,0	1775	180,0
	1	BÚFALO B-5759.12	220	trifásico	50,0	1760	127,0
	1	WEG 225 SM 1186	220	trifásico	75,0	1775	180,0
	1	EBERLE NV250M4	220	trifásico	75,0	1770	175,0
	1	WEG 3 250 S/AO 82192	220	trifásico	125,0	1775	283,0

## **ANEXO D - Modelo de planilha relativa a anotação manual dos valores de temperatura do ar**

Planilha utilizada para observação das câmaras, túnel de congelamento e sala de cortes e embalagem e sala de tempero.

<b>Local/Função</b>			
<b>Tempo em minutos</b>	<b>Temperatura °C Termômetro de mercúrio ou termostato do frigorífico</b>	<b>Abertura de portas</b>	
		<b>Número de vezes</b>	<b>Tempo de permanência abertas</b>
<b>5</b>			
<b>10</b>			
<b>15</b>			
<b>20</b>			
<b>25</b>			
<b>30</b>			
<b>35</b>			
<b>40</b>			
<b>45</b>			
<b>50</b>			
<b>55</b>			
<b>60</b>			