

URI - CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

OTIMIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE COZIMENTO DE LINGUIÇA

MILENA DE OLIVEIRA SILVA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI – Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

ERECHIM, RS - BRASIL

MARÇO DE 2011

OTIMIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE COZIMENTO DE LINGUIÇA

Milena de Oliveira Silva

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Prof. Marcio Antonio Mazutti, D. SC

Orientador

Prof. Clarissa Dalla Rosa, D. SC

Orientador

Prof. Helen Treichel, D. SC

Prof. Nei Fronza, D. SC

Erechim, 25 de Março de 2011

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo Marcelo, pelo apoio e incentivo durante todos os momentos.

A Empresa Sadia SA pela estrutura cedida e os recursos disponibilizados para a realização dessa dissertação.

Aos meus orientadores Marcio Antonio Mazutti e Clarissa Dalla Rosa pela orientação, ajuda e por acreditarem no meu trabalho. Aproveito para agradecer também a todos os professores que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

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

Muito obrigada!

O que você faria se soubesse que é impossível falhar?

Robert Shuller

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

OTIMIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE COZIMENTO DE LINGUIÇA

Milena de Oliveira Silva

Março/2011

Orientadores: Marcio Antonio Mazutti e Clarissa Dalla Rosa

Implantar novas tecnologias para incrementar os processos e tornar a empresa mais competitiva tem um elevado custo. Além disso, incorporá-las de maneira que seus resultados sejam satisfatórios não é uma tarefa fácil. Uma ferramenta que vem sendo utilizada nas indústrias nos últimos tempos, para auxiliar na tomada de decisão é o controle estatístico dos processos. Dessa forma, realizar corretamente a seleção dos processos que serão alvo de controle estatístico é de extrema importância para a efetiva utilização do seu controle e, conseqüentemente, para tornar a empresa mais competitiva. Como o controle estatístico requer grande esforço e custo de implementação, é necessário que esta seleção e priorização sejam adequadas e alinhadas aos objetivos da empresa. Para tanto, foi escolhido a área de cozimento de linguiças cozidas de uma empresa de alimentos para a realização da implantação desse controle e a realização de testes. Os resultados são apresentados através do estudo dos dados após a implantação do controle estatístico do processo (CEP). Através das ações direcionadas pelo CEP foi possível perceber uma variação significativa da quebra de cozimento em função da variação da pressão de vapor na rede. Ao final do trabalho, são apresentadas sugestões com o intuito de otimizar o processo de cozimento.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processo; Cozimento

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering.

OPTIMIZATION OF A SAUSAGE COOKING PROCESS

Milena de Oliveira Silva

Março/2011

Advisors: Marcio Antonio Mazzuti e Clarissa Dalla Rosa

Acquire new technologies to improve processes and make the company more competitive has a high cost. In addition, incorporating them in a way that their results are satisfactory is not an easy task. A tool that has been used in industries in recent times, to assist in decision-making is the statistical process control. Thus, to perform properly process selection that are subject to statistical control has an extremely importance for the effective use of your control and, consequently, to make the company more competitive. Since the statistical control requires great effort and implementation costs, it is necessary that this selection and prioritization are appropriate and aligned with company goals. And so it was chosen the sausage cooking area of a food company to perform the implantation of this control and test's realization. The results are showed through the data interpretation after the implementation of statistical process control (SPC). Through the actions directed by the SPC was possible to see a significant variation of baking break according to the steam pressure variation on the network. At the end of this research are presented suggestions to optimize the cooking process.

Keywords: Statistical process control, Cooking

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Linguiça Cozida.....	22
Figura 2. Fluxograma de produção de linguiça calabresa.	23
Figura 3. Diagrama de Ishikawa (uma das sete ferramentas da qualidade).	29
Figura 4. Diagrama esquemático das estufas de cozimento.	34
Figura 5. Diagrama esquemático das medidas de velocidade do ar dentro das estufas.....	37
Figura 6. Diagrama esquemático das medidas de temperatura na parte superior, inferior e centro do produto nas estufas de cozimento.....	38
Figura 7. Carta de Controle da Quebra de Cozimento	40
Figura 8. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M7.....	43
Figura 9. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M8.....	44
Figura 10. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M9.....	44
Figura 11. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M10.....	45
Figura 12. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M11.....	45
Figura 13. Análise de variância da quebra de cozimento entre as estufas para 95% de confiança.	46
Figura 14. Análise de variância da quebra de cozimento entre as estufas para 90% de confiança.	47
Figura 15. Perfil de temperatura no interior da estufa ao longo do cozimento.	48
Figura 16. Análise de variância da temperatura entre os níveis no interior da estufa para 95% de confiança.....	49
Figura 17. Análise de variância da temperatura entre os níveis no interior da estufa para 90% de confiança.....	49
Figura 18. Comparativo da quebra de cozimento e pressão de vapor na rede.	50
Figura 19. Comparativo da quebra de cozimento e pressão de vapor na rede após plano de ação.....	52
Figura 20. Carta de Controle da Quebra de Cozimento após tomada de ações.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades termofísicas da linguiça cozida41

Tabela 2. Medidas de velocidade do ar e da fumaça no interior da estufa42

SUMARIO

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA E JUSTIFICATIVAS.....	12
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	13
1.2.1 Objetivos específicos.....	13
CAPITULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 COMPOSIÇÃO DA CARNE	15
2.1.1 Proteínas	15
2.1.2 Gorduras	17
2.1.3 Umidade	19
2.2 PROCESSAMENTO DE CARNES.....	20
2.3 EMBUTIDOS CÁRNEOS	21
2.3.1 Linguças	22
2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO.....	27
2.4.1 Conceito de Controle de Processo	28
2.4.2 O CEP e a Importância do Controle de Qualidade	31
CAPITULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO.....	33
3.2 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DA LINGUIÇA COZIDA.....	35
3.3 DETERMINAÇÕES DA VELOCIDADE DO AR E DA FUMAÇA DENTRO DA ESTUFA DE COZIMENTO	37
3.4 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE TEMPERATURA NO INTERIOR DA ESTUFA E PRODUTO	38
3.5 MEDIÇÃO DA PRESSÃO DE VAPOR NA REDE	39
CAPITULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PROCESSO	40
4.2 PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS	41
4.3 VELOCIDADE DO AR E DA FUMAÇA DENTRO DA ESTUFA DE COZIMENTO	42
4.4 COMPARATIVO DA QUEBRA DE COZIMENTO ENTRE AS ESTUFAS	43
4.5 PERFIL DE TEMPERATURA.....	47
4.6 PRESSÃO DE VAPOR NA REDE.....	50

4.7 PLANO DE AÇÃO	51
4.8 VERIFICAÇÃO	51
CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
5.1 SUGESTÕES PARA A EMPRESA	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO

A sobrevivência das empresas no mercado competitivo atual está diretamente ligada à produção de itens de qualidade a um baixo custo. Nessa linha, uma série de estratégias foi concebida nas últimas décadas com o objetivo de assegurar a qualidade de processos e produtos industriais, proporcionando seu controle efetivo. Uma dessas estratégias, o Controle Estatístico de Processo que é o objeto de estudo deste trabalho.

O Controle Estatístico do Processo (CEP) pode ser descrito como uma ferramenta de monitoramento rápida da qualidade. Através da inspeção por amostragem de características pré-determinadas do produto em estudo, o CEP possibilita a detecção de causas especiais, anômalas ao processo, que possam interferir na qualidade final do produto.

O controle de qualidade consiste no desenvolvimento, planejamento, produção e marketing de produtos e serviços a um menor custo, os quais sejam adquiridos pelos consumidores com satisfação. Para alcançar esses objetivos, todos os setores de uma organização devem trabalhar em conjunto (ISHIKAWA, 1993).

A qualidade do produto manufaturado depende, além das matérias primas, da sistemática de monitoramento de parâmetros relevantes em seu processamento e de características do produto acabado. A satisfação do cliente deve ser encarada, por parte das organizações, como uma meta de longo prazo, que possibilite garantir sua sobrevivência no mercado. Com vistas a garantir a satisfação de clientes, seus requisitos de qualidade devem, num primeiro momento, ser identificados, definidos e esclarecidos quanto a seu conteúdo. Na sequência, devem-se estabelecer procedimentos e sistemas para monitoramento e controle das variáveis relacionadas aos requisitos de qualidade inicialmente identificados pelos clientes. É nesse contexto que o CEP destaca-se como agente habilitador da garantia da qualidade demandada pelos clientes.

1.1 TEMA E JUSTIFICATIVAS

O tema dessa dissertação é o controle e a garantia da qualidade em um processo de cozimento de linguças, através do monitoramento estatístico de variáveis do processo visando atingir resultados elevados tanto no quesito qualidade quanto ao de produtividade.

Segundo Montgomery (1997), os gráficos de controle são uma das ferramentas mais importantes para a estabilização dos processos industriais, e, hoje em dia, também para serviços ou processos administrativos. Embora seja mais difícil definir e medir o desempenho de um fornecedor de serviços ou a eficiência de procedimentos administrativos, o desempenho de uma ação pode ser analisado e melhorado com a sua monitoração por gráfico de controle.

De acordo com Shewhart (1938), o controle estatístico de processo (CEP) teve seus conceitos básicos desenvolvidos na década de 20, tendo origem na indústria de componentes elétricos, mas foi principalmente durante o período da Segunda Guerra Mundial, onde foi intensamente utilizado. Após estar presente no sucesso das indústrias japonesas, onde teve sua aplicação bem sucedida, o CEP nos últimos anos, vem tornando-se elemento habilitador de vantagens competitivas para as empresas de pequeno, médio ou grande porte.

Apesar do sucesso que o Japão obteve na aplicação do CEP para resolver seus problemas administrativos, da qualidade e da produtividade, segundo Hradesky (1989), países desenvolvidos, como os Estados Unidos, não obtiveram o mesmo sucesso, pelo fato dos executivos e gerentes não estarem fortemente comprometidos com a técnica e não estarem realmente administrando as operações. O comentário desse autor revela que o CEP não é uma tarefa simples, exigindo que o esforço de implantação seja respaldado em metodologia e comprometimento.

Tendo como objetivo principal o monitoramento do desempenho da variável de interesse, o CEP quando corretamente aplicado permite eficiência nas informações do processo controlado, através da análise amostral da produção, o que não demanda grandes investimentos ou perdas de produção. Sua frequência é pré - estabelecida tendo seus resultados registrados graficamente em cartas de

controle, o que permite controle rápido e direto executado pelos próprios operadores.

Para o sucesso na aplicação do CEP em uma empresa, de maneira que os resultados demonstrem os benefícios da ferramenta e toda a sua potencialidade, deve estar claro que, apesar de ser um método estatístico, a implantação envolve dez por cento de estatística e noventa por cento de ação administrativa, conforme afirma Hradesky (1989). Os ingredientes principais para atingir este sucesso são: domínio de técnicas estatísticas, domínio de técnicas de solução de problemas, liderança e atitudes para melhoria da qualidade e produtividade, planejamento e método sistemático, devendo este último atuar como catalisador.

Segundo Rozenfeld (1999), o aumento da concorrência, as rápidas mudanças tecnológicas, a diminuição do ciclo de vida dos produtos e a maior exigência por parte dos consumidores orientam as empresas para que tenham agilidade, produtividade e alta qualidade, que dependem, necessariamente, da eficiência e eficácia da empresa no processo de produção do produto.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O principal objetivo deste trabalho é de reduzir a variabilidade do processo de cozimento de linguças utilizando o controle estatístico a fim de trabalhar as lacunas e atingir um resultado superior no quesito da redução da quebra de cozimento.

1.2.1 Objetivos específicos

(a) Avaliação da estabilidade do processo;

(b) Determinação das propriedades termofísicas (difusividade, resistividade, condutividade);

(c) Determinação do perfil de temperatura e velocidade no interior das estufas;

(d) Identificação da variabilidade entre as estufas de cozimento;

(e) Redução dessa variabilidade através da aplicação estatística sobre o processo.

Esta dissertação será elaborada em cinco capítulos, com conteúdo descrito brevemente a seguir.

No capítulo 1 descreve-se o problema geral do trabalho, sua importância, contextualização e sua estrutura geral a serem desenvolvidos. No capítulo 2 são abordados os diversos conceitos que proporcionam embasamento teórico. Dentre eles estão à caracterização do produto, processo e conceitos sobre controle estatístico de processo. O capítulo 3 descreve os materiais e métodos utilizados no processo produtivo em análise. O capítulo 4 apresenta as discussões e os resultados da implantação do controle estatístico do processo. O capítulo 5 contempla as considerações finais e as sugestões para a empresa.

CAPITULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 COMPOSIÇÃO DA CARNE

A composição da carne é feita basicamente a partir de cinco tipos de tecidos: tecido muscular, tecido epitelial, tecido adiposo, tecido nervoso e tecido conjuntivo. Sendo que os principais componentes da carne são os músculos, divididos em três grupos: músculo esquelético, músculo liso e músculo cardíaco (GONÇALVES, 2002).

Para Rodrigues (1978), a composição da carne não pode ser descrita com precisão, pois vários fatores interferem na quantidade de cada componente como: corte, raça, manejo do animal, idade e sexo.

Podemos considerar a formação da carne a partir de quatro compostos básicos: água, proteínas, gorduras e minerais. Existem também em pequenas quantidades outras substâncias como as vitaminas (RODRIGUES, 1978).

Segundo Olivo (2006), a composição centesimal de uma carne magra é de 70% de umidade, 20% de proteína, 9% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Já para uma carne considerada gorda, diminuem os percentuais de umidade para 62% e de proteína para 17% e aumenta a quantidade de gordura para 15%.

2.1.1 Proteínas

O teor em proteínas com alto valor biológico é uma característica positiva da carne. O valor biológico de uma proteína está determinado pelo seu conteúdo em aminoácidos essenciais. As proteínas de origem animal possuem, devido à sua composição em aminoácidos, um valor biológico mais elevado que as proteínas de origem vegetal.

Sob o ponto de vista da solubilidade, as proteínas podem ser classificadas em:

- Proteínas solúveis em água ou em soluções salinas diluídas. Compreende numerosas proteínas sarcoplasmáticas (cerca de 50 componentes), muito dos quais são enzimas glicolíticas. Inclua-se também aqui a mioglobina, principal pigmento da carne;
- Proteínas solúveis em soluções salinas concentradas ou proteínas miofibrilares (actina, miosina, actomiosina). Estas proteínas são importantes na contração muscular e nas modificações post-mortem.
- Proteínas insolúveis em soluções salinas concentradas. São proteínas do tecido conjuntivo (colágeno, elastina e reticulina) e enzimas da respiração e fosforilação oxidativa. O colágeno é o principal componente do tecido conjuntivo, que é encontrado na pele, tendões e fazendo parte do músculo esquelético. Em presença de água, aquecida a 60-70°C, o colágeno sofre encolhimento; à temperaturas mais elevadas (80°C), converte-se em gelatina, solúvel em água. O colágeno apresenta elevado teor de hidroxiprolina, que pode ser usada para a determinação da riqueza de um músculo em tecido conjuntivo.

A solubilidade das proteínas da carne é o principal fator que determina as propriedades de suculência. A solubilidade é influenciada pelo pH, temperatura e início do *rigor-mortis*. A carne PSE possui menor solubilidade de proteínas se comparado a carne normal. Na técnica de avaliação da solubilidade, por métodos de extração, são separadas: proteínas solúveis em água, proteínas solúveis em sal (1%), proteínas sarcoplasmáticas e proteínas miofibrilares.

As proteínas representam de 18% a 23% da composição do músculo, sendo classificadas em miofibrilares, sarcoplasmáticas e estroma. Dentre as miofibrilares podem-se destacar as responsáveis pela contração muscular, actina e miosina, consideradas formadoras de gel, formando uma malha protéica que irá reter água e outros ingredientes na fabricação de produtos cárneos (SHIMOKOMAKI, 2006).

Para Shimokomaki (2006) as proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água, não possuem função de estrutura no músculo, podem ser perdidas durante a exsudação, mas em produtos cozidos podem participar da malha protéica, melhorando o poder de liga e gelificação das proteínas miofibrilares. As proteínas estromáticas fazem parte da estrutura do músculo sendo o principal o colágeno. A grande quantidade de colágeno pode conferir características indesejáveis a alguns produtos, como: instabilidade da massa, formação de bolsas de gel, liberação de gordura, água e perda de textura.

Nutricionalmente, os compostos nitrogenados da carne são considerados de grande importância. Podendo ser divididos em protéicos e não protéicos. Os protéicos são macromoléculas que por hidrólise fornecem mistura de aminoácidos. Os não protéicos compreendem uma pequena fração de menor importância (RODRIGUES, 1978).

As proteínas podem ser consideradas as principais responsáveis pelas características funcionais das matérias-primas cárneas. Por analogia, podem ser definido com sendo o “cimento” formador dos alimentos. Nos produtos cárneos são requeridas para uma grande variedade de funções e irão determinar o rendimento, a qualidade, a estrutura e os atributos sensoriais (SHIMOKOMAKI, 2006).

Quanto as propriedades funcionais de uma proteína em uma carne processada, estas, dependem da composição de aminoácidos, do peso molecular, solubilidade, propriedades térmicas e a relação dessas proteínas com pH, temperatura, e concentração de sal. Fatores ligados a carne também influenciam na propriedade das proteínas, tais como, desenvolvimento e extensão do *rigor-mortis*, condições e tempo de estocagem e principalmente a desnaturação ocorrida durante o cozimento (OLIVO, 2002).

2.1.2 Gorduras

As gorduras fazem parte de um grupo de compostos chamados lipídios, distribuídos nas carnes de forma intramuscular, intermuscular e subcutânea. A maioria esta presente como ésteres de gliceróis (triacilgliceróis), mas também são encontradas como colesterol, fosfolipídios e ésteres de ácidos graxos (GONÇALVES, 2002).

Gorduras de origem vegetal ou animal contêm mistura de ácidos graxos saturados e insaturados. Os ácidos graxos insaturados são mono ou poliinsaturados, dependendo das ligações entre os átomos de carbono (OLIVO, 2002).

Em alimentos é importante dividir os ácidos graxos em saturados e insaturados, pois existem diferenças no ponto de fusão conferindo propriedades físicas de uma gordura ou de um óleo (PEREDA, 2005).

A gordura é considerada um importante ingrediente nos processos tecnológicos e na melhora dos aspectos sensoriais dos produtos. É associada com a percepção do aroma, da cremosidade, do sabor, além de aumentarem a sensação de saciedade após as refeições. Compostos como, ácidos graxos essenciais, drogas lipofílicas, precursores de prostaglandinas e as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K são de natureza lipídica (SLESINSKI, SUBAR e KAHLE, 1995).

As gorduras exercem importante função na estrutura, na composição e permeabilidade das paredes e membranas celulares. São componentes do tecido adiposo servindo de proteção de órgãos internos (PEREDA, 2005).

Segundo Bobio (1995) os lipídios são responsáveis por fornecerem 2 a 3 vezes mais calorias do que as proteínas e o carboidratos, mesmo estes se transformando em gordura no organismo após a metabolização.

A ingestão de alimentos com excesso de gorduras saturadas no organismo é considerado um fator de risco, pois eleva o nível de colesterol, tornando propício o surgimento de doenças cardíacas, bem como o surgimento de cânceres (OLIVO, 2002)

Quanto aos processos tecnológicos Pereda (2005) atribui algumas propriedades importantes a gorduras como:

- Em produtos cárneos, são encontradas formando emulsões. Sendo necessário em alguns processos, mantê-los, em outros, eliminá-las, e, às vezes, é preciso modificá-las e estabilizá-las.
- Constituem excelentes estabilizantes, por sua natureza anfifílica.
- Desempenham papéis tecnológicos como: emulsificante, texturizantes, aromatizantes, umectantes e transmissores de calor a alta temperatura.

2.1.3 Umidade

A água é um componente muito importante do músculo, podendo ser encontrada em percentuais de 65% a 80%, sendo que desta, 45% está no interior da célula fortemente ligada às proteínas. Em torno de 25% não está ligada ou está fracamente ligada por forças físicas, podendo exsudar sob pressão, durante processos tecnológicos ou armazenamento e transporte das matérias primas (SHIMOKOMAKI, 2006).

Ao analisar a composição da carne pelas quantidades, a água é o mais importante constituinte. Em carne magra, mais de 76% do peso é água, e mais água pode ser absorvida quando, por exemplo, a carne é transformada em emulsão para embutidos. Sendo tão abundante, a água tem uma profunda importância na qualidade da carne, principalmente a sua suculência e também na maciez, cor e gosto (RODRIGUES, 1978).

Considerado um eficiente solvente e por participar em reações metabólicas é um componente essencial para a vida, sendo portadora de substâncias nutritivas (PEREDA, 2005).

A umidade natural da carne é indispensável para a obtenção do rendimento e da qualidade final do produto, contribuindo para a textura, suculência, sabor e palatabilidade do alimento. A habilidade de reter água é importante principalmente sob o aspecto econômico e sensorial (SHIMOKOMAKI, 2006).

Shimokomaki (2006) define a capacidade de retenção de água em:

- Capacidade de Retenção de Água (CRA) como a capacidade da carne de reter sua própria água, contida na sua própria estrutura;
- Capacidade de Ligação de Água (CLA) como a habilidade da carne de reter a água adicionada.

A CLA e a CRA, podem ser influenciadas pela quantidade de proteína desnaturada com o abaixamento do pH no *rigor-mortis*. A capacidade de retenção de água é proporcional ao pH, sendo que o abaixamento do pH reduz a capacidade de retenção de água. A CRA também é baixa nestes casos.

Se não ocorre a desnaturação das proteínas, elas continuam a ligar a água durante a conversão do músculo em carne e, continuam a absorção, durante as diversas fases da cadeia do produto (SHIMOKOMAKI, 2006).

2.2 PROCESSAMENTO DE CARNES

Os diferentes processos aplicados à carne requerem conhecimento de sua composição química e das propriedades físicas e funcionais das substâncias que as compõem (PEREDA, 2005).

A origem do processamento da carne é remota, e deve ter surgido no momento em que o homem aprendeu a trabalhar com o sal como agente de preservação (GONÇALVES, 2002).

O valor da indústria de alimentos é através de processos físicos, químicos e biológicos, transformar matéria-prima em produtos adequados ao consumo humano e de longa vida de prateleira (EVANGELISTA, 2001).

A carne é uma importante fonte mercadológica, que precisa estar em constante melhoria e acompanhando às evoluções da sociedade (OLIVO, 2007).

A industrialização consiste na transformação das carnes em produtos cárneos. São preferencialmente utilizadas carnes bovinas, suína e avícola como matérias primas na elaboração de produtos cárneos (TERRA, 2000).

O processamento da carne tem por objetivo aumentar a sua vida útil, desenvolver diferentes sabores e utilizar partes do animal de difícil comercialização no seu estado fresco (TERRA, 2000).

Os industrializados são obtidos através das matérias primas submetidos a processos físicos, químicos e biológicos. Ainda, segundo Evangelista (2001) não se pode negar a importância deste tipo de alimento para o consumo humano devido a grande variedade de produtos, pela sua qualidade organoléptica, valor nutritivo e condições de segurança alimentar fornecida à população.

A partir do produto desejado é procedida a escolha do tipo de tecido, da qualidade, do estado e espécie de animais a serem empregados na formulação (PARDI, 1994).

Para Evangelista (2001) o produto industrializado apresenta vantagens como: maior aproveitamento das matérias primas, facilidade de armazenamento e consumo, melhoria nas qualidades organolépticas e aumento na vida de prateleira.

2.3 EMBUTIDOS CÁRNEOS

Com a imigração de famílias européias, alemãs e italianas principalmente, para o Brasil, vários costumes foram trazidos e incorporados aos hábitos nacionais. No novo país, devido às condições climáticas e ao paladar nacional, os alimentos trazidos com as colônias de imigrantes sofreram algumas adaptações. Na época, os artesãos foram, aos poucos, transformando sua arte em pequenas fábricas, enquanto os donos de açougues começaram a ousar no processamento industrial de carnes a partir da elaboração do embutido mais simples, a linguiça, que dispensa a preparação de emulsões e equipamentos mais sofisticados. Desde aquela época, muitas foram as modificações sofridas, da produção artesanal às pequenas fábricas e, então, à escala industrial – acompanhando o crescimento da indústria, as mudanças na economia e a integração de mercados. Mais tarde vieram para o Brasil os grandes frigoríficos multinacionais aumentando o volume de carne fresca processada. Conseqüentemente, a produção de embutidos também cresceu, e representa 10% da carne consumida no país. Para que os produtos embutidos mantenham suas propriedades funcionais e permaneçam seguros ao consumidor, o acondicionamento dos mesmos deve ser feito de maneira adequada (PARDI et al., 1996; CORETTI, 1997). A Figura 1 mostra um embutido cárneo, no caso, linguiça defumada.

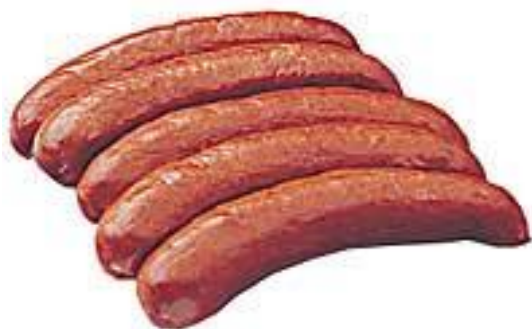


Figura 1. Linguiça Cozida
Fonte: Receitas pra você

O processamento dos embutidos é caracterizado por uma série de operações que objetivam a transformação da matéria-prima em um produto, dentro das especificações legais, atraente e legalmente nutritivo (TERRA, 2000).

Segundo Roça (2000), embutidos são produtos constituídos a base de carne picada e condimentada com forma geralmente simétrica. São embutidos sob pressão em um recipiente ou envoltório de origem orgânica ou inorgânica, aprovado para este fim.

2.3.1 Linguiças

A partir da Idade Média, um grande número de variedades de linguiças passou a ser comercializada. Variedades estas fortemente influenciadas pelo tipo de clima predominante na região. Climas frios intensificaram as variedades de linguiças frescas cruas ou defumadas enquanto que os climas mais quentes encontrados na Itália, parte do sul da França e da Espanha levaram a enfatizar os embutidos desidratados, mais precisamente os diferentes tipos de Salames (TERRA, 2000).

As linguiças chegaram ao Brasil trazidas por imigrantes italianos e alemães e sofreram adaptações às condições climáticas e ao paladar nacional, e hoje ocupa um lugar de destaque na mesa dos consumidores ao ser comparada com outros produtos processados (MACIEL, 2006).

Para Terra (2000) as linguiças constituem os derivados cárneos fabricados em maior quantidade no Brasil, devido a sua fabricação não exigir tecnologia sofisticada, com utilização de equipamentos simples.

A produção de um embutido compreende a uma série de operações que objetivam a transformação da matéria-prima em um produto, dentro das especificações legais, atraente e legalmente nutritivo (TERRA, 2000).

Segundo Brasil (2000), linguiça é um produto obtido de carne de animais, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico. A linguiça calabresa é o produto obtido exclusivamente de carne suína, curado, adicionado de ingredientes, devendo ter sabor picante de pimenta calabresa, submetida ou não ao processo de estufagem ou cozimento, com ou sem defumação.

Na figura abaixo é apresentado um fluxograma do processo de fabricação da linguiça cozida.



Figura 2. Fluxograma de produção de linguiça calabresa.

2.3.1.1 Moagem das carnes

A moagem da carne é uma etapa importante do processo, pois seu principal objetivo é aumentar a superfície de contato dos pedaços de carne através da trituração em partículas menores. Essa subdivisão proporciona melhor homogeneização do produto, maior exposição das proteínas facilitando o emulsionamento na mistura (RODRIGUES, 1978).

Terra (2000) ao se referir a moagem da matéria-prima para a produção de linguiças indica que as carnes e gorduras devem ser feitas em disco 8 milímetros.

A etapa de moagem é de extrema importância para a produção de linguiças, pois a textura depende do tamanho das partículas da carne. Para que a moagem seja eficiente a temperatura da carne magra deve estar entre -1 a -2°C e para a carne gorda de -2 a -3°C. Essas temperaturas ajudam a assegurar partículas bem definidas e evitam o esmagamento da gordura. (RODRIGUES, 1978).

2.3.1.2 Mistura

Para Rodrigues (1978) a etapa de mistura tem como finalidade a homogeneização dos diversos componentes da formulação. Na indústria geralmente são utilizados equipamentos denominados misturadores os quais possuem braços helicoidais que, além de possuir uma boa capacidade de homogeneização, tem pouco atrito o que faz com que a matéria-prima não sofra aquecimento durante esta fase.

A utilização de misturadores a vácuo aumenta a extração da proteína e evita à formação de bolhas de ar, que durante o cozimento, podem ser preenchidas de gordura, diminuindo a possibilidade de oxidação do produto (RODRIGUES, 1978).

2. 3.1.3 Embutimento

O embutimento é a extrusão da carne moída e misturada aos aditivos em tripas naturais ou artificiais próprias ao consumo humano. Um fator importante é a retirada do ar que está presente internamente na massa preparada, para evitar bolhas de ar no produto e a oxidação durante o armazenamento (MACIEL, 2006).

2.3.1.4 Cozimento

Existem vários métodos de cozimento de produtos cárneos, variando com o tipo do produto ou mesmo com a preferência da empresa fabricante e consumidores (RODRIGUES, 1978).

Segundo Pardi (1994) os embutidos sofrem um cozimento lento, variável com a natureza do produto, proporções e calibre dos envoltórios. O cozimento geralmente é feito em estufas com controle de diversas operações: cozimento, umidade relativa, exaustão de vapores e renovação de ar, defumação e banho de chuveiros.

O cozimento tem como um dos principais objetivos o desenvolvimento de cor e sabor do produto. Para o desenvolvimento da cor é necessário um tempo suficiente e para estabelecer esse tempo torna-se indispensável saber em que estágio se encontra a reação de cor do produto (RODRIGUES, 1978).

No processo de cozimento uma grande quantidade de fluidos é expelida do tecido da carne, devido à mudança de temperatura durante o aquecimento induzindo ao encolhimento da estrutura da carne (HULLBERG E LUNDSTROM, 2004).

Essa quantidade de fluidos que é expelida do produto que denominamos de quebra de cozimento, ou seja, a diferença de peso do produto antes de iniciar o processo de cozimento e o produto após seu cozimento.

2.3.1.5 Defumação

Segundo Silva (2000) a defumação consiste no processo de aplicação de fumaça aos alimentos, para conferir alguns sabores característicos, além de aumentar a vida de prateleira.

A defumação é realizada através da queima incompleta de algumas madeiras que não apenas possui efeito conservante, mas é parte de uma tecnologia capaz de conferir sabor e aromas desejáveis ao produto, normalmente usada em conjunto com a salga, cura e dessecação (SILVA, 2000).

Os efeitos produzidos pela fumaça devem-se à ação de aproximadamente duzentos e cinquenta compostos encontrados na fumaça. Rodrigues (1978) refere-se à importância da defumação a partir de três funções:

- Efeito conservante – produtos submetidos à defumação estão menos susceptíveis a deterioração
- Efeito na aparência – a deposição de resina e pigmentos da fumaça torna o produto com aparência atrativa
- Efeito no sabor – condições como tempo, temperatura, umidade e o tipo da madeira é que irão definir o sabor e sua intensidade.

2.3.1.6 Propriedades Termofísicas

No passado as análises de transferência de calor no aquecimento e resfriamento de alimentos utilizavam valores uniformes e constantes das propriedades termofísicas. Estas análises eram relativamente simples e não consideravam o comportamento variável das propriedades. Atualmente, os procedimentos analíticos, cada vez mais sofisticados, consideram a variação com o tempo, temperatura e a posição das propriedades termofísicas. Por isso o conhecimento dessas propriedades e de seu comportamento durante o processo é fator fundamental e limitante para a exatidão dos cálculos das taxas de transferência de calor (MOURA, et al., 1998).

O dimensionamento dos equipamentos utilizados no processamento de alimentos, principalmente os que abrangem a transferência de calor, exigem dados precisos das propriedades térmicas dos produtos, tais como condutividade térmica, difusividade térmica, calor específico e massa específica, e de como essas propriedades se comportam durante o processo, em função da temperatura. A necessidade de se conhecer as propriedades térmicas com precisão tem levado ao estudo da influência da composição e da temperatura nestas propriedades (MOURA, 2003).

As propriedades térmicas são bem definidas para materiais não biológicos, mas são escassas as informações das mesmas para alimentos. Estas propriedades são de grande importância para se determinar, entre outras, a taxa de transferência de calor e o meio dentro do próprio alimento (SINGH e HELDMAN, 1998), possibilitando a otimização do processo uma vez que o correto dimensionamento das instalações, bem como as cargas energéticas, depende da natureza termofísica do produto a ser utilizado.

2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

A qualidade do produto manufaturado depende, além das matérias primas, da sistemática de monitoramento de parâmetros relevantes em seu processamento e de características do produto acabado. A satisfação do cliente deve ser encarada, por parte das organizações, como uma meta de longo prazo, que possibilite garantir sua sobrevivência no mercado. Com vistas a garantir a satisfação de clientes, seus requisitos de qualidade devem, num primeiro momento, ser identificados, definidos e esclarecidos quanto a seu conteúdo. Na sequência, devem-se estabelecer procedimentos e sistemas para monitoramento e controle das variáveis relacionadas aos requisitos de qualidade inicialmente identificados pelos clientes. É nesse contexto que o CEP destaca-se como agente habilitador da garantia da qualidade demandada pelos clientes (CAMPOS, 1992).

2.4.1 Conceito de Controle de Processo

É importante, antes de se começar a definir “Controle de Processo”, que se defina o que é processo. Para melhor compreensão do conceito, seguem-se algumas definições de diversos autores. Davis (2001) define um processo como qualquer passo ou conjunto de passos que estão envolvidos na conversão ou na transformação de insumos em resultados.

Para Harrington (1993), processo é qualquer atividade que recebe uma entrada (input), agrega-lhe valor e gera uma saída (output) para um cliente interno ou externo, fazendo uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos. Já Juran (1995) acredita que “processo é uma série sistemática de ações direcionadas para a consecução de uma meta”. O autor, ao conceituar desta forma processo, aplicava-o em todas as relações fabris ou não, incluindo a mão-obra e as instalações. Para Campos (1992), processo é um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos.

Ishikawa (1993) vai mais longe quando afirma que enquanto houver causas e efeitos, ou fatores de causa e características, todos podem ser processos. Já Hradesky (1989) é mais específico ao afirmar que processo é qualquer combinação de material, máquinas, ferramentas, métodos e pessoas que criam por meio de especificações produtos ou serviços desejados.

Assim, parece ser unanimidade que processo é um conjunto de causas (input) que tem como objetivo produzir um determinado efeito, o qual é denominado de produto de processo. A figura abaixo apresenta graficamente o conceito de Ishikawa. Este diagrama, que recebeu o nome do seu autor, caracteriza claramente o processo mostrando quais são os fatores de causa de um processo a que ele se referia e sobre os quais Hradesky conceituou.

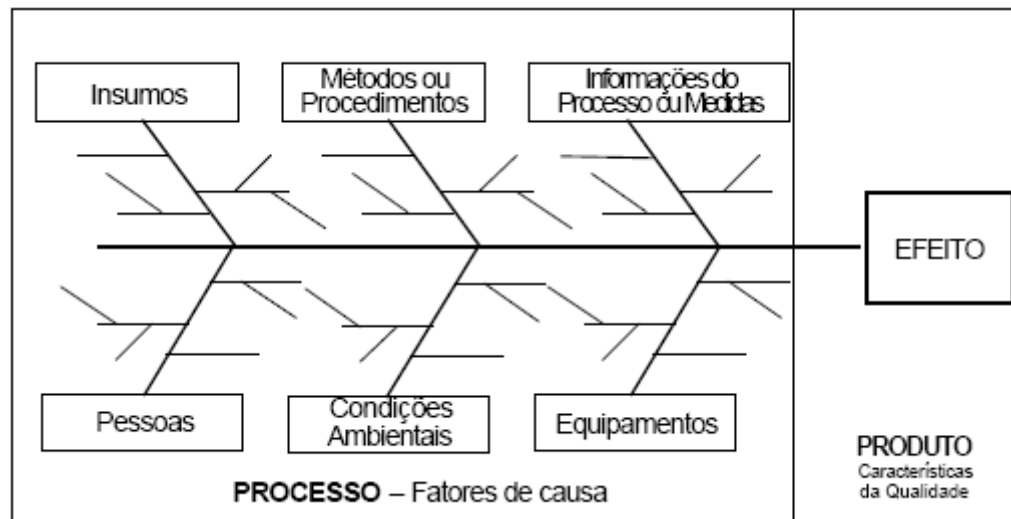


Figura 3. Diagrama de Ishikawa (uma das sete ferramentas da qualidade).

Fonte: Ishikawa, 1993.

Também chamado de Diagrama de Causa e Efeito, este é uma importante ferramenta do CEP, muito usada como guia para a identificação da causa fundamental dos problemas de um processo e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas.

Os gerentes, hoje, reconhecem que os processos existem em toda a parte em suas organizações. É importante ressaltar que processo não se refere apenas ao processo de fabricação. Segundo Harrington (1993) existem dois tipos de processo, o empresarial e o produtivo. O primeiro identifica todos os processos que não só geram serviço como também os que dão apoio aos processos produtivos. Um processo empresarial consiste num grupo de tarefas interligadas logicamente, que fazem uso de recursos da organização, para gerar resultados definidos, em apoio aos objetivos da organização (HARRINGTON, 1993).

Já o segundo é o que melhor se identifica nas indústrias, porque envolve a manufatura, ou seja, o que entra em contato físico com o produto ou serviço que será fornecido a um cliente externo. Neste trabalho será dada somente ênfase ao processo produtivo, mas é importante reafirmar que em uma empresa os processos empresariais são tão importantes quanto os de produção, inclusive Harrington (1993) em seu trabalho sobre aperfeiçoamento de processos empresariais, afirma que a probabilidade de se perder um cliente devido a um processo empresarial deficiente é cinco vezes maior do que em função de um produto defeituoso. De nada

adianta termos um produto de qualidade excepcional se não soubermos atender o cliente, por exemplo, na hora de vendê-lo ou entregá-lo.

Pode-se dizer que o controle estatístico de processo (CEP) nasceu com o trabalho pioneiro de Walter A. Shewhart na década de 1920, no estudo da aleatoriedade dos processos industriais. Ele desenvolveu um sistema que permitiu determinar se a variabilidade de um processo era realmente aleatória ou devia-se a causas especiais. Segundo Davis (2001), Shewhart desenvolveu os fundamentos do controle estatístico atual.

É preciso salientar ainda que o CEP seja um sistema de decisão e não um substituto da experiência, ou seja, os métodos estatísticos ajudam a detectar e isolar o desarranjo de um processo e indicam as causas. A gerência e as habilidades técnicas da equipe, pelo conhecimento dessas causas, indicam e aplicam a melhor solução para o problema.

Ao utilizar as ferramentas estatísticas no controle de processos, depara-se com expressões do tipo “Processo sob controle estatístico” e “Processo fora de controle estatístico”, que resultam da interpretação obtida com os dados coletados quanto à sua variabilidade.

Assim, Processo sob Controle Estatístico é o processo onde se tem presente apenas a variabilidade natural do processo, ou seja, aquela que é inerente ao processo e é resultante, apenas, da ação das chamadas causas comuns. Neste caso a variabilidade se mantém numa faixa estável, denominada de faixa característica do processo (WERKEMA, 1995).

Já o Processo fora de Controle Estatístico é o processo que está sob a influência de causas especiais de variação. Causas estas que ocorrem de forma imprevisível, criando instabilidade no processo, já que ele passa a se comportar de forma diferente do padrão. A variabilidade neste panorama é bem maior que a do item anterior, fazendo-se necessário descobrir os fatores que originam essa variação.

2.4.2 O CEP e a Importância do Controle de Qualidade

A aplicação da metodologia estatística a problemas relacionados à qualidade iniciou-se na década de vinte (Bell System), intensificou-se nas décadas de 40 e 50 onde passou a ser conhecida por controle estatístico da qualidade, atingindo sua maior amplitude na década de 80, período no qual a filosofia do CEP começou a se impor sobre a aceitação (inspeção) por amostragem que imperava até o momento (FARIAS, 2001).

Segundo Campos (1992), não se pode mais garantir a sobrevivência da empresa apenas exigindo que as pessoas façam o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados, hoje são necessários métodos que possam ser utilizados por todos em direção aos objetivos de sobrevivência da empresa.

Com a intensificação do uso de recursos da tecnologia da informação, com maior disponibilidade de micro computadores e de aplicativos, conseguiu-se humanizar o conceito estatístico do controle de processo, crescendo a tendência do uso das técnicas do CEP pelos operadores da produção, transferindo-lhes a responsabilidade das atividades de controle da qualidade e de ajuste de processo. A informática torna a coleta de dados, análise e divulgação de informações sobre o controle do processo mais rápido e integrado, também quando se torna mais premente aprender a pensar em termos estatísticos (SCHOLTES, 1998).

O CEP possibilita, assim, monitorar as características de interesse, assegurando sua manutenção dentro de limites pré-estabelecidos e indicando quando adotar ações de correção e melhoria. Permite ainda a redução sistemática da variabilidade nas características da qualidade do produto, num esforço de melhorar a qualidade intrínseca, a produtividade, a confiabilidade e o custo do que está sendo produzido.

Nesse sentido, pode-se afirmar que o principal objetivo do CEP é possibilitar o controle em tempo real, feito pelo próprio operador, e desta forma aumentar o seu comprometimento com a qualidade do que está sendo produzido (PAESES, 1998).

A aplicação do CEP permite o entendimento da palavra qualidade pelos níveis operacionais, o que é fundamental para o sucesso deste tipo de programa dentro de uma empresa. A qualidade não está somente associada aos produtos que saem da linha de produção. Este conceito deve estar claro dentro de cada indivíduo

que participa direta ou indiretamente durante as etapas de processamento de um produto. Todos que participam do processo produtivo da empresa devem estar perfeitamente sintonizados e comprometidos com a qualidade, para se poder atingir os resultados propostos pela empresa.

CAPITULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é apresentada a análise dos dados do processo de cozimento de linguiças cozidas. Serão avaliados parâmetros como velocidade do ar, velocidade da fumaça, perfil de temperatura no interior das estufas de cozimento. Além disso, serão determinadas as principais propriedades termofísicas do produto como condutividade, resistividade e difusividade térmica.

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram conduzidos na empresa Sadia, Unidade de Concórdia, no estado de Santa Catarina. A produção das linguiças cozidas começa com o preparo da matéria prima, onde essa passa por uma inspeção antes de ser encaminhada a linha de produção. Após esse preparo, a matéria prima é destinada ao setor denominado de preparo de massas.

Neste setor é realizada a pesagem das matérias primas e direcionado as mesmas nos equipamentos denominados moedores, cuja função é garantir a granulometria desejada para cada matéria prima antes de ser enviada para a próxima etapa do processo.

Após a moagem das matérias primas é realizada a mistura em um equipamento denominado misturadeira. Neste equipamento é feita a adição dos insumos a fração cárnea previamente preparada. Após o procedimento de mistura é realizada a avaliação do teor de gordura do produto a fim de se garantir um produto padronizado antes de ser encaminhado para as demais etapas.

A massa assim denominada, após a verificação do teor de gordura, é direcionada para o setor de embutimento que tem a finalidade de colocar a massa em seu envoltório para posterior cozimento.

O produto, ao ser recebido na etapa de cozimento, é pesado e direcionado para as estufas, local em que será realizado o processo de cozimento. Após ser cozido, o produto é então novamente pesado a fim de ser calculado a quebra de cozimento, que é a diferença do peso de entrada e saída do produto.

O processo de cozimento compreende cinco estufas de cozimento as quais operam no mesmo regime de tempo e temperatura a fim de se garantir uma temperatura mínima do produto no término do cozimento de 73°C.

A Figura 4 apresenta o diagrama esquemático das estufas de cozimento avaliadas neste estudo.

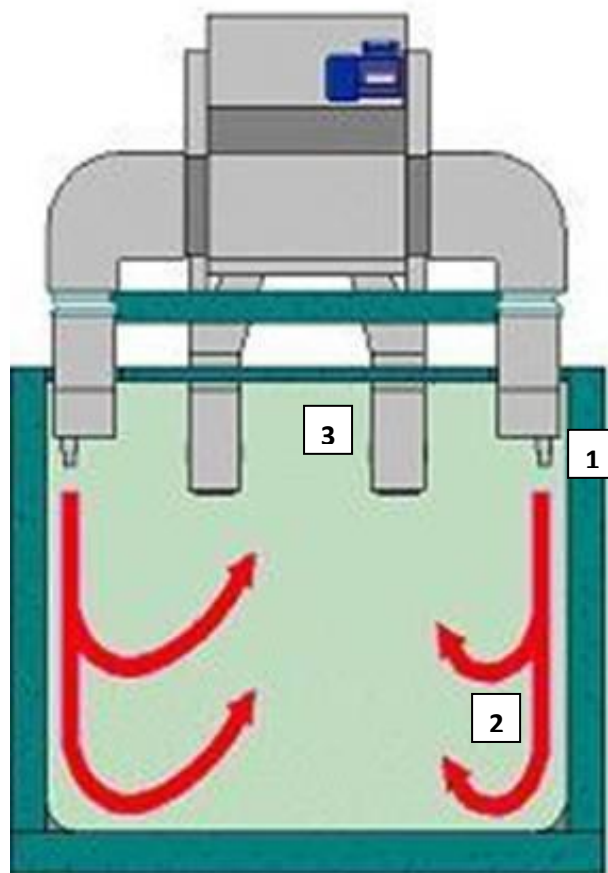


Figura 4. Diagrama esquemático das estufas de cozimento.

Fonte: Verinox do Brasil

Onde:

- 1: Dutos de entrada de ar e fumaça
- 2: Fluxo de circulação do ar e fumaça no interior da estufa
- 3: Sistema de exaustão

3.2 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DA LINGUIÇA COZIDA

As propriedades de transporte (condutividade, resistividade e difusividade) foram avaliadas em diferentes posições na linguiça ao longo do processo de cozimento.

Para a determinação dessas propriedades foi utilizado um analisador de propriedades térmicas (Decagon Inc., modelo KD2) que através da inserção de uma sonda no interior do produto em cada fase do cozimento foi possível determinar as três propriedades simultaneamente.

Para a determinação de tais propriedades monitora-se a distribuição de temperatura provocada pela adição de uma quantidade conhecida de energia. A equação para a condução radial de calor em um meio homogêneo e isotrópico é dada por:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + r^{-1} \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (1)$$

onde T é a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), t é o tempo (s), α é a difusividade térmica (m^2s^{-1}) e r é a distância radial (m).

Quando uma fonte de calor de natureza elétrica é introduzida no meio cujas propriedades desejam-se mensurar, a elevação da temperatura em relação à temperatura inicial T_0 , a uma distância r da sonda, é dada por:

$$T(t) - T_0 = \frac{q}{4\pi k} E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha t} \right) \quad (2)$$

onde q é a quantidade de calor fornecido por unidade de tempo e por unidade de comprimento (W/m), k é a condutibilidade térmica do meio ($\text{W/m}^{\circ}\text{C}$) e E_i é uma função exponencial integral. Para elevados valores de t , a seguinte aproximação pode ser considerada:

$$T(t) - T_0 = \frac{q}{4\pi k} \left[\ln(t) - \gamma - \ln\left(\frac{r^2}{4\alpha}\right) \right] \quad (3)$$

onde γ é a constante de Euler (0,5772).

Como mostra a Equação (3), $\Delta T = T - T_0$ varia linearmente com $\ln(t)$, segundo uma inclinação

$$m = \frac{q}{4\pi k}$$

por conseguinte, a condutividade térmica do meio pode ser calculada com uso do valor de m obtido pela regressão de ΔT em relação a $\ln(t)$. A difusividade térmica também pode ser determinada a partir da Equação 3. Uma vez que $\Delta T = 0$ quando $t = t_0$:

$$\ln(t_0) = \gamma + \ln\left(\frac{r^2}{4\alpha}\right) \quad (4)$$

Desse modo, conhecendo-se t_0 (pela intersecção da curva de regressão com o eixo das abscissas) e um r finito, a difusividade pode ser calculada através da Equação (4). O modelo apresentado nas Equações (1) e (2) assume que o meio é isotrópico e homogêneo, que a temperatura inicial T_0 é uniforme e que a fonte de calor possui extensão infinita; além disso, desconsidera-se a condutividade e a difusividade térmica da própria sonda e dos sensores de temperatura utilizados. Embora essas considerações a rigor não sejam verdadeiras, o método apresentado propicia medidas suficientemente precisas para as propriedades térmicas (MARCOTTE, 2005).

3.3 DETERMINAÇÕES DA VELOCIDADE DO AR E DA FUMAÇA DENTRO DA ESTUFA DE COZIMENTO

Foram realizadas as medições da velocidade do ar tanto na velocidade rápida quanto na velocidade lenta em dois pontos das estufas de cozimento. Em cada ponto foram avaliadas as velocidades do ar na parte superior e na inferior das estufas os quais estão representados como sendo os pontos 1 e 2 respectivamente no diagrama esquemático. A velocidade da fumaça foi medida na tubulação de entrada antes de ser direcionada para os dutos de distribuição do interior na câmara, representado pelo ponto 3 no diagrama. As medidas de velocidade foram realizadas com o auxílio de um Anemômetro digital portátil, modelo AR 816, display de cristal líquido (LCD) de 3 ½ dígitos.

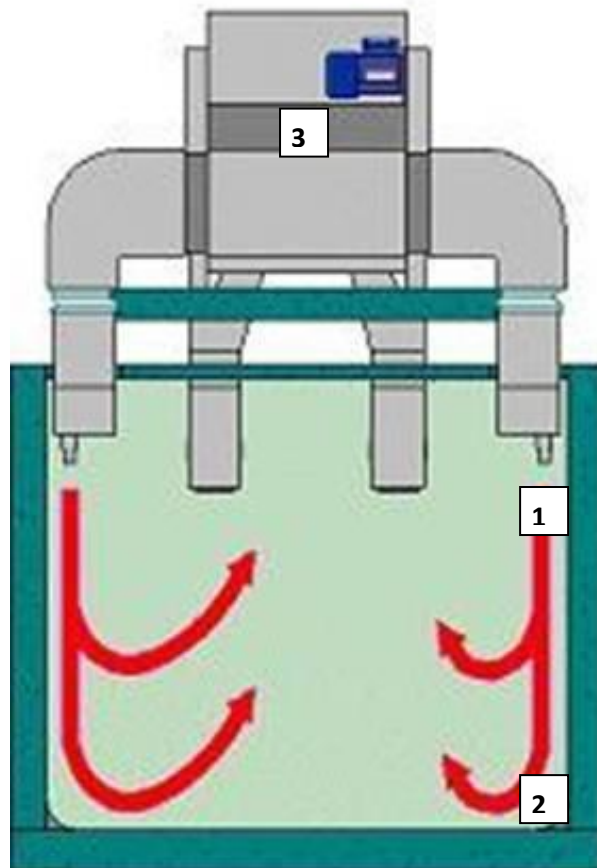


Figura 5. Diagrama esquemático das medidas de velocidade do ar dentro das estufas.

Fonte: Verinox do Brasil

3.4 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE TEMPERATURA NO INTERIOR DA ESTUFA E PRODUTO

Foi realizada a medição do perfil de temperatura ao longo do cozimento em dois pontos dentro da estufas, na parte superior e na inferior, bem como realizado a medição no centro do produto. Os pontos de coleta estão representados na figura 6 como 1, 2 e 3 respectivamente. Em cada um dos pontos, foi monitorado o perfil de temperatura durante todo o período de cozimento, compreendido após o carregamento total das estufas com o produto até o término do programa de cozimento. A temperatura de cada ponto foi continuamente monitorada a cada minuto, por meio de um registrador de temperatura Micropack III™ da Datatrace®.

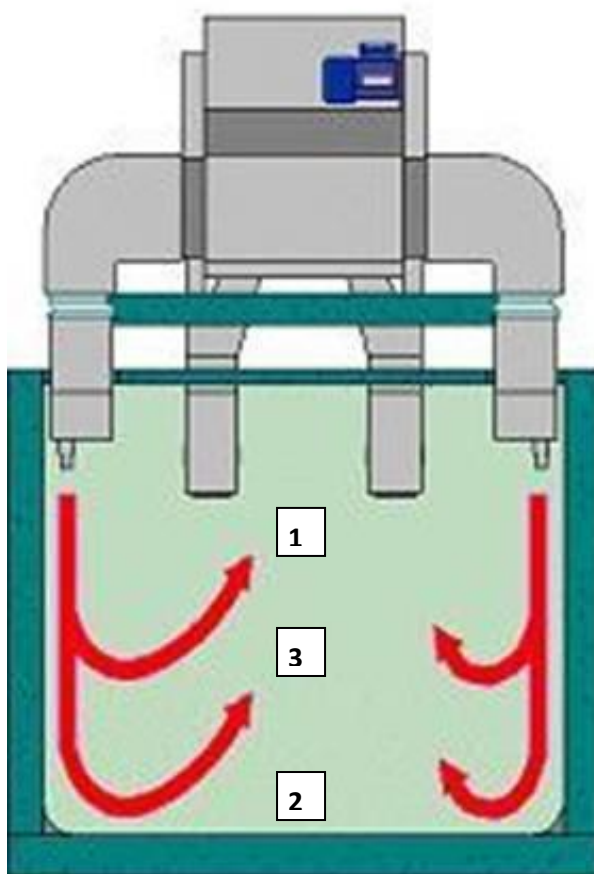


Figura 6. Diagrama esquemático das medidas de temperatura na parte superior, inferior e centro do produto nas estufas de cozimento.

Fonte: Verinox do Brasil

3.5 MEDIÇÃO DA PRESSÃO DE VAPOR NA REDE

Foi realizado um levantamento do fluxo de alimentação de vapor para cada estufa de cozimento para avaliar a possível correlação da variável quebra com a vazão de alimentação do vapor ao longo do cozimento. Para realizar esse levantamento partiu-se da tubulação central que direciona o vapor da caldeira até o setor das estufas. Após, essa tubulação é dividida em duas tubulações adjacentes que por sua vez realizam a alimentação das estufas. Uma dessas tubulações adjacentes realiza a alimentação do setor de estufas que está sendo avaliado. Baseado na direção de fornecimento de vapor foi possível relacionar a variável quebra com a posição de alimentação de vapor de acordo com a rede.

CAPITULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PROCESSO

A etapa inicial da implantação de um controle estatístico compreende a avaliação da estabilidade do processo em atender as suas especificações. Dessa forma, pelo histórico de dados coletados no processo foi realizada uma carta de controle conforme demonstra a figura 7.

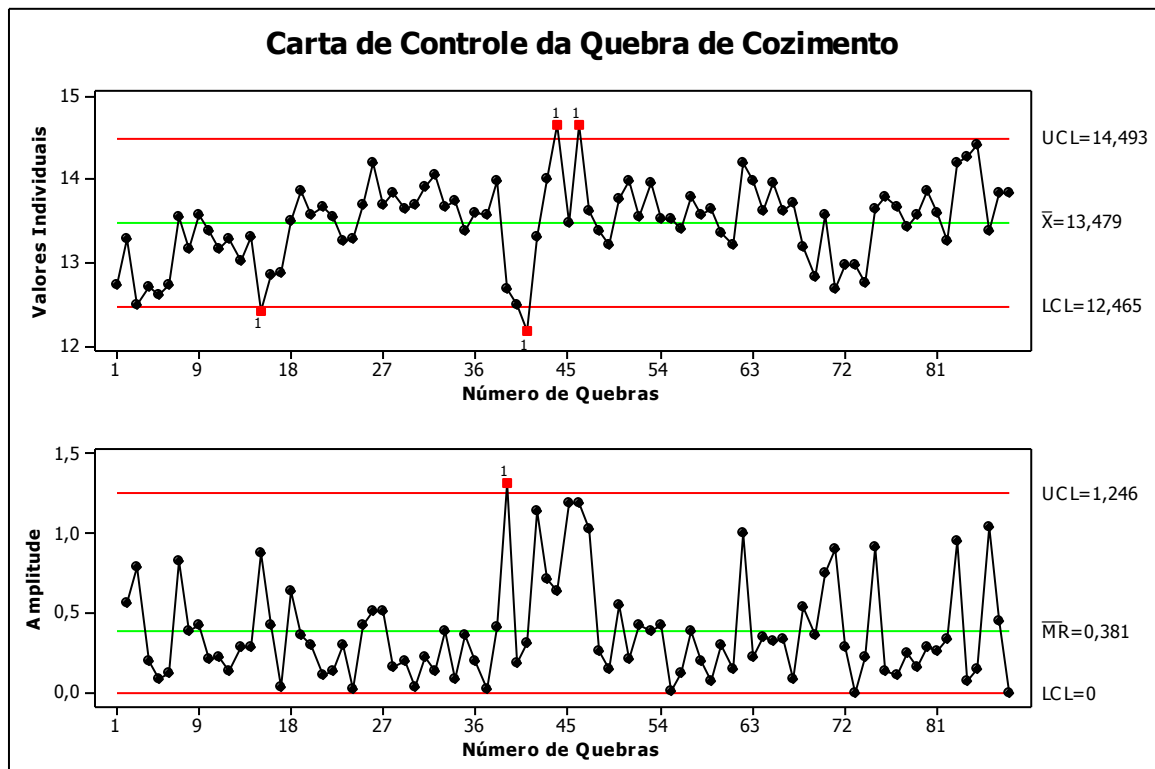


Figura 7. Carta de Controle da Quebra de Cozimento

É possível perceber através da figura 7 que o processo não é estável, o que é justificado pela presença de *outliers*, que são causas especiais e indicam prováveis anomalias no cozimento.

4.2 PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS

Na tabela 1 são mostrados os resultados obtidos através das leituras de condutividade, resistividade e difusividade para a linguiça cozida abordada no estudo.

Tabela 1. Propriedades termofísicas da linguiça cozida

Passo	Condutividade (Wm⁻¹°C⁻¹)	Resistividade (m°CW⁻¹)	Difusividade (mm²s⁻¹)
00	0,36	2,76	0,10
01	0,35	2,84	0,10
02	0,37	2,74	0,10
03	0,38	2,64	0,10
04	0,46	2,18	0,11
05	0,43	2,38	0,11
06	0,39	2,56	0,10
07	0,44	2,24	0,11
08	0,42	2,40	0,10
09	0,49	2,04	0,11
10	0,46	2,38	0,10
11	0,40	2,46	0,10

Pode-se perceber que não houve grandes oscilações nas propriedades termofísicas ao longo do processo de cozimento. Os valores de condutividade, resistividade e difusividade foram em torno de 0,39Wm⁻¹°C⁻¹, 2,33m°CW⁻¹ e 0,10mm²s⁻¹ respectivamente.

Marcotte (2005) realizou a medição das propriedades termofísicas de produtos cárneos ao longo do seu cozimento na faixa de 20° a 80°C onde os valores encontrados para condutividade térmica foram na faixa de 0,26 a 0,48Wm⁻¹°C⁻¹ o

que é possível correlacionar com os valores encontrados durante as medições do cozimento das linguiças cozidas que foi em torno de $0,39\text{Wm}^{-1}\text{°C}^{-1}$.

Fontana *et al* (2001) cita valores de difusividade térmica para produtos cárneos os quais podem variar de $0,108$ a $0,131\text{mm}^2\text{s}^{-1}$ o que vai ao encontro com as medidas de difusividade encontradas durante a medição ao longo do processo de cozimento que foram em torno de $0,10\text{mm}^2\text{s}^{-1}$.

4.3 VELOCIDADE DO AR E DA FUMAÇA DENTRO DA ESTUFA DE COZIMENTO

Foram determinadas as velocidades do ar na parte superior e inferior das estufas de cozimento tanto na velocidade classificada como lenta como na classificada como rápida. Foi realizada também a medição da velocidade de entrada da fumaça que é utilizada para o passo de defumação. Os dados estão dispostos na tabela abaixo.

Tabela 2. Medidas de velocidade do ar e da fumaça no interior da estufa

	Velocidade Ar (m/s)		Velocidade da fumaça (m/s)
	Superior	Inferior	
Rápida	16	2	2
Lenta	8	1	

Todas as estufas avaliadas apresentaram os mesmos resultados, não havendo diferença de medição em nenhuma estufa, tanto para velocidade do ar quanto na medição da velocidade da fumaça. Os dados encontrados são os mesmos dispostos no manual de operação das estufas de cozimento, os quais são recomendados pelo fabricante. As coletas de velocidade do ar foram divididas em velocidade rápida e lenta. A utilização da velocidade lenta ou rápida está relacionada com o programa de cozimento do produto sendo utilizada a velocidade lenta apenas na etapa específica de umidade, nas demais etapas utiliza-se a velocidade rápida.

4.4 COMPARATIVO DA QUEBRA DE COZIMENTO ENTRE AS ESTUFAS

Para iniciar a avaliação do processo de cozimento, é necessário realizar o comparativo de quebra de cozimento entre todas as estufas de cozimento, a fim de verificar se há diferença significativa entre elas para então determinarmos o tamanho da amostra. Para realizar esta avaliação será utilizada como variável resposta do teste a quebra de cozimento entre as estufas. Inicialmente, realiza-se o teste de normalidade para entender se o comportamento da quebra de cozimento em cada estufa é normal ou não normal conforme demonstrado nas figuras 8, 9, 10, 11 e 12.

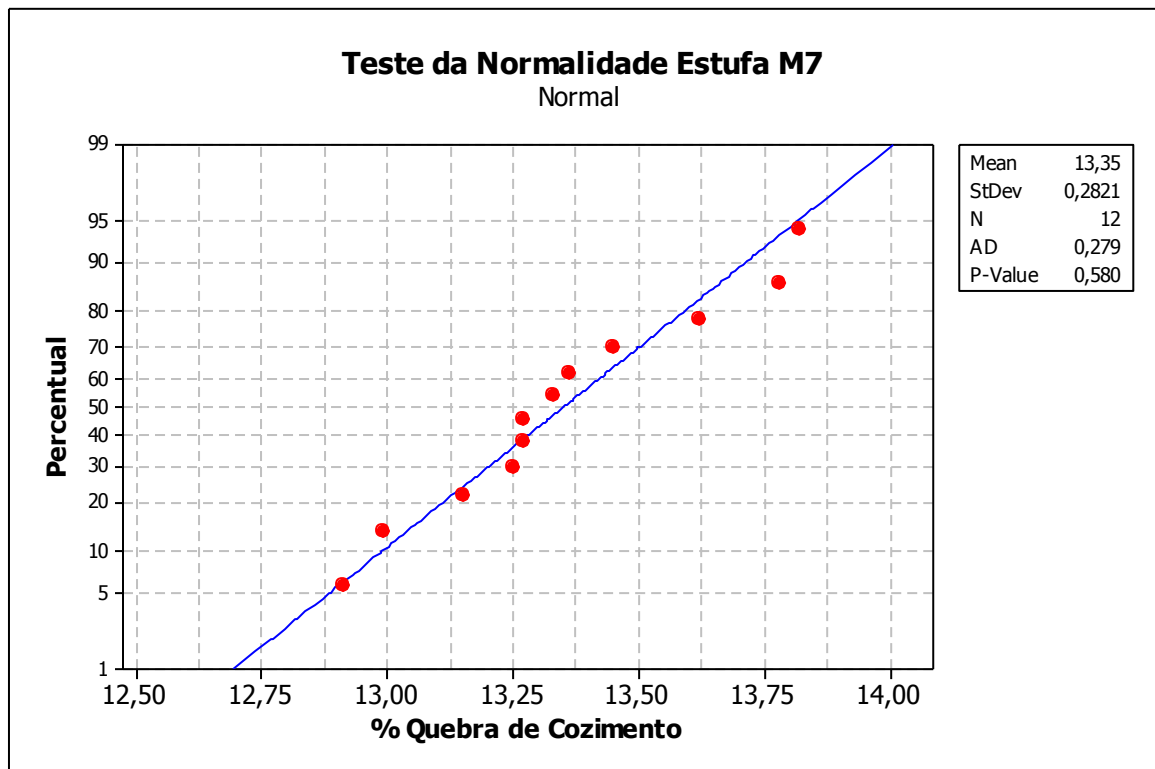


Figura 8. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M7.

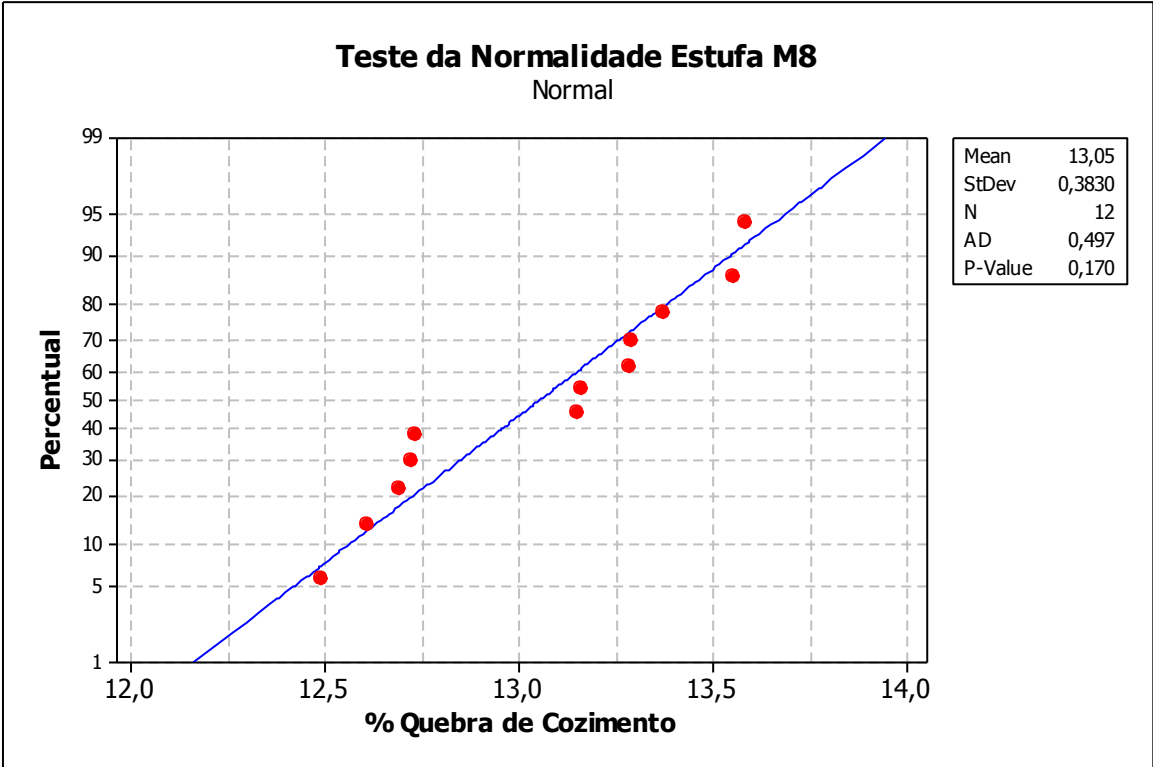


Figura 9. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M8.

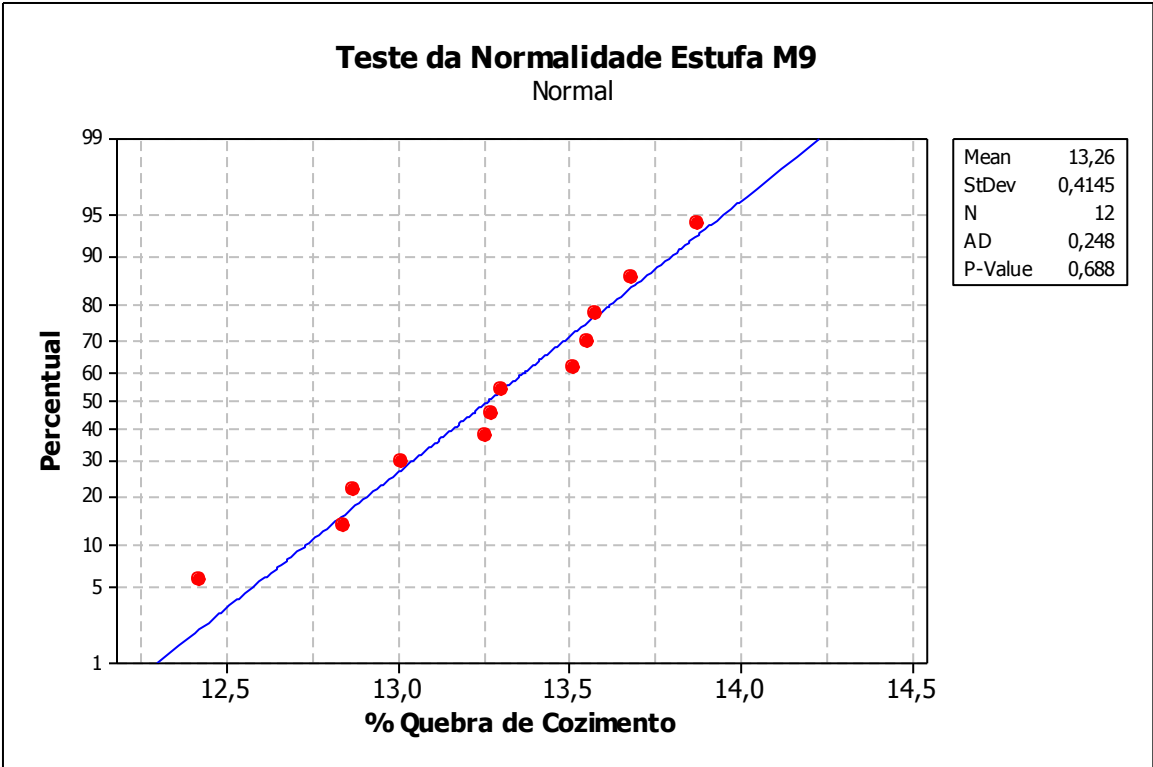


Figura 10. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M9.

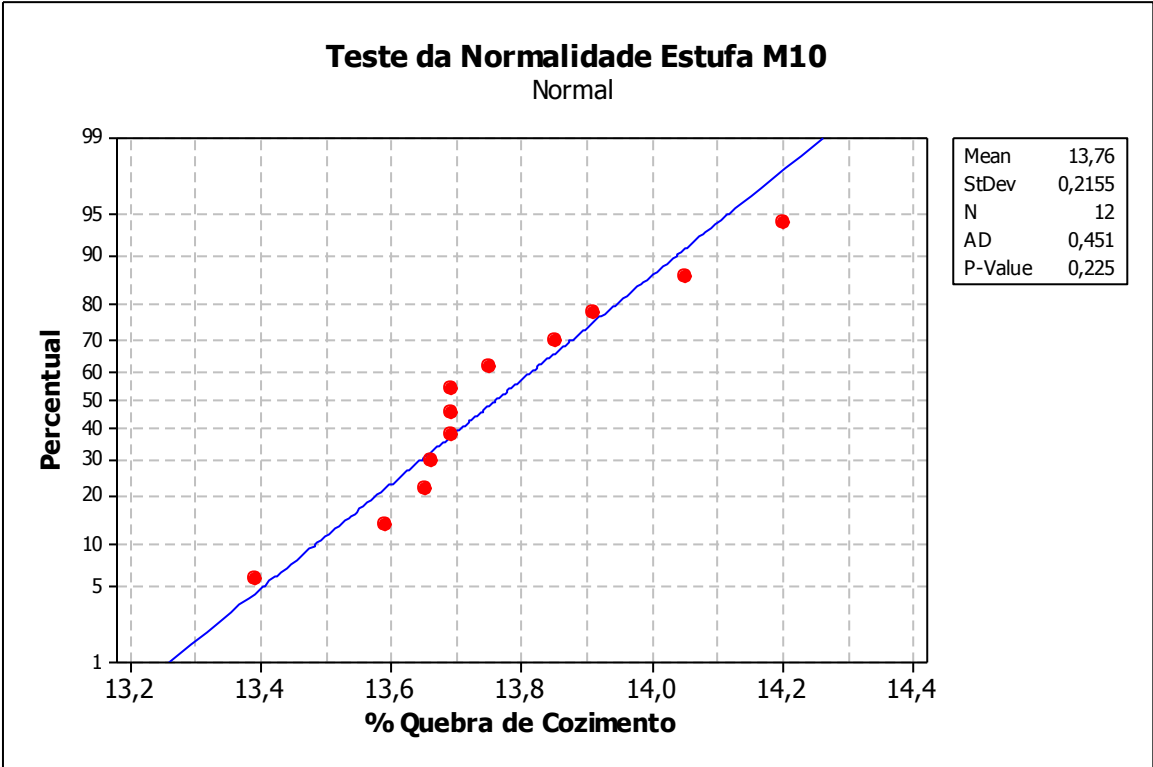


Figura 11. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M10.

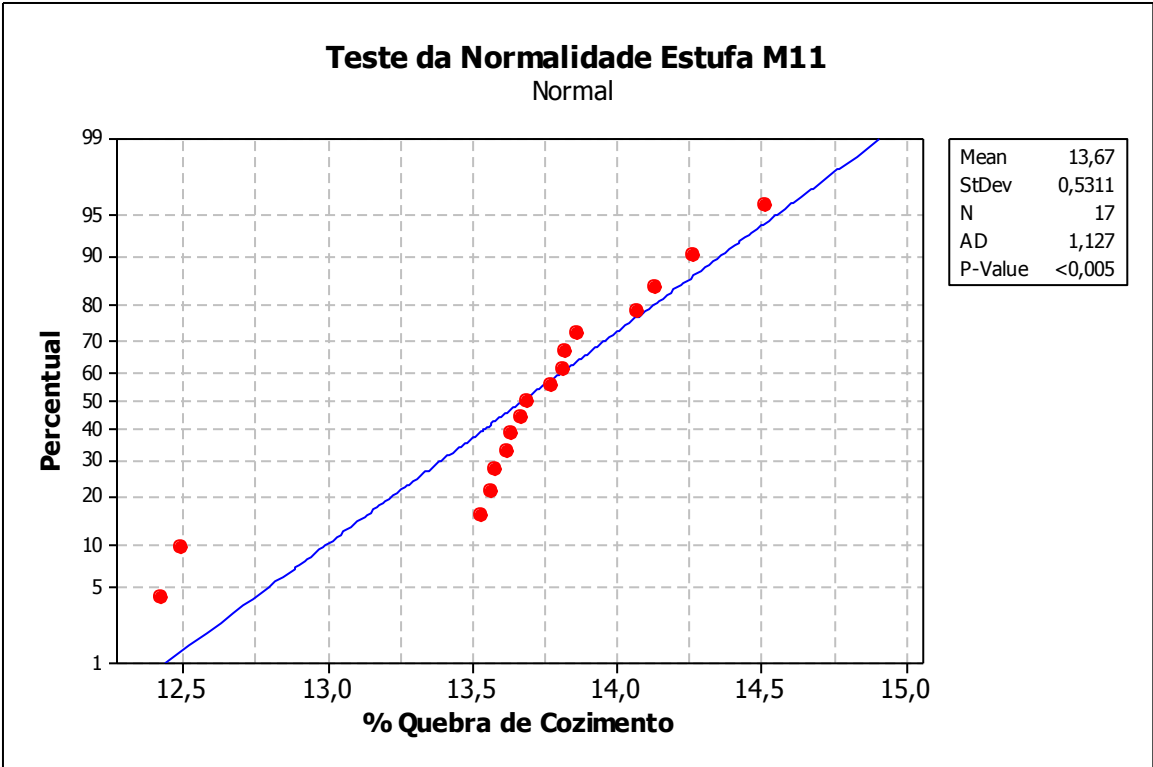


Figura 12. Teste da normalidade para a estufa de cozimento M11.

É possível perceber que apenas para a estufa M11 demonstrada pela figura 12 o comportamento não foi normal, nas demais estufas demonstradas pelas figuras 8, 9, 10 e 11 todas as estufas de cozimento apresentaram comportamento normal, ou seja, $p > 0,05$.

Após o teste da normalidade para cada estufa foi realizado o teste de variância no software Minitab 14.0 para avaliar se havia diferença significativa da quebra de cozimento entre as estufas. Nas figuras 13 e 14 foram realizadas as avaliações da quebra de cozimento entre as estufas para os níveis de confiança de 95% e 90% respectivamente.

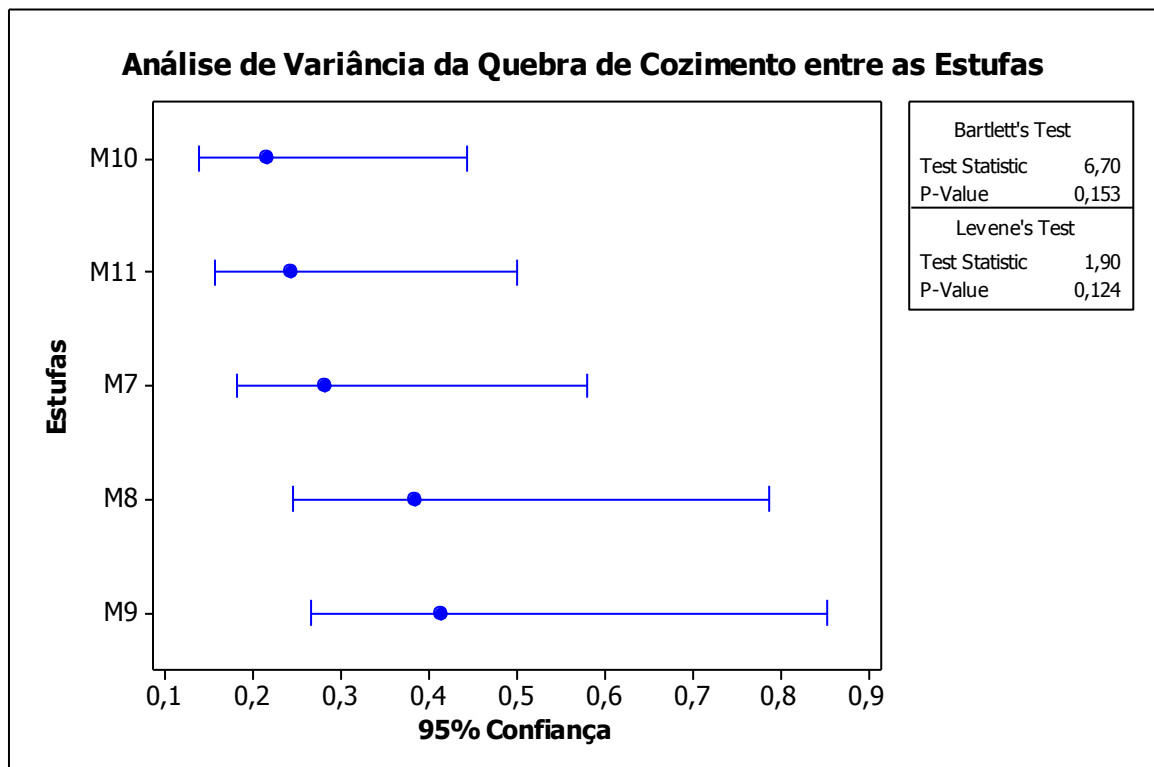


Figura 13. Análise de variância da quebra de cozimento entre as estufas para 95% de confiança.

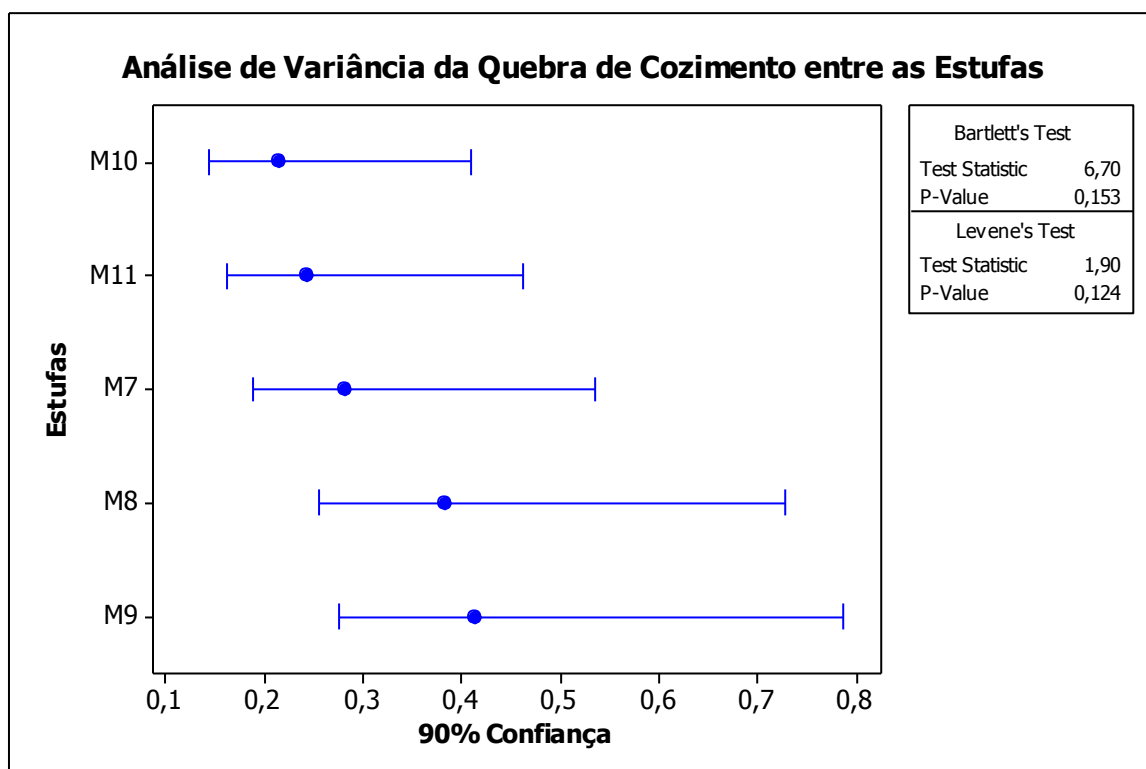


Figura 14. Análise de variância da quebra de cozimento entre as estufas para 90% de confiança.

Nas figuras 13 e 14, as linhas sobrepostas demonstram que não há diferença significativa na variância entre as estufas, confirmada pelo valor de p, que tanto no teste de Bartlett (para dados normais) como no teste de Levene (para dados não normais), é maior que 0,05 seja para 95% de confiança ou mesmo 90%.

4.5 PERFIL DE TEMPERATURA

Como não houve diferença significativa da quebra de cozimento entre as estufas avaliadas, foi considerada uma das estufas como amostra para ser realizado a avaliação do perfil de temperatura ao longo do processo de cozimento (no caso a estufa M9). Essa medição foi realizada utilizando um equipamento denominado Data Trace o qual realizava a medição a cada minuto da temperatura na parte superior e inferior da estufa bem como no centro do produto conforme demonstra a figura 15.

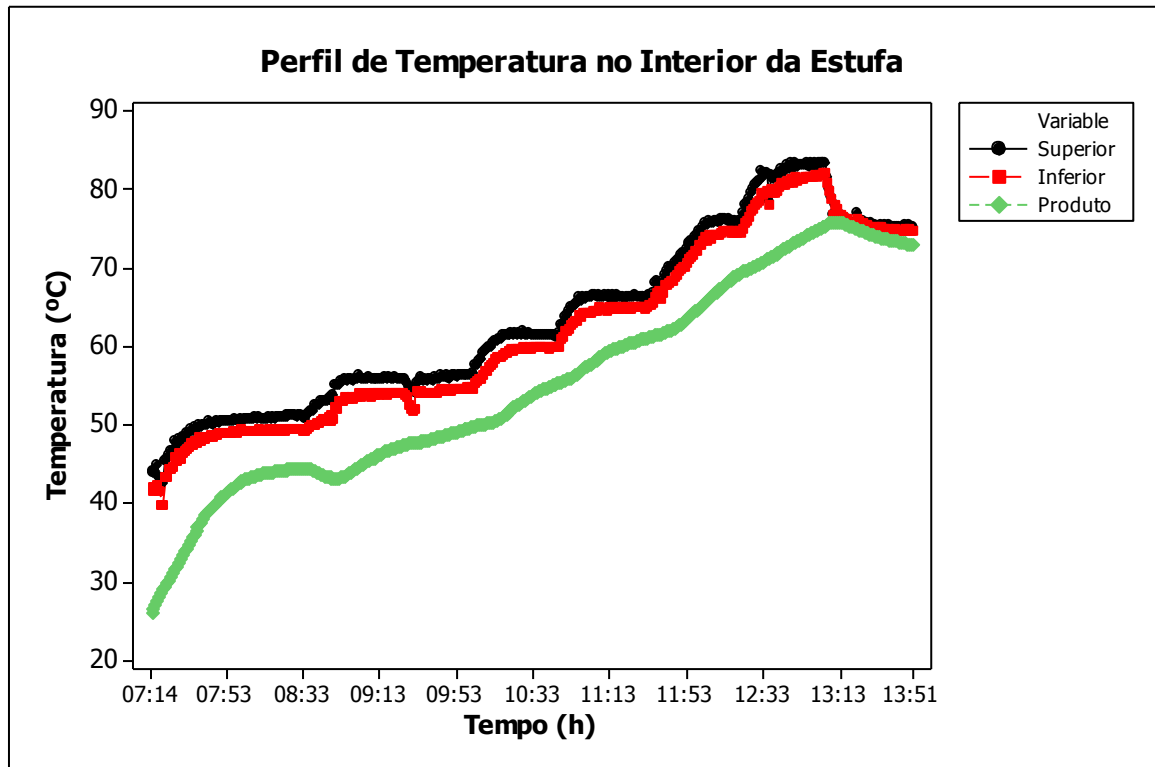


Figura 15. Perfil de temperatura no interior da estufa ao longo do cozimento.

Para avaliar se havia diferença significativa de temperatura na parte superior e inferior da estufa foi realizado o teste de variância no software Minitab 14.0 para os níveis de confiança de 95% e 90% respectivamente conforme figuras 16 e 17.

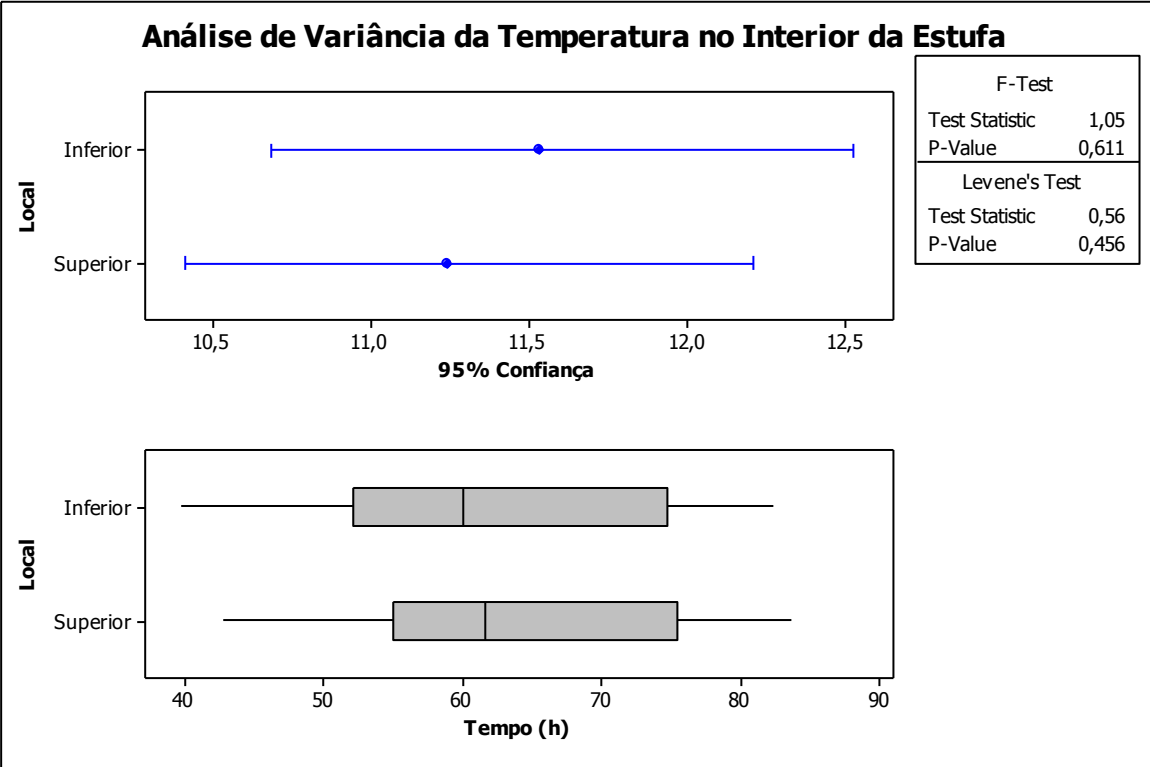


Figura 16. Análise de variância da temperatura entre os níveis no interior da estufa para 95% de confiança.

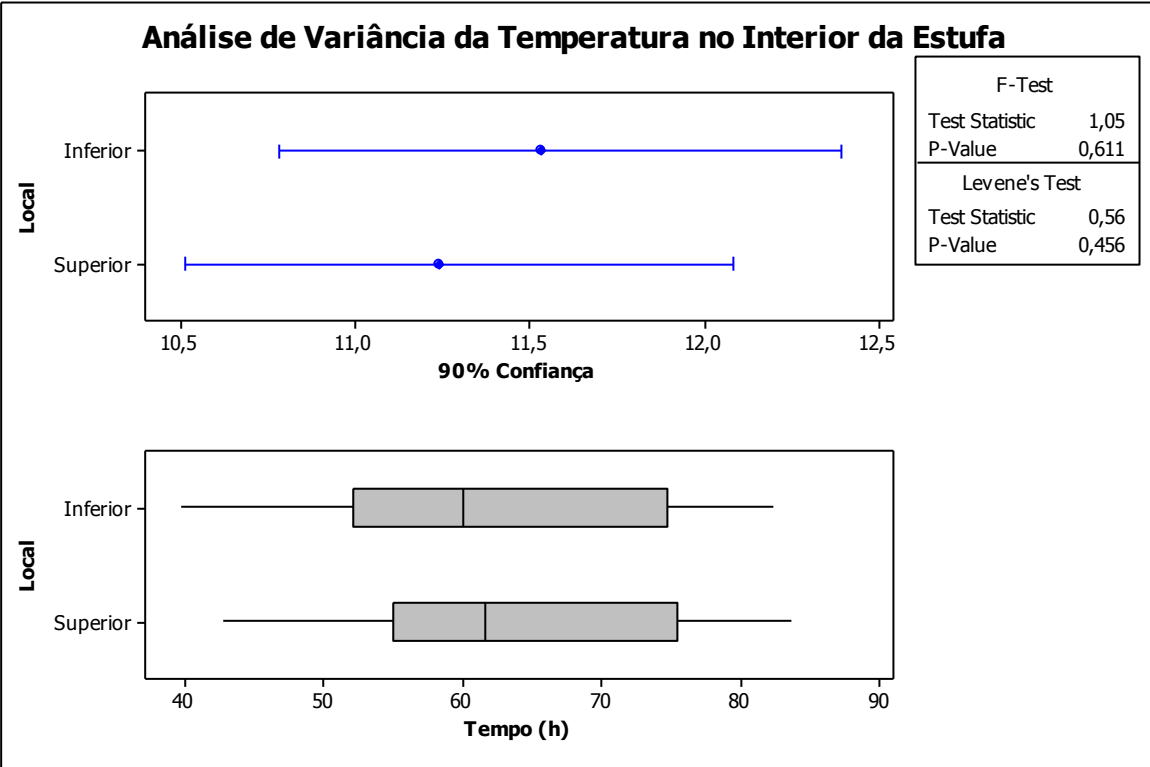


Figura 17. Análise de variância da temperatura entre os níveis no interior da estufa para 90% de confiança.

Pode-se perceber através do gráfico de *boxplot* uma pequena variabilidade entre o topo e a base da estufa de cozimento, porém, pelas linhas sobrepostas e pelo valor de $p > 0,05$, pode-se concluir que não há diferença significativa entre os níveis do interior da estufa tanto para 95% de confiança quanto para 90%.

4.6 PRESSÃO DE VAPOR NA REDE

Como não houve variação significativa da temperatura dentro de uma mesma estufa foi avaliada a quebra de cozimento comparado com o fluxo de alimentação de vapor para as estufas.

O fluxo de alimentação de vapor para as estufas de cozimento segue uma sequência iniciando a linha de entrada de vapor na estufa de cozimento M11 até a estufa M7, conforme seta indicada na figura 18.

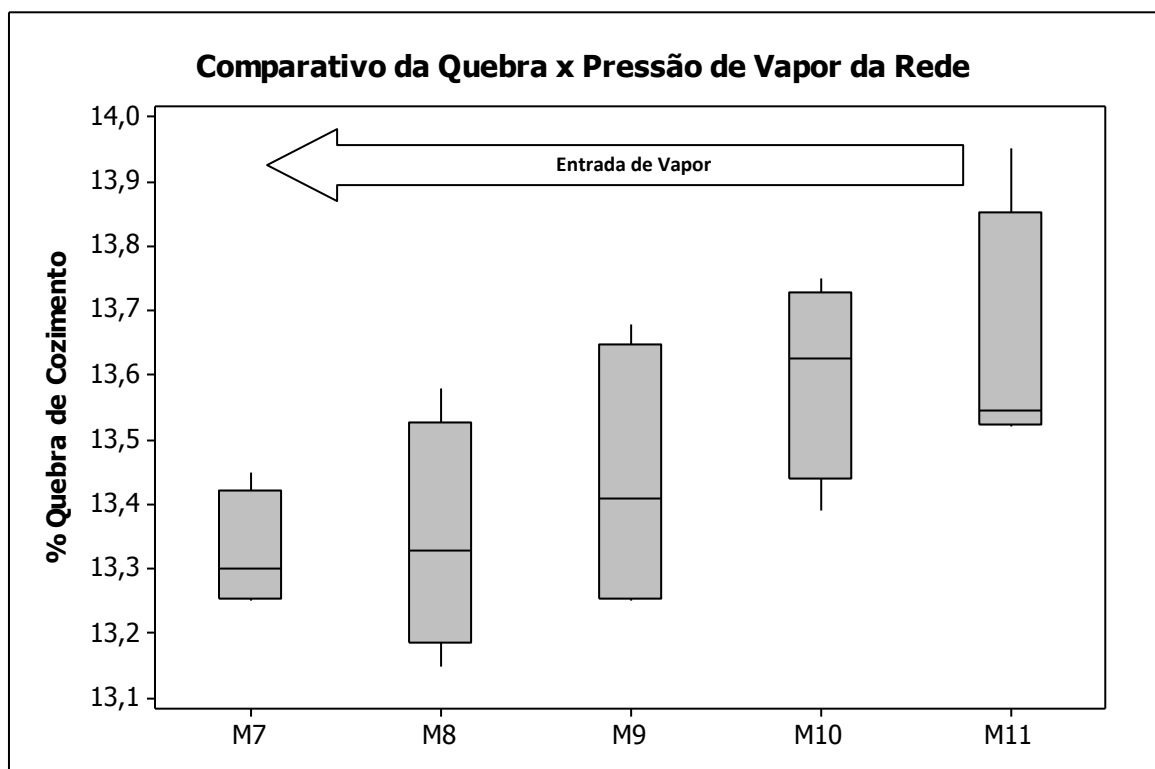


Figura 18. Comparativo da quebra de cozimento e pressão de vapor na rede.

É possível perceber através da figura 18 que para um mesmo tempo de cozimento obtivemos quebras de cozimento com variações diferentes. Essas diferenças podem ser justificadas pela deficiência no abastecimento de vapor ao longo do processo de cozimento.

4.7 PLANO DE AÇÃO

Através dos resultados obtidos do processo de cozimento, foi elaborado um plano de ação para redução da variabilidade da quebra de cozimento das estufas mesmo que os seus resultados não apresentaram uma diferença significativa entre si. Foi inserido no plano de ação um controle da pressão de alimentação de vapor da rede com definições de parâmetros de alimentação. Como algumas ações demandam elevado custo e tempo de implementação, a equipe definiu ações de contenção até que soluções definitivas sejam implementadas.

4.8 VERIFICAÇÃO

Após a implantação das ações no processo foi possível atingir uma redução de 0,27% na quebra de cozimento entre as estufas. Antes da implantação das ações tínhamos uma quebra média de 13,47% e após essa quebra gira em torno de 13,20%. O comportamento da quebra de cozimento e a redução da variabilidade entre as estufas são demonstrados na figura 19.

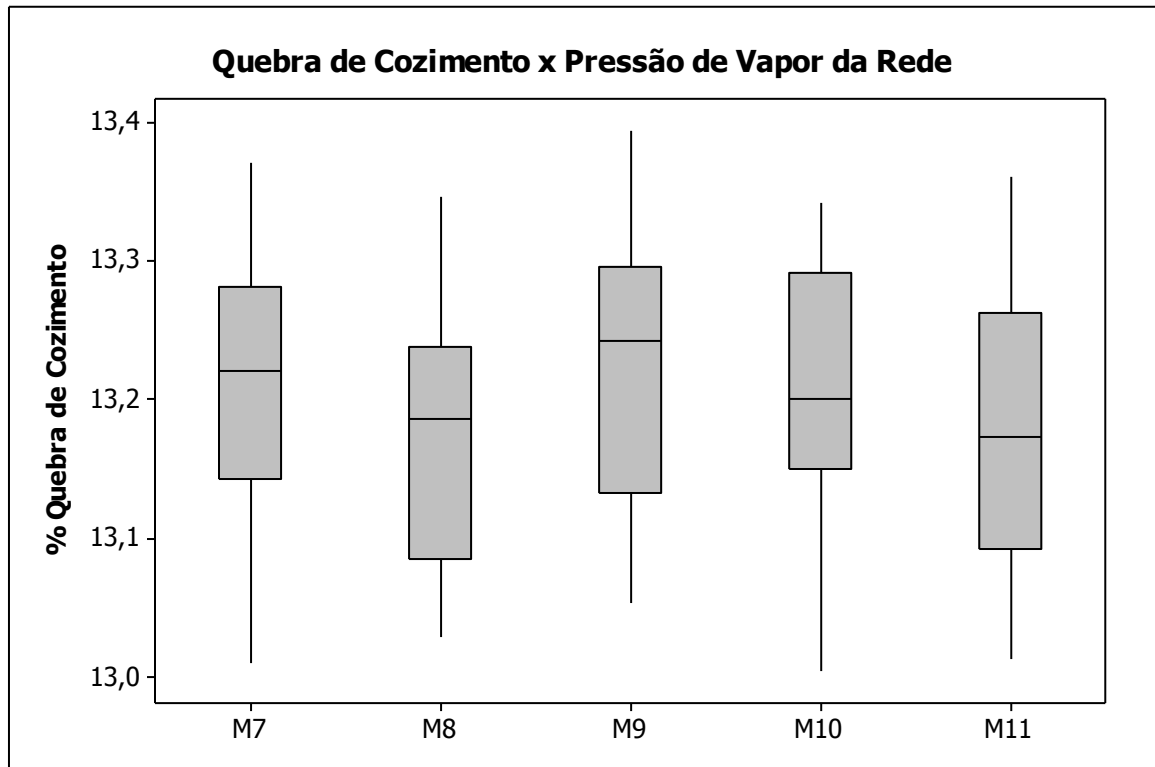


Figura 19. Comparativo da quebra de cozimento e pressão de vapor na rede após plano de ação.

Além da redução da variabilidade da quebra entre as estufas de cozimento, foi possível atingir a estabilidade do processo, o qual é evidenciado pela ausência de causas especiais na carta de controle demonstrada na figura 20.

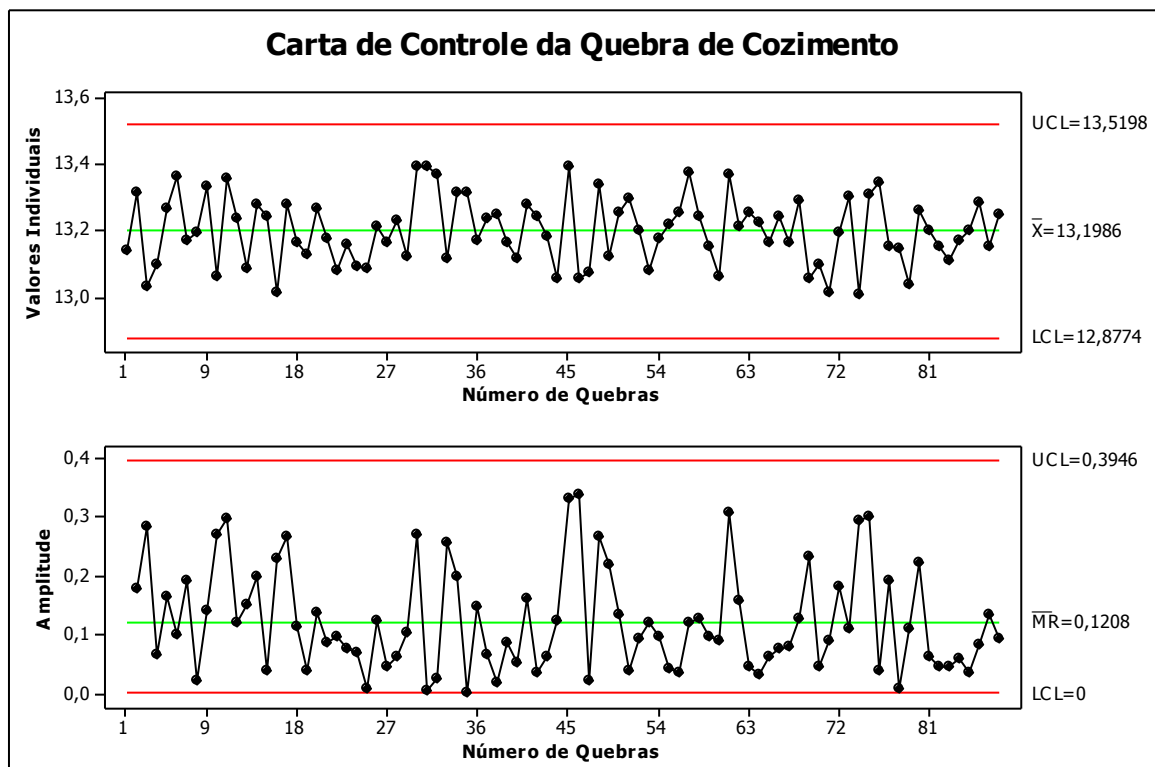


Figura 20. Carta de Controle da Quebra de Cozimento após tomada de ações

CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desse trabalho foi demonstrar que através de uma análise detalhada do processo de cozimento e com o auxílio das ferramentas estatísticas é possível encontrarmos a causa de um problema e assim propor ações corretivas.

Essa avaliação é possível graças ao CEP, que é uma importante ferramenta, tanto para controlar um processo que está fora de controle, como também para manter um processo que já esteja sob controle.

Essa metodologia envolve todos aqueles que trabalham na empresa, os quais precisam ter sempre em mente a importância da confiabilidade dos dados que cada um gera e que, as melhorias só são possíveis com dados e estes são conseguidos com as ferramentas certas, tais como as que foram apresentadas neste trabalho.

A partir desses conceitos, este trabalho buscou destacar a importância de se ter um controle estatístico de processos e a partir dele poder controlar o processo de forma a atender às necessidades da empresa.

Para que a pesquisa fosse viabilizada, o primeiro passo foi definir em qual área seria aplicado o estudo. Assim, optou-se pela área de cozimento por ser, dentro todas as outras áreas, umas das que mais possuem variáveis atuando e a variável escolhida foi a quebra de cozimento ou também conhecida como perda de peso. Assim, foi detalhado o processo de cozimento e levantados os dados referentes às variáveis com interferência direta.

Na primeira fase de coleta dos dados, concluiu-se que não havia diferença significativa da quebra de cozimento entre as estufas podendo ser considerado uma das estufas como amostra e realizar as demais análises.

Foi possível observar que o sucesso da implantação de ferramentas, está diretamente vinculado ao comprometimento de todos os membros da equipe que devem estar sempre focados em um único objetivo que é o cumprimento do resultado esperado de cada tarefa.

Assim, o trabalho atingiu os objetivos propostos na medida em que a implantação do CEP trouxe a demonstração de que é possível melhorar a qualidade utilizando-se algumas ferramentas, e, mais ainda, o trabalho levantou e transformou os dados relativos ao processo produtivo, gerando informações referentes às limitações, dificuldades, problemas e possibilidades de melhoria, provando serem as

ferramentas do CEP alternativas viáveis para o melhoramento contínuo da qualidade.

Não se pode esquecer que as aplicações de técnicas estatísticas necessitam sempre de um aprendizado contínuo, pois a partir do momento que se conhece o processo, a ele associa-se o esforço para a implantação de ferramentas que trarão melhoria e a obtenção de resultados que contribuam para o sucesso do projeto.

5.1 SUGESTÕES PARA A EMPRESA

Neste trabalho foram analisados, apenas dados referentes a quebra de cozimento final do processo. No instante em que a aplicação e a implantação do CEP, nessa fase do processo, mostrar ganho, sugerem-se a implantação do CEP em outras etapas e/ou fases da cadeia produtiva.

Seria interessante, por parte da empresa, adquirir um sistema de armazenamento de informações ao longo do processo de cozimento para que seja possível avaliar a variabilidade e dessa forma, ser possível tomar medidas corretivas imediatas para reduzir ainda mais a variabilidade da quebra de cozimento seja entre as estufas de cozimento como também dentro de uma mesma estufa.

O treinamento e a capacitação do pessoal se fazem sempre necessários, abrangendo desde os operadores que realizam as anotações, digitação dos resultados do processo e controle do cozimento dos produtos além dos supervisores de produção que realizam o controle do processo como um todo. Esse treinamento deve ser focado em controle de processo, ferramentas da qualidade e noções básicas de técnicas estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOBIO, Florinda O; BOBIO, Paulo A. **Introdução à Química de Alimentos**, 2ªed. Livraria Varela. São Paulo, 1995.
- BRASIL. Ministério da Saúde, ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de linguiças**. Disponível em www.anvisa.gov.br. Acessado em: Dezembro de 2010.
- CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 5ª Edição. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CORETTI, K. **O desenvolvimento da indústria de tripas**. Revista Nacional da Carne. São Paulo, n. 245, p. 49, 1997.
- DAVIS, M.M., AQUILANO N.J., CHASE R.B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª Edição. Porto Alegre, Bookman Editora, 2001.
- EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo. Atheneu, 2ªed.2001
- FARIAS, J. C. A ISO 9000:2000 e o CEP. **Revista Controle da Qualidade**. São Paulo, Editora Banas, Agosto/2001.
- FONTANA, A. J.; WACKER. B.; CAMPBELL, C. S.; CAMPBEL, G. S. **Simultaneous Thermal Conductivity, Thermal Resistivity, and Thermal Diffusivity Measurement of Selected Foods and Soils**, 2001.
- GIUNTINI, Elina; LAJOLO, F.M; MENEZES, E.W. **Potencial de fibra alimentar Em países ibero-americanos:alimentos, produtos e resíduos**. Archivos latino americanos de nutricion. Vol. 53 No 1, 2003
- GONÇALVES, José R. **Classificação de Embutidos Cárneos**. In: LEMOS, Ana; YAMADA, Eunice. **Princípios do Processamento de Embutidos Cárneos**. Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes – ITAL, 2002. Cap.1,p.3
- HARRINGTON, J. **Aperfeiçoando Processos Empresariais**. São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda e Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993.
- HRADESKY, J. L. **Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade. Guia prático para implementação do controle estatístico de processo – CEP**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
- HULLBERG, A.; LUNDSTROM, K. **The effects of RN genotype and tumbling yield in cured smoked pork loins**. *Meat Science*, v. 67, p. 409-419, 2004.
- ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total (à maneira japonesa)**. 6ª Edição. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1993.

JURAN, J. M. **Planejando para a Qualidade**. 3ª Edição. São Paulo, Livraria Editora Pioneira, 1995.

MACIEL, Josiane. **Avaliação da Composição Mineral de Embutidos Cárneos: Linguças Cozidas**. Concórdia, 2006.

MARCOTTE, M. **Propriedades Termofísicas**. Food Research and Development Centre, 2005.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 3 rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M.; JARDIM, D. C. P.; SADAHIRA, M. S. **Thermophysical properties of tropical fruit juices**. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 1, n. 1-2, p. 70-76, 1998.

MOURA, S. C. S. R. M.; FRANÇA, V. C. L.; LEAL, C. B. L., **Propriedades termofísicas de soluções modelos similares a sucos – Parte I**. *Ciência Tecnologia Alimentos*, v. 23, n. 1, Campinas, Jan.-Abr. 2003.

OLIVO, Rubison; OLIVO, Nilson. **O mundo das carnes**. 3ª ed. Criciúma: editora do autor, 2006.

OLIVO, Rubison. **A Fórmula da saúde**. In: PARMIGIANI, Patrick ;TORRES, Ricardo. *Revista Nacional da Carne* Janeiro/2007 nº 359. pág 37.

OLIVO, Rubison; SHIMOKOMAKI, Massami. **Carnes: No caminho da Pesquisa**. 2.ed. Cocal do Sul: Imprint, 2002.

PAESES, C, CATEN, C, RIBEIRO, J.L. **Aplicação da análise de variância na implementação do CEP**. In: XVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998, Niterói. Anais (em CD ROM).

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Niterói, Goiânia, Editora da UFG, p. 109, 1996.

PARDI, Miguel C.; SANTOS,Lacir F.et al.. **Ciencia, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2.ed.Goiânia.1994.

PEREDA, J.A.O: RODRIQUEZ, M.I.C; ÁLBAREZ, L.F; SANZ, M.L.G; MINQUILLÓM, G.D.G.F; PERALES. L de la H; CORTECERO, M.D.S; **Tecnologia de Alimentos**. v. 1. Porto Alegre, Artmed Editora, 2005.

RECEITAS PRA VOCÊ. Disponível em <<http://receitaspravoce.com>>. Acessado em: 02/02/2011

RODRIGUES, Frorisval, A., **Tecnologia dos produtos cárneos**. Centro de tecnologia da carne, ITAL, Campinas, São Paulo, 1978.

ROÇA, Roberto. **Tecnologia de carnes e derivados: apostila técnica**. São Paulo: Universidade Estadual de São Paulo, 2000.

ROZENFELD, H. **A fábrica do futuro**. São Paulo: Banas, 1999.

SCHOLTES, P. R. **O verdadeiro TQM**. HSM Management. São Paulo, v.6, ano 2. Frame Editores, 1998.

SHEWHART, W. A. **Application of Statistical Method in Mass Production**. Proceedings of the Industrial Statistics Conference Held at Massachusetts Institute of Technology. Sept 8-9, New York: Pitmar Publishing, 1938.

SHIMOKOMAKI, Massami, et., al., **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**, Varela, São Paulo, pg. 18 à 21, 2006.

SILVA, João A., **Tópicos da tecnologia de alimentos**, Varela São Paulo, pg. 219, 2000.

SINGH, R. P.; HELDMAN, D. R. **Introducción a la Ingeniería de los alimentos**. Zagaroa: Aribia, 1998, 544p.

SLESINSKI, M.J.; SUBAR, A.F.; KAHLE, L.L. **Trends in use of vitamin and mineral supplements in the United States: the 1987 and 1992**. National Health Interview Surveys. Journal of merican Dietetic Association, v. 95, n.8, p. 921-923, 1995.

TERRA, Nelcindo N. **Apontamento sobre Tecnologia de Carnes**. Editora Unisinos, 2000; São Leopoldo.

VERINOX DO BRASIL. Disponível em: < <http://www.verinoxdobrasil.com.br>>. Acessado em: 02/02/2011.

WERKEMA, M.C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Volume 2. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1995.