



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos

VALIDAÇÃO DE PROCESSAMENTO TÉRMICO DE CALZONE

Diogo de Amorim

Profa. Orientadora: Gláucia M. F. Aragão

Profa. Co-Orientadora: Pilar Rodriguez de Massaguer.

Florianópolis, junho de 2008.

Diogo de Amorim

VALIDAÇÃO DE PROCESSAMENTO TÉRMICO DE CALZONE

Dissertação submetida ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Área de Concentração: Desenvolvimento de Processos da Indústria de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gláucia Maria Falcão de Aragão

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Pilar Rodriguez de Massaguer

FLORIANÓPOLIS

2008

Agradecimentos

- ✓ A indústria parceira deste projeto, e em especial a um amigo e gerente industrial desta empresa, Airton Couto Nunes, que viabilizou este trabalho;
- ✓ A empresa Baumer S/A, pelo suporte técnico prestado;
- ✓ Aos membros da banca, pela disponibilidade no julgamento deste trabalho;
- ✓ À Professora Cleide Batista, por viabilizar a realização das análises necessárias;
- ✓ Às minhas orientadoras, Prof^a Glaucia M. F. Aragão e Prof^a Pilar Rodriguez de Massaguer, pelo crescimento profissional e pessoal que me foi possibilitado;
- ✓ À todos os meus amigos e colegas do EQA, pela troca de idéias e apoio em todos estes anos;
- ✓ E por fim, e em especial, à minha família, pelo suporte por todo meu caminho até este momento.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	6
Lista de Tabelas	8
Resumo	10
Abstract	12
Capítulo I - Introdução	13
Capítulo II- Objetivo	15
Capítulo III - Revisão Bibliográfica.	16
3.1 Calzone.....	16
3.2 Doenças Veiculadas por Alimentos (DVAs).....	16
3.3 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).....	17
3.4 Validação versus Verificação	18
3.5 Avaliação do Tratamento Térmico no Estudo de Validação	19
3.5.1 Processamento Térmico para Conservação dos Alimentos.....	21
3.5.2 Microrganismos de Importância no Processamento térmico.....	22
3.5.2.6 <i>Clostridium sporogenes</i>	26
3.6 Inativação Microbiológica e Cálculo de Letalidade à Temperatura Constante.	26
3.7 Importância da Medida de Temperatura em Processos Térmicos.....	30
3.7.1 Termopares	30
3.7.2 RTDs ou PT 100	33
3.7.3 Termistores	34
Capítulo IV - Materiais e Métodos	36
4.1 Material.....	36
4.2 Métodos	36
4.2.1 Descrição do Processo Produtivo.	39
4.2.2 Determinação dos Perfis de Temperatura.....	45
4.2.2.1 Perfil de Temperatura do Forno da Fábrica	45
4.2.2.2 Perfil de Temperatura no Interior do Produto no Forno da Fábrica	48
4.2.2.3 Perfil de Temperatura no Interior do Produto na Loja Teste.	49
4.2.3 Calibração dos Termopares	51
4.2.4 Determinação da Atividade Água (aw) do Produto.	53

4.2.5 Análises Microbiológicas	54
4.2.5.1 Análise de Microrganismos Esporulados.....	54
4.2.5.2 Análise de Microrganismos Patogênicos e Indicadores.....	54
4.2.6 Cálculo das Letalidades (L) e Tempos de Inativação Térmica (F) e Número de Reduções Decimais (γ)	55
Capítulo V - Resultados e Discussão.	58
5.1 Determinação da Atividade Água do Produto (a_w)	58
5.2 Calibração dos Termopares.....	58
5.2.1 Dados de Regressão Linear.....	58
5.3 Resultados das Análises Microbiológicas	63
5.3.1 Análises de Microrganismos Esporulados.....	63
5.3.2 Resultados da Análise Microbiológica de Microrganismos Patogênicos e Indicadores	65
5.4 Resultados da Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Forno da Fábrica.	68
5.5 Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Produto no Forno da Fábrica	73
5.6 Resultados da Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Produto na Loja Teste.....	78
5.7 Cálculos das Letalidades e Tempos de Inativação Térmica e determinação do Número de Reduções Decimais para os ensaios de tratamento térmico no forno da a Fábrica.	84
5.7.1 Microrganismos Não Esporulados.	84
5.7.2 Microrganismos Esporulados.....	86
5.8 Resultados dos Cálculos das Letalidades (L) e Tempos de Inativação Térmica (F) e Número de Reduções Decimais (γ) para os ensaios na Loja Teste.....	87
5.8.1 Microrganismos Não Esporulados.	87
5.8.2 Microrganismos Esporulados.....	90
Capítulo VI - Considerações Finais.	94
CAPÍTULO VII - SUGESTÕES.	96
Capítulo VIII - Referências Bibliográficas.....	99
Capítulo IX – Anexos.....	103

Lista de Figuras

- Figura 1: Fluxograma simplificado da produção de calzones na unidade processadora. Os pontos de coleta de amostras para análises microbiológicas são identificados pelas setas..... 44
- Figura 2: Esquema da colocação dos termopares para medir a temperatura do ar de aquecimento dentro do forno rotativo. Os pontos localizados nas laterais, sobre as aletas, indicam a posição os termopares..... 47
- Figura 3: Esquema de Coleta de dados de temperatura nas bandejas. À esquerda, esquema do carrinho com as bandejas. À direita, detalhe da bandeja com a posição dos calzones monitorados na determinação do ponto frio. 49
- Figura 4: Indica o ponto de colocação do sensor de temperatura no interior do produto..... 50
- Figura 5: Esquema do método utilizado na calibração dos termopares flexíveis do tipo T. 51
- Figura 6: Sistema montado para a calibração dos termopares flexíveis tipo T. Ao centro, a garrafa de Dewar, e a direita o indutor de FEM no lugar do banho quente. 53
- Figura 7: Curva de calibração do termopar 1 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas..... 60
- Figura 8: Curva de calibração do termopar 2 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas..... 60
- Figura 9: Curva de calibração do termopar 3 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas..... 61
- Figura 10: Curva de calibração do termopar 4 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 11: Curva de calibração do termopar 5 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 12: Curva de calibração do termopar 6 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 13: Temperaturas do ar , em função do tempo de aquecimento, nas aletas do lado direito do forno da fábrica cheio de produto..... 69
- Figura 14: Temperaturas do ar , em função do tempo de aquecimento, nas aletas do lado esquerdo do forno da fábrica vazio 69

Figura 15: Médias e desvio padrão das Temperaturas do ar no interior do forno, no lado direito do forno com carga cheia.	71
Figura 16: Médias e desvio padrão das Temperaturas do ar no interior do forno, no lado esquerdo do forno vazio.	71
Figura 17: Médias e desvio padrão das temperaturas no interior do calzone localizado em diversas bandejas monitoradas no 1º ensaio.	73
Figura 18: Médias e desvio padrão das temperaturas no interior do calzone localizado em diversas bandejas monitoradas no 2º ensaio.	74
Figura 19: Médias de temperaturas alcançadas no interior do produto, em diferentes posições na bandeja 10, monitoradas no 1º ensaio.	75
Figura 20: Médias de temperaturas alcançadas no interior do produto, em diferentes posições na bandeja 10, monitoradas no 2º ensaio.	76
Figura 21: Temperaturas médias e máximas no interior dos calzones, monitoradas no 1º ensaio no ponto de venda.	78
Figura 22: Temperaturas médias e máximas no interior dos calzones monitoradas no 2º ensaio no ponto de venda.	79
Figura 23: Temperaturas médias e máximas no interior dos calzones monitoradas no 3º ensaio no ponto de venda.	79
Figura 24: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 1, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.	81
Figura 25: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 2, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.	81
Figura 26: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 3, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.	82
Figura 27: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 4, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.	82

Lista de Tabelas

Tabela 1: Níveis aceitáveis da presença dos microorganismos analisados, segundo RDC nº 12, de 02/01/2001.....	23
Tabela 2: Tipos de Termopares	32
Tabela 3: Comparativo entre medidores de temperatura à distância.....	34
Tabela 4: Instrumentos e métodos de medida de temperatura.....	35
Tabela 5: Relação de microrganismos que devem ser analisados, segundo o Grupo 18 – Produtos de Confeitaria, Lanchonetes, Padaria e Similares, doces e salgados – Prontos para Consumo, e a quantidade de lotes analisados.....	37
Tabela 6: Características do forno Rotomax 1.10, marca Perfecta.....	45
Tabela 7: Características do forno CAPITAL, modelo 7828, utilizado na Loja Teste.....	49
Tabela 8: Valores <i>D</i> e <i>Z</i> para os microrganismos citados na resolução Anvisa nº 12 de 2001.....	57
Tabela 9: Valores de atividade água para as amostras de calzone à portuguesa.....	58
Tabela 10: Quadro comparativo dos coeficientes linear e angular das curvas de calibração dos termopares, e o coeficiente de correlação R^2	59
Tabela 11: Avaliação da carga microbiológica de esporulados no calzone assado.....	64
Tabela 12: Resultado das análises microbiológicas para o 1º lote de amostras.....	65
Tabela 13: Resultado das análises microbiológicas para o 2º lote de amostras.....	66
Tabela 14: Resultado das análises microbiológicas para o 3º lote de amostras.....	66
Tabela 15: Tempo de inativação térmica (<i>F</i>) para os microrganismos <i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i> e <i>E. coli</i> , determinado com os dados de temperatura monitorados na fábrica.....	84
Tabela 16: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos <i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i> e <i>E. coli</i> , determinado com os dados de temperatura monitorados na fábrica.....	85

Tabela 17: Tempo de inativação térmica (F) para os microrganismos esporulados <i>B. cereus</i> , <i>Cl. perfringens</i> e <i>Cl. sporogenes</i>	86
Tabela 18: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos <i>B. cereus</i> , <i>Cl. perfringens</i> e <i>Cl. sporogenes</i> , determinado com os dados de temperatura monitorados na fábrica.....	86
Tabela 19: Tempo de inativação térmica (F) para os microrganismos <i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i> e <i>E. coli</i> , determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.	88
Tabela 20: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos <i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i> e <i>E. coli</i> , determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.	89
Tabela 21: Tempo de inativação térmica (F) para os microrganismos <i>B. cereus</i> , <i>Cl. perfringens</i> e <i>Cl. sporogenes</i> PA3679 determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.	91
Tabela 22: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos <i>B. cereus</i> , <i>Cl. perfringens</i> e <i>Cl. sporogenes</i> PA3679 determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.	92

Resumo

Calzones são massas alimentícias recheadas, semelhantes a uma de pizza dobrada, com forma de meia lua. É um produto originário da Europa e hoje muito difundido no consumo brasileiro de massas alimentícias. Encontrado freqüentemente em pizzarias, a forma de consumo tipo alimentação rápida, também chamada de *Fast Food*, está cada vez mais disseminada nos grandes centros, e no Estado de Santa Catarina possui diversos pontos de venda.

O objetivo deste trabalho foi validar o tratamento térmico deste produto, produzido por uma grande empresa de produção/distribuição de calzone do Estado de Santa Catarina, caracterizando o pré-assamento realizado na fábrica e o assamento final realizado no ponto de venda, imediatamente anterior à venda ao consumidor. A análise do processamento térmico teve como objetivo a obtenção de dados, para a validação do binômio tempo/temperatura utilizado no processo, frente a possível presença de microrganismos patogênicos ou deteriorantes no produto, ou seja, a capacidade do processo em garantir um produto seguro ao consumo humano.

O estudo envolveu a determinação do perfil de temperatura do interior dos fornos utilizados na fábrica e na loja teste, o monitoramento da temperatura no interior do produto ao longo do processo térmico na fábrica e, também, na loja teste. Testes microbiológicos de produto final também foram realizados para se avaliar a eficiência do processo térmico utilizado.

Verificou-se que o processo térmico realizado na fábrica não possui a capacidade de inativação térmica dos organismos esporulados testados, nem mesmo frente às células vegetativas de importantes patógenos alimentares. Este processo parece ter somente a função de conferir sustentabilidade à massa e proporcionar um pré-assamento, que agilizará o processo posterior no ponto de venda.

O processo realizado no ponto de venda consegue a inativação térmica das formas vegetativas das espécies testadas. No entanto, não foi válido para a inativação das formas esporuladas das espécies analisadas.

O estudo oferece ao processador subsídios para que o melhoramento do processo térmico utilizado hoje, oferecendo sugestões, e dados para que o

processador e seu corpo técnico possam corrigir o processo e propor outras melhorias que se façam necessárias.

Abstract

Calzones are stuffed pasta, very close to a folded pizza, which shape looks like a half moon. It is a product originally from Europe and nowadays is very common Brazilian pasta. This product is a kind of fast food and is frequently found in pizzeria. Fast food restaurants are very popular in big cities and in the state Santa Catarina there are lots of those places.

The aim of this study was to validate the thermal treatment of this product, made by company of calzone production/distribution from Santa Catarina, during the pre-baking (made inside the producer) and the final baking, applied at the sell point, immediately before the sell of the product to the consumer. The thermal treatment analysis of the calzone was done to obtain data to validate the binomial time/temperature used in the process against pathogenic and spoilage microorganisms, that is to say, the ability of the process in guaranteeing a safe product for human consumption.

The study involved the determination of the temperature profile inside the ovens used in the company and in the test store and the monitoring of the temperature inside the product throughout the process in the producer and also in the test store. Besides, microbiology tests were made in the final product in order to verify the efficacy of the thermal process.

It was verified that the thermal process made in the producer was not able to inactivate sporulated organisms tested and also vegetative cells of the pathogens important in food safety. The process at the factory seems just to confer support to the pasta and to pre-bake the product.

The thermal process, made in the test store, was able to inactivate the vegetative cells tested. However it was not efficient to inactivate the sporulated organisms tested.

This study yields data and suggestions to the processor to improve the actual thermal process.

Capítulo I - Introdução

Nas últimas décadas, com a evolução das ciências dos alimentos e a alteração dos hábitos alimentares da população, a demanda por alimentos prontos para consumo vem crescendo a cada dia, e se tornando parte da rotina dos consumidores. Um exemplo claro deste fenômeno é a proliferação das redes de comidas prontas, servindo vários tipos de alimentos, dentre eles, as massas alimentícias.

Um tipo de massa alimentícia originária da Europa e muito consumida no sul do Brasil é o Calzone. Antes encontrados comumente em pizzarias, os calzones hoje também são produtos encontrados na forma de comidas prontas. Em Santa Catarina, a produção média é de 200.000 unidades por mês, e o que antes se limitava a um comércio localizado na região da grande Florianópolis, atualmente seu consumo se estende a 9 estados brasileiros. Esta nova forma de consumo e, portanto, de fabricação, estocagem e distribuição de alimentos, necessita de novas formas de controle, para que um produto seguro seja entregue ao consumidor. Todos os anos, apesar dos regulamentos das agências governamentais e crescentes cuidados que foram sendo desenvolvidos na indústria alimentícia, um grande número de pessoas são acometidas de intoxicação alimentar. Dentre vários fatores envolvidos no problema, pode-se citar como de elevada importância:

- novos hábitos alimentares (aumento do consumo de refeições fora de casa);
- maior agressividade das bactérias e maior resistência aos pesticidas e antibióticos;
- abuso na temperatura de estocagem de produtos refrigerados.

Estes fatores levam à necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos, visando a proteção à saúde da população e a regulamentação dos padrões microbiológicos para alimentos, indispensáveis para a avaliação das Boas Práticas de Produção de Alimentos. Este último faz parte do programa de pré-requisitos para uma importante ferramenta dos sistemas de segurança alimentar, o plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), também conhecido como ***Hazard Analysis and Critical Control Point*** (HACCP).

O sistema APPCC é baseado na prevenção dos possíveis perigos inerentes a cada processo. Visto à ineficiência dos testes de produto acabado para assegurar um produto seguro, já que se baseiam na análise por amostragem, o sistema APPCC se caracterizou como uma importante ferramenta de controle da segurança alimentar. Dentre os vários pontos do sistema, dois pontos destacam-se como dos mais importantes: a determinação dos pontos críticos de controle (PCCs) e a validação dos procedimentos que os controlam, sendo que o primeiro tem sido mais estudado.

Esta pesquisa tem como proposta a validação do processamento térmico (etapa de forno) da produção e do aquecimento prévio a venda de massa alimentícia recheada, calzone a portuguesa. Considera-se que o processamento térmico deste produto, tanto na fábrica quanto no ponto de venda, representa um ponto crítico de controle (PCC), e que, portanto, necessita que os binômios tempo/temperatura estabelecidos pelo processador sejam validados. Esta validação visa mostrar a capacidade, ou não, que o processo térmico estabelecido tem para inibir os possíveis perigos microbiológicos.

De maneira geral, o termo validação é a determinação de que o resultado pretendido foi alcançado pelo processo, conforme planejado. Dentro das definições da segurança alimentar, é fundamental determinar que o plano APPCC é preciso em todos os seus elementos e que os perigos indicados são controlados em cada PCC.

Não existem no Brasil estudos de validação de processo térmico para produto do tipo calzone, ou para outros alimentos prontos para consumo similares. Nesta pesquisa, a validação consistirá em determinar se a etapa de forno da unidade de produção em estudo, e o aquecimento prévio à venda conferem ao produto a estabilidade microbiológica que se exige de sua classe.

Capítulo II- Objetivo

Validação do processo térmico da etapa de forno e do aquecimento prévio à venda para calzone tipo portuguesa.

Objetivos Específicos

- Validação do processamento térmico de cozimento durante a produção de calzone na fábrica, para determinar se a letalidade do processo é suficiente para atingir o patogênico/deteriorante de maior resistência térmica, deixando o produto microbiologicamente estável;
- Validação do processamento térmico do aquecimento prévio à venda de calzone, no ponto de venda, para determinar se a letalidade do processo é complementar à do processo de produção, visando atingir o patogênico de maior resistência térmica, deixando o produto microbiologicamente estável;
- Familiarização com instrumentos de medida de temperatura e metodologias de calibração.

Capítulo III - Revisão Bibliográfica.

3.1 Calzone.

Calzone é um prato da culinária italiana, muitas vezes referido como uma pizza fechada. Consiste em um disco de massa igual à da pizza, redondo, dobrado ao meio formando uma meia-lua e recheado. A massa é selada pela beirada e tradicionalmente assada em forno.

O calzone é originário da cidade de Puglia, na região italiana de Salento. O produto original é preparado com a mesma massa da pizza normal, sendo também chamado de “panzerotto” nas outras regiões italianas.

O calzone nasceu nas tradições da cozinha dos mais pobres de Salento, quando com as sobras da massa do pão se formavam meias-luas, que se coziam com pequenos pedaços de queijo e tomate. Hoje, é possível encontrá-lo em bares e nos menus das pizzarias e dos restaurantes. São comuns no ocidente, sendo produzidos nos mesmos locais onde se produz pizza e surgindo em estabelecimentos tipo fast food.

(<http://pt.wikipedia.org/wiki/Calzone>).

3.2 Doenças Veiculadas por Alimentos (DVAs)

Diversas doenças infecciosas podem ser veiculadas por alimentos. Dentre estas , pode-se citar o botulismo, proveniente da ingestão da toxina botulínica, e a intoxicação estafilocócica **(Jay, M. J., 2005)**.

Para que ocorra uma doença de origem alimentar, é necessária a ingestão de patógenos alimentares ou de produtos tóxicos pré-formados. Mas quase todas as formas de contaminação são pela via fecal-oral **(Jay, M. J., 2005)**.

As DVAs são consideradas pela Organização Mundial para a Saúde (OMS), como um dos maiores problemas atuais da saúde pública no mundo. Afetando quase 30% da população mundial, este tipo de enfermidade pode causar desde um leve mal estar, até a morte **(WHO, 2002)**.

3.3 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é um sistema de gerenciamento da produção, criado para garantir a produção segura de produtos alimentares.

É um método que necessita de uma avaliação detalhada de todos os passos da produção, para que todos os potenciais perigos à segurança do produto sejam identificados **(Mann, J. E., 2006)**.

O sistema foi idealizado nos anos 50 pela Agência Espacial Americana (NASA) em conjunto com laboratórios americanos, para assegurar que alimentos inócuos fossem levados ao espaço para a alimentação da tripulação. Os testes de qualidade tradicionais baseavam-se, e baseiam-se até hoje, em testes de produto acabado. Como seria inviável que 100% dos produtos fossem testados, pois se tratam de testes destrutivos, um sistema preventivo se fez necessário, e o sistema APPCC foi criado **(Stevenson e Bernard, 1999)**.

O APPCC consiste de sete princípios:

1. Avaliação de perigos.
2. Determinação dos pontos críticos de controle (PCC) para controle dos perigos identificados.
3. Estabelecimento dos limites críticos em cada PCC.
4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento.
5. Estabelecimento das medidas corretivas.
6. Estabelecimento dos procedimentos de verificação do sistema.
7. Estabelecimento do sistema de arquivamento de registros que documentem o plano APPCC **(Jay, M. J., 2005)**.

De acordo com o **National Advisory Committee on The Microbiological Criteria for Foods (NACMCF, 1998)**, dentro do processo de verificação está a validação: elemento baseado na coleta e avaliação de dados técnicos e científicos que determinam se o plano APPCC, quando corretamente implantado, controla efetivamente os perigos.

3.4 Validação versus Verificação

É comum em segurança alimentar, se confundir os termos validação e verificação. Na realidade, validação é um procedimento que se inclui dentro dos processos de verificação (**SPERBER, W. H., 1998**). Como são aplicações amplamente utilizadas hoje em segurança alimentar, é importante que haja uma concordância sobre as definições e que se tenha o mesmo entendimento para facilitar sua aplicação. A validação é o estabelecimento da confiança de que o processo é efetivo e reproduzível (**Ellab, 2007**). De uma maneira simples, a validação é a comprovação que os limites críticos adotados são capazes de controlar os perigos identificados nos pontos críticos (**SCOTT, N. V., 2003**). A validação, segundo definição do Codex Alimentarius, é a obtenção de evidências que os elementos do plano APPCC são efetivos. Por exemplo, testes de desafio microbiológico podem ser utilizados para provar (validar) se um dado processo de pasteurização eliminará ou reduzirá a níveis aceitáveis *Salmonella* de determinado produto (**SPERBER, W. H., 1998**).

A verificação é a aplicação de métodos e procedimentos em adição àqueles já previstos no monitoramento do plano para determinar se o sistema APPCC está sendo realizado de acordo com o plano estabelecido (**CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1997**). A validação é o elemento da verificação focado na coleta e avaliação científica dos dados, para determinar se o plano APPCC efetivamente controlará o perigo (**NACMCF, 1998**).

A validação não é somente de etapas do processo como exemplificado acima, mas também, e de extrema importância, na precisão dos métodos de medidas, pois estes também necessitam ser validados, para que dados confiáveis sejam coletados.

Na indústria de alimentos existem diversas formas de se validar uma medida de controle ou um limite crítico. Podem ser utilizadas como base de dados publicações científicas, livros especializados, regulamentos oficiais, ensaios experimentais, entre outros métodos. Geralmente, mais de um método é utilizado em conjunto pelos profissionais responsáveis pela validação. Em quase todos os processos de validação, a combinação de coleta de dados na

fábrica e o uso de bases científicas são utilizadas para mostrar a efetividade dos parâmetros que controlam o perigo (**SCOTT, N. V., 2003**).

O uso da Resolução ANVISA RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, que Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, combinado à coleta de dados de temperatura do tratamento térmico de um dado processo e de dados da literatura sobre o patógeno alvo, para posterior análise da letalidade, é um exemplo do uso combinado de diferentes métodos de validação.

3.5 Avaliação do Tratamento Térmico no Estudo de Validação

Para os processos térmicos, geralmente, a validação é baseada em dados presentes na literatura, como a resistência térmica (índice de redução decimal ou valor D) de patógenos, em adição às normas e recomendações de órgãos reguladores (**SCOTT, N. V., 2003**). Com os dados do binômio tempo/temperatura praticado no processo, e coletados por sensores calibrados, a letalidade é calculada utilizando-se o valor do coeficiente térmico z obtido da literatura para o microrganismo alvo do processo.

Em adição ao citado acima, estudos de penetração de calor no interior do produto e de distribuição de calor do equipamento também são realizados, para verificar se a aplicação do processo programado é efetivamente atingida nos equipamentos utilizados.

A validação de processos térmicos consistem em estudos de penetração de calor e estudos de distribuição de calor (**ELLAB, 2007**).

Para alimentos prontos para o consumo, parâmetros como a temperatura do forno, temperatura interna do produto e o tempo de processo são de maior interesse na validação (**MANN, E. J., 2006**).

Na validação de um processo térmico a precisão dos dados coletados é muito importante. E esta precisão pode ser alcançada com sistemas de aquisição de dados de alta qualidade e com calibrações frequentes. Além da precisão de dados obtidos, a reprodutibilidade dos dados também deve ser alcançada por um processo, para que os mesmos possam ser comparados.

Quando os dados são precisos e reproduzíveis, desvios e variações do processo podem ser identificados e ajustados **(ELLAB, 2007)**.

A validação para produtos à base de carne é freqüentemente realizada em função da inativação da *Salmonella*. Este processo deve ser capaz de controlar o que foi definido como cenário drástico: a presença de 6,2 log₁₀ de *Salmonella* em 100g de produto **(USDA-FSIS, 1999)**.

Bosilevac et al., **(2005)** realizaram um grande número de estudos de validação para produtos cárneos, onde utilizaram intervenções químicas, como aplicação de ácido peracético como agentes sanitizantes, para a redução de patógenos em carcaças durante o abate em frigoríficos.

O sorotipo Senftenberg para a *Salmonella*, mesmo não sendo um importante patógeno alimentar, possui uma elevada resistência térmica e, por isso, em estudos de validação, a inativação suficiente para 7 reduções decimais na população desta espécie é a indicação da capacidade de determinados processos térmicos de controlar outros sorotipos de *Salmonella* **(DOYLE E MAZZOTTA, 2000)**.

Freqüentemente, empresas contratam laboratórios ou universidades para realizarem estudos de validação. Um exemplo disto, foi o estudo que empresas americanas solicitaram para verificar se produtos cárneos que não atingiam a temperatura estabelecida pelo limite crítico contaminavam as superfícies de contato pelo qual passavam. Um microrganismo substituto, ou seja, um microrganismo de resistência térmica similar, mas não patogênico, da espécie *Enterobacter faecalis* foi inoculado nos produtos e, após o tratamento térmico, as superfícies de contato foram analisadas. O estudo de validação levou à conclusão que, se desvios abaixo de 68°C não acontecerem, as superfícies de contato não precisariam ser sanitizadas e o processo interrompido **(SCOTT, N. V., 2005)**.

A Universidade de Wisconsin, em conjunto com a Universidade do Estado do Kansas, realizou um estudo de validação de processamento térmico para bifes a base de carne de peru. O estudo foi realizado para fornecer informações para pequenos e micro produtores deste tipo de produto, e a validação do processo foi verificar a capacidade dos processadores envolvidos na redução a níveis aceitáveis de culturas de *E. coli* 0157:H7 e *Salmonella spp.* Foram inoculados 10⁷ UFC/g de cada espécie em bifes de peru, e as amostras

foram submetidas ao processo de defumação. O binômio tempo/temperatura do processo foi de 45 minutos a 55,6°C e outros 45 minutos a 77,8°C. Após o processo as populações de *E. coli* 0157:H7 e *Salmonella spp.* foram determinadas e o estudo mostrou a capacidade do processo térmico em alcançar aproximadamente 7,2 reduções decimais na população dos patógenos citados (**GETTY, K.J.K., BOYLE, E.A.E., ROBERTS, M.N, E LONNEKER, S.M., 2006**).

Outra forma comum das empresas validarem seus processos é com a utilização de guias estabelecidos por agências governamentais (**USDA-FSIS, 1999**). Um estudo efetuado numa companhia americana monitorou os ciclos de aquecimento e resfriamento de seus produtos. Para o aquecimento de produtos curados, os dados do processo indicaram 60°C por duas horas, muito acima do estabelecido pelo USDA-FSIS, de 60°C por 12 minutos. Já para o ciclo de resfriamento o recomendado pelo órgão era de 54,4° a 26,7°C em 5 horas e de 26,7° a 4,4°C em 10 horas, e o processador validou seu processo apresentando, na sua coleta de dados na fábrica, o tempo de 2,5 horas no primeiro estágio e outras 2,5 horas no segundo (**SCOTT, N.V., 2005**).

3.5.1 Processamento Térmico para Conservação dos Alimentos

A utilização de processos térmicos em alimentos iniciou-se com Nicholas Appert, um confeitoiro francês, que colocou alimentos em garrafas de vidro, tampou-as com rolhas e aqueceu-as em água em ebulição. A maioria dos alimentos assim tratados mantinham-se conservados. Ele anunciou esta descoberta em 1810, mas o desconhecimento da ciência microbiológica o impediu de explicar o porquê da eficácia do método. Somente 5 décadas mais tarde, Louis Pasteur demonstrou que certos microrganismos são responsáveis pela fermentação e decomposição. Realizando experimentos na conservação dos alimentos, o processo térmico chamado pasteurização foi originado do seu nome (**ITAL, 1990**).

O processo de pasteurização é amplamente utilizado até os dias de hoje, alcançando de 3 a 9 reduções decimais no número de microrganismos viáveis, enquanto que o processo de esterilização, mais rigoroso, alcança 12

ou mais reduções, dependendo do produto e do processo, atingindo os esporos bacterianos e as formas vegetativas.

3.5.2 Microrganismos de Importância no Processamento térmico.

Os microrganismos de maior importância na preservação dos alimentos são os bolores, leveduras e bactérias.

Tanto os bolores como as leveduras são mais tolerantes ao frio que ao calor, portanto, são facilmente destruídos pelo calor, e processos de pasteurização, corretamente aplicados, geralmente são suficientes para a inibição destes microrganismos.

As bactérias representam o principal problema para o processamento de alimentos. A maioria dos surtos de doenças veiculadas por alimentos (DVAs) são causadas pelos microrganismos *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens* (ITAL, 1990). No entanto, os dois primeiros, por serem células vegetativas, são destruídos mais facilmente, ao passo que, *Clostridium perfringens* é um organismo esporulado que apresenta uma resistência térmica maior que as células vegetativas dos gêneros citados acima, presente em produtos cárneos e causador de intoxicação alimentar (C.G.PHEIL; I. J. PFLUG; R. C. NICHOLAS; A. L. AUGUSTIN; 1966).

Esporos bacterianos estão presentes em diversos alimentos, como cebola, tomate, temperos por serem muito distribuídos no solo e na água, onde os mesmos são cultivados. A presença em produtos cárneos é bastante difundida, onde a contaminação se dá diretamente no abate, pelas equipamentos, poeira e pelos manipuladores (Jay, M.J., 2005).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Na presente pesquisa, será validado o tratamento térmico de calzones, que se encaixa no Grupo 18 – Produtos de Confeitaria, Lanchonetes, Padaria e Similares, doces e salgados – Prontos para Consumo (Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001).

A **Tabela 1** apresenta os limites máximos para a presença dos microrganismos citados na RDC nº 12, de 02/01/2001.

Tabela 1: Níveis aceitáveis da presença dos microorganismos analisados, segundo RDC nº 12, de 02/01/2001

Microrganismo	Número de amostras (n)	Índice de Tolerância (c)	Limite inferior (m)	Limite Superior (M) Rejeita
Coliformes a 45°C/g	5	2	10	100
Estaf.coag.positiva/g	5	2	5x10 ²	10 ³
B.cereus/g	5	2	5x10 ²	10 ³
Salmonella sp/25g	5	0	0	0
C.sulf.redutor a 46°C/g (específico para produtos à base de carnes)	5	2	5x10 ²	10 ³

3.5.2.1 *Salmonella* sp

As bactérias do gênero *Salmonella* são pequenos bastonetes Gram-negativos que causam gastroenterites de origem alimentar e febre tifóide. Sua presença nos alimentos condena o produto. Na realidade, para que a doença alimentar seja instaurada, é necessário que uma grande população 10⁷ a 10⁹ ufc/g esteja presente na porção ingerida (Jay,M.J.; 2005).

O habitat primário desse gênero é o trato intestinal de animais, como pássaros, répteis, homem, animais de granja e eventualmente insetos. Por estarem na forma intestinal são excretados nas fezes, proliferando no meio ambiente através da água, e por contaminação cruzada em alimentos. Estes microrganismos têm sido encontrados em produtos a base de côco, molhos para saladas, maionese, carne bovina e frango e diversos outros alimentos (Mann, J. E.; 2006).

3.5.2.2 *Bacillus cereus*

Uma bactéria em forma de bastonete, aeróbio, formador de esporos esféricos, normalmente encontrados no solo, na poeira e na água. Um pequeno número destas espécies bacterianas pode ser encontrado em diversos alimentos. Esta bactéria produz uma grande variedade de toxinas podendo causar uma síndrome diarréica e uma síndrome emética, sendo a segunda mais grave e aguda **(Jay,M.J.; 2005)**.

Os alimentos-veículo consistem em pratos à base de cereais, contendo milho e amido, arroz, purê de batatas, vegetais, carne moída, lingüiça, leite entre outros.

3.5.2.3 *Staphylococcus aureus*

O gênero *Staphylococcus* inclui mais de 30 espécies, mas a gastroenterite alimentar geralmente é associada ao *S. aureus* coagulase e DNase positivo. Trata-se de uma bactéria não esporulada, Gram-positiva, em forma de cocos, que produz uma enterotoxina. Cerca de 10 enterotoxinas já foram identificadas. Algumas, termorresistentes, mantiveram a atividade biológica após 16 horas a 60°C, e a 80°C por 3 minutos. Os valores de D podem variar de 29,7 minutos a 110°C a 16,5 minutos a 130°C **(Jay,M.J.; 2005)**, o que mostra a elevada termo-resistência das toxinas estafilocócicas.

As bactérias pertencentes a esta espécie são hospedeiros adaptados, encontrados em humanos e outros animais. Estão muito presentes nas cavidades e aberturas do corpo; como narinas, superfície da pele, axilas e na área das virilhas. Por serem facilmente encontrados em humanos e animais, são encontrados em quase todos os alimentos, pelo menos em pequenas quantidades. Quando tratados térmicamente são facilmente destruídos e podem ser utilizados como indicadores de higiene de manipulação **(Jay,M.J., 2005)**.

3.5.2.4 *Escherichia coli*

As linhagens causadoras de doença são divididas de cinco a seis grupos patogênicos ou virulentos. Mas talvez a mais importante na segurança alimentar seja o grupo êntero-hemorrágico (EHEC), que possui um importante patógeno alimentar: a EHEC O17:H7, causadora da colite hemorrágica. Grupos não patogênicos ou menos severos que as entero-hemorrágicas, são utilizados como indicadores sanitários na indústria de alimentos.

Há uma certa prevalência de EHEC em carnes e produtos a base de carne. No entanto, a espécie *E. coli* pode estar presente em diversos alimentos, transmitidos, principalmente, por práticas higiênicas inadequadas **(Jay, M.J., 2005)**.

3.5.2.5 *Clostridium perfringens*

Um representante importante dos Clostrídios.sulfitos.redutores a 46°C é a espécie *Clostridium perfringens*. São bastonetes anaeróbios moderados, Gram-positivos e formadores de esporos **(Koneman et al., 2001)**.

O *Cl. perfringens* tipo A produz uma enterotoxina, sobretudo em produtos cárneos moídos e cozidos. O problema pode estar relacionado ao abuso nas temperaturas de estocagem do produto. Considera-se entre 10^8 e 10^9 UFC/g de formas vegetativas, necessárias para o surgimento de intoxicação alimentar **(Wen & McClane, 2004; Fortuna & Franco, 2005)**. Formam-se esporos no intestino e, em seguida, a enterotoxina que provoca diarreia intensa em um prazo de 6 a 24 horas.

O gênero *Clostridium* está amplamente distribuído na natureza, sendo encontrados no solo e no trato intestinal de animais e seres humanos. A presença destes microrganismos nas fezes de manipuladores de alimentos cárneos, e seus subprodutos, pode chegar a 30%. Esta contaminação da-se

principalmente durante o abate ou pela contaminação posterior através de utensílios e poeira (Jay, M. J; 2005).

Pratos à base de carne ou molho de carne são mais frequentemente envolvidos na intoxicação por este organismo. O cozimento inadequado e o resfriamento lento após o processo são os maiores responsáveis pela permanência de endósporos e o crescimento das formas vegetativas (Jay, M. J; 2005).

3.5.2.6 *Clostridium sporogenes*

Este microrganismo também está incluído no grupo dos Sulfito Redutores a 46°C. Sua importância não se dá pela patogenicidade, mas sim, por estar fortemente relacionado à presença de *Clostridium botulinum*, causador do botulismo, e por apresentar uma forte resistência térmica, maior que as espécies *Cl. perfringens* e *Cl. botulinum*.

A deterioração de alimentos por este organismo causa um forte odor putrefativo (Brown, I. K.; 2000).

3.6 Inativação Microbiológica e Cálculo de Letalidade à Temperatura Constante.

Quando uma suspensão de microrganismos é aquecida a uma temperatura constante, o decréscimo do número de células viáveis segue uma reação de 1º ordem em pelo menos 40% dos casos. A taxa de inativação pode ser calculada por:

$$\frac{dN}{dt} = -KN \quad (1)$$

Onde:

N = número de células sobreviventes;
 K = constante de 1º ordem;
 t = tempo de aquecimento a T constante.

Integrando a equação e usando a condição inicial N = N₀ para t = 0, tem-se:

$$\text{Ln} \left(\frac{N}{N_0} \right) = -Kt \quad (2)$$

Transformando a equação 2, na sua forma mais comumente utilizada, para logaritmos base 10, tem-se:

$$2,303 \log \left(\frac{N}{N_0} \right) = -Kt \quad \text{ou} \quad \log \left(\frac{N}{N_0} \right) = -Kt / 2,303$$

Assumindo que K/2,303 = 1/D e rearranjando os termos, tem-se:

$$\log \left(\frac{N}{N_0} \right) = \frac{-t}{D} \quad (3)$$

O valor D define o tempo de redução decimal, como tempo necessário para redução de um fator de 10 das células viáveis e a equação (3) define a curva de sobreviventes no modelo linear de destruição térmica

Um processo térmico está desenhado para causar um determinado número de reduções decimais. Pode-se obter uma expressão para o número de reduções causadas processo:

$$\gamma = \frac{F_T}{D_T} \quad (4)$$

Onde:

F_T = tempo de destruição a uma dada temperatura;
 γ = número de reduções decimais causadas pelo processo;
 D_T = tempo de redução decimal a uma temperatura T.

Usualmente, os valores de F são expressados à temperatura de referência, por exemplo 121°C para processo de esterilização e 82,2°C para temperatura de pasteurização **(TOLEDO, 1991)**.

Desvios da Linearidade em Curvas de Inativação Térmica.

A equação (3) apresenta uma forma típica de curva de inativação, uma relação linear entre o logaritmo do número de sobreviventes e o tempo de processo, forma esta tradicionalmente utilizada em cálculos de inativação **(Hoover et al, 2003)**. No entanto, na prática, encontra-se diversas outras formas de curvas de inativação.

Comumente, curvas de inativação apresentam 3 formas de desvios da linearidade: uma espécie de fase Lag no início do processo, formando um “ombro”, na parte superior da curva, e logo após iniciando a fase linear, tomando forma a reação de 1º ordem; em outras curvas, no final da fase linear, a inativação apresenta um desvio da linearidade, apresentando uma “cauda” à curva. E em muitos outros casos ainda, as curvas de inativação de certos microrganismos apresentam tanto a fase lag inicial, quanto a “cauda” final, formando uma sigmóide **(Toledo, 1991)**.

Os desvios de linearidade, encontrados em diversas curvas de inativação, podem ser explicados considerando-se que as células vegetativas e esporos presentes num meio de cultura ou num determinado produto, apresentam diferenças entre si, como diferentes resistências térmicas **(Cole et al, 1993)**.

Portanto, estes desvios, se não levados em conta, podem causar um subprocessamento do produto, não garantindo a segurança necessária do alimento, ou ainda, um sobreprocessamento, representando um custo maior para o processador.

Efeito da Temperatura na Inativação Térmica de Microrganismos.

O efeito da variação da temperatura sobre a resistência térmica de microrganismos (valor D) pode ser expresso em termos do valor Z.

O valor Z tem origem na termobacteriologia e foi definido como a mudança necessária de temperatura para uma mudança no tempo de inativação térmica a dada temperatura (D) por um fator de 10.

O valor do coeficiente térmico z, pode ser utilizado para determinar a letalidade de um processo, comparando-o com o tempo equivalente à temperatura de referência. Este modelo é conhecido como TDT ou chamados tempo de morte térmica para inativação microbiológica a diferentes temperaturas. As equações (5), (6), e (7) apresentam o exposto:

$$\log \left(\frac{F}{F_0} \right) = \frac{T_0 - T}{z} \quad (5)$$

$$\log \left(\frac{D}{D_0} \right) = \frac{T_0 - T}{z} \quad (6)$$

$$\log \left(\frac{t_0}{t_T} \right) = -\frac{T_0 - T}{z} \quad (7)$$

sendo:

F = tempo para destruição de um determinado microrganismo a uma temperatura qualquer.

F₀ = tempo para destruir *Clostridium botulinum* a 121°C com um Z= 10°C.

T₀ = temperatura de referência.

t₀ = tempo de aquecimento equivalente na T₀ = 121,1°C de aquecimento

t_T = tempo na temperatura T. Quando t_T = 1, t₀ é o fator de letalidade

A equação (6) caracteriza a curva “fantasma” de destruição térmica e serve da mesma forma que a equação (5) para o cálculo de Z (TOLEDO, 1991).

Para se encontrar a letalidade causada pelo processo utiliza-se a equação (8).

$$L = [10]^{T - T_0 / Z} \quad (8)$$

Onde:

L = o tempo de aquecimento equivalente a 121,1° C por 1 minuto na temperatura T(**TOLEDO, 1991.**)

O parâmetro F utilizado em cálculos de processos térmicos é a integral da letalidade:

$$F = \int_{t_0}^{t_f} L dt \quad (9)$$

3.7 Importância da Medida de Temperatura em Processos Térmicos.

Temperatura é uma medida do nível de energia. Este nível de energia é crítico no processamento térmico de alimentos, pelo fato de que pequenas mudanças na temperatura geram grandes mudanças na destruição dos microrganismos.

Desvios de temperatura de +/- 0,5°C em processos a 121°C podem causar diferenças de até 14% na letalidade (**MASSAGUER, 2007**). Desvios similares na temperatura de autoclaves a 135°C introduzem mudanças de letalidade de até 3 minutos (**MASSAGUER, 2007**).

Geralmente, é necessário obter os dados da evolução da temperatura em função do tempo de processo em partes pontuais do produto, como, por exemplo, o ponto frio do alimento. Estas medidas pontuais podem ser conseguidas com o uso de sensores de temperatura. Existem alguns tipos de sensores no mercado, mas, um tipo amplamente utilizado na indústria de alimentos é o termopar.

3.7.1 Termopares

Dois fios metálicos dissimilares unidos em um dos seus extremos formam um termopar. A mudança de temperatura na junta induz uma mudança na força elétrica (FEM), que pode ser medida no outro extremo.

Quando os fios são unidos nos seus extremos, com um dos extremos sendo aquecido, há uma corrente elétrica fluindo no circuito termoelétrico. Este fenômeno chama-se efeito Seebeck (**MASSAGUER, 2007**).

A direção e magnitude de voltagem dependem da temperatura das juntas e do material com o qual o termopar é feito.

O sistema de medida por termopares é o mais utilizado para medir a penetração de calor em alimentos, pois:

- os sensores podem ser muito finos;
- fáceis de construir e manter;
- ampla faixa de aplicação;
- custo é relativamente baixo.

A relação entre a voltagem que se estabelece no circuito termolétrico e a temperatura é uma função polinomial, que depende dos materiais condutores utilizados na construção do termopar.

A equação abaixo exemplifica esta relação:

$$E = T_m(P_a - P_b) + T_r(P_b - P_a) \quad (10)$$

onde,

E = voltagem líquida do circuito(mv);

T_m = temperatura de medida ($^{\circ}\text{C}$);

T_r = temperatura de referência ($^{\circ}\text{C}$);

P_a = potencial termoelétrico para o material A (mv/ $^{\circ}\text{C}$)

P_b = potencial termoelétrico para o material B (mv/ $^{\circ}\text{C}$)

Existem vários tipos de termopares disponíveis, a **Tabela 2** apresenta os mesmos:

Tabela 2: Tipos de Termopares

<i>Tipo</i>	<i>Liga</i>	<i>Faixa de T (°C)</i>	<i>FEM (mV)</i>
J	Ferro - constantan	-180 a 870	-7,52 a 50,05
K	Cromo - alumel	-180 a 1260	-5,51 a 51,05
E	Cromo – Constantan	0 a 900	0 a 75,12
T	Cobre - Constantan	-180 a 400	-5,284 a 20,80
S	Platian/PT90-Rh10	0 a 1540	0 a 15,97

Fonte: Omega Eng. 1998.

3.7.1.1 Calibração de Termopares

No estabelecimento e monitoramento de processos de esterilização por calor, os dados para o cálculo do valor de F_0 têm sido obtidos com termopares e um potenciômetro apropriado. Os sistemas de medidas de temperatura, no entanto, não são imunes a erros. Os termopares são calibrados considerando a leitura de um sensor de referência.

Possíveis causas de erros nas medidas de temperatura:

- Erros na calibração dos termopares;
- Erros causados pelos fios e conectores;
- Voltagens induzidas ou desviadas (água e vapor no termopar)

(Omega Eng. 1998)

Num estudo de validação ou monitoramento de processo térmico, onde se utilizam termopares para medir temperaturas como função do tempo de aquecimento (para posterior cálculo de F_0), deve-se calibrar o sistema de medida que se está utilizando para se ter resultados confiáveis. Falta de precisão de 1°C pode causar um erro de 26% no valor de F_0 .

A calibração pode ser feita colocando todos os termopares com as juntas de medida o mais próximas possível em um banho à temperatura constante, ajustado às condições de processo, e adquirir dados após estabilização em conjunto com medidas de temperatura de um termômetro padrão, ou utilizando o PT 100 do banho como padrão.

Possíveis erros:

- desvios da temperatura real;
- variações entre os termopares individuais.

Outro modo de calibrar é colocando um termopar de referência e o termopar de medida combinados num sistema único. Pode-se medir a FEM gerada no circuito desde que a temperatura de referência seja conhecida. As diferenças de potencial geradas pela diferença de temperatura são medidas em milivolts.

Pode-se usar um milivoltímetro que permite compensação devido às mudanças na temperatura ambiente (junta de referência no potenciômetro). A referência é específica para cada tipo de termopar utilizado. Uma temperatura de referência fácil de se obter é utilizar um banho de gelo (mistura de gelo + água) para obter 0°C, que significa 0 milivolts.

Para cada termopar calibrado, faz-se uma regressão linear dos dados de temperatura do PT100 padrão ou do termômetro padrão versus os dados de temperatura do termopar que está sendo calibrado.

Obtém-se então a equação de calibração do termopar:

$$T_{\text{termômetro padrão}} = m \cdot T_{\text{termopar}} + b \quad (11)$$

Onde **m** e **b** são constantes da regressão (MASSAGUER, 2007).

3.7.2 RTDs ou PT 100

Tipo de detector de temperatura por resistência. A sigla RTD, oriunda da língua inglesa, significa *Resistance Temperature Devices* ou sensores de temperatura por resistência, e como comumente são feitos do metal platina, recebem também nome de PT 100. O número após a sigla refere-se à pureza do metal e indica a resistência medida em Ohms (TOLEDO, 1991).

Nestes sistemas, há uma mudança da resistência do metal causada pela mudança de temperatura. A resistência aumenta à medida que a temperatura aumenta. O aumento da resistência é quase linear.

O sensor RTD é constituído por um fino fio de platina embrulhado ao redor de uma bobina e coberto com vidro ou cerâmica. A inclinação da curva de resistência *versus* temperatura fornece o valor α ou coeficiente de temperatura. Seu valor para um sensor em particular depende da pureza da platina.

3.7.3 Termistores

Termistores são outro exemplo de detectores de temperatura por resistência. A mudança de resistência ocorre em um semi-condutor de cerâmica. Neste caso, a resistência decresce não linearmente com o aumento de temperatura.

A **Tabela 3** apresenta um comparativo entre as vantagens e desvantagens dos medidores de temperatura apresentados.

Tabela 3: Comparativo entre medidores de temperatura à distância.

<i>instrumento</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
Termopar	- baixo custo - ampla faixa de uso - simples	- baixa voltagem - necessidade calibração - menor precisão
RTD	- maior precisão - mais estável	- alto custo - frágil - auto aquecimento
Termistores	- rápido - alta resolução	- frágil - não linear - auto aquecimento

Fonte: Omega Eng. 1998.

Os dispositivos de medida de temperatura citados acima são os mais empregados hoje na indústria alimentícia. No entanto, dispositivos mais modernos já são encontrados hoje no mercado. Por apresentarem ainda um alto custo, ou também por terem limitações no uso com alimentos, suas aplicações ainda restringem-se, quase que exclusivamente, a outras áreas,

como a médica e farmacêutica. Alguns exemplos de outros métodos de medida de temperatura estão incluídos na **Tabela 4**.

Tabela 4: Instrumentos e métodos de medida de temperatura.

<i>Técnica</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
Tomografia por Raio – X	Sem contato	Lento Perigoso
Imagem por Ultrason	Sem contato	Dependência da Estrutura Complexo de usar
Radiometria por Microondas	Independente da Estrutura	Lento Complexo de usar
Imagem por Ressonância Magnética	Rápido Sem contato Três dimensões	Caro Sem materiais ferrosos.

Fonte: Omega Eng. 1998

Capítulo IV - Materiais e Métodos

4.1 Material

O produto teste escolhido para o estudo de validação do processo térmico foi o calzone sabor à portuguesa. Este sabor possui como ingredientes do seu recheio: ovo, queijo, tomate, cebola, calabresa e condimentos. A escolha por este sabor em especial deve-se: à característica do recheio, com ingredientes perecíveis como ovo, lingüiça calabresa e cebola; ao fato deste sabor sofrer grande manipulação na linha de processo; e ainda pelo recheio não passar por um prévio tratamento térmico, como refogamento.

Para os ensaios termométricos foram utilizados dois tipos de sensores:

- termopares tipo T, flexíveis, de cobre-constantan Omega Duplex T-T36, de comprimento 2,5 metros.

- 1 sensor PT 1000 da TMI-Orion.

Para a determinação da atividade água (a_w) do produto foi utilizado o aparelho de marca Aqualab, modelo 3TE.

4.2 Métodos

Com o intuito de caracterizar o produto, e verificar a eficácia da letalidade do processo térmico comercial, foram enviadas amostras para análises microbiológicas. As análises microbiológicas de produto final não medem diretamente a letalidade do processo térmico mas podem dar indícios do nível de contaminação. Para a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) foram enviadas amostras para análises de organismos esporulados. As análises foram realizadas por técnicos do Laboratório de Termobacteriologia da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA).

Para facilitar e organizar a fiscalização da qualidade microbiológica dos alimentos consumidos no país, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária elaborou uma classificação para os tipos de alimentos, determinando as análises microbiológicas que devem ser realizadas e os limites considerados seguros para consumo. A **Tabela 5** relaciona as análises presentes na resolução ANVISA RDC nº 12, de 02/01/2001, para o grupo 18, onde está inserido o calzone.

Tabela 5: Relação de microrganismos que devem ser analisados, segundo o Grupo 18 – Produtos de Confeitaria, Lanchonetes, Padaria e Similares, doces e salgados – Prontos para Consumo, e a quantidade de lotes analisados.

Microbiologia	Quantidade de lotes analisados
<i>Salmonella</i> sp/25g	3
<i>Bacillus cereus</i> /g	3
- Clostrídios.sulfitos.redutores a 46 ⁰ C/g (específico para produtos à base de carnes) ;	3
Estafilococos coagulase positiva/g	3
Coliformes a 45⁰C/g	3

Para as análises previstas pela RDC 12 ANVISA 2001, foram enviadas amostras para o Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CAL) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde as análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos.

A atividade água do produto foi determinada no laboratório de Engenharia Bioquímica (ENGEBIO) do Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da UFSC.

Para verificar a homogeneidade do calor transferido pelo forno industrial ao produto na linha de processo, foi determinado o perfil de temperatura do equipamento, monitorando-se a evolução das temperaturas com o tempo, por meio de termopares. Este ensaio foi realizado na própria unidade processadora. Na mesma unidade também foram realizados os ensaios de monitoramento de temperatura no interior dos calzones durante o processo térmico dos mesmos, e estes foram realizados em duplicatas, em dias distintos de produção.

Numa unidade de venda localizada em Florianópolis, foram realizados testes em triplicata da evolução da temperatura em função do tempo de

processo dentro do forno da loja. Para esta coleta de dados foi utilizado o sensor tipo PT1000.

Os dispositivos de medidas num trabalho de validação precisam fornecer dados confiáveis. Por este motivo, os termopares utilizados na determinação do perfil de temperatura do forno da unidade processadora foram calibrados. A calibração foi realizada no Laboratório de Termobacteriologia da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Unicamp. Todos os outros dispositivos usados em medidas ou em ensaios, possuíam certificados de calibração fornecidos pelos fabricantes.

Todos os dados termométricos foram coletados em condições normais de produção, e nos tempos praticados pelo processador, como deve ser feito em estudos de validação.

4.2.1 Descrição do Processo Produtivo.

Referência: Contato Pessoal.

Etapas do Processamento

1) Fábrica

a) Recepção da Matéria Prima.

O processador divide a matéria-prima em produtos secos e produtos refrigerados. No ato do recebimento, os produtos secos são encaminhados para a estocagem num local denominado Depósitos de Secos, e os produtos que necessitam de refrigeração, para uma câmara fria (4°C) da empresa empregada para esta finalidade.

Os vegetais, como tomate e cebola, após recebimento e antes da estocagem, passam por uma higienização, em tanque com água e hipoclorito em uma concentração de 200 ppm.

b) Preparação do Recheio.

O recheio do calzone sabor portuguesa é composto por ovos cozidos, tomate, cebola, queijo mussarela, calabresa fatiada, sal e pimenta.

Os ovos são cozidos numa sessão separada da linha de montagem do calzone. Os vegetais são lavados e cortados também em setor separado, assim como o queijo, que também, em setor separado, passa por um fatiador. A calabresa é fornecida já fatiada.

Todos os ingredientes do recheio são colocados em bandejas unitárias, já com o volume para cada calzone, e então, na linha de montagem, adicionadas à massa. O recheio não passa por refogamento.

c) Preparação da massa.

A massa do calzone é a base de farinha de trigo, adicionada de óleo, sal, açúcar, ovos e fermento. Todos os ingredientes são adicionados em um tacho de mistura e, após adquirir consistência adequada e crescimento, a massa está pronta para passar por um rolo que lhe conferirá a espessura de 4 milímetros e a forma retangular.

d) Montagem do Calzone.

Em uma esteira rolante, a massa no formato retangular após ter passado por um rolo e um cortador, recebe o recheio, e o calzone toma forma. Para conferir a forma de meia lua ao calzone, um colaborador, após o fechamento, corta as laterais para formar o produto.

A colocação do recheio e o fechamento em forma de meia lua da massa são feitos manualmente por colaboradores localizados ao redor da esteira.

O calzone montado possui as seguintes dimensões:

- comprimento: $17 \pm 0,5\text{cm}$
- largura: $7 \pm 0,5\text{cm}$
- espessura: $5 \pm 0,5\text{cm}$

Após a montagem, os calzones são colocados em bandejas que posteriormente irão para o forno.

e) Etapa de Forno.

Os calzones prontos para serem levados ao forno são organizados em bandejas, e estas, empilhadas num carrinho, dispostas em duas colunas de 18 bandejas, portanto, somando 36 bandejas por carrinho.

O carrinho preenchido é levado ao forno rotativo de marca Perfecta, modelo Rotomax, onde, permanece pelo tempo de 5 minutos à temperatura de 230°C (informação do processador). O equipamento possui um *timer*, indicando ao colaborador o momento da retirada do carrinho, após o tempo de processo estabelecido pelo processador. Um *display* no forno indica a temperatura que, teoricamente, está no interior do equipamento. A temperatura é controlada por um sensor tipo PT100.

f) Resfriamento.

Quando o carrinho com o produto é retirado do forno, este é levado até uma câmara de exaustão para que seja pré-resfriado até temperatura em torno de 25 a 30°C, antes da entrada no túnel de congelamento. Esta etapa dura de 20 a 30 minutos.

g) Túnel de Congelamento.

Após o pré-resfriamento, o carrinho, com o produto, é levado ao túnel de congelamento. O túnel opera a uma temperatura de -25°C e a permanência no interior do mesmo é de 2 horas e 40 minutos.

h) Câmara de Resfriamento.

Saindo do túnel de congelamento, o produto é levado para estocagem em câmara fria. O produto permanece na câmara pelo período de 4 a 5 dias, a uma temperatura de -18°C.

i) Expedição.

A expedição do produto é realizada através de uma porta que acopla perfeitamente uma saída da câmara à porta dos caminhões com sistema de refrigeração.

2) Ponto-de-venda

a) Recepção do Produto.

O calzone chega ao ponto-de-venda em embalagens de 50 unidades. O transporte da fábrica até o ponto-de-venda é realizado em caminhões com sistema de frio, onde o produto é mantido à temperatura de -18°C.

b) Estocagem Congelada.

No recebimento, o produto é armazenado em congelador na temperatura de -18°C . Este é mantido nesta temperatura até um dia anterior à previsão de comercialização quando é retirado para aumento gradativo da temperatura em câmara à temperatura comercial de 4°C , onde permanece em média por 16 horas, até o assamento do produto.

c) Assamento.

O produto é retirado do refrigerador e levado diretamente ao forno do ponto-de-venda. Os parâmetros tempo/temperatura definidos pelo processador são de 7 minutos por 230°C . O mostrador do equipamento é do tipo analógico.

O operador coloca o produto no forno; e muitas vezes, por esta operação depender dos pedidos realizados, já existem outros calzones no interior do mesmo compartimento colocados em momentos distintos, e de sabores também diferentes. Por esta situação, o operador abre a portinhola do equipamento para verificar visualmente a coloração do produto e definir se o mesmo está apto ao consumo ou não.

d) Estufa.

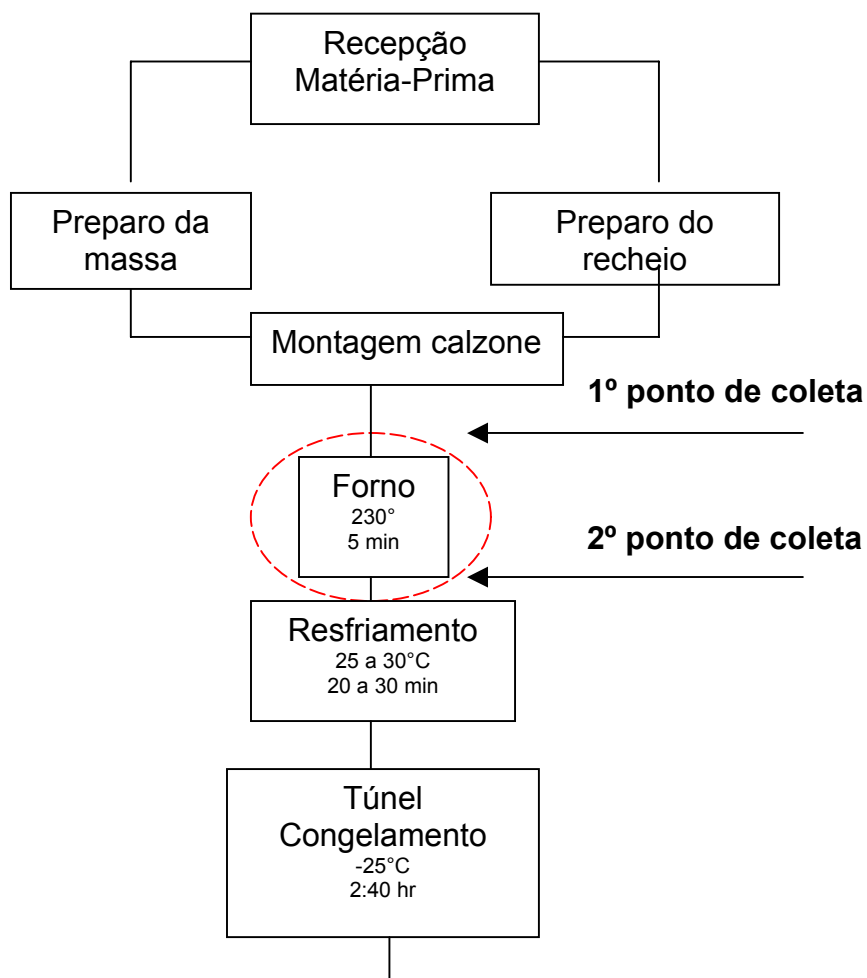
Após o assamento, o produto é levado a uma estufa aquecida, para ser visualizado pelos consumidores. Esta estufa possui uma resistência térmica e o produto é mantido à temperatura de 65°C . Nos momentos de maior consumo, os produtos são assados em maior quantidade e estocados na estufa até o consumo mas, muitas vezes, o produto do forno vai diretamente ao prato do cliente. O tempo máximo de permanência do produto na estufa, segundo os operadores é de até 3 horas, mas em casos raros. Para realização do estudo foi considerada a pior situação, isto é, o caso em que o produto é aquecido no forno da loja e imediatamente vendido ao consumidor. Considera-se esta a pior situação porque, caso o produto não seja vendido imediatamente, após aquecido pode ser mantido

em estufa a 65°C por tempo que varia de acordo a demanda de consumo, recebendo, portanto, um aquecimento adicional que pode aumentar a letalidade recebida, reduzindo assim o risco do produto. No entanto, não existe nenhuma padronização em permanencia do produto na estufa.

O recheio apresenta um pH médio de 5,3 (dato fornecido pelo processador), que caracteriza um produto de baixa acidez, necessitando de um rigoroso tratamento térmico.

A **Figura 1** apresenta um fluxograma simplificado do processo na fábrica e identifica os pontos de coleta de amostras para as análises descritas a seguir.

Unidade de Processamento



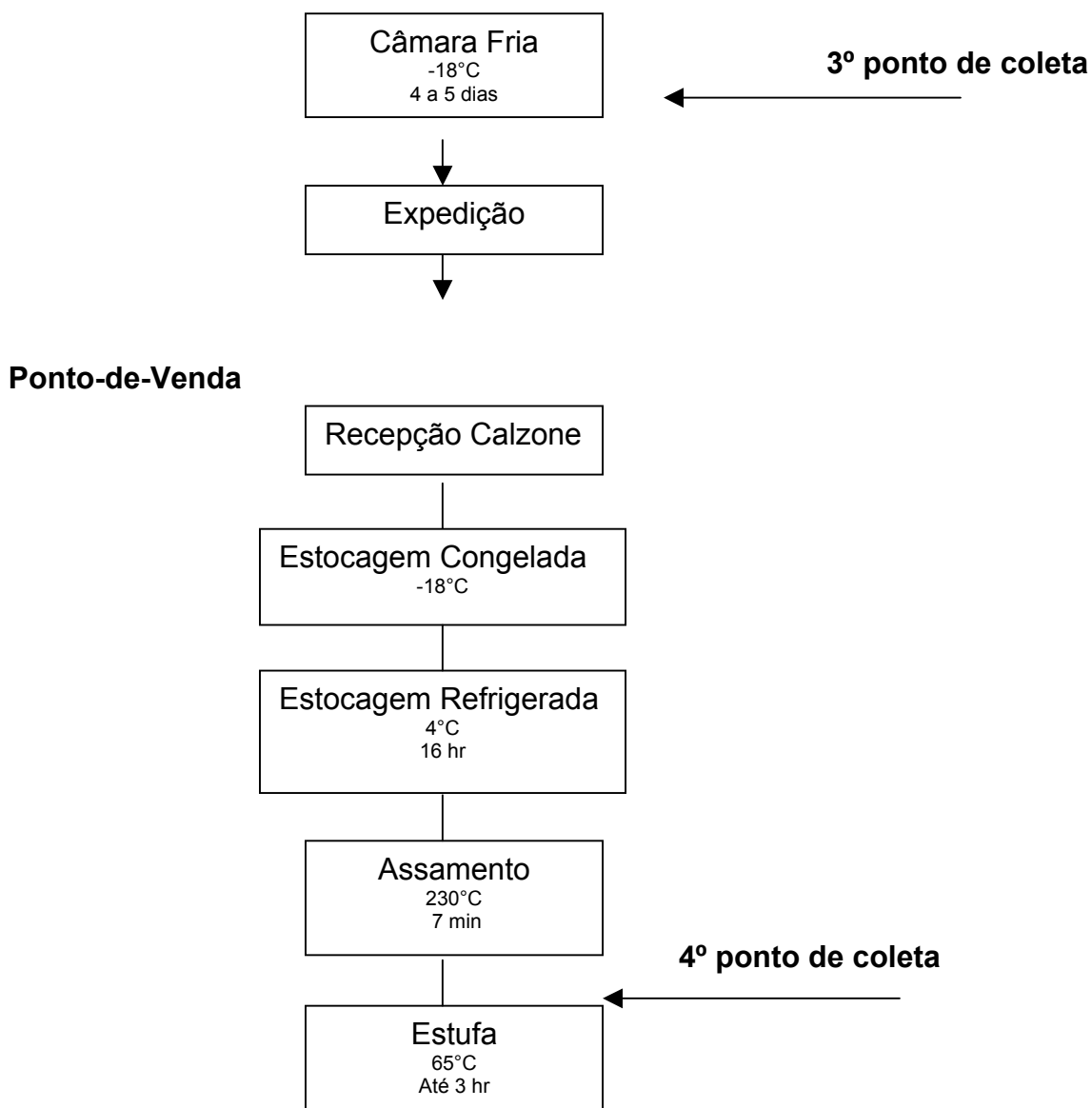


Figura 1: Fluxograma simplificado da produção de calzones na unidade processadora. Os pontos de coleta de amostras para análises microbiológicas são identificados pelas setas.

A escolha dos 4 pontos de coleta citados acima foi realizada baseado no processo realizado pelo fabricante, identificando os pontos de interesse para uma avaliação microbiológica do produto.

Os pontos são descritos da seguinte maneira:

- 1º ponto de coleta: imediatamente antes ao produto ingressar ao forno para tratamento térmico;
- 2º ponto de coleta: após o tratamento térmico;

- 3º ponto de coleta: imediatamente antes da distribuição;
- 4º ponto de coleta: após o tratamento térmico na loja teste.

Foi realizada a coleta de 3 lotes de 20 amostras cada em dias diferentes de produção.

4.2.2 Determinação dos Perfis de Temperatura.

Todos os termopares utilizados nas determinações dos perfis de temperatura foram previamente calibrados, conforme descritos no item 4.2.3.

4.2.2.1 Perfil de Temperatura do Forno da Fábrica.

Para verificar a homogeneidade do calor distribuído no interior do forno da fábrica, foi realizado um ensaio de acompanhamento da evolução da temperatura durante o tempo de processo, na unidade processadora da indústria.

O forno rotativo Perfecta, modelo Rotomax 1.10 utilizado pelo processador é aquecido com ar quente insulflado pela parte inferior do equipamento e distribuído através de um conjunto de aletas internas, sendo equipado com sensor de medida de temperatura tipo PT100 e visor dianteiro.

A **Tabela 6** apresenta as características do equipamento.

Tabela 6: Características do forno Rotomax 1.10, marca Perfecta.

CARACTERÍSTICAS	
ROTOMAX 1.10	GÁS
TENSÃO	380 V
POTÊNCIA	3,5 kW
ALTURA	2,52m
LARGURA	1,70m
PROFUNDIDADE	2,35m

Para determinar o perfil de temperatura do ar de aquecimento do equipamento, foram inseridos 6 termopares flexíveis no interior do equipamento nas aletas de distribuição. As posições foram definidas em relação à altura, e aos lados direito e esquerdo do equipamento.

No lado esquerdo, um termopar colocado a 20 cm do piso do equipamento foi denominado como termopar de Fundo. Outro, inserido na posição central do mesmo lado esquerdo, a 120 cm do piso, é denominado termopar de Centro. E a 220 cm do piso, na posição superior do equipamento, um terceiro termopar foi inserido e denominado termopar de Topo.

Para o lado direito, as mesmas posições, nas mesmas alturas em relação ao piso do equipamento, outros 3 termopares foram inseridos, denominados com os mesmos nomes, mas em relação ao lado direito.

A **Figura 2** apresenta um esquema de colocação dos termopares no interior do equipamento. Os termopares foram ligados a um coletor de dados, modelo Hydra (Fluke).

Um termopar foi colocado junto ao sensor do próprio equipamento, para verificar a precisão em relação à leitura mostrada no *display* na parte externa do forno. O sensor do forno localiza-se na altura denominada “Topo”, na região frontal do equipamento, mas distante das aletas de distribuição do ar, que ficam localizadas na parte mais interna do equipamento. O sensor localiza-se próximo ao batente da porta, no lado direito. O ar entra pela parte inferior do equipamento.

Vista Frontal - Aletas

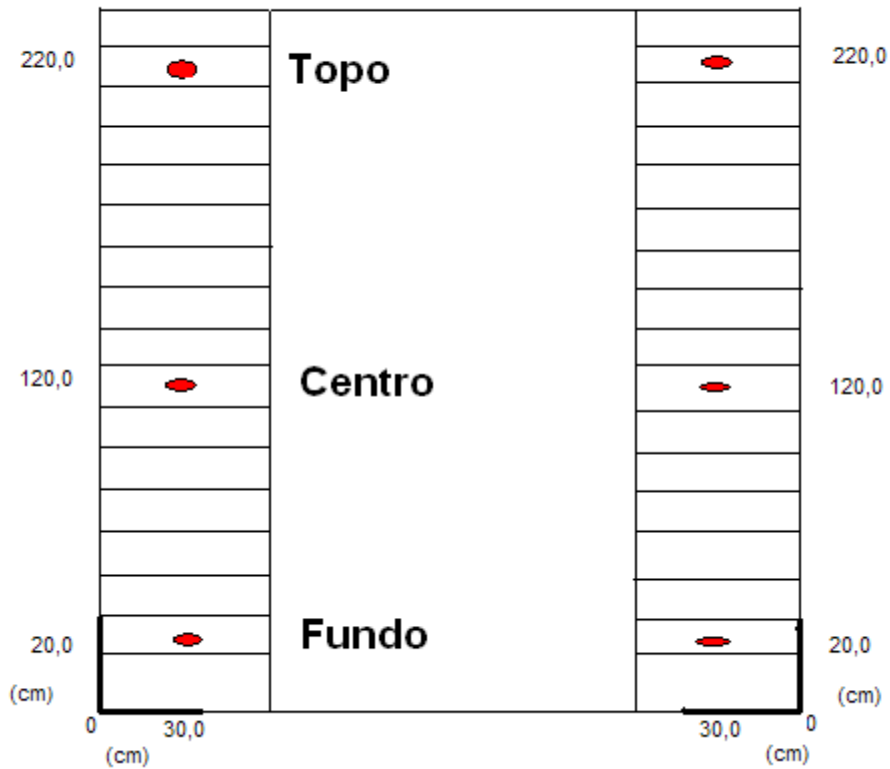


Figura 2: Esquema da colocação dos termopares para medir a temperatura do ar de aquecimento dentro do forno rotativo. Os pontos localizados nas laterais, sobre as aletas, indicam a posição dos termopares.

Devido à rotação do carrinho com o produto, não foi possível realizar o monitoramento com todos os termopares inseridos ao mesmo tempo dentro do forno. Portanto, o monitoramento foi realizado em duas etapas: num ensaio foram coletados os dados para o lado direito com forno cheio de produto e foi assumido simetria do lado esquerdo, em um segundo ensaio foram adquiridos dados do lado esquerdo com o forno vazio e foi assumido simetria do lado direito.

4.2.2.2 Perfil de Temperatura no Interior do Produto no Forno da Fábrica.

Com a utilização de um sensor calibrado de platina TMI-Orion (PT1000), calibrado por TMI-USA (certificado de calibração está em anexo), foram monitoradas as temperaturas no interior do produto durante o processamento, nas diversas alturas do carrinho que leva as bandejas. O sensor foi posicionado no interior do produto, no meio do recheio, para que o ponto interno (ponto frio) fosse monitorado.

As bandejas monitoradas foram escolhidas alternando suas alturas. Como o carrinho possui 36 bandejas, divididas em dois lados, cada um com 18 bandejas, foram escolhidas para monitoramento as bandejas: 04; 06; 08; 10; 12; 14; 16 e 18. Este ensaio foi realizado em duplicata, em dias diferentes, mas em condições normais de produção, nos tempos reais de processo. As bandejas utilizadas pelo processador possuem dimensões comprimento por largura de 68,5 por 45,0cm. A espessura da bandeja feita de alumínio é de 2 mm.

Os dados de temperatura foram coletados a cada 10 segundos e armazenados no próprio sensor e depois enviados para um computador.

Após a determinação da bandeja de aquecimento mais lento, foram monitoradas as temperaturas do interior do produto em 3 posições desta bandeja, para localizar o ponto frio do processo. Nas mesmas condições citadas acima: dados registrados a cada 10 segundos pelo sensor. As posições escolhidas foram: central, esquerda e direita, assumindo simetria a cada lado da bandeja.

A **Figura 3** apresenta um esquema da coleta de dados nas bandejas.

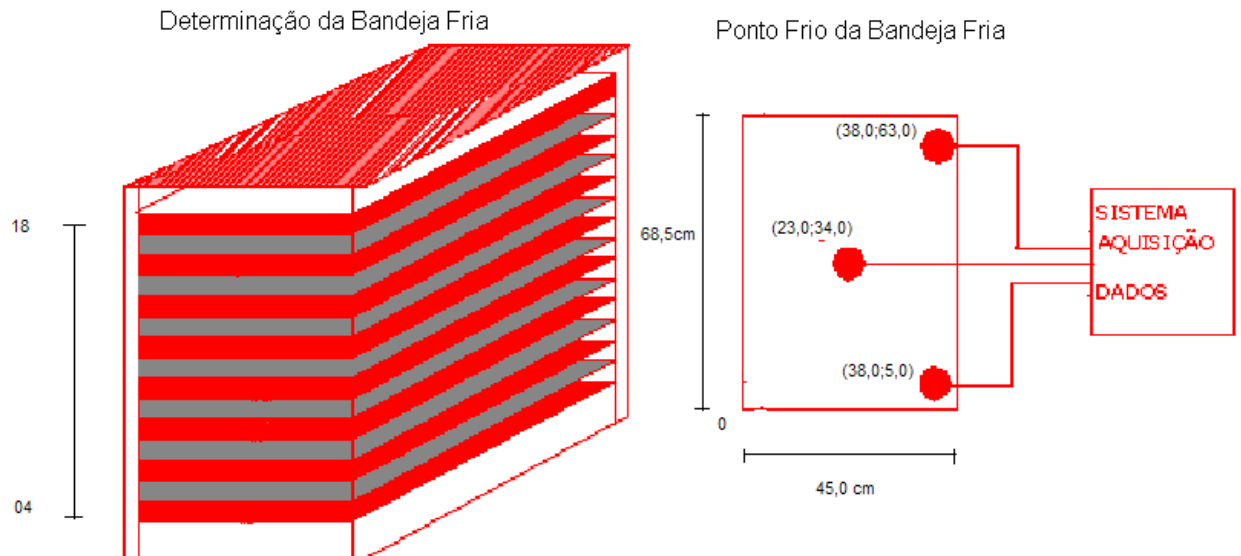


Figura 3: Esquema de Coleta de dados de temperatura nas bandejas. À esquerda, esquema do carrinho com as bandejas. À direita, detalhe da bandeja com a posição dos calzones monitorados na determinação do ponto frio.

4.2.2.3 Perfil de Temperatura no Interior do Produto na Loja Teste.

Este ensaio foi realizado num dos pontos de venda denominado de Loja Teste.

Foram realizadas coletas de dados de temperatura no interior do calzone na etapa de assamento do produto, imediatamente antes do produto ser servido ao consumidor.

O forno utilizado pelo ponto de venda é da Marca CAPITAL, modelo 7828, e suas características são apresentadas na **Tabela 7**.

Tabela 7: Características do forno CAPITAL, modelo 7828, utilizado na Loja Teste.

CARACTERÍSTICAS	
CAPITAL	ELÉTRICO
TENSÃO	380 V
POTÊNCIA	8,0 Kw
TEMPERATURA MÁX	300°C

Estes ensaios foram realizados em triplicata, em dias diferentes de produção, e respeitando exatamente as condições de operação usualmente

realizadas pelos colaboradores. Os dados foram coletados com o uso do sensor TMI-Orion, e registrados a cada 10 segundos.

O forno apresenta 4 prateleiras, distantes 15 cm entre si e, em cada ensaio, foi realizada a coleta dos dados de temperatura no interior do produto em todas as alturas, uma de cada vez. O forno possui uma resistência elétrica localizada na parte inferior do equipamento, abaixo da primeira bandeja.

A posição do sensor no interior do produto foi a mesma posição escolhida no ensaio realizado na indústria. No meio do recheio, para que os pontos mais internos fossem monitorados.

A **Figura 4** apresenta um esquema de colocação do sensor no interior do produto.

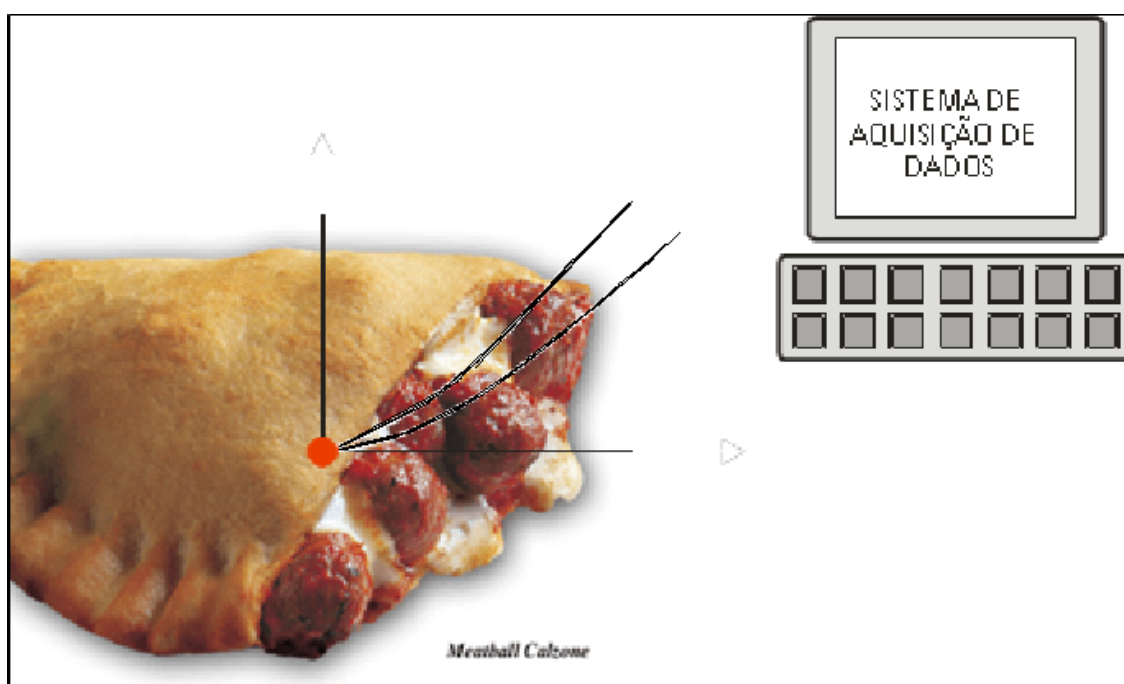


Figura 4: Indicação do ponto de colocação do sensor de temperatura no interior do produto.

4.2.3 Calibração dos Termopares

Foi utilizado um conjunto de 6 unidades, identificados segundo a nomenclatura: T1, T2, T3, T4, T5 e T6.

O método utilizado foi o método de Dewar: uso de um banho de gelo e água para obter uma junta de referência de 0°C, que fornece uma voltagem de 0 milivolts no circuito termoelétrico (Pflug, 1999).

As temperaturas de trabalho na fábrica onde se realizou a validação estavam na faixa de 230°C, e o forno, segundo o processador e o manual técnico, opera até 300°C. Por isso, foi necessário calibrar os termopares numa faixa de temperatura semelhante. Os termopares foram calibrados à temperatura de 220 até 320°C, com intervalos de 20°C.

Os fios da junta de referência do termopar eram introduzidos na garrafa de Dewar com gelo picado e água mantida a 0°C para, desta forma, obter zero milivolts nessa junta. A resposta do termopar era levada mediante fios do cobre ao data logger.

A fonte de precisão, modelo Multicalibrador, marca GLA, número de série 00951862, introduziu a força eletromotriz no sistema (FEM) equivalente em milivolts à temperatura de calibração, simulando as temperaturas de trabalho. O sistema montado foi similar ao da **Figura 5**.

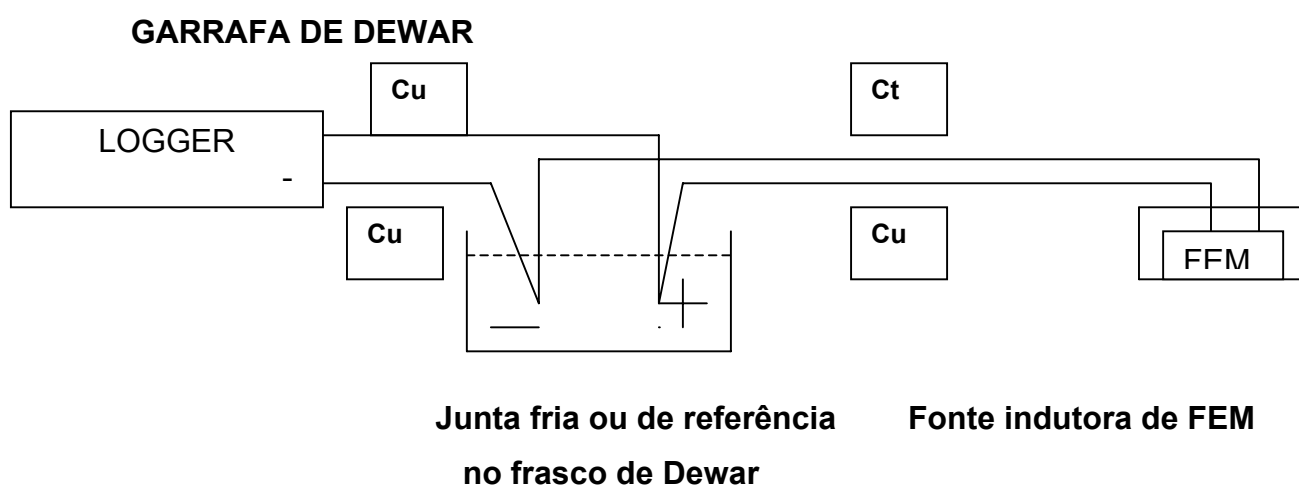


Figura 5: Esquema do método utilizado na calibração dos termopares flexíveis do tipo T.

A **Figura 6** apresenta o sistema montado na realização do experimento. A obtenção dos dados de temperatura fornecidos pelo sistema foi realizada por um aparelho coletor de dados, modelo Data Logger DORIC 245A.

Os dados obtidos, para cada termopar a ser calibrado, foram a temperatura lida no calibrador de cada termopar, e o valor induzido de temperatura no display do indutor de força eletromotriz (FEM). Por exemplo, quando uma força eletromotriz tal que induzida simulava 300°C no circuito, uma das temperaturas de trabalho, obtinha-se uma temperatura no calibrador, a do termopar que estava sendo calibrado.

Para cada termopar calibrado, fez-se uma regressão linear dos dados de temperatura do indutor de FEM utilizado *versus* os dados de temperatura do termopar lidas no calibrador. Foram realizadas 20 leituras para cada temperatura de trabalho, em intervalos regulares de 30 segundos. Entre cada temperatura de trabalho, um tempo para estabilização do sistema, que variou de 20 a 30 minutos, foi considerado, visto necessidade de se garantir que na garrafa de Dewar a temperatura estivesse a 0°C.

Este procedimento foi seguido rigorosamente para cada um dos termopares a serem calibrados.

Obteve-se então a equação de calibração do termopar:

$$T_{\text{padrão}} = m \cdot T_{\text{termopar}} + b$$

Onde **m** e **b** são constantes da regressão.



Figura 6: Sistema montado para a calibração dos termopares flexíveis tipo T. Ao centro, a garrafa de Dewar, e a direita o indutor de FEM no lugar do banho quente.

4.2.4 Determinação da Atividade Água (aw) do Produto.

A atividade água é um importante parâmetro de conservação dos alimentos. Ela ajuda a definir o tempo de vida de prateleira de um produto, a escolha da embalagem correta, e também, influencia na inativação térmica dos microorganismos (**Jay, M. J; 2005**).

Para a determinação da atividade água do produto, foi utilizado o aparelho de marcar Aqualab, modelo 3TE. A análise foi realizada com cinco repetições.

Como se trata de um produto sólido não homogêneo, as amostras foram masseradas, já em temperatura ambiente, por 5 minutos até a obtenção de uma massa homogênea.

4.2.5 Análises Microbiológicas

4.2.5.1 Análise de Microrganismos Esporulados.

Foi realizada a análise microbiológica de 2 amostras compostas de 3 calzones, à portuguesa, coletados na câmara fria da empresa, para produto acabado, sob temperatura de congelamento de -18°C. Cada amostra foi analisada segundo os seguintes grupos de microorganismos:

- a) mesófilos aeróbios esporulados;
- b) termófilos aeróbios esporulados;
- c) mesófilos anaeróbios esporulados (proteolíticos e sacarolíticos);
- d) esporulados deteriorantes sulfídricos;
- e) esporulados causadores de acidez plana (*flat sour*) acidúricos e termofílicos.

Os métodos utilizados foram de acordo ao Compendium APHA (2001).

4.2.5.2 Análise de Microrganismos Patogênicos e Indicadores.

A Resolução ANVISA RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Este regulamento dividiu os alimentos comercializados no Brasil em grupos, determinando os padrões microbiológicos que os mesmos devem apresentar.

O calzone se enquadra no grupo 18 - Produtos de Confeitaria, Lanchonetes, Padaria e Similares, doces e salgados – Prontos para Consumo.

Para este grupo são determinadas as seguintes análises:

- *Bacillus cereus*/g;
- Clostrídios sulfito redutores a 46⁰C/g (específico para produtos à base de carnes);

- Estafilococos coagulase positiva/g;
- Coliformes a 45°C/g;
- *Salmonella sp*/25g.

Para estas análises foram determinados 4 pontos de coletas dentro da cadeia de produção/distribuição do produto. Três destes pontos de coleta foram selecionados dentro do processo realizado na fábrica, em condições normais de produção, e um ponto de coleta numa das lojas da rede, denominada loja teste, após a etapa de forno, onde o produto é servido ao consumidor.

Foram avaliados 3 lotes de calzone.

4.2.6 Cálculo das Letalidades (L) e Tempos de Inativação Térmica (F) e Número de Reduções Decimais (γ).

Dentro dos microrganismos analisados de interesse à saúde pública, o patogênico de maior resistência térmica é o *Clostridium perfringens* (WOODBURN, M.; KIM, H. C., 1966). No entanto, para uma maior margem de segurança do processo, foi escolhido um substituto, também esporulado, mesmo gênero, mas com maior resistência térmica e, geralmente, utilizado como indicador de processos térmicos de produtos de carne o *Clostridium sporogenes* PA3679 (MASSAGUER, 2007). Os cálculos de letalidade e tempo de inativação térmica foram baseados nos parâmetros de resistência térmica deste microrganismo.

A letalidade (L) dos processos, tanto na unidade processadora como na loja teste, foi determinada com o uso da equação (8):

$$L = [10]^{(T-T_0)/Z} \quad (8)$$

Onde:

T = temperaturas registradas no interior do produto em função do tempo de aquecimento;

T_o = temperatura de referência para o *Cl. Sporogenes* = 90°C;

Z = para esporos de *Cl. sporogenes* = 10,6°C (PHEIL et al; 1966)

Os tempos de inativação térmica (F) cedida ao produto nos processos analisados foram determinados através da equação (9):

$$F = \int_{t_0}^{t_f} L \delta t \quad (9)$$

Onde:

t_f = tempo final do processo;

t_0 = tempo inicial do processo.

A integração numérica foi realizada através da regra de Simpson Composta:

$$\int_{t_0}^{t_f} L(t) dt \approx \frac{\Delta t}{3} \left[L_0 + 4L_1 + 2L_2 + \dots + 2L_{N-2} + 4L_{N-1} + L_N \right] \quad I_S(h)$$

O número de reduções decimais γ foi determinado seguindo a equação (4):

$$\gamma = \frac{F}{D} \quad (4)$$

Onde,

F_T = tempo de inativação térmica, na temperatura de referência, calculado nos ensaios;

D_{90} = tempo de uma redução decimal a 90°C para os esporos de *Cl. Sporogenes* = 34 minutos (**Mossel et al; 1995**).

Para teste do processo frente a células vegetativas, foi calculado o número de reduções térmicas para um microrganismo não esporulado. O alvo não esporulado (vegetativo patogênico) escolhido foi a *Salmonella spp*, e os parâmetros de inativação D e Z são apresentados na **Tabela 8**. Na mesma tabela, são apresentados os parâmetros para os outros microrganismos citados na RDC Anvisa nº 12 de 2001.

Tabela 8: Valores D e Z para os microrganismos citados na resolução Anvisa nº 12 de 2001.

<i>Salmonella spp</i>	Valor $D_{65,6^{\circ}\text{C}}$	17,4 s
	Valor z	6,5°C
<i>E. coli</i>	Valor $D_{65,6^{\circ}\text{C}}$	17,4 s
	Valor z	6,5°C
<i>S. aureus</i>	Valor $D_{65,6^{\circ}\text{C}}$	15,0 s
	Valor z	10,5°C
B. cereus	Valor $D_{90^{\circ}\text{C}}$	222 s
	Valor z	10,5°C
<i>Cl. perfringens</i>	Valor $D_{90^{\circ}\text{C}}$	222 s
	Valor z	10,5 °C

Fonte:Sunmer et al; 2005.

Capítulo V - Resultados e Discussão.

5.1 Determinação da Atividade Água do Produto (a_w).

O aparelho da marca Aqualab, modelo 3TE apresentou os valores de atividade água do produto, para as 5 amostras analisadas. Os valores são apresentados na **Tabela 9**.

Tabela 9: Valores de atividade água para as amostras de calzone à portuguesa.

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Média
Aw	0,942	0,941	0,950	0,946	0,949	0,945

A média dos valores encontrados foi 0,945. Este valor de a_w propicia o crescimento microbiológico de praticamente todas as espécies de microrganismos patogênicos e deteriorantes.

5.2 Calibração dos Termopares.

5.2.1 Dados de Regressão Linear

Com o auxílio do suplemento análise de dados da planilha Excel, foi obtida a descrição estatística dos dados de calibração coletados para os termopares 1, 2, 3, 4, 5 e 6 presentes no **anexo I**. Esta descrição é apresentada na tabela 8, onde os coeficientes angulares e lineares, e o coeficiente de correlação R^2 das curvas obtidas são mostrados. Os resultados obtidos na análise estatística são apresentados no **anexo II**.

Tabela 10: Quadro comparativo dos coeficientes linear e angular das curvas de calibração dos termopares, e o coeficiente de correlação R^2 .

	<i>Termopar 1</i>	<i>Termopar 2</i>	<i>Termopar 3</i>	<i>Termopar 4</i>	<i>Termopar 5</i>	<i>Termopar 6</i>
Coef. Angular	1,00	1,00	1,06	1,00	1,00	1,00
Coef. Linear	2,00	2,06	1,00	1,52	0,96	-0,27
R^2	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999

Com o tratamento estatístico dos dados, chegou-se à seguinte equação para calibração dos termopares (equação 12).

$$Y = a * X + b$$

$$T.Cor = a * Tpar + b \quad (12)$$

Onde,

Tcor = temperatura corrigida,

Tpar = temperatura apresentada pelo termopar.

Com os dados coletados, foi possível obter curvas de calibração para os termopares, e com estas, que podem ser visualizadas nas figura 7, 8, 9, 10, 11 e 12, verificar a conformidade com a temperatura real.

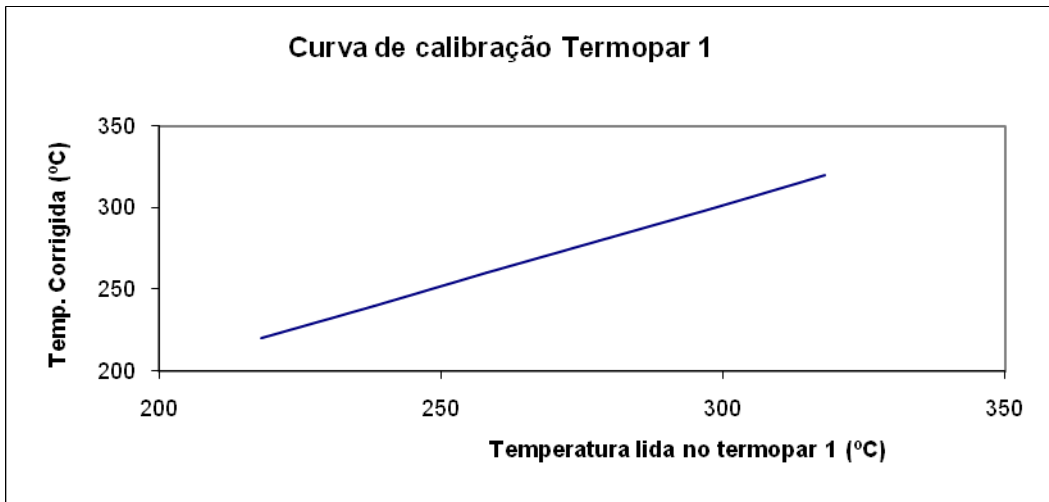


Figura 7: Curva de calibração do termopar 1 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas.

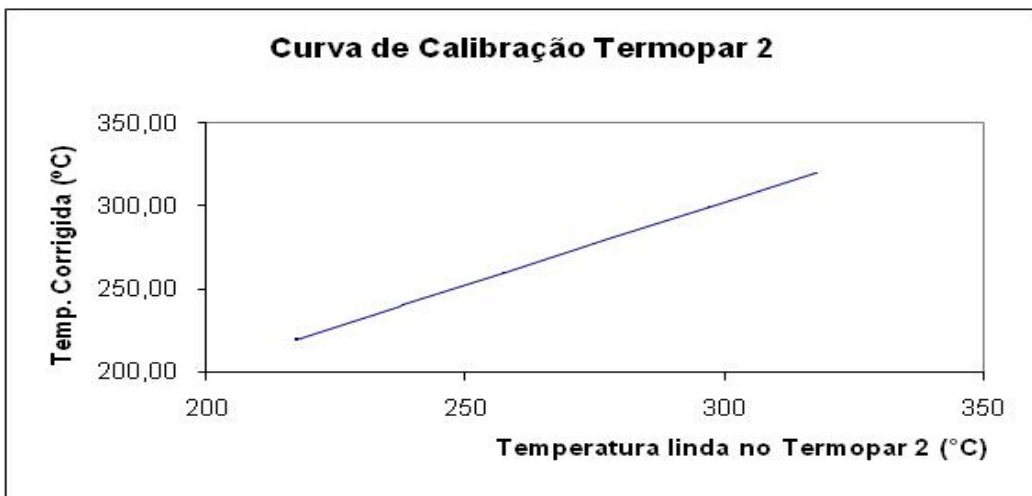


Figura 8: Curva de calibração do termopar 2 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas

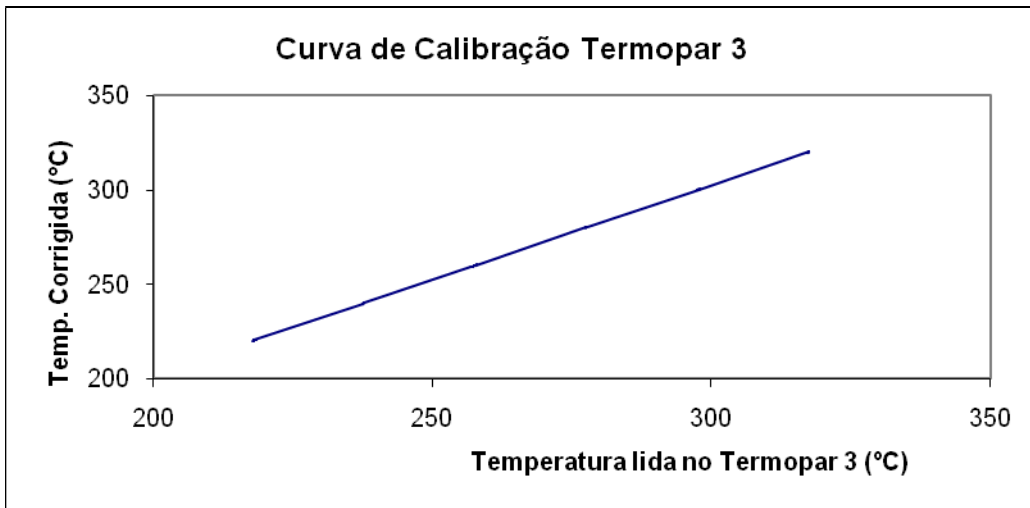


Figura 9: Curva de calibração do termopar 3 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas

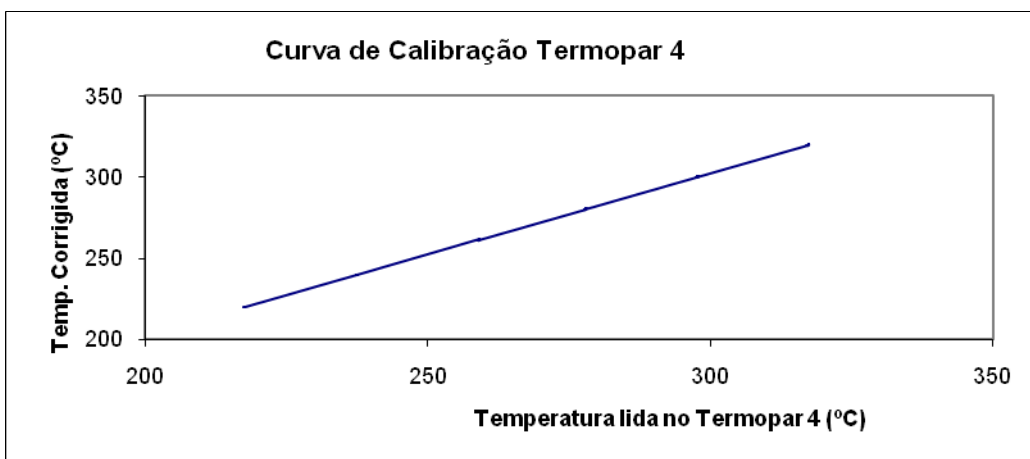


Figura 10: Curva de calibração do termopar 4 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas.

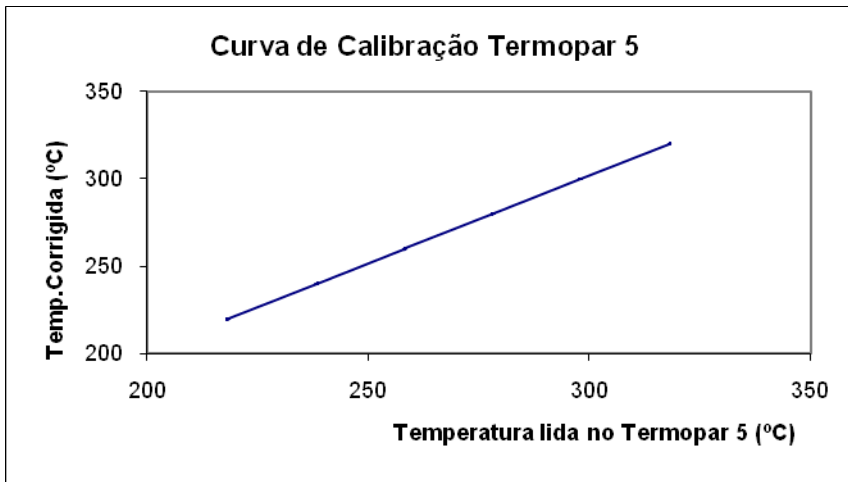


Figura 11: Curva de calibração do termopar 5 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas.

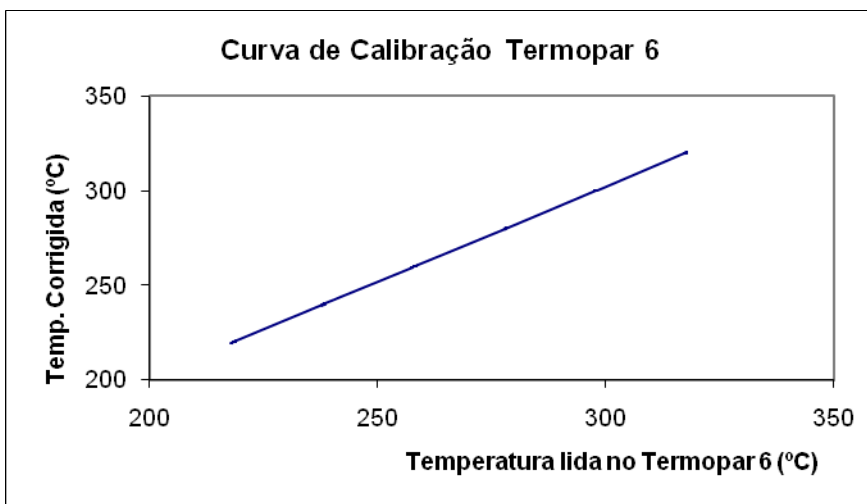


Figura 12: Curva de calibração do termopar 6 obtida com os dados de todas as temperaturas coletadas.

Na análise da tabela 8 localizada acima, pode-se visualizar os parâmetros adquiridos para cada curva de calibração, e assim verificar a exatidão dos mesmos.

Na calibração dos termopares, foram obtidas curvas com uma boa precisão. Analisando a tabela 8, verifica-se que os coeficientes angulares de 5 dos 6 termopares calibrados obtiveram valor da unidade. E sabendo que este valor significa 45 graus de ângulo entre abscissa e ordenada, pode-se considerar que os termopares apresentarão precisão nos dados coletados.

Para que os termopares apresentassem resultados idênticos ao do padrão estabelecido, seria preciso que, além do coeficiente angular com valor 1, o coeficiente linear tivesse o valor zero. A **Tabela 10** mostra que os termopares 6 e 5 apresentaram em suas curvas os valores mais próximos de zero, mas nenhum dos restantes apresentou algum valor que pudesse levantar suspeitas em relação ao procedimento ou à qualidade da manufatura dos mesmos.

O coeficiente de correlação R^2 para todas as curvas apresentou o mesmo valor de 0,999, caracterizando o bom resultado da regressão linear.

Além dos coeficientes de regressão apresentarem um bom resultado, a observação das curvas plotadas nas figuras 7 a 12, possibilitam a visualização do resultado alcançado, mostrando os ângulos próximos de 45° entre a abcissa e ordenada para cada curva.

Concluiu-se, portanto, que a calibração foi realizada de maneira correta, e os termopares irão oferecer medidas confiáveis de temperatura.

5.3 Resultados das Análises Microbiológicas

5.3.1 Análises de Microrganismos Esporulados

A **Tabela 11** apresenta os resultados das análises realizadas para a verificação da carga microbiológica de esporulados no produto final (4º ponto de coleta).

Tabela 11: Avaliação da carga microbiológica de esporulados no calzone assado.

Grupo de Microrganismos	Amostras	
	1	2
Mesófilos Esporulados aeróbios (esporos/g)	$1,2 \times 10^4$	$6,0 \times 10^3$
<i>Flat Sour</i> Termófilos (esporos/10g)	$2,3 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$
<i>Flat Sour</i> Acidófilos (esporos/10g)	$9,7 \times 10^1$	$4,8 \times 10^1$
Anaeróbios Mesófilos (choque 80°C/10 minutos) (NMP/g)	$9,0 \times 10^1$	< 3,0
Anaeróbios Mesófilos Sacarolíticos (choque 60°C/30 minutos) (NMP/g)	$1,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$
Anaeróbios Termófilos (choque 100°C/5 minutos) (NMP/g)	$4,0 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$

Analisando-se as tabelas acima, verifica-se que dois grupos apresentaram níveis relativamente altos (10^4 /gr) para os anaeróbios mesófilos sacarolíticos e os aeróbios mesófilos esporulados. Este nível pode ser considerado alto pois, neste último grupo, está incluído o ***Bacillus cereus***, patogênico importante, que apresenta como dose infectante o valor de 10^7 /gr (Jay, M. J., 2005). Se o tempo de geração para esta espécie é de 28 a 36 minutos a 30°C (Soares, C.; M.; 2005) e considerando que se trata de esporos no produto final já assado, que poderiam germinar e se desenvolver à temperatura das estufas nos pontos de venda. As estufas operam a uma temperatura média de 65°C, que poderia ser suficiente para causar o choque térmico necessário para que os esporos germinassem.

A presença destes esporos pode estar associada à contaminação dos temperos utilizados na formulação do produto, principalmente cebola, pois esta é freqüente fonte de esporulados aeróbios. Considerando que o recheio não foi refogado antes de ser adicionado, esta pode ser a causa da

presença dos esporos, e já levanta dúvidas sobre a eficácia do tratamento térmico aplicado na indústria.

Nos outros grupos, não foi observada nenhuma concentração preocupante nas amostras analisadas.

5.3.2 Resultados da Análise Microbiológica de Microrganismos Patogênicos e Indicadores

As Tabelas 12, 13 e 14 apresentam as análises microbiológicas para cada um dos três lotes analisados, respectivamente. As amostras foram coletadas em 4 pontos diferentes do processo produtivo: antes do forno; após o forno; congelado estocado na fábrica e após o forno do ponto de venda, conforme descrito no item 4.2.1.

Estas análises fazem parte da caracterização do processo e verificação da eficácia do processo térmico quanto aos microrganismos exigidos na Portaria da ANVISA.

Tabela 12: Resultado das análises microbiológicas para o 1º lote de amostras.

Pontos	<i>Salmonella</i> sp/25g	<i>Bacillus</i> cereus/g (UFC/g)	<i>Clostrídios.sulf.redutores</i> a 46^oC/g (UFC/g)	<i>Estafilococo</i> <i>s coagulase</i> <i>positiva/g</i> (UFC/g)	Coliformes a 45°C/g (NMP/g)
1	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	< 1,0x10	< 1,0x10	< 3
2	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	< 1,0x10	< 1,0x10	< 3
3	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	1,0x10 ¹	< 1,0x10	< 3
4	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	< 1,0x10	< 1,0x10	< 3

Tabela 13: Resultado das análises microbiológicas para o 2º lote de amostras.

Pontos	<i>Salmonella</i> <i>sp/25g</i>	<i>Bacillus</i> <i>cereus/g</i> (UFC/g)	<i>Clostridios.sulf.redutores</i> <i>a 46º C/g (UFC/g)</i>	<i>Estafilococo</i> <i>s coagulase</i> <i>positiva/g</i> (UFC/g)	Coliformes a 45ºC/g (NMP/g)
1	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	< 1,0x10	< 1,0x10	< 3
2	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	< 1,0x10	< 1,0x10	< 3
3	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	< 1,0x10	< 1,0x10	< 3
4	Ausência 25g	< 1,0x10 ²	< 1,0x10	< 1,0x10	< 3

Tabela 14: Resultado das análises microbiológicas para o 3º lote de amostras.

Pontos	<i>Salmonella</i> <i>sp/25g</i>	<i>Bacillus</i> <i>cereus/g</i> (UFC/g)	<i>Clostridios.sulf.redutores</i> <i>a 46º C/g (UFC/g)</i>	<i>Estafilococo</i> <i>s coagulase</i> <i>positiva/g</i> (UFC/g)	Coliformes a 45ºC/g (NMP/g)
1	Ausência 25g	1,6x10 ¹	< 1,0x10 ¹	< 1,0x10 ¹	< 3
2	Ausência 25g	2,0x10 ¹	< 1,0x10 ¹	< 1,0x10 ¹	< 3
3	Ausência 25g	< 1,0x10 ¹	1,0x10 ¹	< 1,0x10 ¹	< 3
4	Ausência 25g	< 1,0x10 ¹	< 1,0x10 ¹	< 1,0x10 ¹	< 3

Os resultados obtidos e apresentados nas **Tabelas 12, 13 e 14**, quando comparados com a **Tabela 1**, que apresenta os níveis aceitáveis para os microrganismos de importância neste estudo, mostram que nenhum lote analisado apresentou presença de qualquer microrganismo acima do permitido pela legislação.

Pode-se salientar que somente os *Clostridium* sulfito redutores que tem como espécie típica *Cl. perfringens*, apresentaram uma quantidade 1×10^2 esporos/g no ponto 3 do lote 1, mas este número é cerca de 5 vezes menor que o limite mínimo apresentado na RDC nº 12, de 02/01/2001.

Analisando-se os dados microbiológicos, foi possível se calcular o número de reduções decimais efetivo ($\gamma = \log$ população ponto 3 – \log população ponto 4) entre o ponto 3 e 4 do processo do lote 1, onde se encontra a etapa de assamento do produto no ponto de venda, e observou-se que $\gamma = > 1$ ciclo logarítmico para este microrganismo.

É importante salientar que as formas vegetativas, representadas pelo grupo da *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* e Coliformes, são facilmente eliminadas por temperaturas mesmo inferiores 100°C. O perigo seria a germinação dos microrganismos esporulados deteriorantes que, por serem mais resistentes, poderiam sobreviver ao processo. Estes não estão incluídos na legislação que apenas cobre a presença dos microrganismos patogênicos. No entanto, um bom sistema de refrigeração do produto pode impedir a germinação destes organismos.

5.4 Resultados da Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Forno da Fábrica.

Para averiguar se a distribuição do calor no interior do equipamento era homogênea, a mesma foi monitorada com a inserção de termopares em três diferentes pontos para medir a temperatura do ar de aquecimento.

Os sensores foram colocados nas aletas do equipamento e também junto ao próprio sensor do equipamento, para verificar a concordância da medida com o *display* externo. Inicialmente o forno é aquecido até que o *display* mostre 230°C, momento em que é introduzido o carrinho com o produto. As leituras foram iniciadas no momento que o *display*, localizado na parte externa, indicou esta temperatura já que, segundo o fabricante, ela marca o início do processo de aquecimento do produto.

No ensaio com o forno vazio, o mesmo foi aberto, simulando a entrada do produto, e novamente fechado.

As **Figuras 13 e 14** apresentam os dados coletados por posição dos termopares. Os dados apresentam o comportamento das temperaturas em função do tempo de processo.

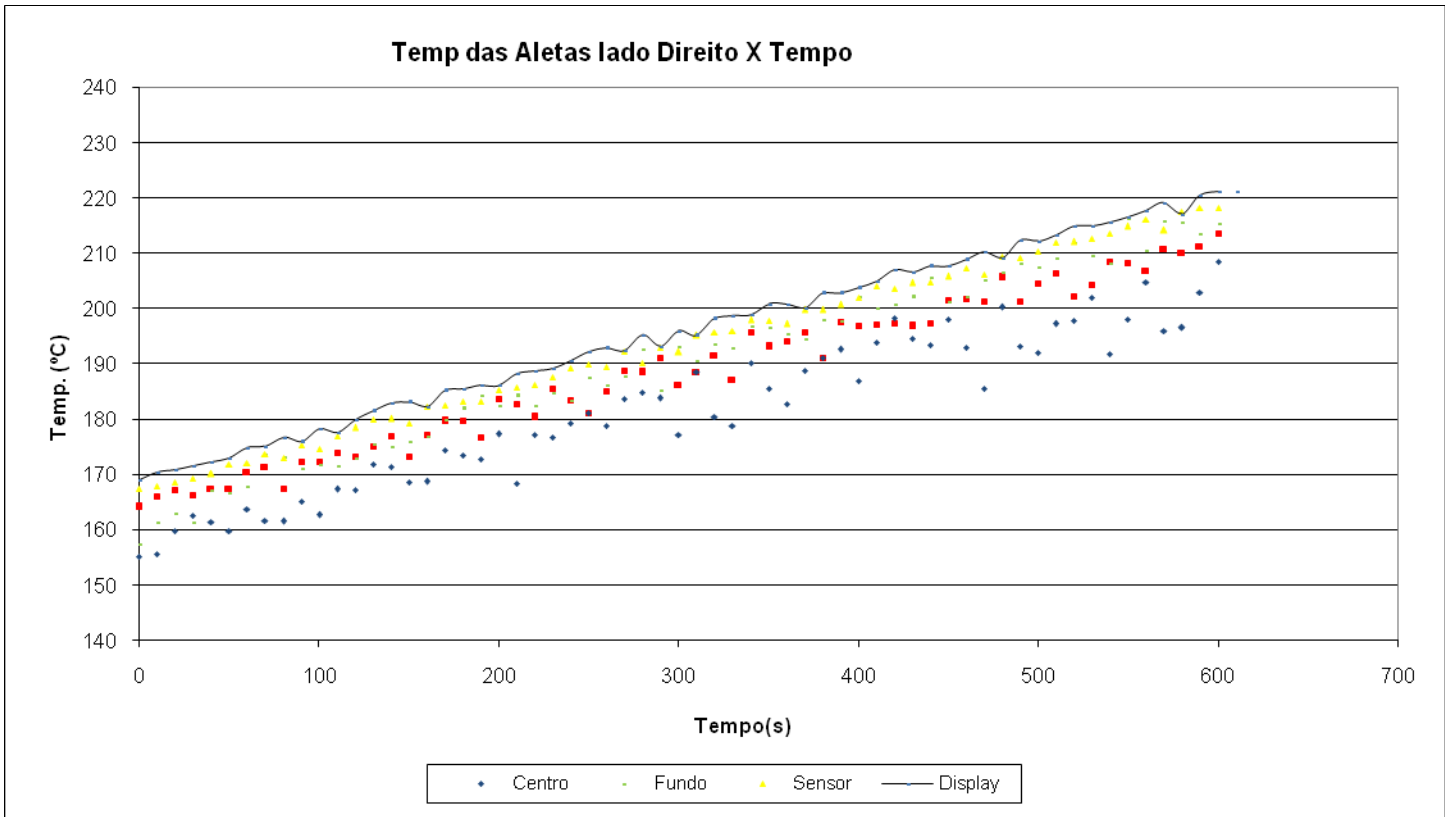


Figura 13: Temperaturas do ar , em função do tempo de aquecimento, nas aletas do lado direito do forno da fábrica cheio de produto.

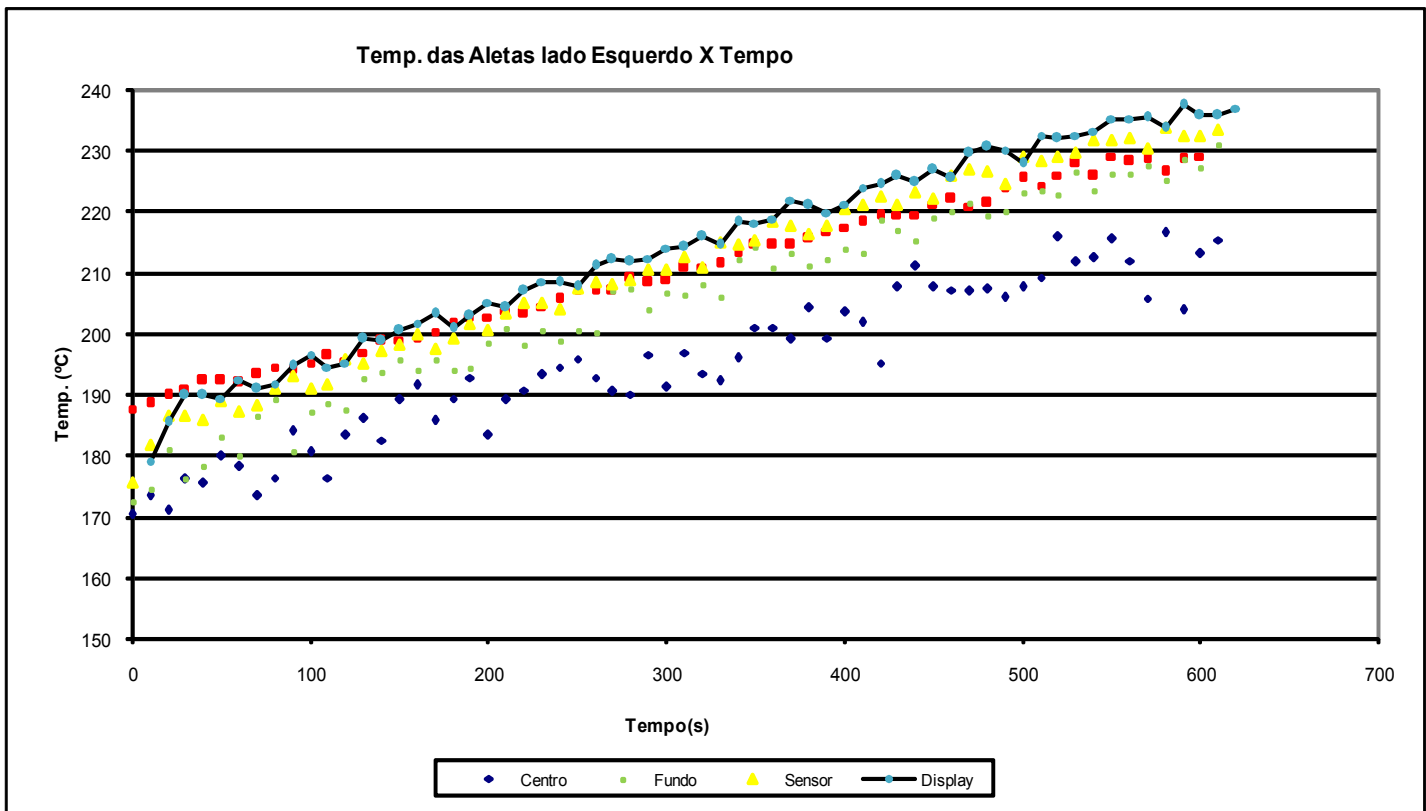


Figura 14: Temperaturas do ar , em função do tempo de aquecimento, nas aletas do lado esquerdo do forno da fábrica vazio .

Analisando-se as figuras acima, pode-se notar uma diferença em torno de 20°C das temperaturas lidas no lado esquerdo com o forno vazio, e no lado direito com carga cheia de produto. Uma explicação para isto pode ser que, quando o forno estava cheio, o ar perdia calor rapidamente por contato com o produto frio, com uma temperatura média de 18°C. É interessante também notar que o aquecimento do forno é praticamente linear, ascendente e não estabiliza. A temperatura do forno cheio, medida pelo termopar junto ao sensor, não atinge 230°C em nenhum ponto durante o aquecimento do produto. No caso do forno vazio, o topo, o fundo e o termopar perto do sensor atingem e até ultrapassam 230°C, unicamente no final do aquecimento.

As **Figuras 13** e **14** apresentam ainda, claramente, a diferença entre a leitura apresentada pelo sensor e as temperaturas lidas nas posições fundo, centro e topo. Além disso, fica nítida uma defasagem da leitura apresentada pelo *display* externo do forno e os dados de temperatura obtidos com o termopar posicionado junto ao sensor do equipamento no interior do equipamento.

A diferença entre as temperaturas lidas nas posições em relação ao que foi lido pelo termopar posicionado junto com o sensor é apresentada com mais detalhes nas **Figuras 15** e **16**, para o forno cheio e vazio, respectivamente. Nestas figuras, mediante análise de médias de temperatura e desvio padrão por posição, durante todo o processo térmico, pode-se ver como se comporta a distribuição de temperatura no equipamento e a diferença entre as leituras medidas nas aletas e as medidas pelo termopar posicionado junto ao sensor do equipamento.

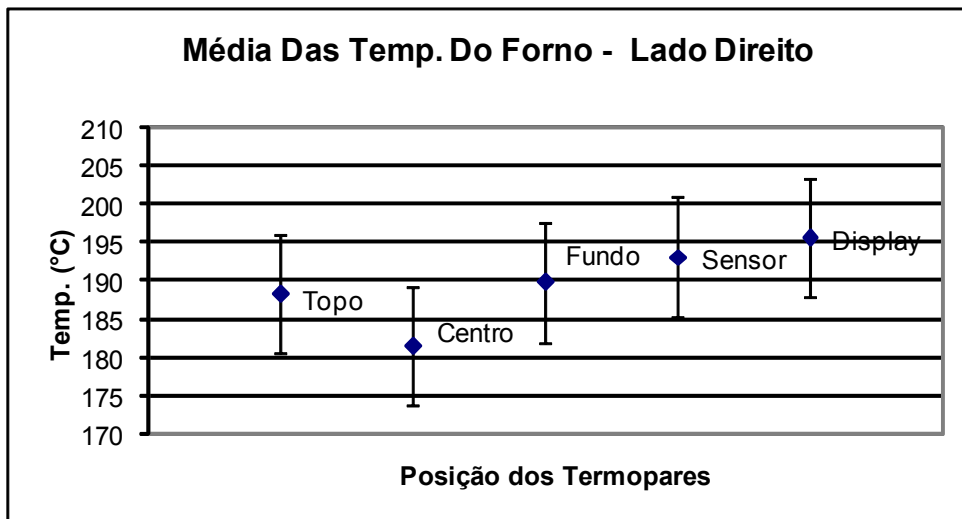


Figura 15: Médias e desvio padrão das Temperaturas do ar no interior do forno, no lado direito do forno com carga cheia.

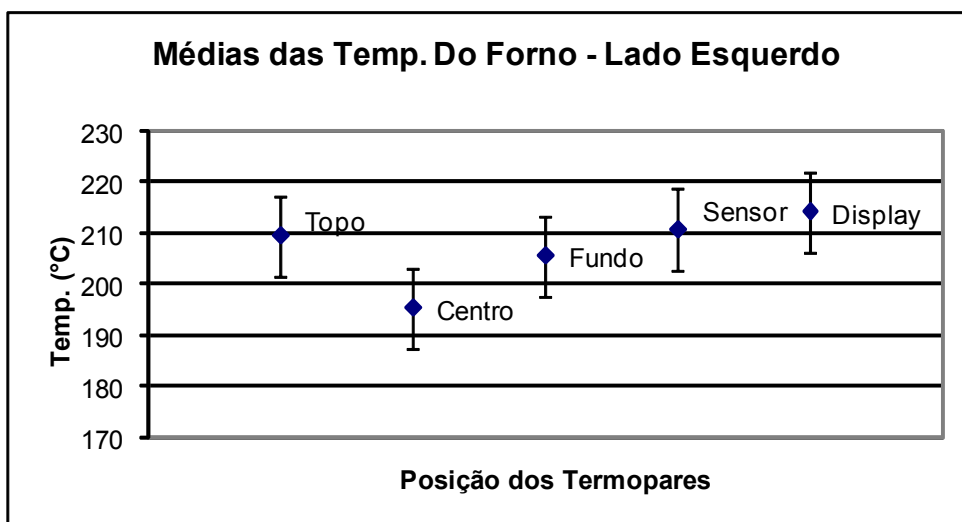


Figura 16: Médias e desvio padrão das Temperaturas do ar no interior do forno, no lado esquerdo do forno vazio.

No início, quando a porta do equipamento é aberta para a entrada do produto, rapidamente há uma queda na temperatura no interior do forno. Isto é claramente mostrado nas **Figuras 13 e 14**, onde pode-se observar que as temperaturas mínimas apresentadas estão abaixo de 200°C. Ao longo do processo, as temperaturas vão aumentando, mas não atingem 230°C, como

apresentado no *display*, o que também é facilmente percebido nas **Figuras 15 e 16**.

Um resultado de grande importância neste ensaio foi a verificação de que a distribuição do calor no interior do equipamento não foi homogênea. Na **Figura 15**, que apresenta o lado direito das aletas, observa-se claramente que a média das temperaturas alcançadas pelo centro do equipamento é inferior às outras. Na mesma figura, a máxima temperatura alcançada pelo centro, atinge somente o valor da média alcançada pelas leituras do Topo, frisando ainda mais esta diferença das leituras do Centro, em relação às outras posições.

As leituras de Fundo e do termopar perto do sensor apresentaram médias ainda maiores, com valores de temperaturas máximos perto dos 200°C. O mesmo comportamento pode ser observado na **Figura 16**, que apresenta a temperatura do ar no lado esquerdo das aletas. A média obtida para a posição central foi a menor em relação às outras posições, e isto é claramente apresentado na **Figura 16**. A diferença apresentada no ensaio do lado esquerdo do equipamento, em relação o lado direito, foi que para lado direito, o Fundo apresentou valores maiores de temperatura que o Topo. Já no lado esquerdo do equipamento, o Topo apresentou uma maior média das temperaturas obtidas. Isto pode ser explicado pelo fato de que o ar aquecido sobe rapidamente ao topo sem nenhum obstáculo quando o forno está vazio. Este comportamento pode ser visto tanto nas **Figuras 13 e 14** como nas **Figuras 15 e 16**. Como o ar é insuflado pela parte de baixo do equipamento, e distribuído ao longo das aletas, era de se esperar que a posição Fundo apresentasse os maiores valores de temperatura. No entanto, isto somente ocorreu no ensaio realizado no lado direito do equipamento. Mas este valor maior encontrado é em relação à posição Topo. Os valores monitorados no sensor apresentaram os maiores valores, em ambos os ensaios.

Para ambos os lados do forno, o Centro apresentou a menor média, e o Sensor apresentou os maiores valores alcançados. Estes ensaios mostraram coerência nos valores encontrados, e sugerem que o ponto frio do equipamento seria a posição central. O calor fornecido parece encontrar dificuldades para alcançar esta posição no processo.

A calibração do equipamento deve, portanto, ser realizada em função da temperatura do ponto central do equipamento.

5.5 Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Produto no Forno da Fábrica.

O monitoramento da penetração do calor no interior do produto, durante o processamento térmico na fábrica, mostrou a temperatura máxima alcançada pelo recheio do produto, o ponto frio do calzone, e a média mantida pela temperatura no mesmo.

Os 2 ensaios realizados apresentaram boa coerência nos resultados, com a determinação da bandeja mais fria do sistema, a bandeja 10, localizada bem ao meio do carrinho. Este resultado concorda também, com o perfil de distribuição de temperatura do equipamento, que apresentou as menores médias de temperatura também na parte central do sistema.

As **Figuras 17 e 18** apresentam as médias e desvio padrão de temperatura alcançadas no monitoramento das bandejas, para os 1º e 2º ensaios, respectivamente.

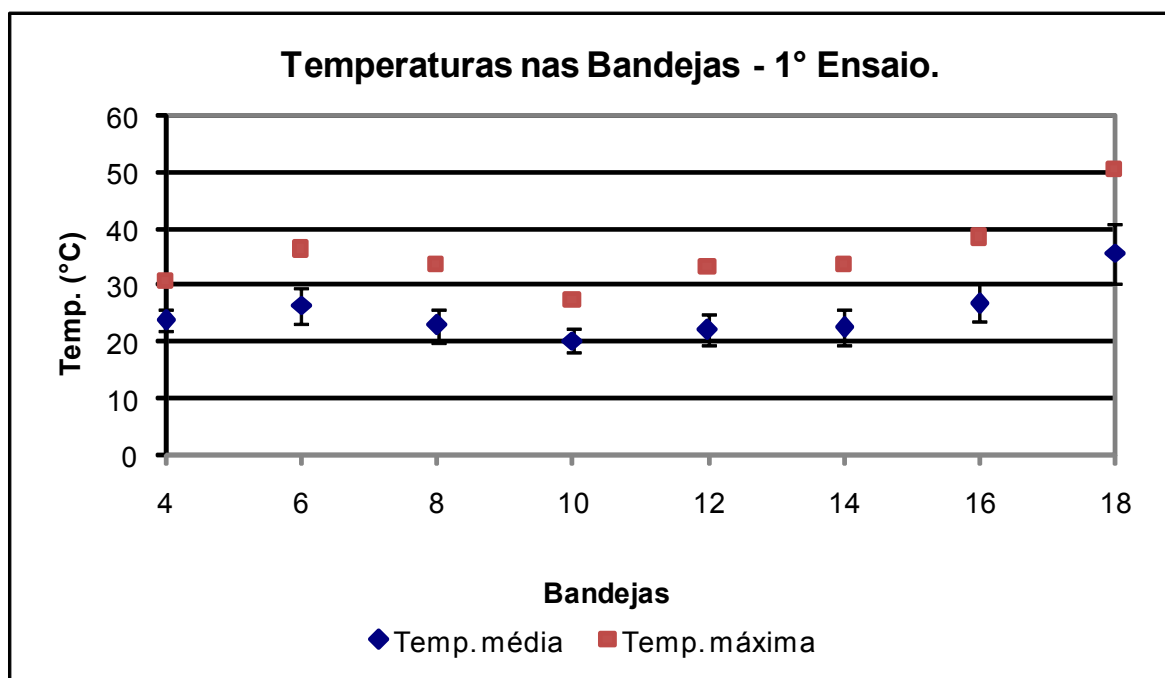


Figura 17: Média, desvio padrão e máximo das temperaturas no interior do calzone localizado em diversas bandejas monitoradas no 1º ensaio.

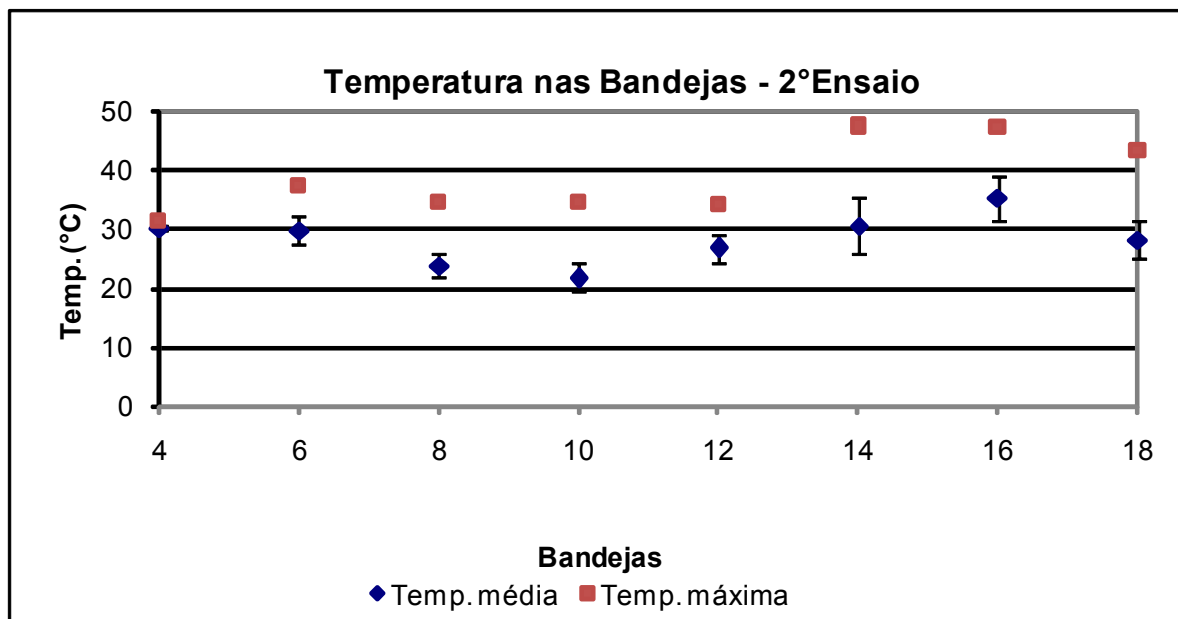


Figura 18: Média, desvio padrão e máximo das temperaturas no interior do calzone localizado em diversas bandejas monitoradas no 2º ensaio.

Analisando as **Figuras 17 e 18**, ainda pode-se notar que, além do ponto de menor média de temperatura no interior do produto concordar com o perfil de distribuição do equipamento, a **Figura 17** apresenta no topo a maior média e temperatura máxima alcançada pelo produto, assim como no Topo, nos testes de perfil de temperatura no forno.

A **Figura 18** não apresentou este resultado, pois a bandeja 18 mostrou temperaturas menores que no primeiro ensaio mas, não foram distantes os valores de temperatura de topo e fundo, identificados pelas bandejas 18 e 4, respectivamente.

Os ensaios apresentaram coerência entre si e definiram a bandeja 10, na parte central do carrinho, como a bandeja de aquecimento mais lento do sistema, e possibilitou a seguir, a determinação do ponto frio da bandeja 10, por consequência, o ponto frio do forno.

Determinação do Ponto Frio da Bandeja 10 de aquecimento mais lento.

Após a determinação da bandeja que obteve a menor média de temperatura no interior do produto, considerada como “bandeja fria”, foi monitorada a temperatura em posições definidas nesta bandeja. As posições definidas foram; central, lado esquerdo e lado direito. Com este resultado, o ponto frio do processo foi determinado.

As **Figuras 19 e 20** apresentam os resultados obtidos nos dois ensaios realizados, onde as médias de temperaturas por posição são mostradas.

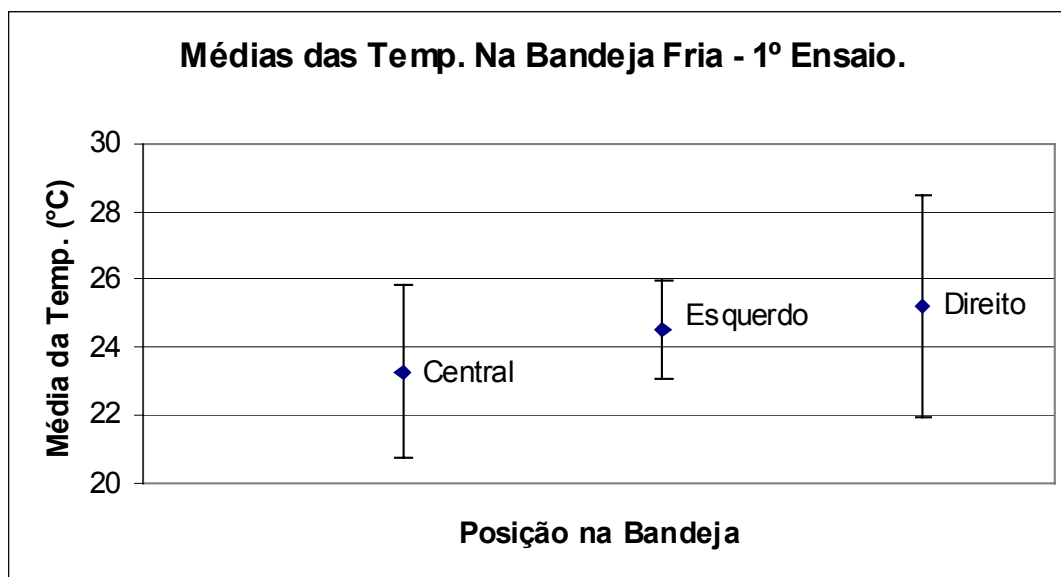


Figura 19: Médias de temperaturas alcançadas no interior do produto, em diferentes posições na bandeja 10, monitoradas no 1º ensaio.

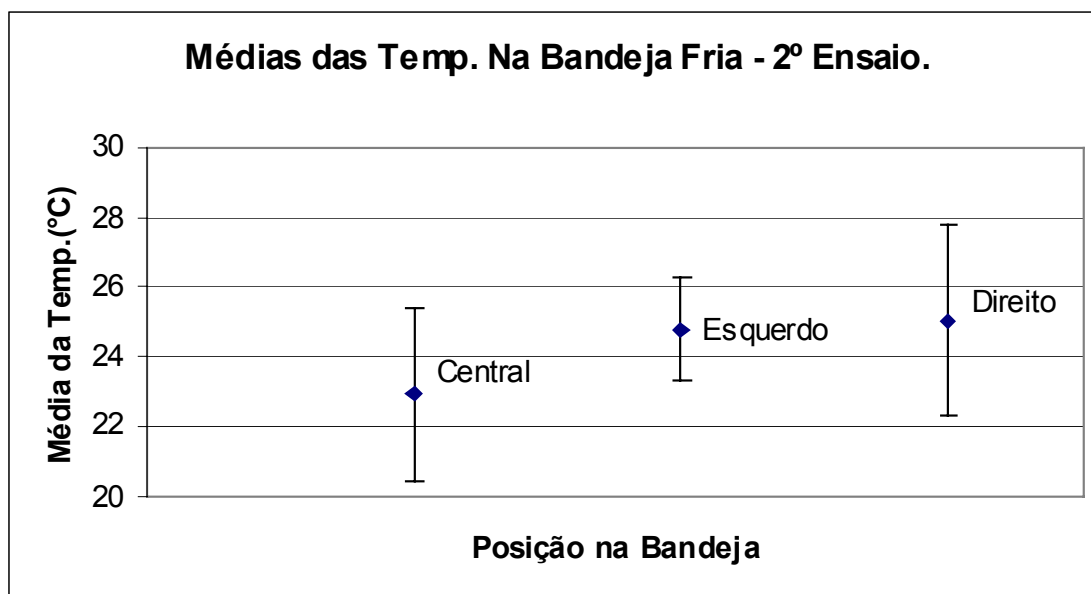


Figura 20: Médias de temperaturas alcançadas no interior do produto, em diferentes posições na bandeja 10, monitoradas no 2º ensaio.

A **Figura 19** apresentou a posição central da bandeja como a que alcançou a menor média de temperatura no interior do produto. O lado direito da bandeja apresentou a maior média e maior temperatura máxima alcançada, seguido pelo lado esquerdo da bandeja.

Um fator que precisa ser destacado nestes resultados é que, observando os valores alcançados, não importando a posição, não foram atingidas no produto temperaturas superiores a 30°C durante a assadura em forno de fábrica.

A **Figura 20** apresenta resultados similares com os apresentados na **Figura 19**, com a posição central apresentando os menores valores, seguidos pelos das posições esquerda e direita da bandeja. E para este ensaio, coerente com o 1º mostrado na **Figura 19**, também não foram observados valores de temperatura superiores a 30°C.

O fato da posição central nos dois ensaios apresentar a menor média de temperatura no interior do produto, concorda com os ensaios realizados anteriormente, de distribuição de calor no equipamento e identificação da bandeja fria do sistema. Estes e os realizados por posição na bandeja 10, apresentaram a parte central do sistema, como o de menor penetração de calor. Isto poderia ser explicado pelo fato das posições centrais apresentarem

maiores obstáculos para a distribuição de calor. Pelo menos nos testes realizados no monitoramento das temperaturas no interior do produto, onde o carrinho estava cheio, o próprio produto seria este obstáculo à transferência de calor.

O que pode ser um fator preocupante no processo, é que as temperaturas alcançadas, estão longe de conferir letalidade de pasteurização ao produto; ao contrário, estão na faixa ótima de crescimento da maioria dos microrganismos patogênicos. O processo de forno da fábrica parece apenas servir para que a massa atinja a textura adequada para servir de sustentação ao recheio, e não para pasteurizar o produto. Frente a estas circunstâncias, o estudo do aquecimento na loja de venda tornou-se fundamental para avaliar a letalidade do processo.

5.6 Resultados da Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Produto na Loja Teste.

O calzone em estudo passa por dois processos térmicos, etapas de assamento, antes de ser consumido. O primeiro é o tratamento térmico realizado na fábrica e o segundo é realizado nos pontos de venda, na hora que os pedidos são feitos.

A avaliação deste segundo tratamento é essencial para verificar a dependência do produto aos dois tratamentos, o da fábrica e o do ponto de venda, pelo menos no que diz respeito à inativação térmica eficiente dos microrganismos patogênicos.

Numa das lojas da rede, foram realizados 3 ensaios para monitorar a temperatura no interior do produto durante o processo de aquecimento, e os resultados podem ser observados nas **Figuras 21, 22 e 23**.

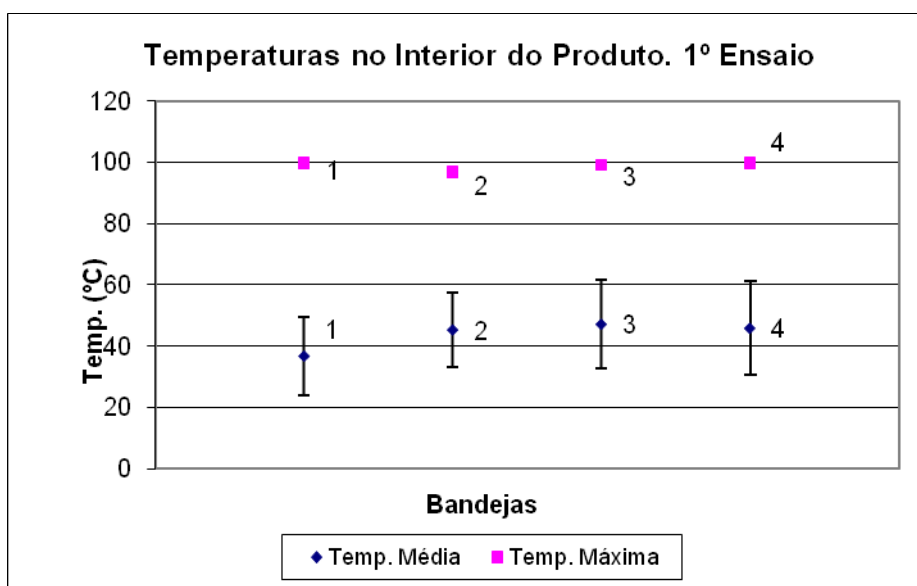


Figura 21: Temperaturas médias e máximas no interior dos calzones, monitoradas no 1º ensaio no ponto de venda.

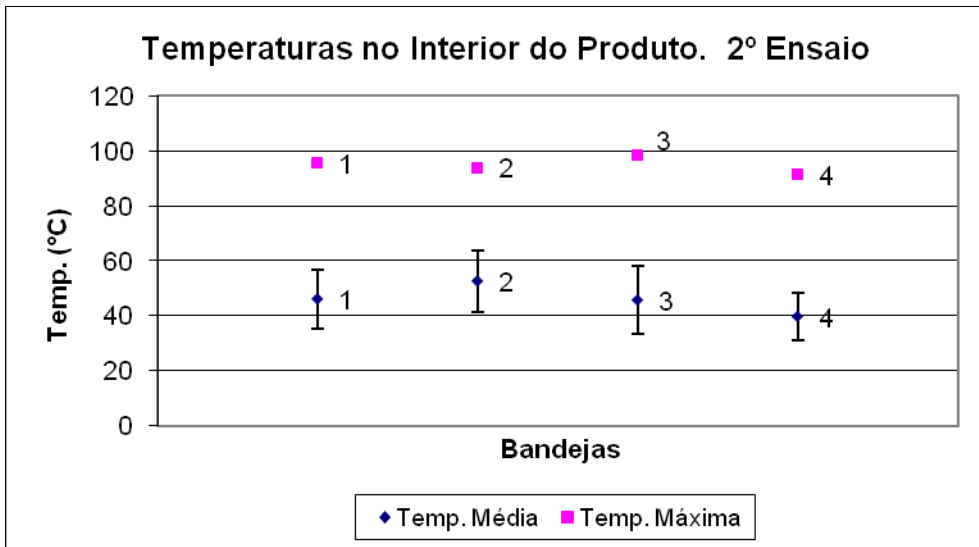


Figura 22: Temperaturas médias e máximas no interior dos calzones monitoradas no 2º ensaio no ponto de venda.

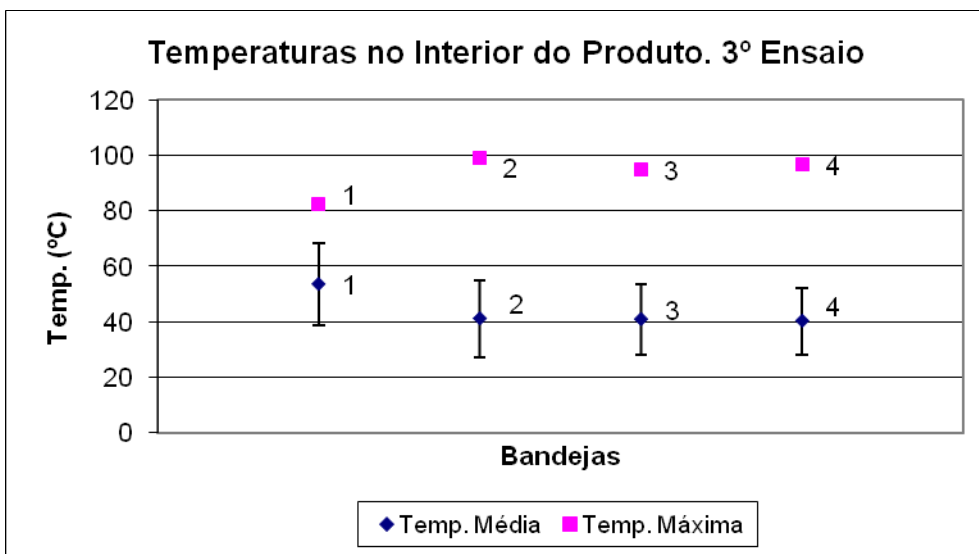


Figura 23: Temperaturas médias e máximas no interior dos calzones monitoradas no 3º ensaio no ponto de venda.

Na **Figura 21**, pode-se ver que a bandeja 3 apresenta a maior média de temperatura alcançada no interior do produto, seguida pelas bandejas 4, 2 e 1. No entanto, no que diz respeito à temperatura máxima alcançada pelo processo neste 1º ensaio, a bandeja 4 apresenta o maior valor, seguida pelas bandejas 3 e 1, praticamente com os mesmo valores, e levemente abaixo a bandeja 2.

No segundo ensaio, representado pela **Figura 22**, é a bandeja 2 que apresentou a maior média de temperatura no interior do produto, seguida pelas bandejas 1, 3 e 4. Quanto às temperaturas máximas alcançadas, a bandeja 3 apresentou o melhor resultado, alcançando quase 100°C, seguida pelas bandejas 1, 2 e 4.

A **Figura 23** apresenta os resultados para o 3º ensaio, e apresenta a bandeja 1 como a de maior média de temperatura no interior do produto, em processo na loja teste. As bandejas 4, 2 e 3 apresentaram os valores subseqüentes, respectivamente. A temperatura máxima alcançada na bandeja 2, para este 3º ensaio obteve o maior valor, na faixa dos 100°C, seguida pelas bandejas 4, 3 e 1.

O que fica claro analisando as **Figuras 21, 22 e 23**, é que nos 3 ensaios realizados, não se obteve o mesmo resultado para a maior média e tampouco para a temperatura máxima no interior do produto para as bandejas do forno. Uma explicação deste fato está em que, durante os ensaios, o operador eventualmente abre o forno para inserir outros calzones alterando, portanto, a distribuição de temperatura, como pode ser observado na análise da temperatura em função do tempo de processo apresentadas nas **Figuras 24-27**.

Para as temperaturas máximas obtidas nos 3 ensaios, observou-se no 1º a bandeja 4, para o 2º a bandeja 3, e para o 3º ensaio, a bandeja 2 alcançou a temperatura máxima de maior valor no interior do produto.

Como realizado no forno da fábrica, no equipamento da loja teste também foi monitorada a temperatura no interior do equipamento ao longo do processo. Estes dados são apresentados nas **Figuras 24, 25, 26 e 27.**

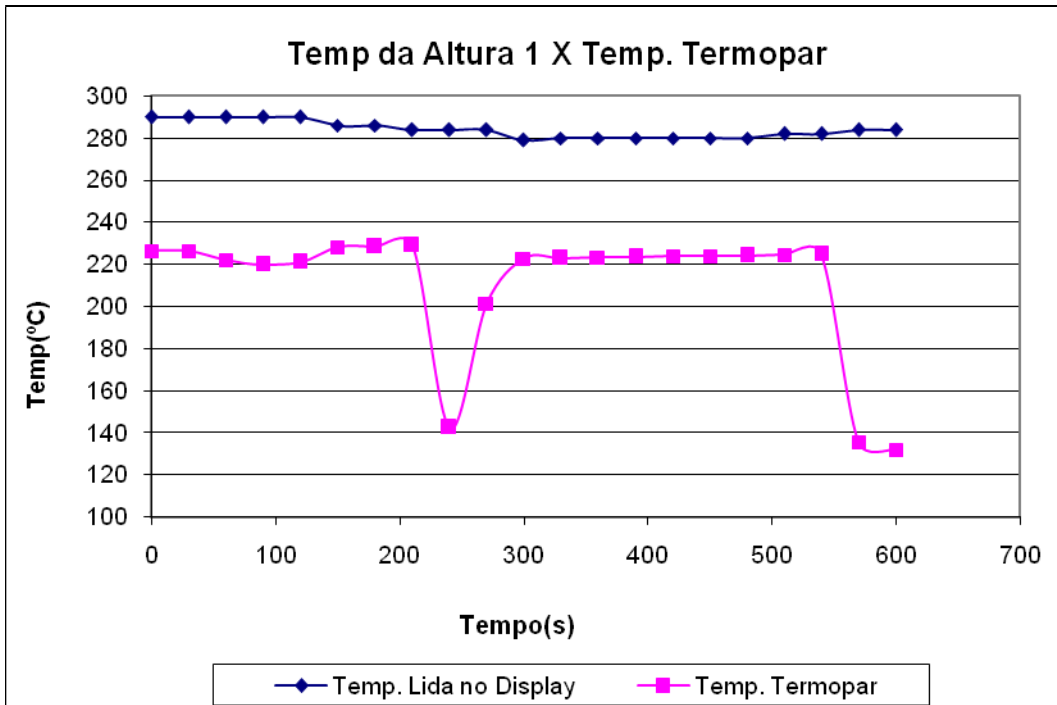


Figura 24: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 1, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.

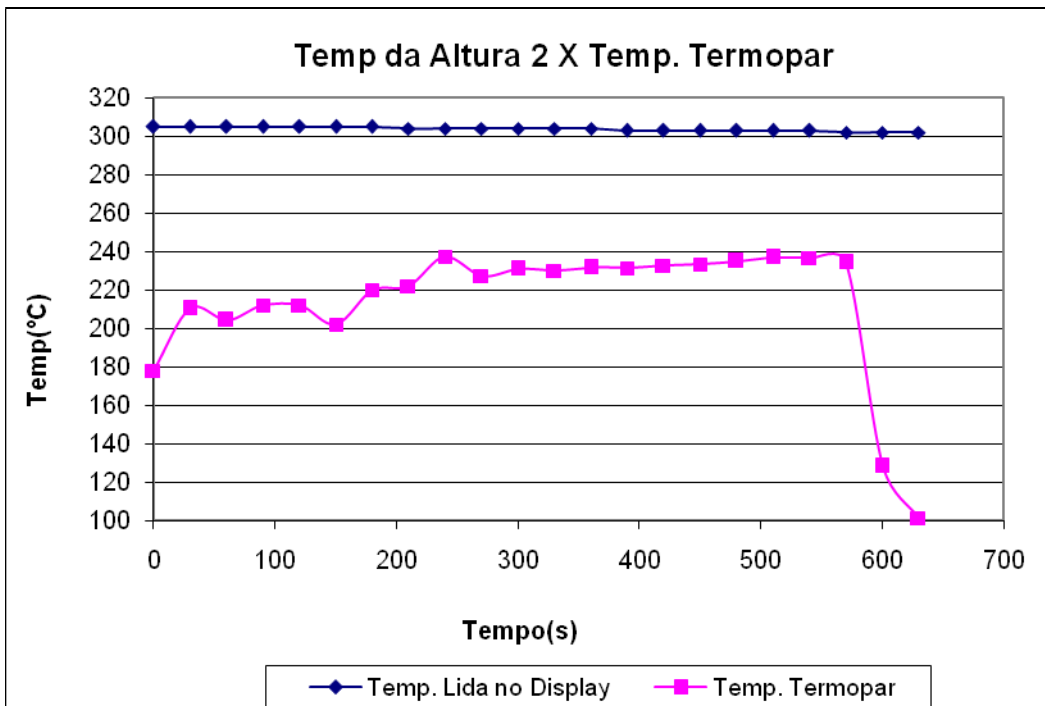


Figura 25: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 2, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.

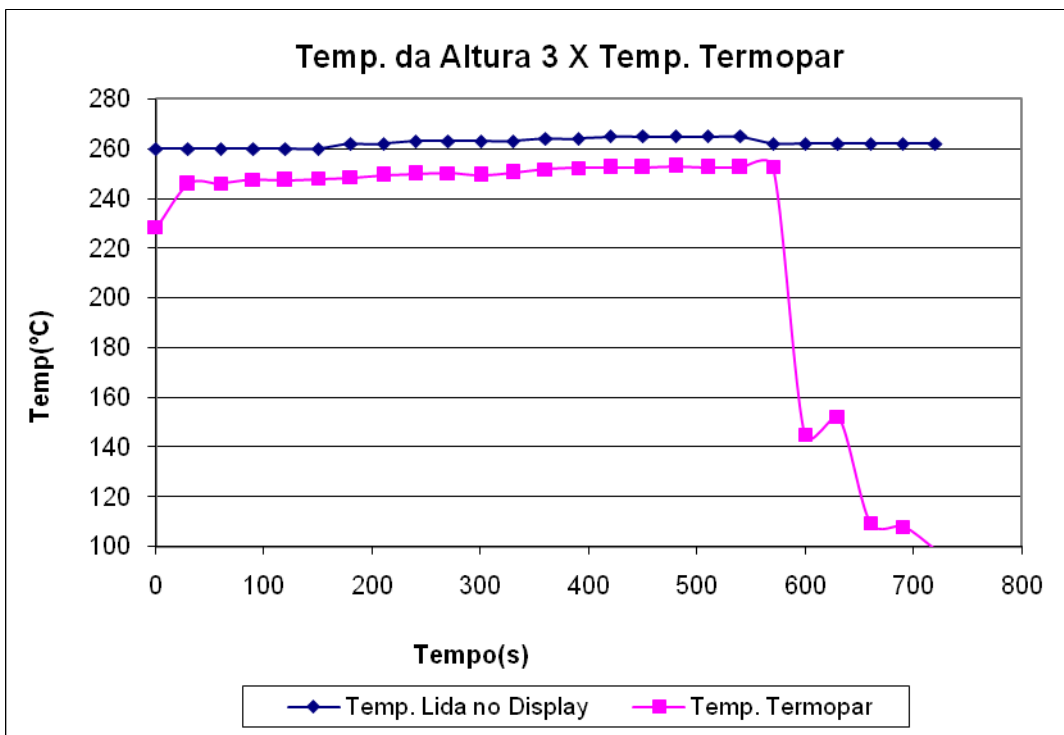


Figura 26: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 3, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.

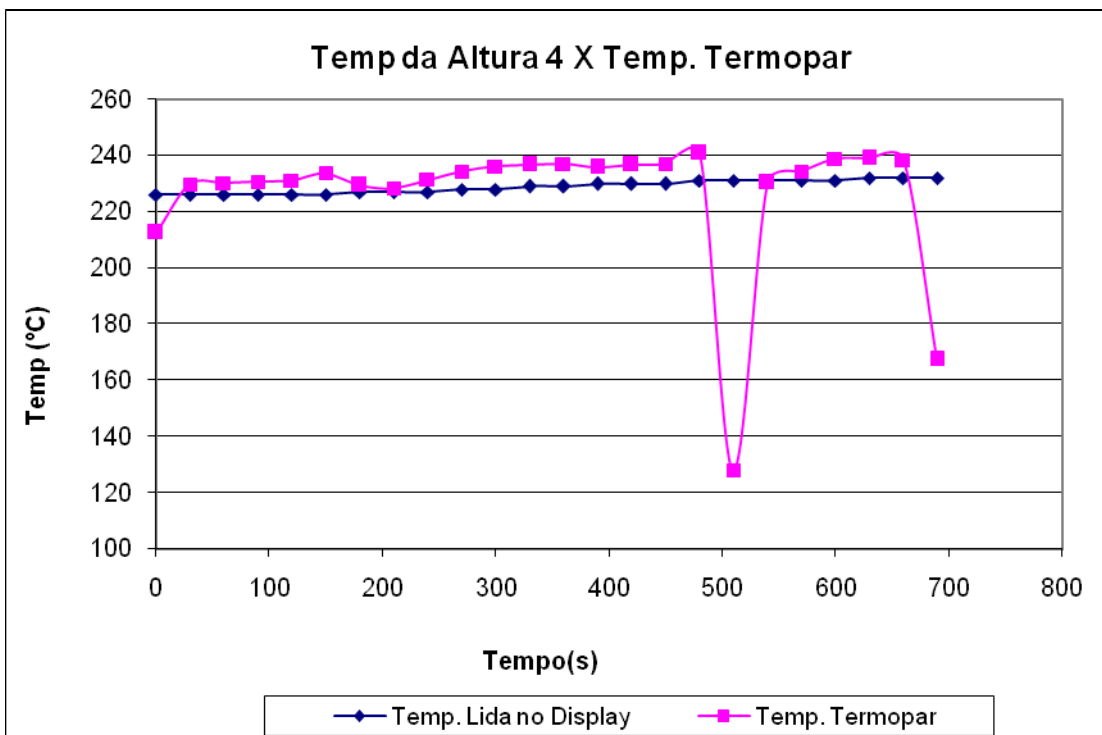


Figura 27: Dados de temperatura registrados no interior do equipamento na Altura 4, durante o processo, e os apresentados pelo display do equipamento.

A **Figura 24**, que apresenta o comportamento da temperatura interna do equipamento na altura 1, mostra claramente a diferença entre a temperatura registrado pelo termopar inserido e o apresentado pelo *display* do forno. Esta diferença chega ao valor de 60°C, um erro muito alto. Também na mesma figura, observa-se uma queda brusca na temperatura, de mais ou menos 140°C. Este declínio repentino da temperatura deve-se à abertura do forno, realizada pelo operador para verificar o andamento do processo.

Na **Figura 25**, que mostra o mesmo monitoramento, mas na altura 2 do forno, a diferença de temperatura chega a valores maiores que 100°C até diferenças menores de cerca de 50°C. Neste ensaio, não houve nenhuma abertura do forno durante o assamento, como pode ser verificado.

A **Figura 26**, que apresenta os dados na altura 3, apresentou a menor diferença entre o que foi registrado no interior do equipamento e o que é mostrado no *display* do mesmo. A diferença foi mínima na ordem de 15°C e não apresentou declínios repentinos de temperatura.

A **Figura 27**, que apresenta os dados referentes à altura 4 do forno, como aconteceu na altura 3, também apresentou valores de temperaturas próximos entre o registrado pelo termopar e o apresentado no *display*. Mas neste caso, ocorreu a abertura do equipamento durante o processo e o declínio repentino da temperatura pode ser visto claramente.

Outro fator que pode ser visto analisando as figuras acima é que os tempos de processo variam. Nas alturas 1, 2 e 3, os tempos variaram em valores de 8 a 9 minutos, enquanto que na altura 4 o tempo de assamento foi superior a 11 minutos.

A análise das **Figuras 21, 22 e 23**, que apresentam as temperaturas registradas no interior do produto, e das **Figuras 24 a 27**, que registram as temperaturas no interior do equipamento, indica um fator importante e preocupante quanto ao processo. Não há, ou pelo menos não houve nestes ensaios, a reprodutibilidade dos dados de processo. Isto significa também que não há uma padronização dos parâmetros do processo, o que prejudica a padronização do próprio produto, característica básica dos sistemas de

produção, seja para a indústria de alimentos ou qualquer outro tipo de produção.

5.7 Cálculos das Letalidades e Tempos de Inativação Térmica e determinação do Número de Reduções Decimais para os ensaios de tratamento térmico no forno da a Fábrica.

5.7.1 Microrganismos Não Esporulados.

Com os dados tempo x temperatura do monitoramento do processamento térmico do calzone no forno de fábrica, calculou-se a letalidade (L) conferida aos possíveis microrganismos vegetativos patogênicos e, através da integração da letalidade acumulada, obteve-se o tempo de inativação térmica (F) pela equação (9). Com este dado, o número de reduções decimais para cada microrganismo (γ) foi calculado pela equação (4), e o processo foi avaliado quanto a sua eficácia na manutenção da segurança microbiológica do produto.

A **Tabela 15** apresenta os resultados obtidos, para células vegetativas, das espécies *Salmonella*, *E. coli* e *Staphylococcus aureus*.

Tabela 15: Tempo de inativação térmica (F) para os microrganismos *Salmonella*, *S. aureus* e *E. coli*, determinado com os dados de temperatura monitorados na fábrica.

Tempo de Inativação Térmica (F) em segundos a 65°C

	1º Ensaio	2º Ensaio
<i>Salmonella</i> (Tref = 65,6°C) Z = 6,5°C D = 17,4 segundos	9,39* 10-5	4,2 *10-2
<i>S. aureus</i> (Tref = 65,0°C) Z = 10,5°C D =15,0 segundos	3,0* 10-2	4,79*10-2
<i>E. coli</i> (Tref = 65,0°C) Z = 6,5°C D = 17,4 segundos	11,6* 10-5	3,37*10-4

Com o uso da equação (4) e os dados da **Tabela 15**, o número de reduções decimais para os microrganismos não esporulados *Salmonella*, *S. aureus* e *E. coli* foi calculado. A **Tabela 16** apresenta os valores de reduções decimais na carga microbiana do produto, durante o processo na fábrica.

Tabela 16: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos *Salmonella*, *S. aureus* e *E. coli*, determinado com os dados de temperatura monitorados na fábrica.

Número de Reduções Decimais (γ)

	1º Ensaio	2º Ensaio
<i>Salmonella</i> (Tref = 65,6°C) Z = 6,5°C D = 17,4 segundos	5,40*10 ⁻⁶	2,42*10 ⁻³
<i>S. aureus</i> (Tref = 65,6°C) Z = 10,5°C D =15,0 segundos	2,0*10 ⁻³	3,0*10 ⁻³
<i>E. coli</i> (Tref = 65,0°C) Z = 6,5°C D = 17,4 segundos	6,68*10 ⁻⁶	1,94*10 ⁻⁵

A **Tabela 15** mostra valores de tempo de inativação térmica praticamente nulos. A espécie *S. aureus* apresenta valores melhores que as demais espécies no 1º ensaio, e no 2º o valor se aproxima ao alcançado pela espécie *Salmonella*. Este é um resultado esperado pela menor resistência térmica da espécie *S. aureus* frente a *E. coli* e *Salmonella*. No entanto, os resultados de inativação não atingem nenhum valor de redução decimal na carga de possíveis microrganismos que estejam presentes. Isto pode ser observado nos dados apresentados na **Tabela 16**, onde o melhor resultado alcançado foi de 2,0 *10⁻³ no primeiro ensaio e de 3,0 *10⁻³ no segundo ensaio, ambos para a espécie *S. aureus*.

A análise das **Tabelas 15 e 16** mostra claramente a ineficiência do processamento térmico realizado na fábrica. Pelo menos no que diz respeito à inativação térmica dos microrganismos patogênicos.

5.7.2 Microrganismos Esporulados.

O tempo de inativação térmica (F) e o número de reduções decimais (γ) para os microrganismos esporulados *Bacillus cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl. sporogenes* PA3679 foi calculado. Os valores do tempo de inativação térmica são apresentados na **Tabela 17**, enquanto que os valores do número de reduções decimais são mostrados na **Tabela 18**.

Os dados usados para a determinação dos parâmetros são os achados para a bandeja “fria”, a bandeja 10.

Tabela 17: Tempo de inativação térmica (F) para os microrganismos esporulados *B. cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl. sporogenes*.

Tempo de Inativação Térmica (F) em segundos

	1º Ensaio	2º Ensaio
<i>B. cereus</i> (Tref = 90°C) Z = 10,5°C D = 222 segundos	1,26* 10-4	1,99 *10-4
<i>Cl. perfringens</i> (Tref = 90°C) Z = 10,5°C D = 1200 segundos	1,26* 10-4	1,99 *10-4
<i>Cl. sporogenes</i> PA3679(Tref = 90°C) Z = 10,6°C D = 2040 segundos	1,4* 10-4	2,27 *10-4

Tabela 18: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos *B. cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl. sporogenes*, determinado com os dados de temperatura monitorados na fábrica.

Número de Reduções Decimais (γ)

	1º Ensaio	2º Ensaio
<i>B. cereus</i> (Tref = 90°C) Z = 10,6°C D = 222 segundos	6,56* 10-7	2,71 *10-6
<i>Cl. perfringens</i> (Tref = 90°C) Z = 10,6°C D = 1200 segundos	1,05*10-7	1,66*10-7
<i>Cl. sporogenes</i> PA3679(Tref = 90°C) Z = 10,6°C D = 2040 segundos	4,9*10-8	9,77*10-8

Como também ocorreu com os microrganismos não esporulados, os tempos de inativação alcançados foram praticamente nulos. A penetração de calor no interior do produto não foi suficiente, para que se tenha uma efetiva taxa de inativação.

Os valores do número de reduções decimais, apresentados na **Tabela 18**, calculados com o uso da equação (4) e os dados da **Tabela 17**, também são praticamente nulos. Isto significa dizer que não há inativação térmica para os esporos de *B. cereus*, *C. perfringens* e *C. sporogenes* PA369 neste processo térmico. Se estes esporos estiverem presentes no produto, e este sofrer abuso de temperatura de estocagem, os esporos poderão germinar e os microrganismos proliferarem, ou ainda no caso do *Cl. perfringens*, os esporos podem ser ingeridos pelo consumidor, e germinar no trato intestinal (**Jay, M. J., 2005**).

5.8 Resultados dos Cálculos das Letalidades (L) e Tempos de Inativação Térmica (F) e Número de Reduções Decimais (γ) para os ensaios na Loja Teste.

5.8.1 Microrganismos Não Esporulados.

Como o produto, antes de ser consumido, passa por mais um assamento no ponto de venda, este processo também foi monitorado, e os valores dos tempos de inativação térmica (F) e números de reduções decimais (γ) foram calculados para os microrganismos patogênicos e indicadores.

Estes valores são apresentados nas **Tabelas 19 e 20**, para os microrganismos não esporulados *Salmonella*, *S. aureus* e *E. coli*.

Tabela 19: Tempo de inativação térmica (F) para os microrganismos *Salmonella*, *S. aureus* e *E. coli*, determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.

Tempo de Inativação Térmica (F) em segundos

	1º Ensaio	2º Ensaio	3º Ensaio
<i>Salmonella</i> ($T_{ref} = 65,6^{\circ}C$) Z = 6,5°C D = 17,4 segundos			
Altura 1	625899	339048	30579
Altura 2	524136	342741	1262728
Altura 3	2078377	1752264	667980
Altura 4	2128911	66003	869496
<i>S. aureus</i> ($T_{ref} = 65,6^{\circ}C$) Z = 10,6°C D = 15,0 segundos			
Altura 1	6484695	351274	31681
Altura 2	543036	355100	1308261
Altura 3	2153322	1815450	69207
Altura 4	2205687	68383	900849
<i>E. coli</i> ($T_{ref} = 65,0^{\circ}C$) Z = 6,5°C D = 17,4 segundos			
Altura 1	7741277	419342	37820
Altura 2	648264	423910	1561771
Altura 3	2570586	2167241	826174
Altura 4	2633087	81634	1075413

Tabela 20: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos *Salmonella*, *S. aureus* e *E. coli*, determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.

Número de Reduções Decimais (γ)

	1º Ensaio	2º Ensaio	3º Ensaio
<i>Salmonella</i> ($T_{ref} = 65,6^{\circ}\text{C}$) Z = $6,5^{\circ}\text{C}$ D = 17,4 segundos			
Altura 1	$3,6 \cdot 10^5$	$1,95 \cdot 10^4$	$1,76 \cdot 10^3$
Altura 2	$3,0 \cdot 10^4$	$1,97 \cdot 10^4$	$7,26 \cdot 10^4$
Altura 3	$1,19 \cdot 10^5$	$1,01 \cdot 10^5$	$3,84 \cdot 10^4$
Altura 4	$1,22 \cdot 10^5$	$3,79 \cdot 10^3$	$5,00 \cdot 10^4$
<i>S. aureus</i> ($T_{ref} = 65,6^{\circ}\text{C}$) Z = $10,6^{\circ}\text{C}$ D = 15,0 segundos			
Altura 1	$4,91 \cdot 10^4$	$2,66 \cdot 10^3$	$2,40 \cdot 10^2$
Altura 2	$4,11 \cdot 10^3$	$2,69 \cdot 10^3$	$9,91 \cdot 10^3$
Altura 3	$1,63 \cdot 10^4$	$1,38 \cdot 10^4$	$5,24 \cdot 10^3$
Altura 4	$1,67 \cdot 10^4$	$5,18 \cdot 10^2$	$6,82 \cdot 10^3$
<i>E. coli</i> ($T_{ref} = 65,0^{\circ}\text{C}$) Z = $6,5^{\circ}\text{C}$ D = 17,4 segundos			
Altura 1	$4,45 \cdot 10^5$	$2,41 \cdot 10^4$	$2,17 \cdot 10^3$
Altura 2	$3,73 \cdot 10^4$	$2,44 \cdot 10^4$	$8,98 \cdot 10^4$
Altura 3	$1,48 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^5$	$4,75 \cdot 10^4$
Altura 4	$1,51 \cdot 10^5$	$4,69 \cdot 10^3$	$6,18 \cdot 10^4$

O tratamento térmico realizado no ponto de venda, aqui identificado como loja teste, é claramente superior ao realizado na fábrica, como pode-se observar nas **Tabelas 19 e 20**. Na **Tabela 19**, tem-se valores de tempos de inativação térmica (F) na ordem da 6ª potência, muito mais que suficientes para a inativação de células bacterianas vegetativas, como é o caso das espécies *Salmonella*, *S. aureus* e *E. coli*.

A **Tabela 20**, que mostra o número de reduções decimais da carga microbiana, também apresenta valores muito superiores aos necessários para conferir ao produto a estabilidade microbiológica desejada. Os valores chegam à 5^o potência e para estes microrganismos citados, o processo garante a qualidade sanitária do produto.

Analisando-se os valores encontrados nas **Tabelas 19 e 20**, pode-se observar, novamente, a não reprodutibilidade dos dados no ponto de venda. Os 3 ensaios realizados mostram uma diferença de comportamento entre as alturas do forno.

5.8.2 Microrganismos Esporulados.

O desempenho do processamento térmico efetuado na loja teste, frente aos microrganismos esporulados *B. cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl. sporogenes* PA3679, também foi analisado. Os valores encontrados para os tempos de inativação térmica (F) e o número de reduções decimais (γ) são apresentados nas **Tabelas 21 e 22**.

Tabela 21: Tempo de inativação térmica (F) para os microrganismos *B. cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl sporogenes* PA3679 determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.

Tempo de Inativação Térmica (F) em segundos

	1º Ensaio	2º Ensaio	3º Ensaio
<i>B. cereus</i> ($T_{ref} = 90^{\circ}C$) Z = 10,5°C D = 222 segundos			
Altura 1	329,73	37,30	20,54
Altura 2	54,97	47,80	91,57
Altura 3	133,20	117,05	75,65
Altura 4	173,03	10,90	71,80
<i>Cl. perfringens</i> ($T_{ref} = 90^{\circ}C$) Z = 10,5°C D = 1200 segundos			
Altura 1	329,73	37,30	20,54
Altura 2	54,97	47,80	91,57
Altura 3	133,20	117,05	75,65
Altura 4	173,03	10,90	71,80
<i>Cl. sporogenes</i> ($T_{ref} = 90^{\circ}C$) Z = 10,6°C D = 2040 segundos			
Altura 1	323,70	37,15	20,99
Altura 2	54,70	47,84	90,59
Altura 3	131,50	115,60	75,30
Altura 4	171,60	10,90	71,10

Tabela 22: Número de reduções decimais (γ) para os microrganismos *B. cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl. sporogenes* PA3679 determinado com os dados de temperatura monitorados na loja teste.

Número de Reduções Decimais (γ)

	1º Ensaio	2º Ensaio	3º Ensaio
<i>B. cereus</i> ($T_{ref} = 90^{\circ}\text{C}$) Z = 10,5°C D = 222 segundos			
Altura 1	1,46	0,17	0,09
Altura 2	0,25	0,22	0,41
Altura 3	0,59	0,52	0,34
Altura 4	0,77	0,05	0,32
<i>Cl. perfringens</i> ($T_{ref} = 90^{\circ}\text{C}$) Z = 10,5°C D = 1200			
Altura 1	0,27	0,03	0,02
Altura 2	0,05	0,04	0,08
Altura 3	0,11	0,10	0,06
Altura 4	0,14	0,01	0,06
<i>Cl. sporogenes</i> ($T_{ref} = 90^{\circ}\text{C}$) Z = 10,6°C D = 2040 segundos			
Altura 1	0,16	0,02	0,01
Altura 2	0,03	0,02	0,04
Altura 3	0,06	0,06	0,04
Altura 4	0,08	0,01	0,03

O maior valor apresentado na **Tabela 21** para o tempo de inativação térmica foi 329,73 segundos, para as espécies *B. cereus* e *Cl. perfringens*. No entanto, também observou-se valores muito reduzidos, como o menor encontrado de 10,90 segundos, no 2º ensaio na altura 4, para todas as espécies.

Mesmo o maior valor não causa o número de reduções decimais que se desejaria num processo térmico, que ao menos, deveria ser de 4 a 5 reduções. A **Tabela 22** apresenta claramente a insuficiência das reduções decimais conferidas por este processo, mesmo no ponto de venda, onde o processo térmico é mais eficiente.

O maior valor encontrado é de 1,46 reduções no 1º ensaio, para a espécie *B. cereus*, a de menor resistência térmica dos esporulados deste estudo.

O microrganismo de maior resistência, escolhido como alvo por esta característica, o *Clostridium sporogenes* PA3679, apresenta valores de redução decimal praticamente nulos, sendo o maior valor encontrado de 0,16 reduções, no 1º ensaio realizado.

Como foi mostrado anteriormente para as células vegetativas, o processo térmico também aqui para os microrganismos esporulados se mostra mais eficaz, que o realizado na fábrica, porém menos controlado. No entanto, o binômio tempo/temperatura praticado na loja teste não é suficiente para garantir a inativação de esporos bacterianos de importância na segurança alimentar, nem o processo é reprodutível.

Capítulo VI - Considerações Finais.

A análise dos resultados obtidos com este trabalho permitiu responder às perguntas-chaves deste estudo: o processo é válido? Os parâmetros tempo e temperatura exercidos na fábrica e no ponto de venda são capazes de controlar o perigo biológico que os microrganismos patogênicos oferecem? Há a necessidade de alterações na formulação ou no processo estabelecido?

Primeiramente, é importante salientar que a empresa não possui histórico de intoxicações alimentares, registradas por seus consumidores. Apesar de ser conhecido o fato de intoxicações brandas serem identificadas pelos consumidores como um “mal estar”, e na maioria das vezes não entrarem nas estatísticas, este fato é importante.

Quanto às análises determinadas pela Resolução ANVISA RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, o produto apresentou resultados dentro dos limites estabelecidos para os 3 lotes analisados. É importante lembrar que as amostras incluíram pontos antes do processamento térmico e após o mesmo.

As análises realizadas para a identificação específica de organismos esporulados apresentaram um valor considerado alto para os aeróbios mesófilos esporulados, com cerca de 10^4 esporos/g. Este resultado leva a um alerta em relação ao processo térmico realizado pois a dose considerada infectante para o *Bacillus cereus*, um representante dos aeróbios mesófilos esporulados, é de 10^7 UFC/g (Jay, M. J., 2005).

O processamento térmico realizado na fábrica não possui a capacidade de inativação térmica de possíveis microrganismos presentes no produto. Os valores encontrados para os tempos de inativação térmica e número de reduções decimais foram praticamente nulos.

O processamento térmico realizado na fábrica aparenta apresentar duas funções diferentes da de inativação térmica: a primeira, de conferir sustentabilidade à massa, através da geleificação do amido presente na

farinha; e a segunda, de conferir um pré-assamento, que agilizará o processo realizado no ponto de venda. Portanto, conclui-se que, na fábrica, a etapa de forno do processamento do calzone para os microrganismos patogênicos e indicadores: *Salmonella*, *E.coli*, *S. aureus*, *B. cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl. sporogenes* PA3679; **não é válido!** Este ponto de controle não possui a capacidade de impedir ou reduzir a níveis aceitáveis o perigo biológico proveniente dos microrganismos citados.

No ponto de venda, determinado como loja teste, a inativação térmica conferida ao produto é muito superior à que ocorre no processo térmico da fábrica. Mesmo sendo superior, o maior valor encontrado para a redução decimal da carga microbiana para os microrganismos esporulados foi, em somente um dos ensaios, de 1,46 reduções. Este resultado foi alcançado em relação à espécie *Bacillus cereus*, a de menor resistência térmica dos esporulados analisados. Quanto ao *Cl. sporogenes* PA 3679, alvo do processo, de maior resistência térmica, o maior valor encontrado foi de 0,16, praticamente nulo.

Para as células vegetativas de *Salmonella*, *E. coli* e *S. aureus*, o processamento térmico do calzone alcançou valores de redução decimal muito superiores às suficientes para a inativação destas espécies. Por isto, para estas espécies, o processo **é válido!**

Para os microrganismos esporulados deste estudo, o processo de assamento realizado na loja teste não tem a capacidade de inativação destes esporos bacterianos e, portanto, na loja teste, para os microrganismos esporulados *B. cereus*, *Cl. perfringens* e *Cl. sporogenes* PA 3679, **não é válido!**

Esta pesquisa foi realizada considerando a pior condição de risco, ou seja, o caso em que o produto é aquecido e vendido imediatamente na loja teste, sem posterior estocagem em estufa a 65°C.

CAPÍTULO VII - SUGESTÕES.

- ✓ Devido às características do recheio do produto, o qual possui vegetais que freqüentemente apresentam esporos bacterianos, cebola principalmente, o processo de higienização no recebimento destes produtos deve ser revisto e, se necessário, melhorado para a eliminação ou redução drástica dos mesmos. Essa revisão pode começar com análises microbiológicas periódicas, para averiguar a eficácia do processo de higienização realizado. Caso não comprove sua eficiência, uma solução pode ser proposta.

- ✓ Apesar de não ter sido realizada qualquer análise com a farinha de trigo utilizada pelo processador, é recomendável que análises de esporulados sejam efetuadas nesta matéria-prima.

- ✓ Dentre os produtos que fazem parte da matéria-prima do recheio do produto está a calabresa fatiada. Este produto é fornecido por terceiros já fatiado. Tratando-se de um produto cárneo, existe o potencial da presença de esporos bacterianos, principalmente da espécie *Clostridium* e, portanto, duas medidas deveriam ser tomadas: a exigência de laudos microbiológicos fornecidos pelo produtor desta matéria-prima e; o próprio processador realizar análises microbiológicas para poder comprovar com as obtidas junto aos fornecedores e assim ter um maior controle sobre a matéria-prima.

- ✓ Os resultados mostraram dificuldade de transferência de calor ao interior do produto, não permitindo a este alcançar as temperaturas necessárias

para caracterizar um processo de pasteurização e esterilização. Visto isso, uma alternativa seria um processamento térmico extra no fluxograma de produção, que seria o refogamento do recheio, hoje não realizado. O recheio seria inserido no produto após este processo térmico, e o mesmo realizado no dia de produção do calzone à portuguesa.

- ✓ Ficou claro na análise dos resultados dos ensaios realizados na fábrica, que o *display* na parte externa do forno não apresenta a temperatura real encontrada no interior do equipamento. Isto significa que o sensor PT100 do forno de fábrica precisa ser calibrado pelo menos a cada 3 meses. O valor superestimado invalida o processo térmico. A operação inicia com a temperatura inferior àquela definida pelo processador, o produto não alcança as temperaturas desejadas e os responsáveis pelo monitoramento do processo não têm condição de controlar o mesmo. Na realidade, é necessário um programa de manutenção preventiva, unido à calibração de todos os instrumentos de medida da unidade.
- ✓ Da mesma forma que acontece na fábrica, o forno da loja teste apresenta em suas leituras no mostrador externo, temperaturas superiores às monitoradas no ensaio. Além deste problema, existe ainda o fato do mostrador ser do tipo analógico, com um tempo de resposta às variações de temperatura deficiente. Além do programa de calibração periódica, poder-se-ia testar um equipamento com *display* digital, o qual representaria melhor as temperaturas no interior do equipamento, e facilitaria o trabalho dos operadores.
- ✓ A mudança nos parâmetros do processo, para atingir a letalidade necessária às reduções decimais na carga microbiológica, pode alterar as características do produto, e tendo o mesmo já uma grande aceitação de mercado, pode não ser interessante. Sendo assim, de posse deste estudo, o processador tem, com seu corpo técnico, as ferramentas para elaborar ensaios que possam chegar a um resultado que não altere de maneira negativa as características organolépticas do produto e, ao

mesmo tempo, obtenha sucesso na garantia da estabilidade microbiológica do mesmo. Por isso, testes de cocção, com diferentes parâmetros tempo-temperatura na fábrica e no ponto de venda são indicados.

Capítulo VIII - Referências Bibliográficas

APHA Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Editado por Downes, F. e Ito, K. American Public Health Association, Washington . D.C. USA. 2001.

BAKER, A. D.,. Use of food safety objectives to satisfy the intent of food safety law. **Food Control** 13: 371-376, 2002.

BOSILEVAC, J.M., NOU, X., OSBORN, M.S., ALLEN, D.M. AND M. KOOHMARAIE. Development and evaluation of an on-line hide decontamination procedure for use in a commercial beef processing plant. **Journal of Food Protection**, 68(2):265-272, 2005.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução (RDC) nº 12: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos de 12 de janeiro de 2001.

www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_rdc.htm

CLARK, C. B.,.Temperature-time issues in bioburden control for planetary protection. **Advances in Space Research** 34: 2314-2319, 2004.

CODEX. Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application. Alinorm 97/13A. **Codex Alimentarius Committee on Food Hygiene**, Rome, Italy, 1997.

COLE, M. B., DAVIES, K. W., MUNRO, G., HOLLYOAK, C. D. KILSBY, D. C. A Vitalistic Model to Describe Thermal Inactivation of *Listeria monocytogenes*. **Journal Ind. Microbiology** 3, 232-237, 1993.

DOYLE, M.E. AND A.S. MAZZOTTA. Review of studies on the thermal resistance of *Salmonellae*. **Journal of Food Protection**, 63(6):779-795, 2000.

ELLAB – Thermal Validation Solutions.

www. Ellab. com. 2007. Acesso: janeiro de 2008.

GETTY, K.J.K., BOYLE, E.A.E., ROBERTS, M.N, AND LONNEKER, S.M .Jerky Validation for Small and Very Small Meat and Poultry Businesses. **Journal of Food Safety** 27 (3), 275–285, 2006.

HOOVER, G. D., CHEN, H. Pressure Inactivation Kinetics of *Yersinia enterocolitic*. **International Journal of Food Microbiology** 87:161-171, 2003.

ITAL. **Princípios de Controle do Processo Térmico, Acidificação e Avaliação do Fechamento de Recipientes**. 4^o ed. *The Food Processors Institute edition*. Tradução autorizada Instituto Tecnológico de Alimentos, Campinas, 1990.

JAY, M. J.. **Microbiologia de Alimentos**. Editora Artmed, 6^o ed., 2005.

MANN, E. J.. Validation of Processing Parameters for the Production of Microbiologically Safe Cooked Ready-to-Eat and Raw Meat Products. **A Dissertation in Animal Science**. Texas Tech University, may 2006.

MASSAGUER, R. P.. **Aula do curso de Termobacteriologia**. Programa de Pós Graduação do Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

MOSSEL, D.A.A.; CORRY, J.E.L.; STRUIJK, C.B.; BAIRD, R.M. Essentials of the Microbiology of Foods. **A Textbook for Advanced Studies**. Jonh Wiley and Sons edition, 5ed, 1995.

NACMC. **HACCP principles for food production**. United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service, Washington, DC, 1989.

NACMCF (National Advisory Committee on The Microbiological Criteria for Foods). Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines. **J. Food Prot.** 61(6):762-775, 1998.

NOTT, P. K.; HALL, D. L.. Advances in temperature validation of foods. **Food Science & Technology** 10: 366-374, 1999.

OMEGA ENGINEERING. “**The temperature handbook – 21st century preview edition**”. Omega Engineering Inc. 1998.

PACHECO, P. C.; MASSAGUER, R. P.. Biological Validation of Tomato Pulp Continuous Heat Process. **Jornal of Food Process Engineering** 27:449-463, 2004.

PFLUG, I.J. “**Procedures for carrying out a heat penetration test and analysis of the resulting data**”. Minneapolis, University of Minnesota. 1975.

PFLUG, I. J.. **Microbiology and Engineering of Sterilization Processes**. 10th edition. Environmental Sterilization Laboratory, 1999.

PHEIL, C.G.; PFLUG, I. J.; NICHOLAS, R. C.; AUGUSTIN A. L. Effect of Various Gas Atmospheres on Destruction of Microorganisms in Dry Heat. **Applied Microbiology**, Jan., 1967, p. 120-124.

SCOTT, N. V.. How does industry validate elements of HACCP plans? **Food Control** 16: 497-503, 2005.

SPERBER, W. H. Auditing and Verification of Food Safety and HACCP. **Food Control**, v. 9 n. 2-3 p. 157-162, 1998.

STEVENSON, K.E.; BERNARD, D.T. HACCP: A systematic approach to food safety. **The Food Processors Institute**, Washington D.C., 1999.

SUMNER, S.; WILLIAMS, C. R.; GOLDEN, A. D. Inactivation of *E. coli* 0157:H7 and *Salmonella* in Apple Cider and Orange Juice Treated with Combinations of Ozone, Dimethyl Dicarbonate, and Hydrogen Peroxide. **Journal of Food Science**, vol. 70 issue 4 page M197-M201, may 2005.

TOLEDO, R. **Fundamentals of Food Process Engineering**, 2^o ed., p. 324 – 339, 1991.

USDA-FSIS. Appendix A: **Compliance guidelines for meeting lethality performance standards for certain meat and poultry products.**

United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service, Washington, DC, 1999.

USDA-FSIS. **Use of microbial pathogen computer modeling in HACCP plans.** FSIS Notice 25-05. United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service, Washington DC, 2005.

Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) / World Health Organization (WHO). **Statistical information on food-borne disease in Europe microbiological and chemical hazards.** In: FAO/WHO Pan-European conference on food safety and quality; Budapest, Hungary, 25-28 february 2002. PEC 01/04, rev.1. p. 1-15.

WOODBURN, M.; KIM, H. C.. Survival of *Clostridium perfringens* During Baking and Holding of Turkey Stuffing. **Applied Microbiology**, nov., 1966. Vol 14, n^o 6.

(<http://pt.wikipedia.org/wiki/Calzone>).

Capítulo IX – Anexos

Anexo I – Dados Experimentais de Calibração dos Termopares.

Termopar 1

Tabela: Dados das temperaturas induzida, lida e corrigidas na calibração pelo método de Dewar.

Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 1	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 1	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 1	Temp.(°C) Corrigida
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
220	218	220	260	258	260	300	298	300
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320
240	238	240	280	278	280	320	318	320

Termopar 2.

Tabela: Dados das temperaturas induzida, lida e corrigidas na calibração pelo método de Dewar.

Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 2	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 2	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 2	Temp.(°C) Corrigida
220	217,4	219,85	260	257,5	260,02	300	297,2	299,79
220	217,4	219,85	260	257,5	260,02	300	297,2	299,79
220	217,6	220,05	260	257,6	260,12	300	297	299,59
220	217,4	219,85	260	257,5	260,02	300	297,1	299,69
220	217,4	219,85	260	257,5	260,02	300	297	299,59
220	217,5	219,95	260	257,4	259,92	300	297,1	299,69
220	217,4	219,85	260	257,5	260,02	300	297,2	299,79
220	217,3	219,75	260	257,4	259,92	300	297,3	299,89
220	217,5	219,95	260	257,6	260,12	300	297	299,59
220	217,4	219,85	260	257,5	260,02	300	297,3	299,89
220	217,3	219,75	260	257,5	260,02	300	297,2	299,79
220	217,3	219,75	260	257,5	260,02	300	297,2	299,79
220	217,3	219,75	260	257,5	260,02	300	297,3	299,89
220	217,3	219,75	260	257,5	260,02	300	297,1	299,69
220	217,3	219,75	260	257,5	260,02	300	297,2	299,79
220	217,6	220,05	260	257,5	260,02	300	297,3	299,89
220	217,5	219,95	260	257,5	260,02	300	297,1	299,69
220	217,3	219,75	260	257,4	259,92	300	297,4	299,99
220	217,2	219,65	260	257,3	259,82	300	297,2	299,79
220	217,2	219,65	260	257,5	260,02	300	297,3	299,89
240	237,6	240,08	280	277,4	279,95	320	317,6	320,22
240	237,6	240,08	280	277,4	279,95	320	317,5	320,12
240	237,5	239,98	280	277,4	279,95	320	317,5	320,12
240	237,6	240,08	280	277,4	279,95	320	317,5	320,12
240	237,7	240,18	280	277,4	279,95	320	317,7	320,32
240	237,7	240,18	280	277,4	279,95	320	317,7	320,32
240	237,8	240,28	280	277,5	280,05	320	317,7	320,32
240	237,7	240,18	280	277,4	279,95	320	317,5	320,12
240	237,7	240,18	280	277,4	279,95	320	317,6	320,22
240	237,7	240,18	280	277,4	279,95	320	317,5	320,12
240	237,9	240,38	280	277,5	280,05	320	317,5	320,12
240	237,8	240,28	280	277,4	279,95	320	317,5	320,12
240	238,2	240,68	280	277,4	279,95	320	317,4	320,02
240	237,9	240,38	280	277,4	279,95	320	317,4	320,02
240	237,9	240,38	280	277,4	279,95	320	317,7	320,32
240	238	240,48	280	277,5	280,05	320	317,4	320,02
240	238	240,48	280	277,5	280,05	320	317,4	320,02
240	238	240,48	280	277,4	279,95	320	317,3	319,92
240	237,9	240,38	280	277,5	280,05	320	317,4	320,02
240	237,9	240,38	280	277,4	279,95	320	317,5	320,12

Termopar 3.

Tabela: Dados das temperaturas induzida, lida e corrigidas na calibração pelo método de Dewar.

Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 3	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 3	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 3	Temp.(°C) Corrigida
220	217,8	220,00	260	256,8	259,20	300	297,6	300,21
220	218	220,20	260	257,1	259,50	300	297,5	300,11
220	218	220,20	260	257,4	259,80	300	297,6	300,21
220	218	220,20	260	257,5	259,90	300	297,5	300,11
220	218	220,20	260	257,6	260,01	300	297,4	300,01
220	218	220,20	260	257,7	260,11	300	297,6	300,21
220	217,9	220,10	260	257,6	260,01	300	297,6	300,21
220	218	220,20	260	257,5	259,90	300	297,4	300,01
220	217,9	220,10	260	257,6	260,01	300	297,6	300,21
220	218	220,20	260	257,5	259,90	300	297,5	300,11
220	218,3	220,50	260	257,6	260,01	300	297,5	300,11
220	218	220,20	260	257,6	260,01	300	297,5	300,11
220	218	220,20	260	257,8	260,21	300	297,6	300,21
220	218	220,20	260	257,6	260,01	300	297,8	300,41
220	218	220,20	260	257,6	260,01	300	297,8	300,41
220	217,9	220,10	260	257,5	259,90	300	297,6	300,21
220	218	220,20	260	257,6	260,01	300	297,5	300,11
220	217,9	220,10	260	257,6	260,01	300	297,6	300,21
220	217,9	220,10	260	257,6	260,01	300	297,5	300,11
220	218	220,20	260	257,7	260,11	300	297,6	300,21
240	237,4	239,70	280	277,5	280,01	320	317,3	320,02
240	237,4	239,70	280	277,5	280,01	320	317,3	320,02
240	237,5	239,80	280	277,6	280,11	320	317,2	319,91
240	237,4	239,70	280	277,5	280,01	320	317,1	319,81
240	237,5	239,80	280	277,5	280,01	320	317,1	319,81
240	237,4	239,70	280	277,6	280,11	320	317,1	319,81
240	237,5	239,80	280	277,5	280,01	320	317,2	319,91
240	237,4	239,70	280	277,5	280,01	320	317,3	320,02
240	237,6	239,90	280	277,5	280,01	320	317,1	319,81
240	237,5	239,80	280	277,6	280,11	320	317,4	320,12
240	237,5	239,80	280	277,5	280,01	320	317,3	320,02
240	237,4	239,70	280	277,6	280,11	320	317,1	319,81
240	237,4	239,70	280	277,7	280,21	320	317,2	319,91
240	237,5	239,80	280	277,7	280,21	320	317,2	319,91
240	237,5	239,80	280	277,5	280,01	320	317,1	319,81
240	237,4	239,70	280	277,5	280,01	320	317,2	319,91
240	237,4	239,70	280	277,5	280,01	320	317,1	319,81
240	237,4	239,70	280	277,5	280,01	320	317,1	319,81
240	237,5	239,80	280	277,4	279,91	320	317,2	319,91
240	237,6	239,90	280	277,7	280,21	320	317,1	319,81

Termopar 4.

Tabela: Dados das temperaturas induzida, lida e corrigidas na calibração pelo método de Dewar.

Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 4	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 4	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 4	Temp.(°C) Corrigida
220	217,5	219,59	260	259,1	261,30	300	297,5	299,80
220	217,5	219,59	260	258,8	261,00	300	297,5	299,80
220	217,6	219,69	260	259	261,20	300	297,5	299,80
220	217,5	219,59	260	258,9	261,10	300	297,7	300,00
220	217,5	219,59	260	258,8	261,00	300	297,6	299,90
220	217,5	219,59	260	259	261,20	300	297,7	300,00
220	217,7	219,79	260	258,9	261,10	300	297,7	300,00
220	217,5	219,59	260	258,9	261,10	300	297,6	299,90
220	217,5	219,59	260	258,8	261,00	300	297,6	299,90
220	217,4	219,49	260	258,9	261,10	300	297,6	299,90
220	217,6	219,69	260	259,1	261,30	300	297,8	300,10
220	217,6	219,69	260	259	261,20	300	297,5	299,80
220	217,6	219,69	260	258,8	261,00	300	297,8	300,10
220	217,6	219,69	260	259	261,20	300	297,4	299,70
220	217,6	219,69	260	258,9	261,10	300	297,6	299,90
220	217,5	219,59	260	258,8	261,00	300	297,6	299,90
220	217,5	219,59	260	259	261,20	300	297,6	299,90
220	217,6	219,69	260	259,1	261,30	300	297,6	299,90
220	217,5	219,59	260	259	261,20	300	297,7	300,00
220	217,6	219,69	260	258,9	261,10	300	297,5	299,80
240	237,4	239,54	280	277,9	280,15	320	317,3	319,65
240	237,5	239,64	280	277,9	280,15	320	317,3	319,65
240	237,6	239,74	280	277,8	280,05	320	317,5	319,85
240	237,5	239,64	280	277,9	280,15	320	317,4	319,75
240	237,4	239,54	280	277,8	280,05	320	317,4	319,75
240	237,4	239,54	280	278,1	280,35	320	317,1	319,45
240	237,5	239,64	280	278	280,25	320	317,3	319,65
240	237,4	239,54	280	277,8	280,05	320	317,1	319,45
240	237,4	239,54	280	278	280,25	320	317,1	319,45
240	237,4	239,54	280	278	280,25	320	317,2	319,55
240	237,5	239,64	280	277,8	280,05	320	317,4	319,75
240	237,3	239,44	280	277,9	280,15	320	317,3	319,65
240	237,6	239,74	280	277,9	280,15	320	317,1	319,45
240	237,4	239,54	280	278	280,25	320	317,3	319,65
240	237,6	239,74	280	277,9	280,15	320	317,1	319,45
240	237,3	239,44	280	278	280,25	320	317	319,35
240	237,3	239,44	280	277,9	280,15	320	317,2	319,55
240	237,4	239,54	280	277,8	280,05	320	317,2	319,55
240	237,4	239,54	280	277,8	280,05	320	317,5	319,85
240	237,3	239,44	280	277,8	280,05	320	317,1	319,45

Termopar 5.

Tabela: Dados das temperaturas induzida, lida e corrigidas na calibração pelo método de Dewar.

Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 5	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 5	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 5	Temp.(°C) Corrigida
220	218,1	219,77	260	258,1	259,90	300	298,1	300,03
220	218,3	219,97	260	258,1	259,90	300	298	299,93
220	218,1	219,77	260	258,2	260,00	300	297,9	299,83
220	218,3	219,97	260	258,5	260,30	300	298	299,93
220	218,4	220,07	260	258	259,80	300	298,1	300,03
220	218,4	220,07	260	258,1	259,90	300	298,3	300,23
220	218,3	219,97	260	258,3	260,10	300	297,9	299,83
220	218,3	219,97	260	258,1	259,90	300	298,1	300,03
220	218,2	219,87	260	258,1	259,90	300	297,8	299,73
220	218,2	219,87	260	258,1	259,90	300	298	299,93
220	218,2	219,87	260	258,2	260,00	300	298	299,93
220	218,1	219,77	260	258,3	260,10	300	297,9	299,83
220	218,3	219,97	260	258,4	260,20	300	297,8	299,73
220	218,1	219,77	260	258,2	260,00	300	297,9	299,83
220	218,1	219,77	260	258,3	260,10	300	297,9	299,83
220	218,5	220,17	260	258,1	259,90	300	298	299,93
220	218,2	219,87	260	258,2	260,00	300	298	299,93
220	218,5	220,17	260	258,3	260,10	300	297,9	299,83
220	218	219,67	260	258,1	259,90	300	297,9	299,83
220	218,4	220,07	260	258,3	260,10	300	297,9	299,83
240	238,4	240,13	280	278,4	280,26	320	318	319,99
240	238,4	240,13	280	278	279,86	320	318	319,99
240	238,3	240,03	280	278,2	280,06	320	318	319,99
240	238,3	240,03	280	278,2	280,06	320	318,1	320,09
240	238,5	240,23	280	278,4	280,26	320	318	319,99
240	238,4	240,13	280	278,5	280,36	320	317,9	319,89
240	238,6	240,33	280	278,2	280,06	320	318,1	320,09
240	238,4	240,13	280	278,1	279,96	320	318	319,99
240	238,5	240,23	280	278,1	279,96	320	318,3	320,29
240	238,3	240,03	280	278,2	280,06	320	318,1	320,09
240	238,4	240,13	280	278,1	279,96	320	317,9	319,89
240	238,3	240,03	280	278	279,86	320	318	319,99
240	238,3	240,03	280	278,1	279,96	320	318	319,99
240	238,1	239,83	280	278	279,86	320	318,1	320,09
240	238,2	239,93	280	278,4	280,26	320	318	319,99
240	238,4	240,13	280	278,2	280,06	320	318,3	320,29
240	238,3	240,03	280	278,1	279,96	320	318	319,99
240	238,4	240,13	280	278,2	280,06	320	317,9	319,89
240	238,3	240,03	280	278,3	280,16	320	317,9	319,89
240	238,4	240,13	280	278,3	280,16	320	318	319,99

Termopar 6.

Tabela: Dados das temperaturas induzida, lida e corrigidas na calibração pelo método de Dewar.

Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 6	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 6	Temp.(°C) Corrigida	Temp.(°C) Induzida	Temp.(°C) termopar 6	Temp.(°C) Corrigida
220	217,9	219,48	260	257,7	259,62	300	297,9	300,17
220	217,9	219,48	260	257,6	259,52	300	297,7	299,97
220	217,9	219,48	260	257,5	259,42	300	297,7	299,97
220	218	219,58	260	257,5	259,42	300	297,6	299,86
220	218,1	219,69	260	257,5	259,42	300	298	300,27
220	218,3	219,89	260	257,7	259,62	300	297,8	300,07
220	218,5	220,09	260	257,5	259,42	300	297,7	299,97
220	218,5	220,09	260	257,6	259,52	300	297,6	299,86
220	218,8	220,39	260	257,6	259,52	300	298	300,27
220	218,9	220,49	260	257,6	259,52	300	297,9	300,17
220	218,9	220,49	260	257,8	259,72	300	297,8	300,07
220	219	220,59	260	257,9	259,83	300	298,1	300,37
220	218,7	220,29	260	257,9	259,83	300	297,6	299,86
220	218,4	219,99	260	258	259,93	300	297,8	300,07
220	218,7	220,29	260	258,3	260,23	300	297,9	300,17
220	218,5	220,09	260	258,5	260,43	300	297,7	299,97
220	218,5	220,09	260	258	259,93	300	297,8	300,07
220	218,6	220,19	260	258,3	260,23	300	297,8	300,07
220	218,4	219,99	260	258,3	260,23	300	298	300,27
220	218,4	219,99	260	258,7	260,63	300	298,1	300,37
240	238,6	240,36	280	277,9	280,00	320	317,7	320,14
240	238,5	240,26	280	277,9	280,00	320	317,6	320,04
240	238,3	240,06	280	277,9	280,00	320	317,4	319,83
240	238,2	239,96	280	278	280,10	320	317,5	319,93
240	238,5	240,26	280	278	280,10	320	317,2	319,63
240	238	239,76	280	278,2	280,30	320	317,5	319,93
240	238,1	239,86	280	278,1	280,20	320	317,3	319,73
240	238,1	239,86	280	278,1	280,20	320	317,3	319,73
240	238,1	239,86	280	278,5	280,60	320	317,4	319,83
240	238,4	240,16	280	278,2	280,30	320	317,2	319,63
240	238,1	239,86	280	278,4	280,50	320	317,8	320,24
240	238,5	240,26	280	278,5	280,60	320	317,5	319,93
240	238,4	240,16	280	278,3	280,40	320	317,5	319,93
240	238,2	239,96	280	278,3	280,40	320	317,4	319,83
240	238,5	240,26	280	278,2	280,30	320	317,6	320,04
240	238,3	240,06	280	278	280,10	320	317,3	319,73
240	237,9	239,65	280	278,2	280,30	320	317,4	319,83
240	238	239,76	280	277,8	279,90	320	317,2	319,63
240	238	239,76	280	278,1	280,20	320	317,7	320,14
240	237,8	239,55	280	277,8	279,90	320	317,3	319,73

Anexo II – Dados Estatísticos da calibração dos termopares obtidos com o suplemento análise de dados do software Excel.

Tabela: Análise estatística dos dados de calibração coletados no termopar 1 – uso do software Excel

<i>Estatística de regressão</i>				
R múltiplo	1			
R-Quadrado	1			
R-quadrado ajustado	1			
Erro padrão	2,31964E-13			
Observações	120			

ANOVA				
	<i>graus lib.</i>	<i>SomaQuad</i>	<i>MediaQuad</i>	<i>F</i>
Regressão	1	140000	140000	2,60188E+30
Resíduo	118	6,34926E-24	5,38073E-26	
Total	119	140000		

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Statística t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	2	1,6749E-13	1,1941E+13	0
Variável X 1	1	6,1995E-16	1,61303E+15	0

Tabela: Análise estatística dos dados de calibração coletados no termopar 2 –uso do software Excel

<i>Estatística de regressão</i>				
R múltiplo	0,999981553			
R-Quadrado	0,999963106			
R-quadrado ajustado	0,999962793			
Erro padrão	0,209220093			
Observações	120			

ANOVA				
	<i>Graus lib.</i>	<i>SomaQuad</i>	<i>MediaQuad</i>	<i>F</i>
Regressão	1	139994,83	139994,8348	3198197
Resíduo	118	5,1652196	0,043773047	
Total	119	140000		

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Statística t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	2,067497571	0,1510335	13,68900026	4,01E-26
Variável X 1	1,00174478	0,0005602	1788,350399	2,1E-263

Tabela: Análise estatística dos dados de calibração coletados no termopar 3 –uso do software Excel

<i>Estatística de regressão</i>				
R múltiplo		0,999984016		
R-Quadrado		0,999968033		
R-quadrado ajustado		0,999967762		
Erro padrão		0,194747722		
Observações		120		

ANOVA				
	<i>Graus lib.</i>	<i>SomaQuad</i>	<i>MediaQuad</i>	<i>F</i>
Regressão	1	139995,5247	139995,5247	3691215,313
Resíduo	118	4,475347686	0,037926675	
Total	119	140000		

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Statistica t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	1,066766348	0,141102431	7,560226546	9,54752E-12
Variável X 1	1,005195047	0,000523197	1921,253578	4,3885E-267

Tabela: Análise estatística dos dados de calibração coletados no termopar 4 –uso do software Excel

<i>Estatística de regressão</i>				
R múltiplo		0,999867264		
R-Quadrado		0,999734545		
R-quadrado ajustado		0,999732296		
Erro padrão		0,561200742		
Observações		120		

ANOVA				
	<i>Graus lib.</i>	<i>SomaQuad</i>	<i>MediaQuad</i>	<i>F</i>
Regressão	1	139962,8363	139962,8363	444402,2622
Resíduo	118	37,16366025	0,314946273	
Total	119	140000		

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Statisitca t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	1,523504833	0,405979199	3,752667221	0,000272892
Variável X 1	1,002613478	0,001503992	666,6350292	7,5958E-213

Tabela: Análise estatística dos dados de calibração coletados no termopar 5 –uso do software Excel

<i>Estatística de regressão</i>				
R múltiplo		0,999991245		
R-Quadrado		0,999982491		
R-quadrado ajustado		0,999982344		
Erro padrão		0,143575151		
Observações		121		

ANOVA				
	<i>Graus lib.</i>	<i>SomaQuad</i>	<i>MediaQuad</i>	<i>F</i>
Regressão	1	140096,7205	140096,7205	6796250,94
Resíduo	119	2,453045052	0,020613824	
Total	120	140099,1736		

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Statística t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	0,961196753	0,103990796	9,243094508	1,16113E-15
Variável X 1	1,003242912	0,000384832	2606,962014	6,8837E-285

Tabela: Análise estatística dos dados de calibração coletados no termopar 6 –uso do software Excel

<i>Estatística de regressão</i>				
R múltiplo		0,999963719		
R-Quadrado		0,999927439		
R-quadrado ajustado		0,999926824		
Erro padrão		0,29340937		
Observações		120		

ANOVA				
	<i>Graus lib.</i>	<i>SomaQuad</i>	<i>MediaQuad</i>	<i>F</i>
Regressão	1	139989,8415	139989,8415	1626104,918
Resíduo	118	10,15850891	0,086089059	
Total	119	140000		

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Statística t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	-0,277832806	0,213637017	1,300490006	0,195967264
Variável X 1	1,00854328	0,000790898	1275,188189	4,4311E-246

Anexo III – Dados Experimentais de Monitoramento de Temperatura na Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Forno da Fábrica.

Tabela: Temperaturas lidas pelos termopares no interior do forno, localizados nas posições Topo, Centro, Fundo, junto ao Sensor do equipamento e as leituras apresentadas pelo display do mesmo.

Topo	Centro	Fundo	Sensor	Display	Topo	Centro	Fundo	Sensor	Display
Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)	Temp (°C)
163,339	160,003	153,26	165,952	168,952	186,151	177,106	193,107	192,113	195,113
164,05	155,216	157,372	167,468	170,468	188,566	188,534	190,557	195,136	198,136
165,991	155,507	161,307	167,821	170,821	191,526	180,413	193,703	195,796	198,796
167,116	159,781	163,003	168,582	171,582	187,184	178,801	192,9	195,888	198,888
166,162	162,589	161,305	169,292	172,292	195,654	190,148	196,934	197,901	200,901
167,334	161,346	167,248	170,065	173,065	193,044	185,491	196,563	197,753	200,753
167,326	159,826	166,794	171,88	174,88	194,113	182,66	195,513	197,208	200,208
170,46	163,634	167,951	172,133	175,133	195,759	188,776	194,583	199,771	202,771
171,336	161,634	173,617	173,76	176,76	191,034	191,098	198,021	199,781	202,781
167,349	161,511	173,269	172,885	175,885	197,576	192,594	197,776	200,707	203,707
172,374	165,051	171,104	175,253	178,253	196,775	186,808	202,17	202,019	205,019
172,304	162,647	171,861	174,562	177,562	197,044	193,916	200,17	204,138	207,138
173,873	167,289	171,567	176,958	179,958	197,408	198,204	200,795	203,599	206,599
173,274	167,197	172,895	178,43	181,43	196,755	194,505	202,104	204,642	207,642
175,145	171,774	175,605	179,9	182,9	197,295	193,352	205,685	204,735	207,735
176,849	171,29	174,992	180,054	183,054	201,467	198,02	201,305	205,802	208,802
173,21	168,533	175,963	179,261	182,261	201,806	192,951	202,226	207,243	210,243
177,165	168,684	176,858	182,169	185,169	201,2	185,555	205,157	206,183	209,183
179,576	174,279	179,961	182,463	185,463	205,56	200,24	206,522	209,42	212,42
179,801	173,541	181,904	183,173	186,173	201,302	193,13	208,244	209,245	212,245
176,78	172,843	184,435	183,163	186,163	204,434	191,927	207,503	210,328	213,328
183,584	177,286	182,573	185,248	188,248	206,308	197,225	209,174	212,002	215,002
182,679	168,264	184,233	185,782	188,782	202,182	197,831	211,874	212,05	215,05
180,274	177,152	182,559	186,18	189,18	204,324	201,903	209,591	212,682	215,682
185,503	176,68	184,725	187,582	190,582	208,373	191,842	208,168	213,585	216,585
183,367	179,297	183,487	189,203	192,203	208,319	197,999	216,286	214,83	217,83
181,004	181,101	187,679	189,816	192,816	206,902	204,756	210,526	216,159	219,159
184,979	178,838	186,163	189,457	192,457	210,757	195,96	215,853	214,142	217,142
188,664	183,665	187,793	192,291	195,291	210,147	196,538	215,587	217,489	220,489
188,389	184,763	192,723	190,221	193,221	211,221	202,819	213,599	218,196	221,196
190,98	183,749	185,276	192,967	195,967	213,571	208,485	215,503	218,194	221,194

Anexo IV – Dados Experimentais de Monitoramento da Temperatura no Interior do Produto Realizados na Fábrica.

Tabela: Dados de temperatura do interior do produto coletados na fábrica e valores de letalidade e integral de Simpson, para o *Clostridium perfringens*.

Bandeja 10 - 1° Ensaio				Bandeja 10 - 2° Ensaio			
Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson	Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson
14,086	0	5,89E-08	5,89E-08	18,33289	0	1,4947E-07	1,495E-07
14,221	10	6,067E-08	2,427E-07	18,34984	10	1,5003E-07	6,001E-07
14,356	20	6,249E-08	1,25E-07	18,38374	20	1,5115E-07	3,023E-07
14,525	30	6,485E-08	2,594E-07	18,41765	30	1,5228E-07	6,091E-07
14,711	40	6,755E-08	1,351E-07	18,4346	40	1,5284E-07	3,057E-07
14,914	50	7,062E-08	2,825E-07	18,4685	50	1,5398E-07	6,159E-07
15,133	60	7,41E-08	1,482E-07	18,48546	60	1,5456E-07	3,091E-07
15,37	70	7,805E-08	3,122E-07	18,51936	70	1,5571E-07	6,228E-07
15,624	80	8,252E-08	1,65E-07	18,55327	80	1,5687E-07	3,137E-07
15,911	90	8,788E-08	3,515E-07	18,57023	90	1,5746E-07	6,298E-07
16,199	100	9,361E-08	1,872E-07	18,58718	100	1,5804E-07	3,161E-07
16,504	110	1,001E-07	4,004E-07	18,62109	110	1,5922E-07	6,369E-07
16,808	120	1,07E-07	2,14E-07	18,63805	120	1,5982E-07	3,196E-07
17,147	130	1,152E-07	4,61E-07	18,67196	130	1,6101E-07	6,44E-07
17,503	140	1,246E-07	2,492E-07	18,68891	140	1,6161E-07	3,232E-07
17,858	150	1,347E-07	5,388E-07	18,72282	150	1,6282E-07	6,513E-07
18,248	160	1,467E-07	2,934E-07	18,73978	160	1,6342E-07	3,268E-07
18,638	170	1,598E-07	6,393E-07	18,7737	170	1,6464E-07	6,586E-07
19,062	180	1,754E-07	3,508E-07	18,80761	180	1,6587E-07	3,317E-07
19,486	190	1,925E-07	7,699E-07	18,85848	190	1,6773E-07	6,709E-07
19,927	200	2,12E-07	4,24E-07	18,96024	200	1,7152E-07	3,43E-07
20,369	210	2,336E-07	9,344E-07	19,07897	210	1,7604E-07	7,042E-07
20,827	220	2,583E-07	5,166E-07	19,26556	220	1,8339E-07	3,668E-07
21,32	230	2,878E-07	1,151E-06	19,48611	230	1,9248E-07	7,699E-07
21,796	240	3,194E-07	6,389E-07	19,77459	240	2,0505E-07	4,101E-07
22,306	250	3,572E-07	1,429E-06	20,11407	250	2,209E-07	8,836E-07
22,816	260	3,995E-07	7,99E-07	20,52157	260	2,4155E-07	4,831E-07
23,344	270	4,485E-07	1,794E-06	21,01416	270	2,691E-07	1,076E-06
23,889	280	5,055E-07	1,011E-06	21,55793	280	3,0318E-07	6,064E-07
24,434	290	5,697E-07	2,279E-06	22,20399	290	3,4933E-07	1,397E-06
24,996	300	6,444E-07	1,289E-06	22,91846	300	4,0858E-07	8,172E-07
25,542	310	7,263E-07	2,905E-06	23,70147	310	4,8513E-07	1,941E-06
25,951	320	7,945E-07	1,589E-06	24,57019	320	5,8693E-07	1,174E-06
25,832	330	7,74E-07	3,096E-06	25,50775	330	7,2091E-07	2,884E-06
24,451	340	5,718E-07	1,144E-06	26,4802	340	8,9227E-07	1,785E-06
25,934	350	7,915E-07	3,166E-06	27,50469	350	1,117E-06	4,468E-06
25,371	360	6,996E-07	1,399E-06	28,56426	360	1,4092E-06	2,818E-06
24,655	370	5,98E-07	2,392E-06	29,67612	370	1,7983E-06	7,193E-06
24,178	380	5,386E-07	1,077E-06	30,80615	380	2,304E-06	4,608E-06
23,684	390	4,833E-07	1,933E-06	31,97157	390	2,975E-06	1,19E-05
26,446	400	8,856E-07	8,856E-07	33,17247	400	3,8713E-06	3,871E-06
			0,0001268				0,0001995

Tabela: Dados de temperatura do interior do produto coletados na fábrica e valores de letalidade e integral de Simpson, para o *Clostridium sporogenes* PA3679.

Bandeja 10 - 1º Ensaio				Bandeja 10 - 2º Ensaio			
Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson	Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson
14,086	0	6,8913E-08	6,891E-08	18,33289	0	1,734E-07	1,734E-07
14,221	10	7,0964E-08	2,839E-07	18,34984	10	1,74E-07	6,96E-07
14,356	20	7,3076E-08	1,462E-07	18,38374	20	1,753E-07	3,506E-07
14,525	30	7,5808E-08	3,032E-07	18,41765	30	1,766E-07	7,063E-07
14,711	40	7,8934E-08	1,579E-07	18,4346	40	1,772E-07	3,545E-07
14,914	50	8,2493E-08	3,3E-07	18,4685	50	1,785E-07	7,142E-07
15,133	60	8,6512E-08	1,73E-07	18,48546	60	1,792E-07	3,584E-07
15,37	70	9,1082E-08	3,643E-07	18,51936	70	1,805E-07	7,221E-07
15,624	80	9,6249E-08	1,925E-07	18,55327	80	1,819E-07	3,637E-07
15,911	90	1,0244E-07	4,098E-07	18,57023	90	1,825E-07	7,301E-07
16,199	100	1,0905E-07	2,181E-07	18,58718	100	1,832E-07	3,664E-07
16,504	110	1,1652E-07	4,661E-07	18,62109	110	1,846E-07	7,382E-07
16,808	120	1,2448E-07	2,49E-07	18,63805	120	1,852E-07	3,705E-07
17,147	130	1,3399E-07	5,36E-07	18,67196	130	1,866E-07	7,464E-07
17,503	140	1,4476E-07	2,895E-07	18,68891	140	1,873E-07	3,746E-07
17,858	150	1,5637E-07	6,255E-07	18,72282	150	1,887E-07	7,547E-07
18,248	160	1,7019E-07	3,404E-07	18,73978	160	1,894E-07	3,788E-07
18,638	170	1,8524E-07	7,41E-07	18,7737	170	1,908E-07	7,631E-07
19,062	180	2,0311E-07	4,062E-07	18,80761	180	1,922E-07	3,844E-07
19,486	190	2,2271E-07	8,908E-07	18,85848	190	1,943E-07	7,773E-07
19,927	200	2,451E-07	4,902E-07	18,96024	200	1,987E-07	3,973E-07
20,369	210	2,698E-07	1,079E-06	19,07897	210	2,039E-07	8,154E-07
20,827	220	2,9802E-07	5,96E-07	19,26556	220	2,123E-07	4,246E-07
21,32	230	3,3171E-07	1,327E-06	19,48611	230	2,227E-07	8,909E-07
21,796	240	3,6784E-07	7,357E-07	19,77459	240	2,371E-07	4,742E-07
22,306	250	4,1094E-07	1,644E-06	20,11407	250	2,553E-07	1,021E-06
22,816	260	4,5908E-07	9,182E-07	20,52157	260	2,789E-07	5,578E-07
23,344	270	5,1487E-07	2,059E-06	21,01416	270	3,104E-07	1,242E-06
23,889	280	5,7958E-07	1,159E-06	21,55793	280	3,493E-07	6,986E-07
24,434	290	6,5242E-07	2,61E-06	22,20399	290	4,019E-07	1,608E-06
24,996	300	7,3714E-07	1,474E-06	22,91846	300	4,694E-07	9,388E-07
25,542	310	8,2996E-07	3,32E-06	23,70147	310	5,564E-07	2,226E-06
25,951	320	9,0707E-07	1,814E-06	24,57019	320	6,72E-07	1,344E-06
25,832	330	8,8392E-07	3,536E-06	25,50775	330	8,238E-07	3,295E-06
24,451	340	6,5484E-07	1,31E-06	26,4802	340	1,018E-06	2,035E-06
25,934	350	9,0373E-07	3,615E-06	27,50469	350	1,271E-06	5,085E-06
25,371	360	7,997E-07	1,599E-06	28,56426	360	1,6E-06	3,2E-06
24,655	370	6,8451E-07	2,738E-06	29,67612	370	2,037E-06	8,149E-06
24,178	380	6,1713E-07	1,234E-06	30,80615	380	2,604E-06	5,208E-06
23,684	390	5,5434E-07	2,217E-06	31,97157	390	3,354E-06	1,342E-05
26,446	400	1,01E-06	1,01E-06	33,17247	400	4,354E-06	4,354E-06
			0,0001456				0,0002274

Tabela: Dados de temperatura do interior do produto coletados na fábrica e valores de letalidade e integral de Simpson, para o *Bacillus cereus*.

Bandeja 10 - 1° Ensaio				Bandeja 10 - 2° Ensaio			
Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson	Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson
14,086	0	5,8897E-08	5,89E-08	18,33289	0	1,4947E-07	1,495E-07
14,221	10	6,0667E-08	2,427E-07	18,34984	10	1,5003E-07	6,001E-07
14,356	20	6,249E-08	1,25E-07	18,38374	20	1,5115E-07	3,023E-07
14,525	30	6,4849E-08	2,594E-07	18,41765	30	1,5228E-07	6,091E-07
14,711	40	6,7549E-08	1,351E-07	18,4346	40	1,5284E-07	3,057E-07
14,914	50	7,0624E-08	2,825E-07	18,4685	50	1,5398E-07	6,159E-07
15,133	60	7,4099E-08	1,482E-07	18,48546	60	1,5456E-07	3,091E-07
15,37	70	7,8051E-08	3,122E-07	18,51936	70	1,5571E-07	6,228E-07
15,624	80	8,2522E-08	1,65E-07	18,55327	80	1,5687E-07	3,137E-07
15,911	90	8,7883E-08	3,515E-07	18,57023	90	1,5746E-07	6,298E-07
16,199	100	9,3612E-08	1,872E-07	18,58718	100	1,5804E-07	3,161E-07
16,504	110	1,0009E-07	4,004E-07	18,62109	110	1,5922E-07	6,369E-07
16,808	120	1,0699E-07	2,14E-07	18,63805	120	1,5982E-07	3,196E-07
17,147	130	1,1524E-07	4,61E-07	18,67196	130	1,6101E-07	6,44E-07
17,503	140	1,246E-07	2,492E-07	18,68891	140	1,6161E-07	3,232E-07
17,858	150	1,3469E-07	5,388E-07	18,72282	150	1,6282E-07	6,513E-07
18,248	160	1,4672E-07	2,934E-07	18,73978	160	1,6342E-07	3,268E-07
18,638	170	1,5982E-07	6,393E-07	18,7737	170	1,6464E-07	6,586E-07
19,062	180	1,7539E-07	3,508E-07	18,80761	180	1,6587E-07	3,317E-07
19,486	190	1,9248E-07	7,699E-07	18,85848	190	1,6773E-07	6,709E-07
19,927	200	2,1202E-07	4,24E-07	18,96024	200	1,7152E-07	3,43E-07
20,369	210	2,336E-07	9,344E-07	19,07897	210	1,7604E-07	7,042E-07
20,827	220	2,5828E-07	5,166E-07	19,26556	220	1,8339E-07	3,668E-07
21,32	230	2,8777E-07	1,151E-06	19,48611	230	1,9248E-07	7,699E-07
21,796	240	3,1943E-07	6,389E-07	19,77459	240	2,0505E-07	4,101E-07
22,306	250	3,5723E-07	1,429E-06	20,11407	250	2,209E-07	8,836E-07
22,816	260	3,9951E-07	7,99E-07	20,52157	260	2,4155E-07	4,831E-07
23,344	270	4,4855E-07	1,794E-06	21,01416	270	2,691E-07	1,076E-06
23,889	280	5,0549E-07	1,011E-06	21,55793	280	3,0318E-07	6,064E-07
24,434	290	5,6966E-07	2,279E-06	22,20399	290	3,4933E-07	1,397E-06
24,996	300	6,4438E-07	1,289E-06	22,91846	300	4,0858E-07	8,172E-07
25,542	310	7,2634E-07	2,905E-06	23,70147	310	4,8513E-07	1,941E-06
25,951	320	7,945E-07	1,589E-06	24,57019	320	5,8693E-07	1,174E-06
25,832	330	7,7404E-07	3,096E-06	25,50775	330	7,2091E-07	2,884E-06
24,451	340	5,7179E-07	1,144E-06	26,4802	340	8,9227E-07	1,785E-06
25,934	350	7,9155E-07	3,166E-06	27,50469	350	1,117E-06	4,468E-06
25,371	360	6,9961E-07	1,399E-06	28,56426	360	1,4092E-06	2,818E-06
24,655	370	5,9795E-07	2,392E-06	29,67612	370	1,7983E-06	7,193E-06
24,178	380	5,3856E-07	1,077E-06	30,80615	380	2,304E-06	4,608E-06
23,684	390	4,8327E-07	1,933E-06	31,97157	390	2,975E-06	1,19E-05
26,446	400	8,856E-07	8,856E-07	33,17247	400	3,8713E-06	3,871E-06
			0,0001268				0,0001995

Tabela: Dados de temperatura do interior do produto coletados na fábrica e valores de letalidade e integral de Simpson, para a *Salmonella*.

Bandeja 10 - 1° Ensaio				Bandeja 10 - 2° Ensaio			
Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson	Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson
14,086	0	1,188E-08	1,188E-08	18,33289	0	3,1504E-05	3,15E-05
14,221	10	1,246E-08	4,984E-08	18,34984	10	3,1622E-05	0,0001265
14,356	20	1,307E-08	2,614E-08	18,38374	20	3,1858E-05	6,372E-05
14,525	30	1,388E-08	5,551E-08	18,41765	30	3,2095E-05	0,0001284
14,711	40	1,482E-08	2,965E-08	18,4346	40	3,2215E-05	6,443E-05
14,914	50	1,593E-08	6,371E-08	18,4685	50	3,2455E-05	0,0001298
15,133	60	1,721E-08	3,443E-08	18,48546	60	3,2576E-05	6,515E-05
15,37	70	1,872E-08	7,488E-08	18,51936	70	3,2819E-05	0,0001313
15,624	80	2,048E-08	4,097E-08	18,55327	80	3,3064E-05	6,613E-05
15,911	90	2,267E-08	9,07E-08	18,57023	90	3,3187E-05	0,0001327
16,199	100	2,511E-08	5,022E-08	18,58718	100	3,3311E-05	6,662E-05
16,504	110	2,797E-08	1,119E-07	18,62109	110	3,356E-05	0,0001342
16,808	120	3,116E-08	6,231E-08	18,63805	120	3,3685E-05	6,737E-05
17,147	130	3,513E-08	1,405E-07	18,67196	130	3,3936E-05	0,0001357
17,503	140	3,985E-08	7,971E-08	18,68891	140	3,4063E-05	6,813E-05
17,858	150	4,519E-08	1,808E-07	18,72282	150	3,4317E-05	0,0001373
18,248	160	5,189E-08	1,038E-07	18,73978	160	3,4445E-05	6,889E-05
18,638	170	5,958E-08	2,383E-07	18,7737	170	3,4702E-05	0,0001388
19,062	180	6,923E-08	1,385E-07	18,80761	180	3,4961E-05	6,992E-05
19,486	190	8,045E-08	3,218E-07	18,85848	190	3,5353E-05	0,0001414
19,927	200	9,406E-08	1,881E-07	18,96024	200	3,6151E-05	7,23E-05
20,369	210	1,1E-07	4,4E-07	19,07897	210	3,7104E-05	0,0001484
20,827	220	1,294E-07	2,587E-07	19,26556	220	3,8654E-05	7,731E-05
21,32	230	1,541E-07	6,162E-07	19,48611	230	4,057E-05	0,0001623
21,796	240	1,824E-07	3,647E-07	19,77459	240	4,3219E-05	8,644E-05
22,306	250	2,185E-07	8,739E-07	20,11407	250	4,6559E-05	0,0001862
22,816	260	2,617E-07	5,235E-07	20,52157	260	5,0912E-05	0,0001018
23,344	270	3,156E-07	1,262E-06	21,01416	270	5,6719E-05	0,0002269
23,889	280	3,828E-07	7,655E-07	21,55793	280	6,3902E-05	0,0001278
24,434	290	4,643E-07	1,857E-06	22,20399	290	7,3629E-05	0,0002945
24,996	300	5,665E-07	1,133E-06	22,91846	300	8,6118E-05	0,0001722
25,542	310	6,874E-07	2,75E-06	23,70147	310	0,00010225	0,000409
25,951	320	7,946E-07	1,589E-06	24,57019	320	0,00012371	0,0002474
25,832	330	7,618E-07	3,047E-06	25,50775	330	0,00015195	0,0006078
24,451	340	4,671E-07	9,341E-07	26,4802	340	0,00018806	0,0003761
25,934	350	7,898E-07	3,159E-06	27,50469	350	0,00023544	0,0009417
25,371	360	6,47E-07	1,294E-06	28,56426	360	0,00029702	0,000594
24,655	370	5,021E-07	2,008E-06	29,67612	370	0,00037903	0,0015161
24,178	380	4,24E-07	8,48E-07	30,80615	380	0,00048562	0,0009712
23,684	390	3,559E-07	1,424E-06	31,97157	390	0,00062704	0,0025081
26,446	400	9,469E-07	9,469E-07	33,17247	400	0,00081595	0,000816
			9,396E-05				0,0420396

Tabela: Dados de temperatura do interior do produto coletados na fábrica e valores de letalidade e integral de Simpson, para a *E coli*.

Bandeja 10 - 1° Ensaio				Bandeja 10 - 2° Ensaio			
Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson	Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson
14,086	0	1,4692E-08	1,469E-08	18,33289	0	6,6137E-08	6,614E-08
14,221	10	1,5412E-08	6,165E-08	18,34984	10	6,6535E-08	2,661E-07
14,356	20	1,6166E-08	3,233E-08	18,38374	20	6,7339E-08	1,347E-07
14,525	30	1,7164E-08	6,866E-08	18,41765	30	6,8153E-08	2,726E-07
14,711	40	1,8333E-08	3,667E-08	18,4346	40	6,8563E-08	1,371E-07
14,914	50	1,97E-08	7,88E-08	18,4685	50	6,9392E-08	2,776E-07
15,133	60	2,1289E-08	4,258E-08	18,48546	60	6,981E-08	1,396E-07
15,37	70	2,3153E-08	9,261E-08	18,51936	70	7,0653E-08	2,826E-07
15,624	80	2,5333E-08	5,067E-08	18,55327	80	7,1507E-08	1,43E-07
15,911	90	2,8044E-08	1,122E-07	18,57023	90	7,1938E-08	2,878E-07
16,199	100	3,1057E-08	6,211E-08	18,58718	100	7,2371E-08	1,447E-07
16,504	110	3,46E-08	1,384E-07	18,62109	110	7,3246E-08	2,93E-07
16,808	120	3,8534E-08	7,707E-08	18,63805	120	7,3687E-08	1,474E-07
17,147	130	4,3451E-08	1,738E-07	18,67196	130	7,4578E-08	2,983E-07
17,503	140	4,9291E-08	9,858E-08	18,68891	140	7,5027E-08	1,501E-07
17,858	150	5,5897E-08	2,236E-07	18,72282	150	7,5934E-08	3,037E-07
18,248	160	6,4178E-08	1,284E-07	18,73978	160	7,6391E-08	1,528E-07
18,638	170	7,3686E-08	2,947E-07	18,7737	170	7,7315E-08	3,093E-07
19,062	180	8,5628E-08	1,713E-07	18,80761	180	7,8249E-08	1,565E-07
19,486	190	9,9505E-08	3,98E-07	18,85848	190	7,9672E-08	3,187E-07
19,927	200	1,1633E-07	2,327E-07	18,96024	200	8,2596E-08	1,652E-07
20,369	210	1,3605E-07	5,442E-07	19,07897	210	8,6144E-08	3,446E-07
20,827	220	1,6001E-07	3,2E-07	19,26556	220	9,2031E-08	1,841E-07
21,32	230	1,9055E-07	7,622E-07	19,48611	230	9,9509E-08	3,98E-07
21,796	240	2,2554E-07	4,511E-07	19,77459	240	1,1022E-07	2,204E-07
22,306	250	2,702E-07	1,081E-06	20,11407	250	1,243E-07	4,972E-07
22,816	260	3,2371E-07	6,474E-07	20,52157	260	1,436E-07	2,872E-07
23,344	270	3,9029E-07	1,561E-06	21,01416	270	1,7098E-07	6,839E-07
23,889	280	4,734E-07	9,468E-07	21,55793	280	2,073E-07	4,146E-07
24,434	290	5,7422E-07	2,297E-06	22,20399	290	2,6061E-07	1,042E-06
24,996	300	7,0071E-07	1,401E-06	22,91846	300	3,3567E-07	6,713E-07
25,542	310	8,5023E-07	3,401E-06	23,70147	310	4,4298E-07	1,772E-06
25,951	320	9,8279E-07	1,966E-06	24,57019	320	6,026E-07	1,205E-06
25,832	330	9,4222E-07	3,769E-06	25,50775	330	8,3998E-07	3,36E-06
24,451	340	5,7769E-07	1,155E-06	26,4802	340	1,1854E-06	2,371E-06
25,934	350	9,7689E-07	3,908E-06	27,50469	350	1,7041E-06	6,816E-06
25,371	360	8,0026E-07	1,601E-06	28,56426	360	2,4803E-06	4,961E-06
24,655	370	6,2098E-07	2,484E-06	29,67612	370	3,6775E-06	1,471E-05
24,178	380	5,2444E-07	1,049E-06	30,80615	380	5,4879E-06	1,098E-05
23,684	390	4,4024E-07	1,761E-06	31,97157	390	8,2928E-06	3,317E-05
26,446	400	1,1712E-06	1,171E-06	33,17247	400	1,269E-05	1,269E-05
			0,0001162				0,0003374

Tabela: Dados de temperatura do interior do produto coletados na fábrica e valores de letalidade e integral de Simpson, para *S. aureus*.

Bandeja 10 - 1º Ensaio				Bandeja 10 - 2º Ensaio			
Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson	Temp(°C)	Tempo	letalidade	Simpson
14,086	0	1,4159E-05	1,416E-05	18,33289	0	3,5935E-05	3,593E-05
14,221	10	1,4585E-05	5,834E-05	18,34984	10	3,6068E-05	0,0001443
14,356	20	1,5023E-05	3,005E-05	18,38374	20	3,6338E-05	7,268E-05
14,525	30	1,559E-05	6,236E-05	18,41765	30	3,6609E-05	0,0001464
14,711	40	1,6239E-05	3,248E-05	18,4346	40	3,6745E-05	7,349E-05
14,914	50	1,6979E-05	6,791E-05	18,4685	50	3,7019E-05	0,0001481
15,133	60	1,7814E-05	3,563E-05	18,48546	60	3,7157E-05	7,431E-05
15,37	70	1,8764E-05	7,506E-05	18,51936	70	3,7435E-05	0,0001497
15,624	80	1,9839E-05	3,968E-05	18,55327	80	3,7714E-05	7,543E-05
15,911	90	2,1128E-05	8,451E-05	18,57023	90	3,7854E-05	0,0001514
16,199	100	2,2505E-05	4,501E-05	18,58718	100	3,7995E-05	7,599E-05
16,504	110	2,4062E-05	9,625E-05	18,62109	110	3,8279E-05	0,0001531
16,808	120	2,5721E-05	5,144E-05	18,63805	120	3,8422E-05	7,684E-05
17,147	130	2,7706E-05	0,0001108	18,67196	130	3,8708E-05	0,0001548
17,503	140	2,9955E-05	5,991E-05	18,68891	140	3,8853E-05	7,771E-05
17,858	150	3,2381E-05	0,0001295	18,72282	150	3,9143E-05	0,0001566
18,248	160	3,5272E-05	7,054E-05	18,73978	160	3,9288E-05	7,858E-05
18,638	170	3,8421E-05	0,0001537	18,7737	170	3,9582E-05	0,0001583
19,062	180	4,2165E-05	8,433E-05	18,80761	180	3,9877E-05	7,975E-05
19,486	190	4,6274E-05	0,0001851	18,85848	190	4,0325E-05	0,0001613
19,927	200	5,0972E-05	0,0001019	18,96024	200	4,1235E-05	8,247E-05
20,369	210	5,616E-05	0,0002246	19,07897	210	4,2322E-05	0,0001693
20,827	220	6,2094E-05	0,0001242	19,26556	220	4,409E-05	8,818E-05
21,32	230	6,9183E-05	0,0002767	19,48611	230	4,6275E-05	0,0001851
21,796	240	7,6795E-05	0,0001536	19,77459	240	4,9297E-05	9,859E-05
22,306	250	8,5883E-05	0,0003435	20,11407	250	5,3107E-05	0,0002124
22,816	260	9,6045E-05	0,0001921	20,52157	260	5,8071E-05	0,0001161
23,344	270	0,00010784	0,0004313	21,01416	270	6,4695E-05	0,0002588
23,889	280	0,00012153	0,0002431	21,55793	280	7,2889E-05	0,0001458
24,434	290	0,00013695	0,0005478	22,20399	290	8,3983E-05	0,0003359
24,996	300	0,00015492	0,0003098	22,91846	300	9,8228E-05	0,0001965
25,542	310	0,00017462	0,0006985	23,70147	310	0,00011663	0,0004665
25,951	320	0,00019101	0,000382	24,57019	320	0,0001411	0,0002822
25,832	330	0,00018609	0,0007443	25,50775	330	0,00017331	0,0006933
24,451	340	0,00013746	0,0002749	26,4802	340	0,00021451	0,000429
25,934	350	0,0001903	0,0007612	27,50469	350	0,00026855	0,0010742
25,371	360	0,00016819	0,0003364	28,56426	360	0,00033879	0,0006776
24,655	370	0,00014375	0,000575	29,67612	370	0,00043234	0,0017293
24,178	380	0,00012948	0,000259	30,80615	380	0,00055391	0,0011078
23,684	390	0,00011618	0,0004647	31,97157	390	0,00071521	0,0028609
26,446	400	0,00021291	0,0002129	33,17247	400	0,00093069	0,0009307
			0,0304816				0,0479514

Anexo V – Dados Experimentais de Monitoramento da Temperatura no Interior do Produto Realizados na Loja Teste.

Tabela: Dados de tempo e temperatura do interior do produto coletados na loja teste. 1° ensaio.

1° Ensaio							
Altura 1		Altura 2		Altura 3		Altura 4	
Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo
10,1733	0	27,12894	0	21,81291	0	25,52481	0
10,0555	10	10,00498	10	13,69728	10	13,00517	10
99,5448	20	81,3784	20	82,05074	20	10,03865	20
98,7032	30	78,3533	30	75,83297	30	91,46748	30
98,3665	40	76,84104	40	74,15304	40	87,59901	40
98,7032	50	76,16899	50	73,48114	50	84,57236	50
99,5448	60	76,337	60	72,80927	60	82,38693	60
10,106	70	77,51314	70	72,47334	70	80,70609	70
10,308	80	79,36158	80	72,13743	80	79,52964	80
10,5775	90	82,21883	90	71,80153	90	78,68939	90
10,9144	100	86,08559	100	71,63358	100	78,3533	100
11,3525	110	90,79462	110	71,80153	110	78,18527	110
11,875	120	96,68347	120	72,30539	120	78,3533	120
12,4653	130	10,34171	130	73,31316	130	79,02548	130
13,1571	140	11,11654	140	74,657	140	79,86576	140
13,9168	150	11,99303	150	76,50501	150	81,04224	150
14,7109	160	13,00517	160	78,85743	160	82,55502	160
15,59	170	14,1026	170	81,71456	170	84,57236	170
16,5205	180	15,33631	180	85,24489	180	86,7582	180
17,5195	190	16,68977	190	89,11261	190	89,44899	190
18,5702	200	18,12949	200	93,82281	200	92,47685	200
19,7067	210	19,60489	210	99,03982	210	95,84203	210
20,9122	220	21,15008	220	10,49326	220	99,71314	220
22,153	230	22,71428	230	11,13339	230	10,40906	230
23,4291	240	24,28054	240	11,87501	240	10,88067	240
24,7236	250	25,86593	250	12,66769	250	11,41987	250
26,0536	260	27,41928	260	13,54532	260	12,0099	260
27,4022	270	28,95756	270	14,50807	270	12,65082	270
28,7694	280	30,49785	280	15,57305	280	13,35961	280
30,1725	290	32,07446	290	16,74055	290	14,1026	290
31,5601	300	33,636	300	18,0617	300	14,89676	300
33,0695	310	35,2684	310	19,53702	310	15,72527	310
34,7527	320	37,00639	320	21,08211	320	16,62206	320
36,4038	330	38,93669	330	22,57818	330	17,58728	330
38,2987	340	40,47286	340	24,09316	340	18,655	340
40,3174	350	42,06294	350	25,6783	350	19,75762	350
42,357	360	43,67251	360	27,33388	360	20,89524	360
43,534	370	45,319	370	29,16282	370	22,01694	370
45,3537	380	46,88098	380	30,39511	380	23,17373	380
46,7942	390	48,35812	390	31,47441	390	24,46795	390

48,1669	400	49,78491	400	32,62334	400	25,64419	400
49,5412	410	51,17861	410	33,80772	410	26,68502	410
50,83	420	52,48672	420	34,97612	420	28,03435	420
51,9459	430	53,7439	430	36,59317	430	29,31679	430
51,754	440	54,98497	440	37,81604	440	30,49785	440
51,8063	450	56,19235	450			31,52583	450
51,8761	460	57,3309	460			32,43463	460
52,6089	470	58,40042	470			33,48147	470
53,1501	480	59,76945	480			34,51206	480
		60,92913	490			35,59515	490
		62,16038	500			36,71368	500
						37,81604	510
						38,95394	520
						40,07568	530
						41,21578	540

Tabela: Dados de tempo e temperatura do interior do produto coletados na loja teste. 2° ensaio.

2° Ensaio							
Altura 1		Altura 2		Altura 3		Altura 4	
Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo
25,72947	0	16,92678	0	14,81225	0	26,29247	0
10,71222	10	80,87416	10	10,98175	10	22,79935	10
77,68116	20	65,92474	20	93,4863	20	56,69552	20
69,78631	30	64,91758	30	83,22743	30	42,27839	30
66,09261	40	65,08543	40	76,16899	40	38,92802	40
63,57482	50	65,58901	50	71,12975	50	37,0857	50
61,56096	60	66,76411	60	67,26776	60	35,91346	60
59,88301	70	67,43565	70	64,41402	70	35,41111	70
58,54081	80	70,29008	80	62,40003	80	35,74601	80
57,3665	90	73,64911	90	61,39316	90	36,75077	90
56,36005	100	77,68116	100	61,05755	100	38,59303	100
55,68912	110	82,38693	110	61,56096	110	41,10566	110
55,18596	120	87,93535	120	63,07133	120	44,79178	120
55,01823	130	93,99106	130	65,42115	130	49,31719	130
55,18596	140	10,08915	140	68,61092	140	55,01823	140
55,85685	150	10,84697	150	72,80927	150	62,0644	150
56,86326	160	11,68956	160	77,8492	160	70,45801	160
58,20528	170	12,61708	170	83,89987	170	80,20188	170
60,21858	180	13,61285	180	90,79462	180	91,46748	180
62,56785	190	14,67705	190	98,53485	190	10,39222	190
65,42115	200	15,79293	200	10,7459	200	11,77385	200
68,94673	210	16,99451	210	11,72327	210	13,29209	210
72,97723	220	18,23119	220	12,76893	220	14,89676	220
77,68116	230	19,52005	230	13,89993	230	16,57128	230
82,89122	240	20,86126	240	15,0827	240	18,26509	240
88,94442	250	22,28902	250	16,36818	250	20,04617	250
95,67375	260	23,75255	260	17,75669	260	21,82991	260
10,32487	270	25,26903	270	19,28252	270	23,51418	270
11,18394	280	26,80452	280	20,91223	280	25,09854	280
12,1448	290	28,41039	290	22,57818	290	26,49727	290
13,14018	300	30,03556	300	24,26351	300	27,77803	300
14,18706	310	31,74868	310	25,81476	310	29,47077	310
15,26867	320	33,53298	320	27,41928	320	32,05731	320
16,30049	330	35,42316	330	29,0944	330	34,44332	330
17,24851	340	37,45421	340	30,78903	340	36,43825	340
18,38374	350	39,60959	350	32,48609	350	38,04008	350
19,62186	360	41,57877	360	34,01383	360	39,5233	360
20,87825	370	43,79375	370	35,37157	370	40,99113	370
22,18698	380	45,56184	380	36,95473	380	42,3916	380
23,54823	390	47,26312	390	38,38485	390	43,74179	390
24,3998	400	48,68857	400	39,47153	400	45,05887	400
25,6783	410	50,0461	410	41,25035	410	46,36009	410
27,11186	420	51,3355	420	43,41275	420	47,59325	420
28,56426	430	52,62634	430	45,30165	430	48,81033	430
30,12115	440	53,63908	440	47,43686	440	49,99386	440
31,8344	450	54,77511	450	48,37551	450	51,19604	450
33,70469	460	55,89476	460	49,0539	460	52,39946	460

35,88758	470	57,05054	470	51,3355	470	53,53427	470
38,02285	480	58,04965	480	49,9068	480	54,40797	480
39,5233	490	58,68111	490			55,05492	490
41,5442	500	59,82213	500			55,26483	500
43,63787	510	60,89397	510				
45,50979	520	61,98441	520				
46,88098	530	63,02305	530				
48,42768	540	64,045	540				
49,92421	550	64,96201	550				
51,54473	560	65,87976	560				
53,25483	570	66,72756	570				
54,74014	580	67,50527	580				
56,22737	590	68,26581	590				
57,83924	600	69,11539	600				
59,2076	610	69,89473	610				
64,18603	620	70,72779	620				
66,97496	630	71,047	630				
53,51681	640	71,70343	640				
		72,2537	650				
		72,71543	660				
		73,40837	670				
		74,27957	680				
		75,04466	690				
		75,4185	700				
		76,68332	710				
		77,30735	720				
		77,11119	730				
		77,43219	740				
		76,91506	750				
		51,09145	760				
		42,92802	770				
		40,07568	780				

Tabela: Dados de tempo e temperatura do interior do produto coletados na loja teste. 3° ensaio.

3° Ensaio							
Altura 1		Altura 2		Altura 3		Altura 4	
Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo	Temp°C)	Tempo
14,28842	0	26,07065	0	25,62713	0	24,45091	0
11,65584	10	26,07065	10	26,82159	10	12,48213	10
11,21764	20	26,07065	20	27,43636	20	76,337	20
11,3019	30	26,05359	30	27,41928	30	65,25329	30
11,6727	40	26,03653	40	27,4022	40	60,21858	40
12,24599	50	26,01947	50	27,38512	50	56,86326	50
12,97142	60	26,01947	60	24,29758	60	54,85052	60
13,84926	70	25,96829	70	94,83238	70	53,50887	70
14,87986	80	26,22421	80	80,20188	80	53,17348	80
16,04668	90	11,06599	90	77,00906	90	53,50887	90
17,36707	100	79,86576	100	75,83297	100	54,34739	100
18,82457	110	72,13743	110	75,66497	110	55,85685	110
20,47063	120	68,10722	120	76,00098	120	57,86976	120
22,34004	130	65,42115	130	77,17709	130	60,38637	130
24,53611	140	63,74266	140	79,02548	140	63,40699	140
28,08562	150	62,73567	150	81,71456	150	66,76411	150
38,36761	160	62,56785	160	85,07675	160	70,79388	160
56,98046	170	62,9035	170	89,2808	170	74,99298	170
65,57965	180	63,91049	180	94,32759	180	79,86576	180
70,17826	190	65,58901	190	10,02181	190	85,07675	190
71,47275	200	67,60354	200	10,67853	200	90,62641	200
75,08026	210	70,12216	210	11,43672	210	96,68347	210
76,82592	220	73,14519	220	12,27972	220	10,30803	220
78,32435	230	76,50501	230	13,2077	230	10,9986	230
79,46733	240	80,20188	240	14,17017	240	11,74013	240
80,50417	250	84,40423	250	15,35322	250	12,49899	250
81,38085	260	88,94442	260	16,48665	260	13,32585	260
82,13283	270	93,82281	270	17,65504	270	14,17017	270
82,18656	280	99,03982	280	18,90936	280	15,04889	280
82,45526	290	10,45958	290	20,26687	290	15,94517	290
81,8284	300	11,06599	300	21,67692	300	16,89292	300
80,52205	310	11,70642	310	23,10565	310	17,8753	310
79,44947	320	12,38092	320	24,62131	320	18,85848	320
78,1994	330	13,08955	330	26,01947	330	19,84248	330
77,55705	340	13,84926	340	27,38512	340	20,87825	340
77,30735	350	14,64325	350	28,87205	350	21,94892	350
76,43381	360	15,45467	360	30,48073	360	23,03758	360
76,50509	370	16,31741	370	31,93728	370	24,1613	370
76,50509	380	17,23158	380	33,32696	380	25,30313	380
76,41599	390	18,19729	390	34,73547	390	26,44606	390
76,36253	400	19,1977	400	36,12847	400	27,50469	400
76,45162	410	20,21594	410	37,50589	410	28,64975	410
72,83977	420	21,28601	420	38,88494	420	29,79592	420
		22,40808	430	40,24835	430	30,92607	430
		23,58228	440	41,59606	440	32,0916	440
		24,87694	450	42,78957	450	33,27546	450
		26,22421	460	43,72447	460	34,46051	460

		27,62427	470	44,52146	470	35,64675	470
		29,07729	480	45,21494	480	36,97195	480
				45,89148	490	38,31589	490
				46,55105	500	39,64411	500

Anexo VI – Dados Experimentais de Monitoramento de Temperatura na Determinação do Perfil de Temperatura no Interior do Forno da Loja Teste.

Altura 1			Altura 2			Altura 3			Altura 4		
Tempo	T(°C) Forno	T(°C)Sensor	Tempo	T(°C) Forno	T(°C)Sensor	Tempo	T(°C) Forno	T(°C)Sensor	Tempo	T(°C) Forno	T(°C)Sensor
0	290	226,4	0	305	177,9	0	260	228,4	0	226	212,6
30	290	226,3	30	305	210,4	30	260	245,9	30	226	229,7
60	290	222,1	60	305	204,4	60	260	246	60	226	230,2
90	290	220	90	305	211,9	90	260	247,5	90	226	230,6
120	290	221,2	120	305	212	120	260	247,4	120	226	231,1
150	286	228,4	150	305	202	150	260	248	150	226	233,7
180	286	228,6	180	305	219,9	180	262	248,5	180	227	229,5
210	284	229,1	210	304	222,1	210	262	249,4	210	227	228,4
240	284	142,6	240	304	237,5	240	263	250	240	227	231,4
270	284	201,4	270	304	227,4	270	263	250,1	270	228	234,4
300	279	222,9	300	304	230,9	300	263	249,4	300	228	236,2
330	280	223	330	304	230,1	330	263	250,5	330	229	236,8
360	280	223,4	360	304	231,7	360	264	251,8	360	229	237
390	280	223,6	390	303	231,5	390	264	252,2	390	230	235,9
420	280	224	420	303	232,8	420	265	252,4	420	230	236,8
450	280	224,1	450	303	233,4	450	265	252,6	450	230	237,1
480	280	224,4	480	303	234,9	480	265	253,1	480	231	240,8
510	282	224,7	510	303	236,9	510	265	252,4	510	231	127,9
540	282	224,9	540	303	236,6	540	265	252,6	540	231	230,4
570	284	135,8	570	302	234,4	570	262	252,9	570	231	234,4
600	284	132,1	600	302	128,3	600	262	144,9	600	231	238,8
			630	302	101,4	630	262	152,2	630	232	239
						660	262	109,4	660	232	238,5
						690	262	108	690	232	167,4
						720	262	99			

Anexo VII – Certificado de Calibração do Sensor TMI-Orion



TMI-USA
43671 Trade Center Place Unit 104
Dulles VA 20166
USA

TEMPERATURE
TEMPERATURE

Tel.: (703) 661-6428 – Fax: (703) 661-6425
Web: www.tmi-orion.com
TU/CC/011002 ed3

CALIBRATION CERTIFICATE CERTIFICAT D'ETALONNAGE

N° UT72941

ISSUED FOR : TRACOM
DELIVRE A :

CALIBRATED INSTRUMENT
INSTRUMENT ETALONNE

Designation : NanoVACQ-Long
Désignation :

Manufacturer : TMI-Orion
Constructeur :

Type : NVQL1Tc
Type : Pt1000
rod/canne

Serial number : 15044115
N° de série :
Identification number :
N° d'identification:

This certificate includes 5 pages
Ce certificat comprend 5 pages

Date of issue : 7/17/2007
Date d'émission : 17/07/2007

Metrology department manager
Le responsable du service métrologie

Guillaume Favre

THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER
THAN IN FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESS
LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISEE QUE
SOUS LA FORME D'UN FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL



EQUIPMENTS AND CALIBRATION CONDITIONS
MOYENS ET CONDITIONS D'ETALONNAGE

Calibration date : 7/17/2007
 Date de l'étalonnage : 17/07/2007

Laboratory temperature : (23 +/-3) °C
 Température du laboratoire

The thermometer is totally immersed in the comparison medium.
 Le thermomètre est entièrement immergé dans le milieu de comparaison.

Calibration means :
 Moyens d'étalonnage :

no	Equipment Équipement	Standard thermometer / probe / traceable to NIST, COFRAC or EA calibration reports Thermomètre étalon / sonde / certificats d'étalonnage rattaché COFRAC, EA ou NIST	Range (°C) Etendue (°C)
UEQ-011002	Oil bath Bain d'huile	UEC021002/UEQ031002 CAL056358 CAL056357 CAL056838	0 to 140 0 à 140
UEC-021201	Dry Well Four à insert	Non utilisé / Not used	50 to 600 50 à 600

CALIBRATION METHODOLOGY AND RESULTS
METHODE D'ETALONNAGE ET RESULTATS

Adjustment temperature range : (0..140)°C
 Plage de température d'ajustage :

Calibration is done according to the procedure: TO/ETA/020401. Adjusting is done according to the procedure: TO/ETA/021502.
 La procédure d'étalonnage utilisée: . La procédure d'ajustage utilisée:

Calibration is done by comparison to a platinum resistive probe.
 Les étalonnages sont effectués par comparaison à un thermomètre à résistance de platine.

- 1- In case of periodical calibration and if the logger is undamaged, a calibration control is done in order to estimate the error of the logger entering the laboratory. Results are mentioned on page 3.
 En cas d'étalonnage périodique de l'enregistreur et si son état le permet, un étalonnage de contrôle est effectué de façon à estimer son erreur à son arrivée au laboratoire. Les résultats sont présentés en page 3.
- 2- The logger is adjusted at temperatures mentioned on page 4. The transfer function errors at the adjusted temperatures are also mentioned.
 L'outil est ajusté à différentes températures mentionnées en page 4. Les résidus de la fonction de transfert aux points d'ajustage y sont également présentés.
- 3- The logger is verified at temperatures that can be different than the ones used for calibration. A conformity statement is made on the logger. Verification results are mentioned on page 5.
 Un étalonnage de vérification de l'enregistreur est effectué à des températures pouvant être différentes de celles utilisées lors de l'ajustage. Un avis de conformité de l'enregistreur est émis. Les résultats de l'étalonnage de vérification se trouvent en page 5.

Uncertainty evaluation method is mentioned in the TMI-Orion TO/MET/984201 procedure.
 La méthode d'évaluation des incertitudes est mentionnée dans la procédure TMI-Orion TO/MET/984201.

Procedures are available for consultation on site after agreement with TMI-Orion.
 Les procédures TMI-Orion sont consultables sur place, après accord de TMI-Orion.

The mentioned uncertainties are calculated for two standard deviations. The standard deviations are calculated taking uncertainties sources into consideration, standard measurement chain, calibration means, environmental conditions, calibrated tool contribution, repeatability, ...
 Les incertitudes mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes-types. Les incertitudes-types ont été calculées en tenant compte des différentes sources d'incertitude, étalon de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité, ...



TU/TCC/011002 ed4

Pas d'étalonnage avant ajustage / No calibration control before adjustment



TU/TCC/011002 ed4

Ajustage / Adjustment

c:\nvacq\15044115\temp_c.ECT

Date (DD/MM/YY hh:mm:ss) : 17/07/07 07:12:20

Voie / Channel: 1

V.C.V. / R.V.=Valeur Conventionnellement Vraie / Reference Value

V.I. / L.I.V.=Valeur Indiquée / Logger Indicated Value

V.C.V. d'ajustage (°C)	V.I.(°C)	Résidus(°C)	Incertitude(°C)
R.V.for calibration (°C)	L.I.V.(°C)	Error(°C)	Uncertainty(°C)
0.01	0.01	0.00	0.10
29.95	29.95	0.00	0.10
59.92	59.92	0.00	0.10
89.90	89.91	0.01	0.10
119.91	119.90	-0.01	0.10
139.90	139.90	0.00	0.10



TU/TCC/011002 ed4

Reference standard or document : Manufacturer specifications
 Norme ou texte de référence : Spécifications constructeur

STATEMENT
 CONSTAT

It was verified that the exactness error of the logger identified on the first page, added to the enlarged calibration uncertainty, is below the maximum error tolerated defined

Il a été constaté que l'erreur de justesse de l'enregistreur identifié en première page, augmentée de l'incertitude d'étalonnage élargie, est inférieure à l'erreur maximale tolérée définie.

c:\nvacq\15044115\temp_c.VRF

Date (DD/MM/YY hh:mm:ss): 17/07/07 07:13:21

Voie / Channel: 1

V.C.V. / R.V.=Valeur Conventionnellement Vraie / Reference Value

V.I. / L.I.V.=Valeur Indiquée / Logger Indicated Value

V.C.V.(°C)	V.I.(°C)	Erreur(°C)	Incetitude(°C)	Incetitude + Erreur (°C)
R.V.(°C)	L.I.V.(°C)	Error(°C)	Uncertainty(°C)	Uncertainty + Error (°C)
89.89	89.89	0.00	0.10	0.10
120.90	120.89	-0.01	0.10	0.11
133.90	133.89	-0.01	0.10	0.11

Anexo VIII – Certificado de Calibração do Multicalibrador GLA.

	CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Laboratório de Metrologia ECIL Nº 7134/06 Rede Brasileira de Calibração Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre / Inmetro nas áreas de Temperatura, sob o nº 0026, e Eletricidade, sob o nº 0111	
---	--	---

Cliente: BAUMER S/A
Endereço: Av. Prof. Antonio T. Leite, 181 - Mogi Mirim - SP
Objeto da Calibração: Multicalibrador
Modelo: 6500
Ref. Cliente: Fax s/nº
Ident. Cliente: CQ-0024

Fabricante: GLA
Nº Série: 009751862
Ref ECIL: PI-71439

PROCEDIMENTO:

A Calibração foi realizada conforme Instruções de Trabalho IT 000388 Rev 6, IT 000389 Rev 6, IT 000390 Rev 6, IT 000391 Rev 6, conforme as faixas do instrumento.

Faixas IN (Leitura): Ajustou-se o dial de uma Fonte de Tensão/Corrente DC ou Década Resistiva (conforme a grandeza) até obter-se no display do Multímetro Padrão o valor de cada um dos pontos de calibração. Esse sinal calibrado foi aplicado no instrumento em calibração e o valor por ele indicado é apresentado na Tabela de Resultados.

Faixas OUT (Simulação): Foram gerados os pontos de medição com o instrumento em calibração e são apresentadas as indicações obtidas no display do Multímetro Padrão.

Foram realizadas 3 séries de medições, sendo apresentada a média na Tabela de Resultados.

Os resultados da calibração são apresentados a seguir, sendo Vt, It, Tt e Rt as indicações do instrumento em calibração e Vp, Ip, Tp e Rp os valores verdadeiros convencionais.

RASTREABILIDADE:

Instrumento padrão:
Multímetro Digital HP Modelo 3458A, Certificado LACTEC/RBC nº CCR 449/06, válido até 11/08/2007.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

(durante a calibração do instrumento objeto deste certificado)

Temperatura Ambiente: $23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
Umidade Relativa do Ar: $50 \pm 20 \%$

Data de Emissão: 5/1/2007

Data da Calibração: 3/1/2007


Ruijão de Brito Maciel
Gerente Técnico

A reprodução deste Certificado deverá ser completa. A reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório
IMP000029 REV. 1

Página 1 de 3



Ecil Produtos e Sistemas de Medição e Controle Ltda
Rua Benjamin da Silveira Baldy, 2001 - 18170-000 - Piedade - SP
Tel.: (15) 3244-8019 Fax: (15) 3244-1672
www.ecil.com.br seiab@ecil.com.br



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO
Laboratório de Metrologia ECIL Nº 7134/06
Rede Brasileira de Calibração
 Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre / Inmetro nas áreas de Temperatura, sob o nº 0026, e Eletricidade, sob o nº 0111



FAIXAS DE LEITURA

Tensão DC a V

Resolução: 0,001 V

Vp (V)	Vt (V)	Erro (V)	Incerteza (±V)	V _{eff}	Fator k
10,000	9,999	-0,001	0,002	6	2,65
8,000	8,000	0,000	0,002	6	2,52
6,000	5,999	-0,001	0,002	6	2,52
4,000	4,000	0,000	0,002	6	2,52
2,000	2,000	0,000	0,002	6	2,52

FAIXAS DE SIMULAÇÃO

Tensão DC a V

Resolução: 0,001 V

Vp (V)	Vt (V)	Erro (V)	Incerteza (±V)	V _{eff}	Fator k
10,000	10,006	0,006	0,001	∞	2,00
8,000	8,003	0,003	0,001	∞	2,00
6,000	6,001	0,001	0,001	∞	2,00
4,000	3,999	-0,001	0,001	92	2,03
2,000	1,997	-0,003	0,001	14	2,20

Tensão DC

a mV

Resolução: 0,001 mV

Vp (mV)	Vt (mV)	Erro (mV)	Incerteza (±mV)	V _{eff}	Fator k
20,000	20,009	0,009	0,005	3	4,53
15,000	15,007	0,007	0,003	3	3,31
11,000	11,005	0,005	0,002	5	2,87
6,000	6,003	0,003	0,002	7	2,52
2,000	2,002	0,002	0,002	6	2,52

Tensão DC

a mV

Resolução: 0,001 mV

Vp (mV)	Vt (mV)	Erro (mV)	Incerteza (±mV)	V _{eff}	Fator k
20,000	19,995	-0,005	0,006	2	4,53
15,000	14,993	-0,007	0,006	2	4,53
11,000	10,992	-0,008	0,006	2	4,53
6,000	5,990	-0,010	0,005	2	4,53
2,000	1,988	-0,012	0,005	2	4,53

Corrente DC

a mA

Resolução: 0,001 mA

I _p (mA)	I _t (mA)	Erro (mA)	Incerteza (±mA)	V _{eff}	Fator k
20,000	20,015	0,015	0,002	89	2,03
16,000	16,012	0,012	0,002	30	2,09
12,000	12,009	0,009	0,002	∞	2,00
8,000	8,006	0,006	0,001	∞	2,00
4,000	4,002	0,002	0,002	8	2,37

Resistência IN

a ohms

Resolução: 0,1 ohms

R _p (Ω)	R _t (Ω)	Erro (Ω)	Incerteza (±Ω)	V _{eff}	Fator k
360,0	360,1	0,1	0,1	∞	2,00
280,0	280,1	0,1	0,1	∞	2,00
200,0	200,0	0,0	0,1	∞	2,00
120,0	120,0	0,0	0,1	∞	2,00
40,0	40,0	0,0	0,1	∞	2,00

Resistência OUT

a ohms

Resolução: 0,1 ohms

R _p (Ω)	R _t (Ω)	Erro (Ω)	Incerteza (±Ω)	V _{eff}	Fator k
360,0	360,2	0,2	0,1	∞	2,00
280,0	280,2	0,2	0,1	∞	2,00
200,0	200,1	0,1	0,1	∞	2,00
120,0	120,0	0,0	0,1	∞	2,00
40,0	40,0	0,0	0,1	∞	2,00

Página 2 de 3



Ecil Produtos e Sistemas de Medição e Controle Ltda
 Rua Benjamin da Silveira Baldy, 2001 - 18170-000 - Piedade - SP
 Tel.: (15) 3244-8019 Fax.: (15) 3244-1672
 www.ecil.com.br setlab@ecil.com.br



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 7134/06
Laboratório de Metrologia ECIL
Rede Brasileira de Calibração

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre / Inmetro nas áreas de Temperatura, sob o nº 0026, e Eletricidade, sob o nº 0111



FAIXAS DE LEITURA
Pt-100 IN

-200 a 850 °C
Resolução: 0,1 °C

ITS 90	Rp	Tt	Erro	Incerteza	V _{eff}	Fator k
(Ω)	(°C)	(°C)	(°C)	(±°C)		
151,334	134,3	0,3	0,2	6	2,52	
146,445	121,3	0,3	0,2	6	2,52	
140,400	105,3	0,3	0,1	∞	2,00	
138,505	100,2	0,2	0,2	6	2,52	
134,707	90,3	0,3	0,2	6	2,52	

FAIXAS DE SIMULAÇÃO
Pt-100 OUT

-200 a 850 °C
Resolução: 0,1 °C

ITS 90	Tp	Rt	Erro	Incerteza	V _{eff}	Fator k
(°C)	(Ω)	(°C)	(±°C)			
134,0	151,390	0,1	0,1	∞	2,00	
121,0	146,504	0,2	0,1	∞	2,00	
105,0	140,468	0,2	0,1	∞	2,00	
100,0	138,582	0,2	0,1	∞	2,00	
90,0	134,740	0,1	0,1	∞	2,00	

Tipo J IN -200 a 1200 °C
Resolução: 0,1 °C

ITS 90	Vp	Tt	Erro	Incerteza	V _{eff}	Fator k
(μV)	(°C)	(°C)	(±°C)			
16327,2	300,2	0,2	0,3	3	3,31	
12999,8	240,2	0,2	0,1	7	2,43	
9669,4	180,1	0,1	0,1	7	2,43	
6360,3	120,2	0,2	0,3	3	3,31	
3115,6	60,0	0,0	0,3	3	3,31	

Tipo J OUT -200 a 1200 °C
Resolução: 0,1 °C

ITS 90	Tp	Vt	Erro	Incerteza	V _{eff}	Fator k
(°C)	(μV)	(°C)	(±°C)			
300,0	16274,5	-1,0	0,1	∞	2,00	
240,0	12944,2	-1,0	0,1	∞	2,00	
180,0	9614,2	-1,0	0,1	∞	2,00	
120,0	6309,1	-0,9	0,1	∞	2,00	
60,0	3064,3	-1,0	0,1	∞	2,00	

Tipo T IN -270 a 400 °C
Resolução: 0,1 °C

ITS 90	Vp	Tt	Erro	Incerteza	V _{eff}	Fator k
(μV)	(°C)	(°C)	(±°C)			
14861,9	300,3	0,3	0,2	13	2,21	
11457,9	240,2	0,2	0,2	11	2,25	
8236,6	180,1	0,1	0,2	11	2,25	
5228,4	120,1	0,1	0,3	3	3,31	
2468,0	60,0	0,0	0,3	3	3,31	

Tipo T OUT -270 a 400 °C
Resolução: 0,1 °C

ITS 90	Tp	Vt	Erro	Incerteza	V _{eff}	Fator k
(°C)	(μV)	(°C)	(±°C)			
300,0	14810,1	-0,9	0,1	∞	2,00	
240,0	11405,2	-1,0	0,1	∞	2,00	
180,0	8185,3	-1,0	0,1	∞	2,00	
120,0	5175,4	-1,1	0,1	∞	2,00	
60,0	2420,5	-1,1	0,1	∞	2,00	

Erro da compensação da junção de referência= -0,1 ± 0,2 °C (TC T, IN, 0°C, Rj INT)

Obsevações:

1. Conversões de temperatura baseadas nas ITS-90.
2. Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
3. A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
4. As medições nas faixas de termopar, modo IN (leitura) e modo OUT (simulação) foram feitas sem o uso da compensação automática da junção de referência (Rj = 0°C).
5. Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre / Inmetro, o qual avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

IMP000029 REV. 1

Página 3 de 3



Ecil Produtos e Sistemas de Medição e Controle Ltda
 Rua Benjamin da Silveira Balfry, 2001 - 18170-000 - Piedade - SP
 Tel.: (15) 3244-8019 Fax: (15) 3244-1672
 www.ecil.com.br seiab@ecil.com.br



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO
Laboratório de Metrologia ECIL
Rede Brasileira de Calibração

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre / Inmetro de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 na área de Temperatura, sob o nº 0026


Nº 7134/06
(SUPLEMENTO)
Fis: 01/01

Cliente: BAUMER S/A
Endereço: Av. Prof. Antonio T. Leite, 181 - Mogi Mirim - SP
Objeto da Calibração: Multicalibrador
Modelo: 6500
Ref. Cliente: Fax s/nº
Ident. Cliente: CQ-002 H

Fabricante: GLA
Nº Série: 009751862
Ref ECIL: PI-71439

Este suplemento tem por finalidade de alterar o campo Identificação do Cliente para CQ-002 H.

PIEDADE - SP - BRASIL
16/01/07


DORIVAL DA SILVA LIMA FILHO
Gerente Técnico Substituto



Ecil Produtos e Sistemas de Medição e Controle Ltda
Rua Benjamin da Silveira Baldy, 2001 - 15170-000 - Piedade - SP
Tel.: (15) 3244-8019 Fax: (15) 3244-1672
www.ecil.com.br selab@ecil.com.br