

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Silmara Zandonai

Estágio Obrigatório

COOPERATIVA CENTRAL AURORA ALIMENTOS

\

Florianópolis

2014

SILMARA ZANDONAI

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO
COOPERATIVA CENTRAL AURORA ALIMENTOS**

Relatório de estágio submetido à
Universidade Federal de Santa Catarina como
parte dos requisitos necessários para a
obtenção do Grau de Engenheiro de
Alimentos.

Orientador: Prof^a Dr^a Alcilene
Monteiro Fritz

Supervisor: Adriano Tomalok

Florianópolis

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
COORDENADORIA DE ESTÁGIO/EQA

AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO
(Para uso do Supervisor)

1. IDENTIFICAÇÃO:

Nome: Silmara Zandonai
Nº de Matrícula: 09245041. Fase: 10
Curso: Engenharia de Alimentos
Coordenador de Estágios: José Miguel Muller
Nome do Supervisor: Adriano Tomalok
Local do Estágio: Cooperativa Central Aurora Alimentos
Endereço: Prefeito Normelio Zilio S/N
Fone: (49) 32023456 Cidade: Joaçaba Estado: Santa Catarina

2. AVALIAÇÃO (Nota de 01 a 10)

Conhecimentos Gerais: 9,0
Conhecimentos específicos: 8,5
Assiduidade: 1,0
Criatividade: 9,0
Responsabilidade: 1,0
Iniciativa: 1,0
Disciplina: 1,0
Sociabilidade: 9,5

Média: 9,5

Outras Observações:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Data da Avaliação: 11./12./14.

Coop. Central Aurora Alimentos

Assinatura do Supervisor
Adriano Tomalok
Supervisor de Produção

SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
2. Apresentação da empresa	7
3. Conhecendo os setores	8
3.1 Processo	8
3.2 RECEPÇÃO DO SUÍNO e sangria.....	9
3.2.1 Fluxograma recepção de suínos e sangria	9
3.1.2 Descrição das atividades.....	9
3.2.2.1 Transporte.....	9
3.2.2.2 Dieta hídrica	9
3.2.2.3 Recepção	10
3.2.2.4 Insensibilização	10
3.2.2.5 Sangria.....	10
3.3 ABATE.....	11
3.3.1 Fluxograma do abate	11
3.3.2 Descrição das atividades	12
3.3.2.1 Lavagem	12
3.3.2.2 Escaldagem.....	12
3.3.2.3 Remoção de cerdas e pelos.....	12
3.3.2.4 Remoção do ouvido.....	12
3.3.2.5 Oclusão retal.....	13
3.3.2.6 Desnuca/inspeção da cabeça	13
3.3.2.7 Exposição das vísceras	13
3.3.2.8 Evisceração/Inspeção das vísceras	13
3.3.2.9 Divisão da carcaça.....	14
3.3.2.10 Inspeção da carcaça	14
3.3.2.11 Retirada da medula, cabeça e pés.....	14

3.3.2.12 Tipificação.....	14
3.3.2.13 Verificação	14
3.3.2.14 Resfriamento	15
3.3.2.15 Sala das cabeças/Miúdos externos	15
3.3.2.16 Miúdos externos	15
3.3.2.17 Miúdos internos.....	16
3.3.2.18 Beneficiamento de tripas (BET).....	16
3.4 EspostejAmento	17
3.4.1 Separação das partes.....	18
3.4.2 Corte	18
3.4.3 Embalagem.....	18
3.4.4 Congelamento/ Resfriamento.....	18
3.4.5 Estocagem/ Expedição	19
3.5 MELHORIAS propostas	19
4.0 procedimentos operacionais padrão – POP’S / PSO / APPCC	19
4.1 Pop’s (procedimentos operacionais padrão)	19
4.2 Higienização.....	20
4.3 PSO (Procedimentos Sanitários das operações).....	20
4.4 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC	21
5.0 Acompanhamento das temperaturas de congelamento no túneL semi-contínuos.....	21
5.1 Teoria do Congelamento	21
5.3 Cálculo do tempo de congelamento	23
6.0 CONCLUSÃO	27
7.0 Referências	27

1. INTRODUÇÃO

O estágio curricular, realizado no final do curso de Engenharia de Alimentos, tem como objetivo à complementação no processo de formação profissional. Através de experiências práticas e a vivência no dia a dia da indústria, é possível utilizar das teorias aprendidas durante o curso.

O estágio foi realizado na empresa Cooperativa Central Aurora Alimentos, unidade Joaçaba, no período de 18 de Agosto a 18 de Novembro de 2014. A primeira atividade foi conhecer e descrever os fluxogramas dos processos realizados na empresa, posteriormente, deu-se ênfase ao setor de produção.

Durante o período de estágio diversas atividades foram desenvolvidas no setor de produção, dentre elas, a obtenção das curvas de congelamento para miúdos internos e externos destinados a exportação.

No presente trabalho, demonstram-se de forma sucinta as principais atividades desenvolvidas na empresa.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A história da Aurora alimentos se inicia no ano de 1969, quando o senhor Aury Bodanese e mais de 17 representantes de cooperativas da região oeste, se uniram em assembleia oficial com o propósito de constituir uma sociedade cooperativista. O objetivo inicial era apenas melhorar as condições do produtor rural de suínos e conseguir mais espaço no mercado, mas a ideia deu tão certo que hoje tornou-se uma referência no sistema cooperativista.

Em 1973 a cooperativa construiu seu primeiro frigorífico em Chapecó - SC. Com o tempo buscou industrializar-se e obter tecnologia, para que através disso pudesse agregar valor nos produtos de seus associados e maximizar a utilização de matéria-prima. Assim, em 1982 o grupo Peperi foi incorporado a cooperativa e como fruto, inaugurou-se, o Frigorífico Aurora de São Miguel do Oeste (FASMO).

A partir da década de 80, a Aurora investiu no aumento da produção abrindo novas unidades.

- 1984 - Fábrica de sucos concentrados em Videira (SC).
- 1988 - Frigorífico de aves em Maravilha (SC).
- 1988 - Frigorífico Aurora Chapecó I (SC).
- 1996 - Frigorífico Aurora de São Gabriel do Oeste (MS).
- 1996 - Frigorífico de Quilombo (SC). 2000
- 2000 - Inauguração da Indústria de Sucos em Pinhalzinho (SC).
- 2001- Fábrica de Industrializados junto ao Frigorífico de Chapecó I (SC).
- 2002 - Frigorífico Aurora de Joaçaba (SC) em 10 de abril e incorporação do Frigorífico de Sarandi (RS).
- 2004 - Frigorífico Aurora Chapecó II
- 2004 - Lançamento da marca AUROLAT.
- 2005/2006 - Aquisição da marca Nobre.
- 2009 - Fábrica de Rações de Cunha Porã (SC)
- 2011 - Inauguração da Indústria de Lácteos de Pinhalzinho.
- 2013 - Frigorífico Aurora Guatambu.
- 2013 - Frigorífico Aurora de Xaxim.
- 2014 Reabertura do Frigorífico Aurora Joaçaba (cujas atividades estavam interrompidas desde- 2008).

Hoje a Aurora é formada por 12 cooperativas filiadas, mais de 62 mil famílias associadas e mais de 22 mil funcionários. Com gestão participativa, atua na industrialização e comercialização de carnes suínas, aves, lácteos, massas, vegetais e suplementos para nutrição animal. As marcas que integram a Cooperativa Central Oeste Catarinense são: Aurora; Aurolat; Nobre; Peperi.

Busca através da sua política da qualidade promover a satisfação dos clientes e o crescimento da Cooperativa, produzindo e comercializando alimentos de qualidade e seguros, através da melhoria contínua dos processos, atendimento às legislações e capacitação dos funcionários.

Tem como valores a ética, a qualidade, a confiança, cooperação e sustentabilidade, tudo isto para ser vista como referência de cooperativa fornecedora de alimentos.

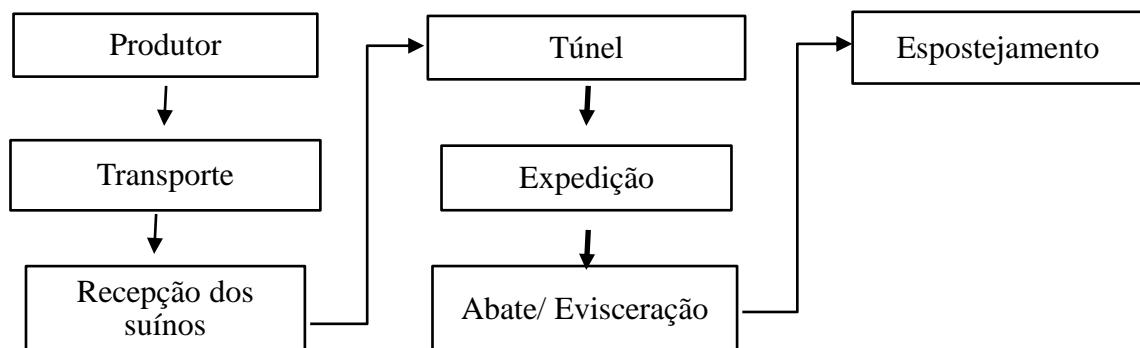
3. CONHECENDO OS SETORES

Este trabalho tem como objetivo relatar sobre os processos e fluxos de produção da carne suína observados durante o período de estágio no Frigorífico Aurora de Joaçaba (FAJO). Neste tópico relatou-se o que foi analisado durante o período de conhecimento da empresa.

3.1 PROCESSO

O processo da produção de carne de suínos segue um fluxograma macro que pode ser descrito conforme a figura 1.

Figura 1: Fluxograma macro do frigorífico.

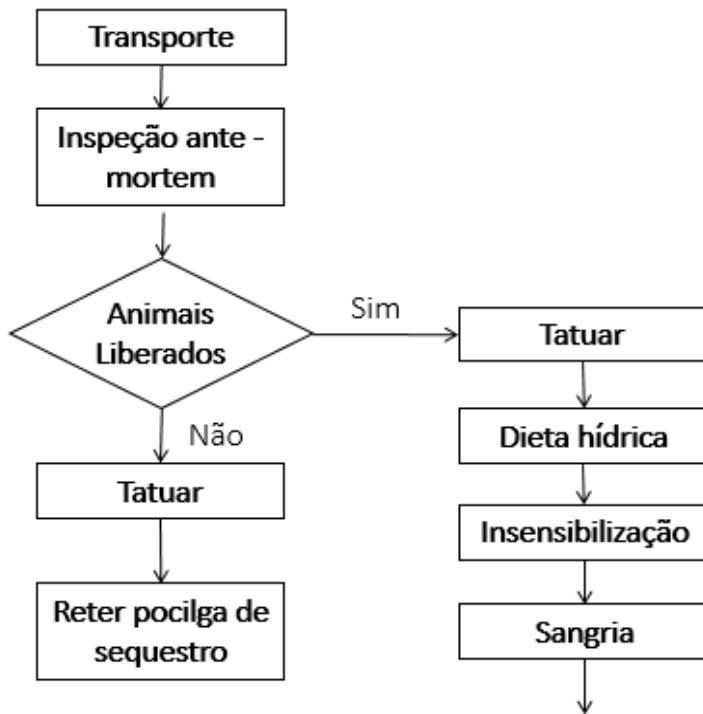


3.2 RECEPÇÃO DO SUÍNO E SANGRIA

3.2.1 Fluxograma recepção de suínos e sangria

A figura 2 mostra o fluxograma da recepção de suínos e da etapa de sangria.

Figura 2: Fluxograma setor de recepção dos suínos e sangria.



3.1.2 Descrição das atividades

3.2.2.1 Transporte

Lotação máxima 0,42 m²/suíno

3.2.2.2 Dieta hídrica

Tem como objetivo diminuir o conteúdo gastrointestinal, facilitando os movimentos respiratórios e cardíacos, minimizando o estresse durante o transporte e facilitando a evisceração.

A dieta hídrica começa ainda na granja, o suíno recebe apenas água por 6-24 horas, caso o jejum seja acima desse tempo é preciso fornecer alimentação e água ao suíno.

3.2.2.3 Recepção

O SIF realiza uma inspeção *ante-mortem* que tem como objetivo a separação de animais com dificuldade de locomoção ou alguma anomalia. Os animais separados nesta inspeção de acordo com o problema são encaminhados para a pocilga de sequestro ou para matança de emergência e se necessário são encaminhados para o departamento de necropsia. Os suínos normais são direcionados para a pocilga de matança.

A rampa para o desembarque dos suínos tem declive máximo de 25%, com superfície antiderrapante.

3.2.2.4 Insensibilização

A insensibilização tem como objetivo induzir o animal a um estado de inconsciência instantânea e supressão da sensibilidade. O método utilizado é o da eletronarcose que consiste em posicionar dois eletrodos, em forma de pinça, nas laterais da cabeça e um terceiro, na altura do coração.

Tabela 1: Insensibilização dos suínos.

	1º e 2º pontos (cabeça)	3º ponto (peito)
Voltagem:	350 – 750V	30 – 140V
Amperagem:	0,5 – 2 A	0,5 – 2 A
Tempo:	4 – 7 segundos	2 – 5 segundos

3.2.2.5 Sangria

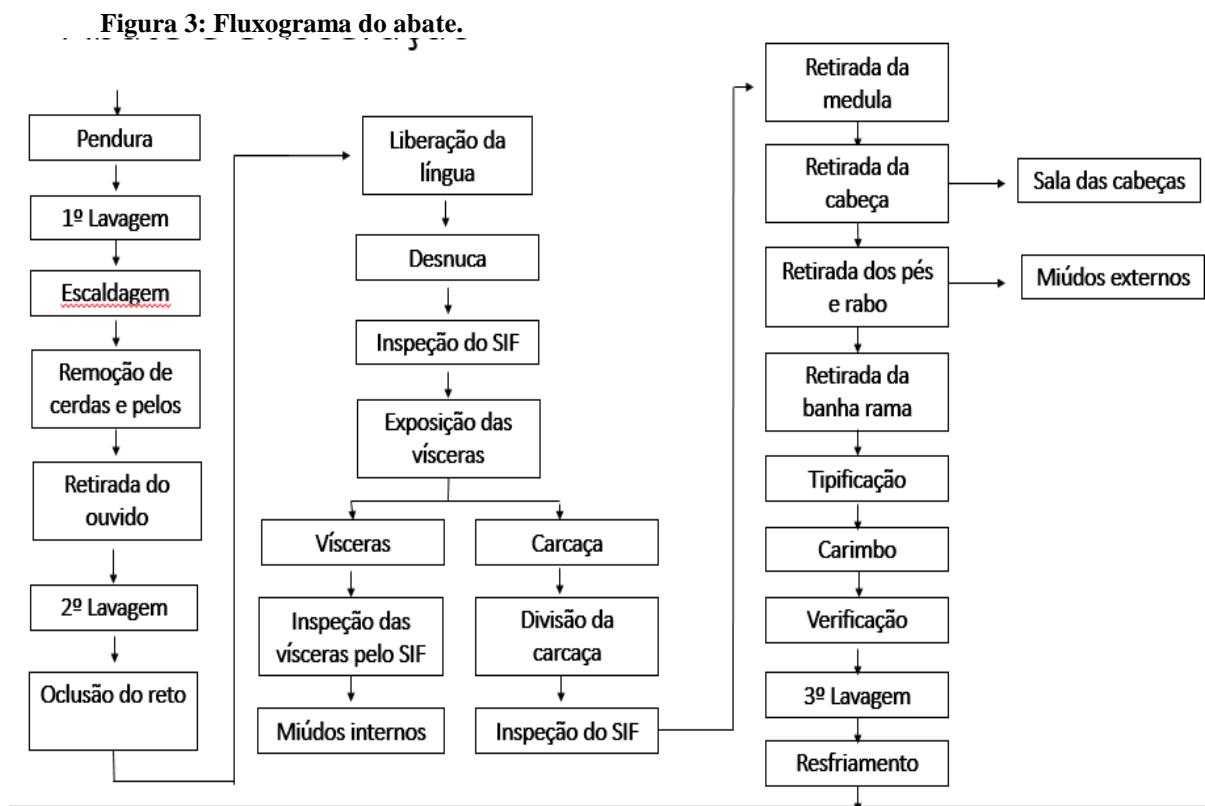
Após a insensibilização o animal desliza por uma rampa de aço inox caindo sobre uma mesa rolante, onde são sangrados com uma incisão de 5-8 cm na região da papada (secção dos grandes vasos (jugular), morte por hemorragia. Deve ocorrer no máximo após 30 segundos (legislação), o ideal seria 10-15 segundos. Após a sangria e

Na mesa horizontal os animais são pendurados em nóreas na posição vertical, até que os reflexos musculares cessem (5-6 min), através da nórea, os animais são transportados para as próximas etapas. A sangria é feita com 2 (duas) facas, sendo a faca obrigatoriamente higienizada no esterilizador após cada animal sangrado.

3.3 ABATE

3.3.1 Fluxograma do abate

A figura 3 mostra o fluxograma do abate na unidade FAJO.



3.3.2 Descrição das atividades

3.3.2.1 Lavagem

No final da sangria os suínos passam por um chuveiro, para remoção do sangue ou sujidades superficiais, antes de entrar no tanque de escaldagem.

3.3.2.2 Escaldagem

Esta etapa tem como objetivo a dilatação dos poros facilitando a posterior retirada dos pelos e cascos além da remoção de sujidades presentes no couro. Consiste na imersão em tanque com água quente ($T=60-72^{\circ}\text{C}$) durante 5 min.

Para evitar a contaminação da água há um sistema de renovação e higienização constante e o controle da temperatura.

3.3.2.3 Remoção de cerdas e pelos

Após os suínos percorrerem toda a extensão do tanque, são elevados pela nórea até a entrada da depiladeira onde um sistema pneumático libera o suíno. Na depiladeira os animais são submetidos a movimentos giratórios em cilindro fazendo com que as borrachas com placas de metal nas pontas retirem quase que totalmente os pelos presentes na carcaça por atrito. Após a passagem pela depiladeira, as unhas ou cascos dos suínos são retirados com o auxílio de facas e os suínos são pendurados pelos tendões, na nórea para continuidade do processo e passam por um chuveiro.

Os pelos remanescentes são retirados com o auxílio de um chamuscador, o ideal para o processo são labaredas azuis, com pontas amarelas, em todas as direções inclusive de baixo para cima. Os pelos que ainda persistem são retirados manualmente com o auxílio de facas e com polidoras.

3.3.2.4 Remoção do ouvido

A remoção do ouvido é a etapa que delimita o final da área suja.

3.3.2.5 Oclusão retal

O objetivo é evitar a contaminação fecal durante a evisceração, é realizado com pistola pneumática, que é esterilizada com água quente a cada suíno. Após a oclusão, o reto é amarrado com sacola plástica.

3.3.2.6 Desnuca/inspeção da cabeça

Desnuca é a ruptura da articulação entre a cabeça e a coluna vertebral com a finalidade de desprender a cabeça da carcaça.

A inspeção da cabeça é a primeira da linha de inspeção post mortem pelo fiscal do SIF. É realizada através de cortes onde é verificada a presença ou não de inflamações, calcificações, bem como outras anormalidades.

3.3.2.7 Exposição das vísceras

Faz-se a abertura da cavidade abdominal (com auxílio de uma faca esterilizada a cada suíno) e exposição das vísceras.

3.3.2.8 Evisceração/Inspeção das vísceras

Primeiramente retira-se o prepúcio dos machos e as glândulas mamárias das fêmeas e são enviados para fábrica de farinha.

As vísceras são separadas em vísceras vermelhas (fígado, coração, pulmão, rins, garganta e língua) e brancas (bexiga, estômago, intestino, baço, pâncreas). São colocadas em bandejas na mesa de evisceração, onde são separadas, inspecionadas pelo fiscal do SIF e encaminhadas para seu processamento (chutes) de acordo com o resultado obtido na inspeção.

O fiscal do SIF avalia o tamanho, a forma, a cor, a aparência, a presença de lesões, parasitas ou corpos estranhos nos órgãos. As vísceras condenadas seguem para produção de farinha.

Pulmões, intestino grosso e baço não são utilizados pela indústria e são enviados para farinha.

Os intestinos são encaminhados para a produção de tripas salgadas, utilizadas para produção de embutidos e embaladas em tonéis.

3.3.2.9 Divisão da carcaça

A carcaça é dividida com o auxílio de uma serra em meias carcaças através de um corte longitudinal ao longo da coluna vertebral.

3.3.2.10 Inspeção da carcaça

São observados pelo fiscal do SIF o estado geral, os linfonodos e a presença ou não de aderência de órgãos e vísceras. Caso seja verificada alguma alteração, a carcaça juntamente com órgãos e vísceras, são encaminhados ao DIF – Departamento de inspeção federal, responsável pelo destino adequado da mesma, que pode ser para alimentos cozidos e até mesmo graxaria.

3.3.2.11 Retirada da medula, cabeça e pés

Nesta etapa a medula, a cabeça, os pés dianteiros e traseiros são retirados da carcaça e encaminhados para o processamento.

3.3.2.12 Tipificação

Na tipificação são obtidos os parâmetros que estabelecem o pagamento ao produtor, o qual é bonificado de acordo com a qualidade da carcaça.

Nesta etapa é possível registrar informações como espessura do toucinho e de músculo, porcentagem de carne magra, espessura total do animal, número da carcaça e lote, coloração, que pode indicar PSE e receber o carimbo do SIF.

3.3.2.13 Verificação

A carcaça antes de entrar na câmara de resfriamento passa por uma verificação se há contaminação por bili, alimento, fezes, ou pés, rabo e outros produtos. A carcaça segue pela nórea até um chuveiro para retirada de demais sujidades.

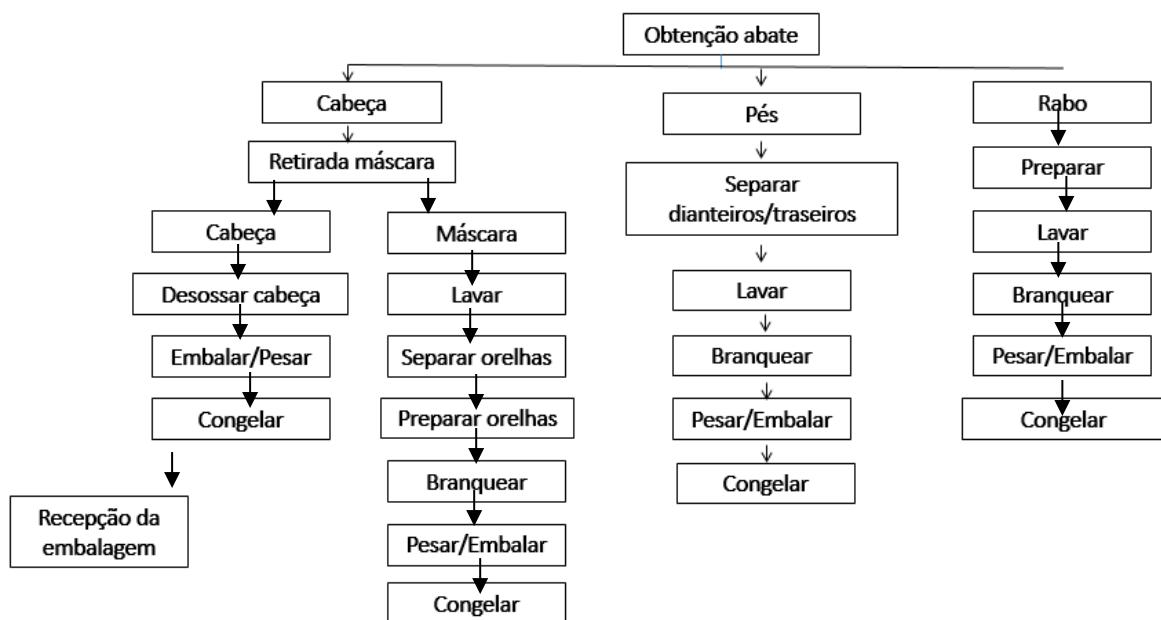
3.3.2.14 Resfriamento

As câmaras apresentam temperatura controlada entre 0°C e 5°C, visa a distribuição da temperatura em toda a carcaça. Nesta etapa que ocorre a transformação do músculo em carne. O padrão é de 7°C no centro térmico do pernil.

3.3.2.15 Sala das cabeças/Miúdos externos

Na sala das cabeças toda carne, pele e gordura proveniente da cabeça do suíno é aproveitada. A máscara é retirada e enviada para a sala dos miúdos externos, onde é lavada em centrífuga a 45°C. Na sala dos miúdos externos as orelhas e focinho são separados da máscara. A figura 4 mostra o fluxograma dos miúdos externos e sala das cabeças.

Figura 4: Fluxograma da preparação dos miúdos externos.



3.3.2.16 Miúdos externos

Retira-se os pelos dos pés dianteiros e traseiros e são lavados em centrífuga a 45°C, embalados e enviados para embalagem secundária.

O rabo passa por um processo chamado de branqueamento, é imerso em um chiller a 40-50°C, com 7% de Clorito de sódio por 7-8 minutos, são embalados e encaminhados para embalagem secundária.

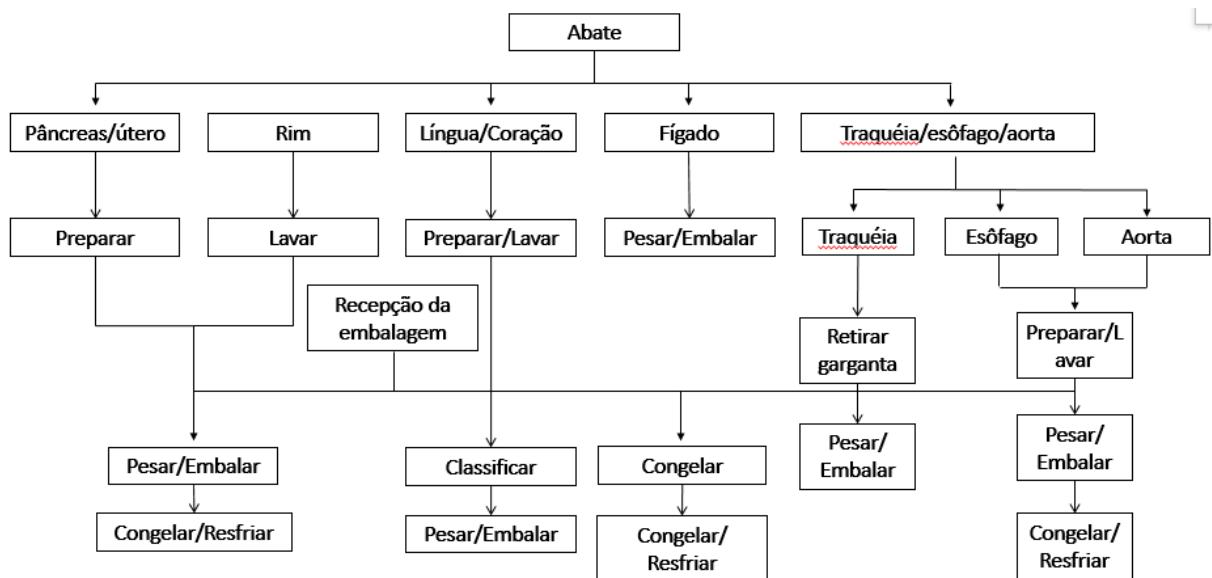
3.3.2.17 Miúdos internos

Miúdos internos como pâncreas, útero, rim, língua, coração, fígado, traquéia, esôfago, aorta são preparados, lavados e pesados antes de seguirem para embalagem.

A língua e o coração sofrem uma classificação de acordo com os cortes que apresentam.

A figura 5 mostra o fluxograma de preparação dos miúdos internos.

Figura 5: Fluxograma da preparação dos miúdos externos.



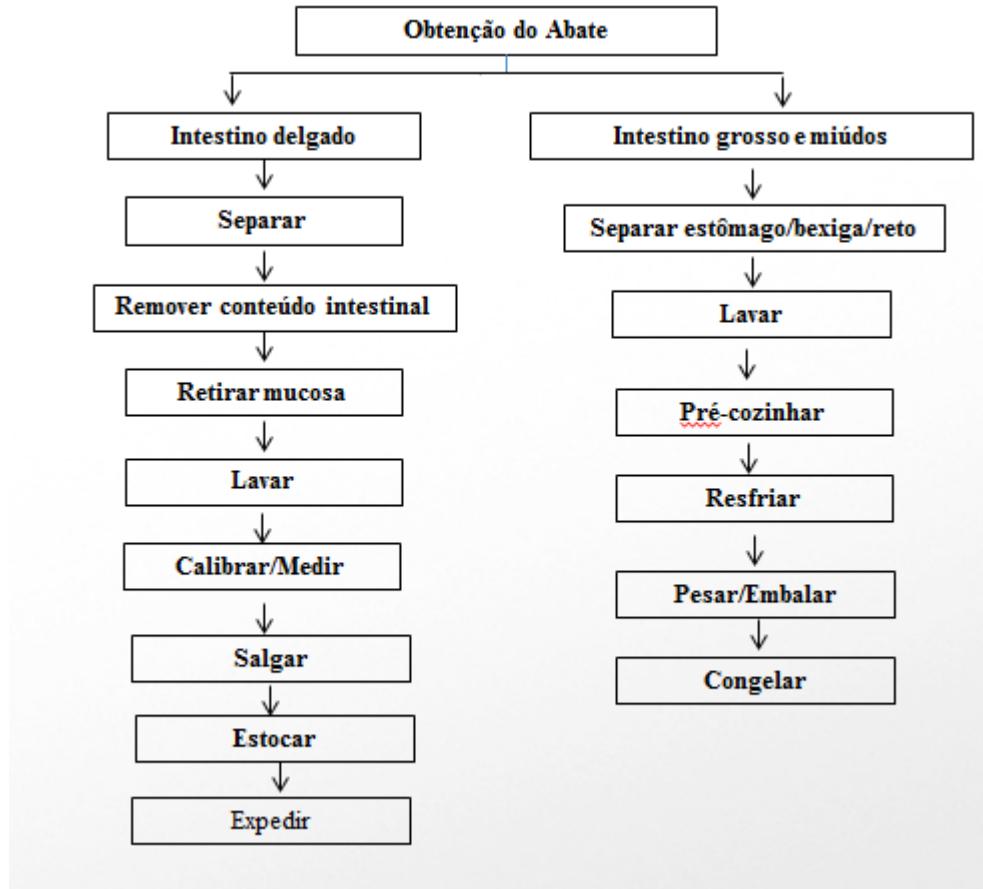
3.3.2.18 Beneficiamento de tripas (BET)

Miúdos como estômago, reto e bexiga sofrem tratamento térmico a 90-92°C por 9-7 minutos, antes da embalagem.

Intestino delgado - os resíduos fecais são removidos com água entre 35 a 40°C do intestino delgado logo após, retira-se a mucosa e a serosa.

A figura 6 mostra o fluxograma do setor de beneficiamento de tripas.

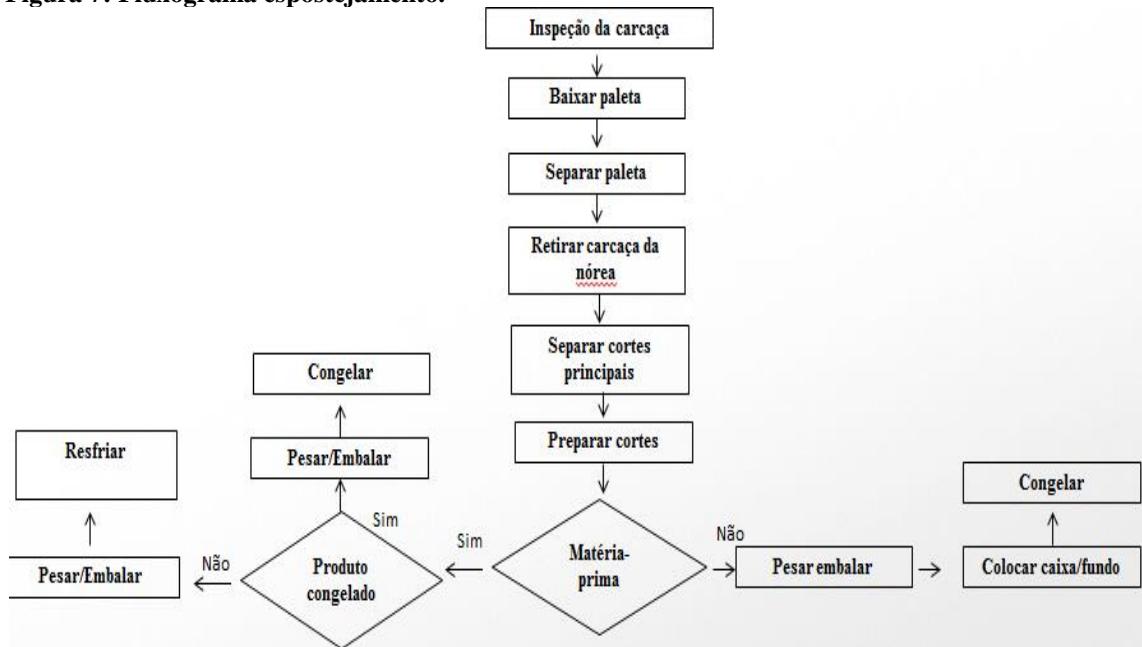
Figura 6: Fluxograma beneficiamento de tripas.



3.4 ESPOSTEJAMENTO

A figura 7 mostra o fluxograma do setor de espostejamento do frigorífico FAJO.

Figura 7: Fluxograma espostejamento.



3.4.1 Separação das partes

Após o resfriamento da carcaça a mesma é separada em 4 partes.

Pernil; Paleta; Carré; Barriga.

3.4.2 Corte

As 4 partes passam por cortes, que dão origem aos cortes conhecidos popularmente.

3.4.3 Embalagem

Os cortes destinados a matéria-prima são embalados em embalagem de polietileno leitoso. Já os cortes e miúdos para exportação são embalados em saco de polietileno transparente e caixa de papelão.

Carré, costelinha e filezinho em saco de polietileno impresso e caixa de papelão. Todos os produtos possuem etiquetas com data, código do produto, lote, o que facilita no controle da produção e um possível recall.

3.4.4 Congelamento/ Resfriamento

Após embalados os cortes e miúdos seguem para túneis de congelamento. O congelamento é feito em túneis estático e contínuo.

Os produtos obedecem aos seguintes critérios para congelamento.

- Produtos exportação: -18°C.
- Produtos mercado interno: -12°C.

3.4.5 Estocagem/ Expedição

Após o congelamento, é realizada a paletização dos sacos e caixas, que são armazenados em câmaras de congelamento, onde ficam estocadas até a expedição.

3.5 MELHORIAS PROPOSTAS

Algumas melhorias nos setores foram propostas, como por exemplo:

- Uso de óculos pelos funcionários da triparia. O uso do EPI pode evitar que o material fecal provenientes das tripas entre em contato com os olhos dos empregados.
- Uso de luva especial para uso nas descoureadeiras de pernil e paleta. O uso do EPI pode evitar que algum acidente de trabalho aconteça por descuido do empregado.
- Sugestão de troca do lacre de metal, por embalagem selada.
- Mudança no chute da mesa do produto A, para melhorar o fluxo do processo.

4.0 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO – POP’S / PSO / APPCC

Após conhecer toda a fábrica, a proposta do cronograma era para que se conhecessem os planos do setor de estágio. Com este tópico pretende-se demonstrar um breve resumo do estudado e analisado nesta etapa do estágio.

4.1 POP’S (PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO)

A Função dos POP’s é de padronizar a produção. Para que o operador saiba o que é esperado da tarefa e os materiais que devem estar dispostos para a realização da tarefa. Os POP’s contam com uma sequência de passos, descritos como atividades

críticas, que devem ser seguidas pelo operador, por último encontra-se como deve proceder se algum risco evidente vier a ocorrer.

4.2 HIGIENIZAÇÃO

Os manuais são documentos que descrevem como determinadas funções devem ser desempenhadas e quais são os cuidados que devem ser tomados para que seja possível assegurar que os alimentos cheguem aos consumidores com qualidade e livres de qualquer tipo de contaminação seja ela física, química ou biológica.

O manual de limpeza e sanitização (PPHO) é dividido em duas etapas, o procedimento padrão de higiene pré-operacional (PPHOP), que estabelece de forma objetiva instruções sequenciais para a realização de atividades que antecedem a produção e o procedimento padrão operacional que descreve instruções para realização de operações rotineiras.

Tem como objetivo manter condições adequadas do ambiente, equipamentos e utensílios para garantir a qualidade sanitária dos alimentos, para não oferecer riscos à saúde do consumidor.

A higienização pré-operacional é classificada em quatro etapas:

- Pré-lavagem: consiste na remoção das sujidades mais grosseiras, normalmente com jatos de água, melhorando a ação do detergente;
- Lavagem com detergente: é a etapa que aplica detergente e esfrega-se a superfície com auxílio de esfregões;
- Enxágue: utilizando-se de jatos de água, após a ação do detergente para a remoção do mesmo;
- Desinfecção: operação, a qual se aplica sanitizante, com a finalidade de eliminação de microrganismos remanescentes.

4.3 PSO (PROCEDIMENTOS SANITÁRIOS DAS OPERAÇÕES)

Além da limpeza dos locais e máquinas de trabalho, segundo o manual de Boas Práticas de Fabricação (BPF), faz-se necessário a higienização dos utensílios de produção como as facas, contentores, monoblocos, etc..

Deve-se cuidar para a correta utilização dos monoblocos, não os colocando diretamente no chão, utilizar os monoblocos de produtos comestíveis, o de subprodutos e triparia para a sua devida finalidade. Faz-se necessária também atenção e cuidado com o produto, não permitindo que se encoste às paredes e chão. As facas e chairas devem ser esterilizadas em esterilizador a cada sinal luminoso.

4.4 ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE - APPCC

O plano APPCC engloba os pontos críticos e pontos críticos de controle. PCC: os pontos críticos de controle são pontos onde é avaliado algum risco em potencial que pode ser tratado até aquele momento. Como por exemplo, o PCC1 que avalia contaminações na carcaça, normalmente causado pela retirada do reto. Após análise realizada no PCC1, que examina qualquer contaminação possível, a carcaça é destinada ao espostejamento. Não sendo mais possível analisar a carcaça, e dependendo da contaminação corre-se o risco de transmissão para outros cortes que tiveram contato com a peça contaminada ou instrumentos utilizados para espostear a carcaça.

5.0 ACOMPANHAMENTO DAS TEMPERATURAS DE CONGELAMENTO NO TÚNEL SEMI-CONTÍNUOS

5.1 TEORIA DO CONGELAMENTO

O congelamento consiste na redução da temperatura sem promover mudança de fase e cristalização, que compreende a nucleação e o crescimento dos cristais.

O uso de baixas temperaturas pode controlar a taxa de reações químicas, inibir a atividade enzimática, o crescimento microbiano e diminuir a atividade de água.

Antes do congelamento, o calor sensível é removido para diminuir a temperatura do alimento até a temperatura inicial de congelamento, abaixo do ponto de congelamento da água pura, devido às substâncias dissolvidas nas soluções que formam o alimento.

Após inicia-se a cristalização que é a formação de uma fase sólida organizada em uma solução. O processo de cristalização envolve a nucleação, e o crescimento de cristais. O crescimento de cristais é simplesmente o alargamento dos núcleos formados

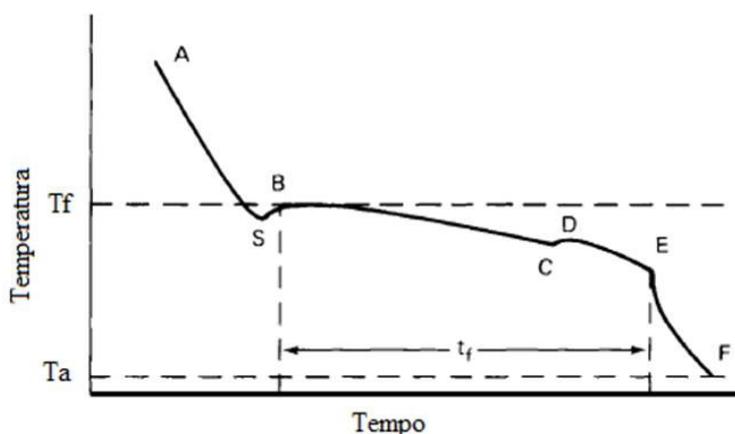
na fase de nucleação, promovido pela adição de moléculas de água ao núcleo de cristalização, portanto nucleação e cristalização ocorrem simultaneamente.

Quando se inicia o congelamento, parte da água livre do alimento cristaliza-se, ocasionando a concentração da solução restante e diminuição de seu ponto de congelamento. Com o contínuo decréscimo da temperatura, aumenta a formação de cristais de gelo e, consequentemente, a concentração de solutos na solução restante ocasiona a diminuição do ponto de congelamento, sendo a quantidade de gelo e água durante o congelamento, portanto, dependentes da temperatura.

A segunda fase da cristalização consiste no crescimento do núcleo pela adição de moléculas individuais de água sobre a superfície destes núcleos, o que não ocorre ao acaso. Durante uma cristalização lenta, cada molécula, após um primeiro contato com a superfície do cristal, difunde-se ao longo desta superfície até encontrar um estado de energia suficientemente baixo para tornar-se estável. Moléculas de solutos podem se difundir das imediações da interface dos cristais para o interior da fase líquida, e calor latente de cristalização precisa ser removido. A figura 8 apresenta a curva característica da remoção do calor.

Os alimentos congelam-se dentro de uma grande faixa de temperaturas, dependendo da concentração de sais e água em suspensão coloidal na célula. A velocidade de congelamento dependerá da quantidade de água livre presente na célula e da quantidade de sais dissolvidos.

Figura 8: Curva característica da remoção do calor.



AS: Período de super – resfriamento.

BC: Congelamento

CD: Cristalização de solutos

DE: Cristalização de água e solutos

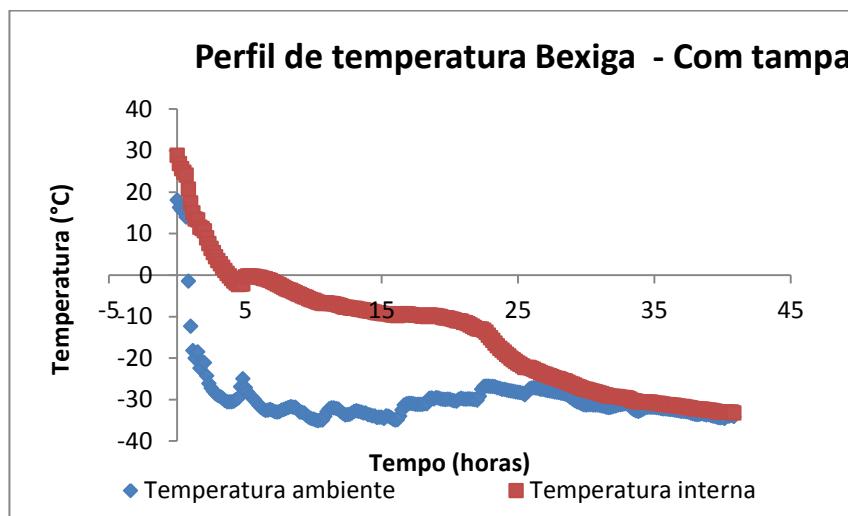
EF: Temperatura de armazenamento

tf :Tempo total

5.2 Gráficos obtidos com o auxílio de *Data loggers*

O processo de congelamentos dos miúdos foi acompanhado com o auxílio de *Data loggers*, os experimentos foram divididos em duas partes, caixa com tampa e caixa sem tampa para o mesmo produto.

Figura 9: Curva tempo- temperatura durante o congelamento obtida experimentalmente.



Podemos perceber que o gráfico 9, tem um comportamento muito próximo do gráfico teórico.

5.3 CÁLCULO DO TEMPO DE CONGELAMENTO

Diversas equações podem ser utilizadas para descrever o congelamento dentre elas está a fórmula de Plank (equação 01).

- **Fórmula de Plank**

$$t_f = \frac{\lambda \rho}{\theta_r - \theta_a} \left[\frac{L}{6} \left(\frac{1}{h} + \frac{x}{k_1} \right) + \frac{L^2}{24k_2} \right] \quad (1)$$

Onde

$$\lambda_p = \text{calor latente de cristalização}$$

h = coeficiente de transferência de calor

θ_r = ponto de congelamento do alimento

θ_a = temperatura do meio

ρ = densidade do alimento

K_1, k_2 =Condutividade térmica embalagem e do alimento respectivamente.

Esta equação leva diversas considerações, dentre elas:

- Transferência de calor ocorre em estado estacionário;
- Que a densidade permanece constante e que a condutividade térmica e o calor específico do alimento não congelado são constantes e depois mudam para um outro valor constante quando o alimento é congelado.
- Que o alimento se assemelha com uma forma conhecida.

Além de todas essas aproximações há grande dificuldade em encontrar propriedades para miúdos suínos.

As figuras 10 e 11 mostram o perfil de temperatura para bexiga com e sem tampa respectivamente.

Figura 10: Perfil de temperatura da bexiga com tampa.

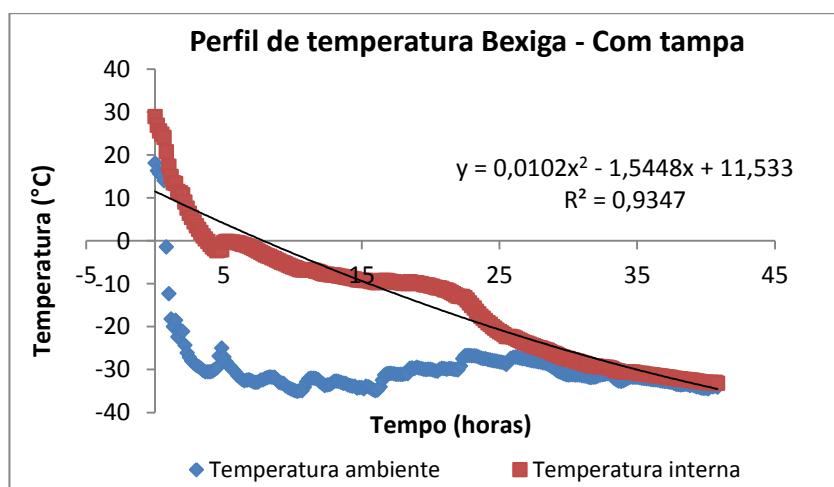
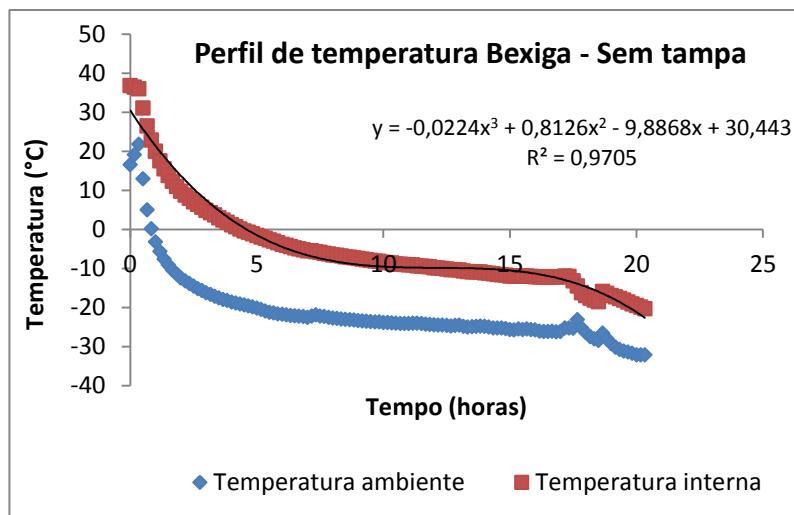


Figura 11: Perfil de temperatura para bexiga sem tampa.



As figuras 12 e 13 mostram o perfil de temperatura para aorta com e sem tampa respectivamente.

Figura 12: Perfil de temperatura Aorta, com tampa.

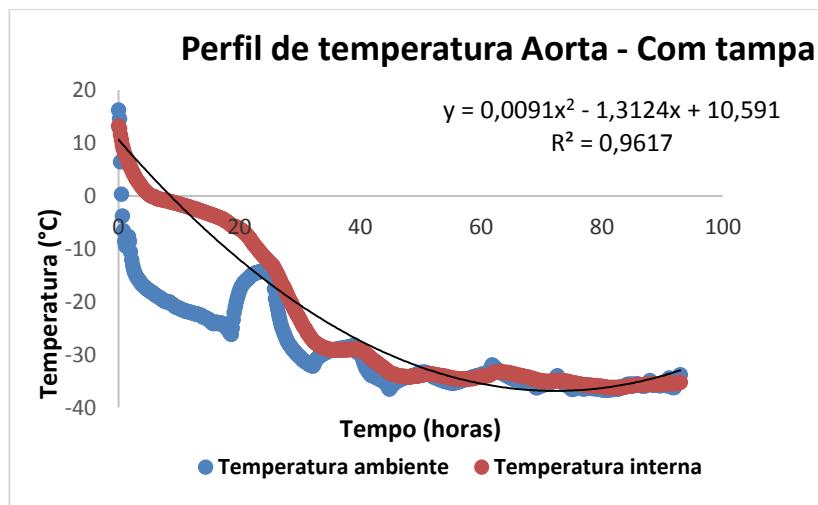
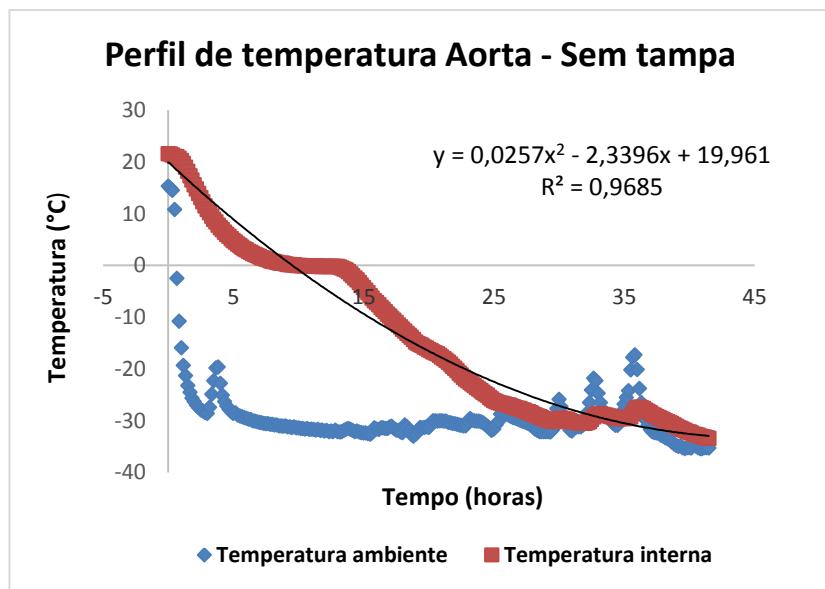


Figura 13: Perfil de temperatura aorta sem tampa.



A tabela 1 mostra o tempo necessário para alguns dos produtos atingirem -18°C, experimentalmente e teórico.

Tabela 2: Tempo necessário para atingir -18 °C.

Produto	Com/Sem tampa	Tempo experimental (horas)	Tempo calculado (horas)
Bexiga	Com	23:50	18:20
Bexiga	Sem	22:25	17:40
Aorta	Com	27:40	26:50
Aorta	Sem	21:10	21:05
Orelha	Com	28:30	27:40
Orelha	Sem	18:20	18:00

Através da tabela 1 podemos perceber que a não utilização da tampa da caixa durante o congelamento fez com que o tempo diminuisse, otimizando a utilização do túnel.

Para melhorar a capacidade do túnel algumas sugestões foram propostas, como a melhoria na circulação do ar no túnel, para promover a distribuição uniforme de temperatura e a utilização de desumidificadores de ar, para evitar o congelamento das superfícies.

Este trabalho mostra a necessidade de manter as portas sempre fechada e evitar o desligamento do túnel durante o congelamento.

6.0 CONCLUSÃO

O estágio curricular obrigatório proporcionou uma integração entre o conhecimento teórico adquirido no curso com a prática de uma indústria. Pode-se praticar conhecimentos adquiridos no curso, principalmente os provenientes da matéria de tecnologia de carnes e operações.

O congelamento dos produtos utilizando caixas abertas favoreceu a troca térmica o que influenciou diretamente no tempo de congelamento do produto se tornando uma viável opção de método de congelamento.

Durante os primeiros meses de estágio, a adaptação e o rodízio prático entre os setores foram de grande importância para um melhor entendimento do funcionamento global da empresa. Possibilitou-se a percepção das consequências da qualidade de suínos, da maneira com a qual foram conduzidos, forma da insensibilização e outros fatores, sobre alguns problemas que incidiam sobre o produto acabado.

7.0 REFERÊNCIAS

AURORA ALIMENTOS. Disponível em: <www.auroraalimentos.com.br>. Acesso em 10 novembro 2014.

BOOS, Griseldes Fredel. **Modelo de formatação relatório de estágio.** Não Publicado. 2008. 26p, il.

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

LANZA, M. Apostila de tecnologia de carnes, UFSC, Florianópolis, 2012.

OZISIK, M.; **Heat Transfer – a Basic Approach.** USA, McGraw-Hill, 1985.

SUINOS e AVES, Disponível em <<http://www.portalsuinoseaves.com.br/abate-de-suinos/>> . Acessado em 25 de Novembro de 2014.

ZAMBELLI, R.A. **Tecnologia de pães congelados,** Ceará, 2012.