

A importância do tratamento térmico adequado em produto alimentício industrializado e acondicionado em embalagem *pouch*

Lucas Arthur Rodrigues, INVENSYS

Rubens Gedraite, CEUN-IMT

Leo Kunigk, CEUN-IMT

Ricardo Calvo Costa, CEUN-IMT

RESUMO: Neste trabalho apresenta-se uma abordagem da importância da esterilização de produto alimentício industrializado, pronto para consumo, à base de feijão, com a utilização de embalagem flexível - multicamadas do tipo pouch - que busca atender às necessidades da vida prática e moderna. Todos os ingredientes, ainda crus, foram adicionados à embalagem, que foi posteriormente selada e submetida à esterilização em autoclave tipicamente usada na indústria alimentícia. A autoclave foi validada, e os resultados obtidos apresentaram boa repetibilidade. A temperatura da autoclave foi mantida constante, mediante o emprego de sistema de controle automático. O cálculo da esterilização alcançada foi realizado; o produto final apresentou-se comercialmente estéril e, portanto, seguro para consumo.

ABSTRACT: It has been studied in this project the development of a bean product, ready to be consumed, packed in multilayer flexible pouch package that seeks to be part in the modern life. First of all, the ingredients have been put in packages, still raw. Next steps include the sealing of the package, the retort sterilization and validation. The tests with the retort were maintained constant during all the thermal processing. This fact is important to realize the heat penetration study. The product developed in this job is adequate to human consumption and do not cause harmful to human health.

PALAVRAS-CHAVE: Feijão pronto para consumo; Embalagem pouch.

KEY-WORDS: Beans ready to be consumed; Pouch package.

1. Introdução

A dinâmica da vida moderna exige soluções práticas e seguras em relação à necessidade de tornar o processo de preparo dos alimentos mais rápido, de forma que se possam compatibilizar qualidade de alimentação e rapidez no preparo e ou oferta do produto à mesa.

Cada vez mais as pessoas estão conscientes de que a opção por *fast food* compromete em médio e longo prazos a saúde individual, no entanto a escassez de tempo para se dedicar ao preparo do alimento, nutricional e biologicamente seguro, obriga, na maioria das vezes o indivíduo a continuar optando por soluções alimentares que priorizem o “ganho de tempo”, deixando a questão da saúde para ser abordada mais tarde, “quando o problema surgir”.

Essa constatação transforma a questão da alimentação num problema de saúde coletiva, problema que exige a convergência de muitos olhares, principalmente dos centros de pesquisa, em busca de soluções que aliem a oferta de alimentos industrializados, microbiologicamente seguros, e que mantenham preservada a maior parte possível de seus princípios nutricionais.

Neste trabalho teve-se por objetivo desenvolver um produto alimentício industrializado pronto para consumo, cujas principais características são: a facilidade de preparo, perda mínima das qualidades nutricionais do produto e uma vida-de-prateleira suficientemente longa. Foi escolhido o feijão carioquinha, por se tratar de um alimento que faz parte do cardápio diário do brasileiro, requerendo, porém, um longo período de preparo.

O desenvolvimento do produto acondicionado em embalagem *pouch* tem, como vantagens, a praticidade e rapidez de preparo e longa vida-de-prateleira que se devem ao fato de ele ser esterilizado adequadamente, estar acondicionado em embalagem que apresenta barreira à permeabilidade da luz e do oxigênio, o que minimiza a perda das características organolépticas do produto.

2. Metodologia Empregada

Para o desenvolvimento do produto alimentício estudado neste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: **(i)**- embalagem *pouch*; **(ii)**- feijão carioquinha; **(iii)**- cebola; **(iv)**- alho; **(v)**- louro em pó; **(vi)**- glutamato monossódico; **(vii)**- água e **(viii)**- sal (cloreto de sódio). Adicionalmente, foram usados os seguintes equipamentos: **(x)**- autoclave estacionária equipada com sistema de controle automático; **(xi)**- estufa elétrica; **(xii)**- seladora para embalagem *pouch*; **(xiii)**- caldeira para a produção de vapor de água; **(xiv)**- termopar tipo K; **(xv)**- sensor de temperatura *stand alone* do tipo *DATA TRACE*; **(xv)**- balança analítica e **(xvi)**- cestos para acondicionamento das embalagens.

No diagrama de blocos apresentado na Figura 1, mostram-se as etapas observadas no preparo do produto alimentício, objeto de estudo neste trabalho (KORKE e ZUCCHINI, 1989).

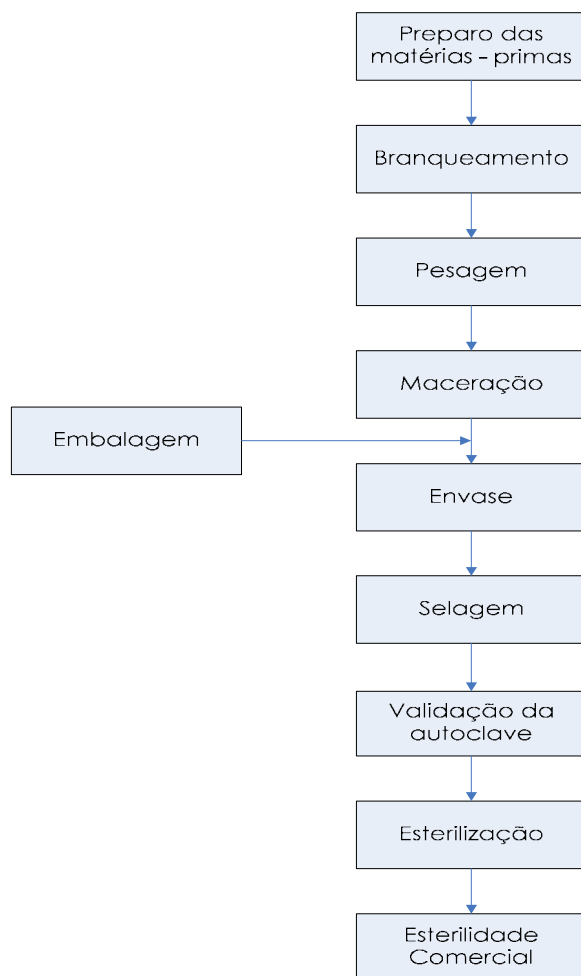


Figura 1. Diagrama de blocos com as principais etapas envolvidas na produção do alimento em estudo.

O preparo das matérias-primas consistiu no preparo da salmoura, com a mistura da água, do sal e do glutamato monossódico. Na sequência, o paio foi fatiado, e a cebola e o alho adicionados após serem picados.

A seguir, os grãos do feijão foram selecionados e encaminhados para o branqueamento. Nesta etapa, os grãos ficaram imersos em água a 90 °C, de 3 a 5 minutos. A seguir foram resfriados com água na temperatura ambiente. Esta etapa foi fundamental para a eliminação não só de gases existentes ao redor dos grãos, que poderiam ser isolantes na transferência de calor durante a esterilização, como também de algumas substâncias existentes na casca, tais como tanino e ácido fítico. O tanino dificulta a digestão, pois interage com algumas enzimas digestivas impedindo que tenham ação. O ácido fítico é fonte de energia para alguns microrganismos da flora intestinal, que fermentam e produzem gases (TERRA, 1991). O branqueamento é também responsável pela maceração do feijão, ou seja, os grãos incorporam água com a finalidade de amolecê-los e, assim, facilitar o cozimento.

Foram realizados três testes de maceração para se verificar a quantidade de água absorvida. No primeiro teste, os grãos ficaram imersos em água em temperatura ambiente e a cada hora foi medida a absorção de água até completar 6 horas. Observou-se que a quantidade de água absorvida na primeira hora foi igual a 60,87%. Com base nos trabalhos de KORKE e ZUCCHINI (1989), constatou-se que havia possibilidade de se executar a maceração em água fervente por 2 minutos, e obter-se uma absorção de 14,5% de água. Foi realizado, então, o terceiro teste, equivalente ao processo de branqueamento, na temperatura de 90 °C durante 5 minutos, e observou-se que a absorção de água foi de 37,39%.

O envase foi realizado manualmente, seguindo as boas práticas de fabricação, não sendo necessariamente asséptico, uma vez que o produto foi esterilizado posteriormente.

A etapa de selagem foi muito importante, pois deveria garantir que a embalagem estivesse hermeticamente fechada e, portanto, não ocorresse troca de gases com o ambiente externo nem perda de produto. O excesso de ar foi retirado para minimizar a resistência térmica durante a transferência de calor. **Observação:** é fundamental que a área a ser selada esteja isenta de qualquer resíduo sólido ou líquido, para que haja uma selagem perfeita e segura.

A validação da autoclave foi feita com a finalidade de se verificar se a temperatura se manteve constante e uniforme em todos os pontos do cesto de acondicionamento da embalagem do produto alimentício no interior da autoclave.

A etapa de esterilização é vital para evitar que o produto alimentício cause danos ao consumidor. Para a realização do cálculo de esterilização foram estudados os microrganismos possíveis de estarem presentes no feijão e nos ingredientes. Os microrganismos possíveis são: *Bacillus Stearothermophilus* e *Clostridium Sporogenes*.

O *Bacillus Stearothermophilus* é um microrganismo que pode conferir sabor azedo ao produto. Para combater esse microrganismo adotam-se usualmente os seguintes parâmetros no processo de esterilização: $D = 5,0$ minutos; probabilidade de falha de 10^3 e $F_0 = 15$ minutos (LEONHARDT, 2003).

O *Clostridium Sporogenes* é um microrganismo que pode causar o estufamento pútrido. São microrganismos putrefativos ou também proteolíticos que decompõem proteínas com subsequente produção de compostos mal cheirosos como o H_2S e a amônia, entre outros (FRANCO & LANDGRAF, 2002). Para esse microrganismo são usualmente adotados os seguintes parâmetros no processo de esterilização: $D = 1,5$ minuto; probabilidade de falha 10^5 e $F_0 = 7,5$ minutos (LEONHARDT, 2003).

Considerando-se que o *Bacillus Stearothermophilus* apresenta uma resistência térmica maior em comparação ao *Clostridium Sporogenes*, aquele foi escolhido como microrganismo-parâmetro para o tratamento térmico.

É importante ressaltar o fato de que o tempo de esterilização não é suficiente para o cozimento dos grãos do feijão, por isso foi preciso exceder o tempo de processamento até atingir o cozimento necessário.

A esterilização foi realizada em autoclave estacionária e as embalagens, acondicionadas num cesto apropriado, como se demonstra na Figura 2.



Figura 2. Autoclave estacionária utilizada nos testes

A primeira etapa do teste de esterilidade comercial foi feita para o lote completo, quando todas as embalagens foram expostas à temperatura de 35°C (temperatura ótima para o crescimento do *Clostridium Sporogenes*) por 10 dias. Posteriormente, foi verificada a integridade das embalagens, ou seja, se alguma embalagem apresentou estufamento. Em caso positivo, o lote teve de ser descartado (SARANTOPOULOS e OLIVEIRA 2001).

Na segunda etapa foram usadas as ampolas de STERIKON® no interior das embalagens para atuar como bio-indicador da presença do *Bacillus Stearothermophilus*. As embalagens foram incubadas a 55°C durante três dias. Após esse período, as embalagens foram abertas para se verificar se houve alteração de cor das ampolas, de violeta (cor da ampola antes da esterilização) para o amarelo. Caso fosse verificada a mudança de coloração, haveria fortes indícios de que ocorreria crescimento do *Stearothermophilus* e o tratamento térmico aplicado tinha sido insuficiente. Portanto, o lote deveria ser descartado (SARANTOPOULOS e OLIVEIRA, 2002).

Também foi feita a medição do *pH* do produto antes da esterilização e após a incubação – a 55°C – para se verificar se houve produção de ácido pelos microrganismos.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos neste trabalho são apresentados neste capítulo. Optou-se pela eliminação da etapa de maceração no preparo do produto alimentício, objeto do estudo. Tal decisão baseou-se no fato de a etapa de branqueamento já proporcionar a incorporação de água no feijão.

Para a realização da operação unitária de esterilização, a autoclave foi aquecida e mantida a uma temperatura de 121,1°C durante 26,5 minutos com pressão de 2 atm. Tanto a etapa de resfriamento como a de relaxamento de pressão foram realizados em 5 minutos (LEONHARDT, 2003). A temperatura final do resfriamento foi de aproximadamente 35°C. A Letalidade (*L*) imposta ao produto alimentício foi calculada pela equação (1) (LEONHARDT, 2003),

$$L = 10^{\frac{(T-Tr)}{z}} \quad (1)$$

na qual:

L = Letalidade imposta ao microrganismo de referência;

T = Temperatura do alimento;

Tr = Temperatura de referência para o valor *D* (121,1°C);

z = diferença de temperatura necessária para produzir uma variação de dez vezes na velocidade de destruição térmica do microrganismo de referência = 10°C.

Na Tabela 1 são apresentados os principais pontos do processamento térmico imposto ao produto alimentício em estudo.

Tabela 1. Evolução temporal do processo de esterilização em pauta.

Tempo (minutos)	Etapa do Processo
0,00	Início do Aquecimento AUTOCLAVE e ALIMENTO
11,75	Fim do Aquecimento da AUTOCLAVE
15,25	Fim do Aquecimento do ALIMENTO
34,25	Início do resfriamento
38,25	Fim do processo

Na Figura 3 são apresentados os perfis de temperatura da autoclave e do produto alimentício, obtidos no processamento térmico imposto à embalagem de produto alimentício em estudo.

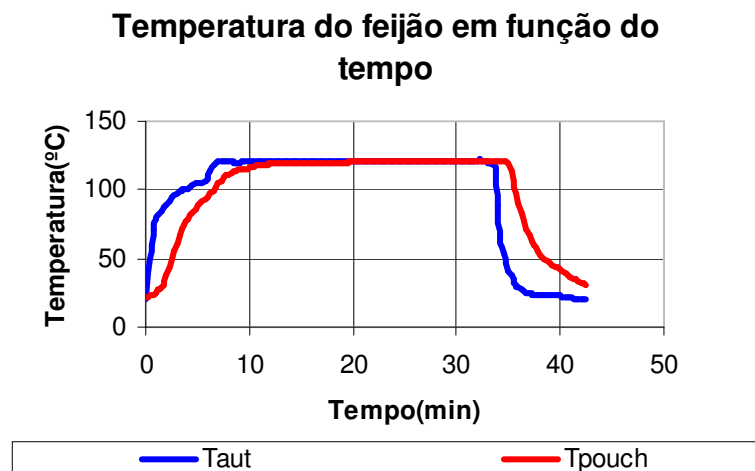


Figura 3. Curvas experimentais de penetração de calor.

Na Figura 4 apresenta-se a curva de letalidade imposta ao microrganismo-parâmetro, com base na qual se obtém o valor de F_p , equivalente à área sob a curva (LEONHARDT, 2003).

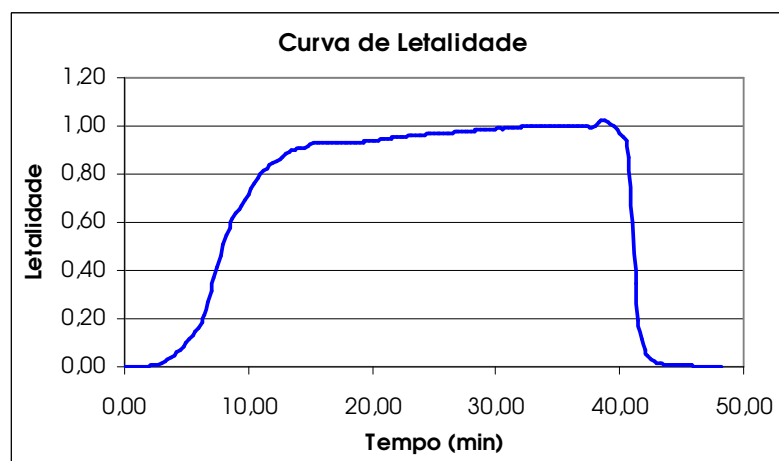


Figura 4. Índice de letalidade na esterilização.

O índice de letalidade acumulada totalizada (F_p) foi calculado pelo método dos trapézios com base na área sob a curva de esterilização, ou seja, esta área foi dividida em diversos trapézios que, ao terem as suas áreas somadas, forneceram o valor de F_p .

Uma vez finalizado o cálculo de esterilização, obteve-se o valor de F_p igual a 31,9 minutos para um tempo de processamento igual a 38,25 minutos, considerando-se $z = 33^\circ\text{C}$. É importante ressaltar que o valor anteriormente encontrado foi suficiente para garantir o cozimento dos grãos e a textura desejada do produto final.

Com o F_p igual a 27,1 minutos, considerando-se o $z = 10^\circ\text{C}$, comparado com o F_0 requerido pelo microrganismo-parâmetro, *Bacillus Stearothermophilus*, que é de 15 minutos, garantiu-se a sobre-esterilização do produto.

Na Tabela 2 apresentam-se os valores de pH do produto após a incubação a 55°C . Com base na referida tabela, pôde-se verificar que houve pouca diminuição do valor do pH . Esse fato sugere que não houve germinação de esporos do microrganismo *Bacillus stearothermophilus*.

Tabela 2. Medidas de pH antes da esterilização e após a incubação a 55°C .

Ensaio	pH antes esterilização	pH após incubação a 55°C
1	6,18	5,70
2	6,20	5,75
3	6,15	5,60

Outro método utilizado para avaliar a eficácia da esterilização imposta ao produto alimentício em estudo foi a adição da ampola de STERIKON® a uma embalagem, por lote, a ser esterilizada, verificando-se após a incubação a 55°C se houve alteração da cor do fluido contido no interior de violeta para amarelo. Foi constatado que não houve alteração de cor em nenhum lote. Assim, pode-se afirmar que não houve germinação de esporos do microrganismo e, portanto, a esterilização foi adequada.

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o processo de esterilização contribuiu para assegurar a esterilidade do produto alimentício em estudo. Adicionalmente, contribuiu para o cozimento dele, conferindo-lhe o sabor e a textura típicos.

A esterilização imposta ao produto alimentício foi suficiente para sobre-esterilizar o produto e cozinhar os grãos; revelou-se, portanto, seguro para o consumo.

4. Referências Bibliográficas

FRANCO, B. & LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo, SP: Ed. Atheneu, 2002.

KORKE, M. S. e ZUCCHINI, D. **Relatório de Estágio sobre feijão enlatado**. São Caetano do Sul, SP: Escola de Engenharia Mauá, 1989.

LEONHARDT, G. F. **Enlatamento; sua tecnologia e engenharia.** São Caetano do Sul, SP: Escola de Engenharia Mauá, 2003.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M. **Embalagens plásticas flexíveis; principais polímeros e avaliação de propriedades.** Campinas, SP: CETEA/ITAL, 2002.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis.** Campinas, SP: CETEA/ITAL, 2001.

TERRA, L.M. **Otimização da retenção de nutrientes e de textura no processo de esterilização do feijão.** Dissertação de Mestrado. Campinas: UNICAMP, 1991.