



**OBTENÇÃO DE DADOS DE PENETRAÇÃO DE CALOR (F_0, f_h e j_h) DE TILÁPIAS
(*Oreochromis niloticus*) TERMOPROCESSADAS EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS**

Isabela Rita Hernandez Martins **Peres**^{1a}; Jorge Minoru **Hashimoto**^{2b}; Maria Isabel **Berto**^{2c}

¹Faculdade de Engenharia de Alimentos – Unicamp; ²Instituto de Tecnologia de Alimentos,
GE/Grupo de Engenharia

Nº 13221

RESUMO - Alguns fatores advindos das características dos materiais que formam embalagens flexíveis esterilizáveis contribuem para uma maior complexidade para a obtenção de um alimento comercialmente estéril. Um deles é a sua flexibilidade, que proporciona uma preocupação, pela necessidade de aplicar uma contrapressão durante o processamento térmico para obter um controle da pressão interna e, conseqüentemente, garantir a hermeticidade da embalagem. A utilização de um controle para um processo de esterilização em tempo real nas indústrias processadoras de alimentos ainda não é uma prática comum. Entretanto, este trabalho apresenta um estudo sobre a obtenção de dados e cálculos de penetração de calor (f_h e j_h) em produtos contidos em embalagens flexíveis e cálculo da taxa letal do processo (F_0). Para isto foi realizada a esterilização de tilápias, onde a matéria-prima foi preparada no CTC/ITAL, sendo submetida as etapas de pré-processamento: corte do pescado, salmoura e pré-cozimento. Na esterilização usou-se a temperatura de processo de 116°C e 121°C, diferentes tempos de processo 24,58, 50,83 e 50,58 minutos para o processamento a 116°C e 19,75 minutos para o processamento a 121°C. Encontrou-se, respectivamente, f_h igual a 16,67, 14,49, 19,61 e 11,90 minutos, j_h igual a 1,57, 1,57, 1,71 e 1,44 e F_0 , pelo método genérico, igual a 3,86, 14,43, 12,04 e 11,2 minutos.

Palavras-chaves: Esterilização, embalagens flexíveis, pressão interna, letalidade.



^aBolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos, isabela.her@gmail.com.com.br, ^bOrientador, ^c Colaborador

ABSTRACT -Some factors arising from the characteristics of the materials forming the flexible packaging esterilizáveis contribute to a higher complexity for obtaining a commercially sterile food. One is its flexibility which provides a concern, the need to apply a back pressure during thermal processing to obtain a control of the internal pressure and consequently leak tightness of the package. The use of a control to a sterilization process in real time in the food processing industry is still not a common practice. However, this work presents a study on the collection of data and calculation of heat penetration (f_h and j_h) products contained in flexible packaging and calculating the lethal process (F_0). For this was held sterilization tilapia, where the raw material was prepared in the CTC / ITAL and underwent the steps of pre-processing: cutting fish, brine and pre-cooking. Was used in the sterilization process temperature of 116 °C and 121 °C, different process times 24.58, 50.83 and 50.58 minutes for processing at 116 °C and 19.75 minutes for processing the 121 °C. Found, respectively, equal to f_h 16.67, 14.49, 19.61 and 11.90 minutes, j_h equal to 1.57, 1.57, 1.71 and 1.44 and F_0 by the general method equal to 3.86, 14.43, 12.04 and 11.2 minutes.

Keywords: Sterilization, flexible packaging, internal pressure, lethality.

1 INTRODUÇÃO

O processo térmico de esterilização comercial é utilizado para alimentos de baixa acidez e armazenado a temperatura ambiente. Entende-se por tal “quaisquer alimentos, exceto bebidas alcoólicas, apresentando uma atividade de água superior a 0,85 e um pH de equilíbrio maior que 4,6” (FOOD PROCESSORS INSTITUTE, 1983 apud ITAL, 1992). A esterilização visa assegurar a completa destruição de bactérias patogênicas ou daqueles micro-organismos capazes de deteriorar os produtos nas condições normais de armazenamento. Uma vez que muitos destes micro-organismos são esporogênicos, o tratamento térmico deverá assegurar a destruição de esporos bacterianos, formas altamente resistente à ação de agentes físicos e químicos, sendo, portanto, necessário o emprego de altas temperaturas somente conseguidas em autoclaves, sob pressão. A grande preocupação, em termos de saúde pública, diz respeito à presença da bactéria *Clostridium botulinum*. Este micro-organismo produz toxina letal e os seus esporos apresentam alta resistência térmica (ITAL, 1992).



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

A temperatura do produto em diferentes estágios do processamento é determinada no ponto de aquecimento mais lento do recipiente, zona crítica em que há maior probabilidade de sobrevivência de micro-organismos, pois alcançará menor valor letal no término do processo (ITAL, 1992).

Uma das propriedades singulares das embalagens flexíveis termoprocessáveis é sua flexibilidade. Quando uma diferença de pressão ocorre no início do ciclo de resfriamento a expansão dos gases no interior da embalagem flexível pode provocar o seu rompimento se não houver um controle rigoroso da sobrepressão de ar no interior da autoclave (CRISTIANINI, 1998). OFDA (1981) tem recomendado uma pressão total de ar de 193 kPa (1,968 kgf/cm²) a (103 kPa (1,05 kgf/cm²) devido a temperatura de vapor de água e 90 kPa (0,917 kgf/cm²) de ar sobrepressão), utilizando água a 121°C.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produto e embalagem

2.1.1 Primeiro ensaio

No primeiro ensaio foram utilizados dados de processamento realizado na planta de engenharia do ITAL (GEPC). Amostras de tilápias foram evisceradas e descabeçadas para formação do “charuto” e foram acondicionadas em pouches (140x185mm) na proporção de 200g de peixe para 50g de salmoura a 1,5% (cloreto de sódio). Para processamento as amostras foram divididas em três grupos e submetidas aos seguintes tratamentos: 1- pré-cozimento durante 10 minutos e autoclavagem a 116°C por 25 minutos; 2- pré-cozimento durante 10 minutos e autoclavagem a 116°C durante 50 minutos; e 3- pré-cozimento durante 30 minutos e autoclavagem a 116°C durante 50 minutos.

2.1.2 Segundo ensaio

A matéria-prima foi preparada no CTC/ITAL. As etapas de pré-processamento pela qual foi submetida foram: corte do pescado em pedaços; descanso por 20 minutos em salmoura; pré-cozimento em forno aquecido a 200°C por 20 minutos.

Na planta de Engenharia (GEPC/ITAL) as embalagens foram preparadas. Nelas foram instalados os sensores de temperatura e o suporte que mantém a ponta do sensor de temperatura no centro geométrico da embalagem. No CTC/ITAL as tilápias foram colocadas em nove embalagens flexíveis (147x222,5mm) e, em cada uma, foi adicionada uma massa de água que variou de acordo com a quantidade de pescado. Na Tabela 1 está apresentada a proporção água/pescado.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Tabela 1. Quantidade, em gramas, de tilápia e água de cada embalagem.

Amostras	Tilápia	Água
Amostra 1	130	32,4
Amostra 2	130,7	32,9
Amostra 3	130,1	32,8
Amostra 4	130,3	32,7
Amostra 5	130	32,4
Amostra 6	130	32,4
Amostra 7	130	32,4
Amostra 8	130	32,4
Amostra 9	130	32,4

2.2 Esterilização

A esterilização foi realizada no GEPC/ITAL. Foi utilizada uma autoclave piloto vertical, cujas dimensões são 65,5cm de diâmetro e 74cm de altura, operando com as embalagens imersas em água e sobrepessão de 0,8 kgf/cm² controlada manualmente, com aquecimento proporcionado pela injeção de vapor através do distribuidor de vapor e controlado pela válvula de controle de vapor Burket (modelo SideControl 1067).

A temperatura de processo foi ajustada para 116°C no primeiro ensaio e 121°C no segundo ensaio e com agitação da água proporcionada por injeção de ar comprimido também através do distribuidor de vapor. O distribuidor de vapor tem formato circular e sua distância do fundo da autoclave é de 53cm. Foram utilizados 10 cabos termopares de agulhas tipo T e um aquisitor de dados Modelo E-Val Flex M16 Serial nº 14631 de 16 canais e software E-ValSuite Pro 2.8.5.0v ELLAB A/S, Krondalvej9, DK-2610, Denmark. Na Tabela 2 estão apresentadas as posições dos termopares no interior da autoclave.

As embalagens foram colocadas no interior de um cestode aço perfurado para permitir a circulação do meio de aquecimento entre as embalagens flexíveis. O cesto tem 49 cm de diâmetro e seus furos 0,3cm de diâmetro (Figura 1).

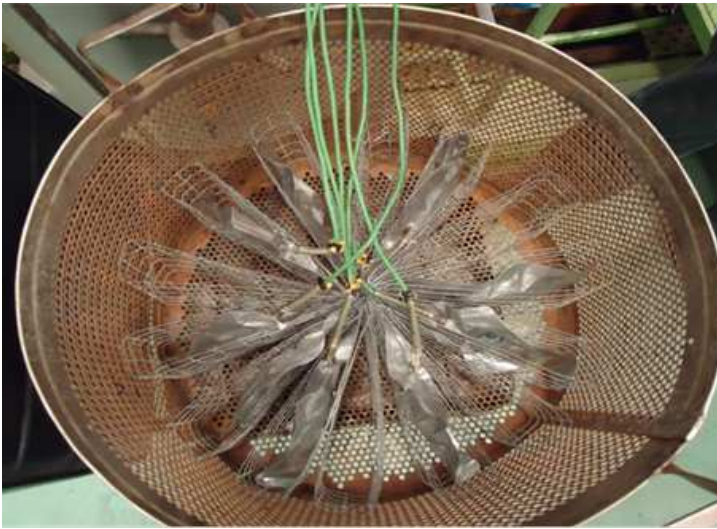


Figura 1. Distribuição das embalagens flexíveis no cesto.

Tabela 2. Correspondência das posições dos termopares.

Posição	Termopar
Embalagem 01	TC25241
Embalagem 02	TC25242
Embalagem 03	TC25243
Embalagem 05	TC25240
Embalagem 06	TC25244
Embalagem 07	TC25238
Pt-100	TC25251
Nona fileira de furos (cima para baixo)	TC25236
Quarta fileira de furos (cima para baixo)	TC25235
Entre as embalagens 01 e 02	TC25239

2.3 Letalidade

Para o cálculo da letalidade, é necessário o conhecimento dos valores da redução decimal, D , e da constante de resistência térmica, z , do microrganismo alvo. O valor D é normalmente denominado de tempo de redução decimal, ou seja, é o tempo necessário para reduzir o número de micro-organismos a um décimo do inicial, a uma determinada temperatura representa o coeficiente de temperatura. O valor z corresponde ao intervalo de temperatura que ocasiona uma variação de 10 vezes no valor de D . Pode-se calcular o valor de z dos micro-organismos simplesmente anotando-se as temperaturas correspondentes a dois pontos na reta, referentes à redução do valor D equivalente a um ciclo logarítmico. Os valores de temperaturas obtidos são subtraídos um do outro, obtendo-se, assim, o valor de z (ITAL, 1992). Define-se F a quantidade de ciclos logarítmicos que se quer reduzir da população inicial, sendo, portanto, um múltiplo de D .



Quando se utiliza a temperatura de referência de $T_{ref} = 121\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $z_{ref}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$, F_0 é denominado de F_0 (STUMBO, 1973).

Ball, em 1923, publicou um método simples e bastante útil para avaliar processos de esterilização. O tempo de esterilização deve ser corrigido para compensar a contribuição no aquecimento do produto (“come-up time” ou CUT). O tempo de esterilização corrigido consiste no intervalo de tempo em que a autoclave trabalha à temperatura de processo ($t_{processo}$), acrescido de 42% do tempo de subida da temperatura da autoclave (ITAL, 1992). Ball (1923, apud ITAL, 1992) incluiu o valor letal da porção de aquecimento e de resfriamento do processo térmico em um valor único de U . Tem-se na equação 1 que:

$$F_0 = U * 10^{(T_1 - 121,1)/10} \quad (1)$$

onde T_1 corresponde à temperatura de processo.

O cálculo de F_0 num processo de esterilização através do Método Genérico corresponde ao somatório das contribuições letais de cada estágio de temperatura pelo qual o produto foi submetido.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os ensaios apresentaram as curvas de processamento mostradas nas Figuras 2 e 3.

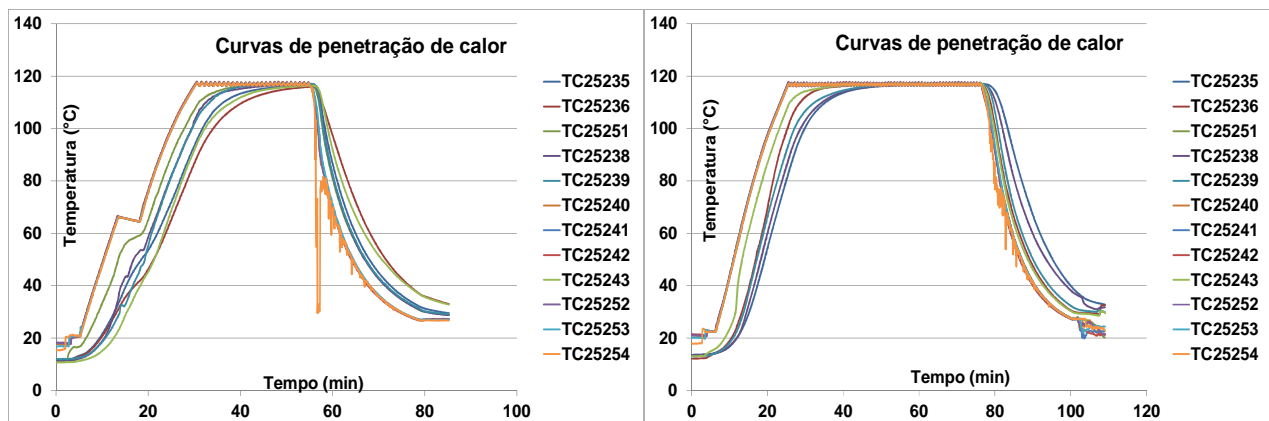


Figura 2. À esquerda tem-se o histórico do perfil de temperatura utilizando um tempo de esterilização de 25 minutos para tilápia pré-cozida por 10 minutos e à direita o histórico do perfil de temperatura utilizando um tempo de esterilização de 50 minutos para tilápia pré-cozida por 10 minutos.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

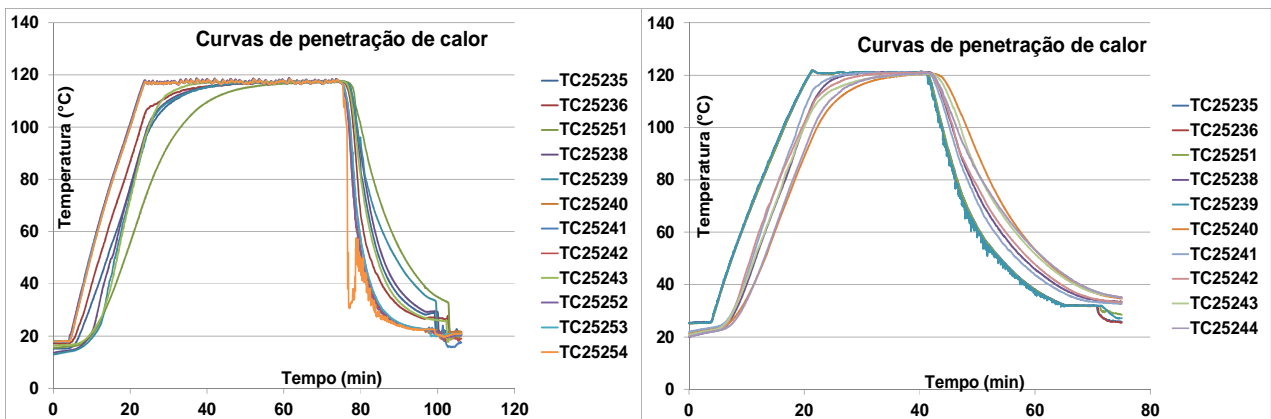


Figura 3.À esquerda tem-se o histórico do perfil de temperatura utilizando um tempo de esterilização de 50 minutos para tilápia pré-cozida por 30 minutos e à direita o histórico de perfil de temperatura do 2º ensaio.

A partir das Figuras 2 (imagem da direita e da esquerda) e 3 (imagem da esquerda) observa-se que as curvas dos produtos a serem utilizadas para determinação do valor de F_0 correspondem, respectivamente aos monitorados pelos termopares TC25236, TC25238 e TC25251, pois aqueceram mais lentamente; os valores dos parâmetros térmicos obtidos a partir destas curvas de aquecimento estão apresentados na Tabela 3.

No segundo ensaio o menor valor de F_0 foi obtido na embalagem 05, temperatura monitorada pelo termopar TC25240. Além do valor de F_0 obteve-se os valores de f_h e j_h . As curvas de penetração de calor obtidas estão na Figura 3, na imagem da direita.

Tabela 3. Valores obtidos dos dois ensaios. (1): corresponde ao produto que foi pré-cozido durante 10 minutos e autoclavado a 116°C por 25 minutos; (2): pré-cozido durante 10 minutos e autoclavado a 116°C durante 50 minutos; (3): pré-cozido durante 30 minutos e autoclavado a 116°C durante 50 minutos; e (2º ens.): corresponde ao produto do 2º ensaio.

	Tilápia (1)	Tilápia (2)	Tilápia (3)	Tilápia (2º ens.)
CUT	30,33 minutos	25,42 minutos	23,92 minutos	21,18 minutos
t_{processo}	24,58 minutos	50,83 minutos	50,58 minutos	19,75 minutos
f_h	16,67 minutos	14,49 minutos	19,61 minutos	11,90 minutos
j_h	1,57	1,57	1,71	1,44
F_0 (Ball)	3,46 minutos	13,31 minutos	10,44 minutos	8,77 minutos
F_0 (Genérico)	3,86 minutos	14,43 minutos	12,04 minutos	11,2 minutos

O resultado de f_h das tilápias do primeiro ensaio - tempo de esterilização de 50 minutos e pré-cozimento de 30 minutos - é parecido ao resultado de DURANCE & COLLINS (1991) no qual processaram filés de salmão em embalagens flexíveis e encontraram valores de f_h igual a 19,1 minutos.

CRISTIANINI (1998) processou atum ralado em bolsas preenchidas com 500g do produto (85% atum e 15% salmoura (p/p) a 2% de NaCl em uma temperatura de processo de 121°C e com sobrepressão de ar de aproximadamente 20 psi (138 kPa). Os valores de penetração de calor f_h e j_h obtidos foram de 12,1 minutos e 0,71, respectivamente.



4 CONCLUSÕES

Apesar de serem esterilizadas apenas tilápias, com os resultados obtidos neste trabalho conclui-se que as diferentes condições submetidas ao pescado no pré-processamento interferem significativamente nos dados de penetração de calor. E, também, que diferenças nas condições de esterilização interferem nos dados de penetração de calor.

Além disso, dos dois métodos matemáticos utilizados para cálculo do processo térmico de alimentos - o Genérico e o de Ball - o método de Ball é mais versátil do que o Genérico. Entretanto, o método de Ball normalmente contém vários pressupostos que muitas vezes resultam em sub-estimativa da letalidade do processo.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ, pela concessão de Bolsa PIBIC.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRISTIANINI, M. (1998) Estudo da distribuição de temperaturas durante o processo de esterilização de atum (*Katsuwonus pelamis*) em bolsa flexível. Campinas: UNICAMP. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- DURANCE, T. D. and COLLINS, L.S. (1991). Quality enhancement of sexually mature chum salmon *Oncorhynchus Keta* in retort pouch. **J. of Food Science**, v.56, p.1282-1286.
- ITAL. **Princípios de esterilização de alimentos**. Manual Técnico, n. 10. Campinas, SP, 1992.
- STUMBO, C. R. *Thermobacteriology in Food Processing*, New York, Academic press inc., 2 edição, 1968.