



## AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE BALL PARA CÁLCULO DE PARÂMETROS DE PENETRAÇÃO DE CALOR (fh,jh) EM PRODUTOS PROCESSADOS EM ESTUFAS

Isaura Cristina dos Santos<sup>1</sup>; Michelle Nehemy Berteli<sup>2</sup>; Maria Isabel Berto<sup>3</sup>

Nº 18216

**RESUMO-** Os parâmetros de penetração de calor (jh e fh), obtidos através do método matemático ou método de Ball, são aplicados na avaliação da letalidade em autoclaves nas quais, durante o processo térmico propriamente dito, a temperatura do meio de aquecimento é mantida em um valor de setpoint constante. Esses parâmetros são determinados em decorrência da linearização dos dados semi-logarítmicos do gradiente entre a temperatura da autoclave e do interior produto em função do tempo e auxiliam no dimensionamento dos processos térmicos e avaliação de desvios de processos. Este projeto teve como objetivo avaliar a obtenção dos parâmetros de penetração de calor (jh e fh) através do método de Ball em processos ocorridos em estufas, cuja a temperatura de setpoint do meio de aquecimento varia durante o processamento. Foram utilizados dados experimentais de três processos industriais de cozimento de mortadela, e os resultados demonstraram uma não adequação da aplicabilidade do método de Ball a esses processos térmicos.

**Palavras-chaves:** Método de Ball, letalidade, processo, térmico, estufa

**ABSTRACT-** The heat penetration parameters (jh and fh), obtained by the mathematical method or Ball method, are applied in the evaluation of the lethality in retorts in which, during the thermal process, the temperature of the heating medium is maintained in a constant setpoint value. These parameters are determined by the linearization of the semi-logarithmic data of the gradient between the retort temperature and the inside package product as a function of time and are used to the design of thermal processes and evaluation of process deviations. The goal of this project is to evaluate the heat penetration parameters (jh and fh) through the Ball method in processes in industrial ovens whose setpoint temperature of the heating medium changes during processing. Experimental data from three industrial mortadella cooking processes were evaluated, and the results demonstrated a non - adequacy of Ball 's applicability to these thermal processes.

**Keywords-** Ball method, lethality, process, thermal, oven

1 Autor, Bolsista CNPq PIBIC: Graduanda Engenharia Química, ESAMC, Campinas-SP; [isaura.santos1389@gmail.com](mailto:isaura.santos1389@gmail.com);

2 Colaboradora, Pesquisadora do Instituto de Tecnologia de Alimento, Campinas-SP

3 Orientadora: Pesquisadora do Instituto de Tecnologia de Alimento, Campinas-SP; [miberto@ital.sp.gov.br](mailto:miberto@ital.sp.gov.br).



## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente é cada vez mais comum a ocorrência de intoxicações desencadeadas pela ingestão de alimentos contaminados, desta forma, visando atender os parâmetros estabelecidos pela legislação nacional e internacional, são empregados métodos de controle e destruição de micro-organismos, sendo os mais comuns os processos térmicos ou a combinação dos mesmos com outros métodos (CERESER,2008; BERTELI 2013)

Os alimentos hermeticamente fechados e estáveis à temperatura ambiente, como é o caso da mortadela, são os que exigem um maior cuidado com a sua estabilidade alimentar, devido à sua susceptibilidade a germinação do patógeno *Clostridium Botulinum*, bactéria formadora de esporos, que em condições favoráveis produz uma toxina letal. Isso se deve ao fato de estes alimentos apresentarem pH superior à 4,6 e atividade de água maior que 0,85, sendo, portanto, classificados como de baixa acidez. (GERMER,1995; BLACK & BARACH, 2015).

Diante do risco apresentado por esses alimentos, os tratamentos térmicos de pasteurização e esterilização são amplamente utilizados para sua conservação. A pasteurização tem como objetivo a destruição parcial dos micro-organismos deterioradores e eliminação de patógenos vegetativos. Nesse processo térmico a temperatura não excede os 100°C, sendo que sua atuação é dependente dos contaminantes e sua concentração inicial e do modo de transferência de calor no interior do alimento (EVANGELISTA,2008). No caso da mortadela mantida a temperatura ambiente, sua conservação se dá por métodos combinados de redução de atividade de água, adição de conservantes e pelo processo de pasteurização no qual deve-se atingir no mínimo 6 ciclos logarítmicos de redução do micro-organismo alvo o *Enterococcus faecalis* ( $Z=10^{\circ}\text{C}$  e  $T_{\text{ref}}=70^{\circ}\text{C}$ ), conforme solicita circulares nº5 e 6 do MAPA (2015).

A avaliação do alimento processado termicamente é realizada do cálculo de letalidade, que se trata do tempo equivalente em minutos, à uma determinada temperatura de referência para um intervalo de temperatura, em que um micro-organismo é destruído. Sendo que tais dados são obtidos através da curva de penetração de calor. O cálculo da letalidade de um processo depende da resistência térmica do micro-organismo alvo, que é caracterizada parâmetros de D e z, obtidos de forma experimental e/ou em literatura. O valor D, tempo de redução decimal, é definido como o tempo (em minutos) para que 90 % do micro-organismo alvo seja reduzido. O valor z, corresponde ao intervalo de temperatura que apresenta uma variação de 10 vezes o valor D. (STUMBO,1973; AZEREDO,2012).



O cálculo da letalidade em processos pelo método genérico necessita do perfil de temperatura do interior da embalagem contendo produto. Apesar de muito utilizado, não pode ser aplicado quando o objetivo é simular processos térmicos. O método de Ball, por sua vez, permite, através do cálculo das variáveis  $f_h$  e  $j_h$ , a simulação do cálculo da letalidade, condições de processamento e avaliação de desvios de processos.

### Validação de processo térmico a partir do método genérico

De acordo com STUMBO (1973), o método genérico se aplica de forma satisfatória no processamento de alimentos, devido a facilidade e precisão do cálculo. A intensidade do tratamento térmico (letalidade) nos alimentos é calculada como a integral da taxa letal em função do tempo (Eq.1), expressa em unidade de tempo. Na esterilização esta grandeza é conhecida como  $F$  em processos de esterilização e  $P$  em processos de pasteurização. Quando utilizados os parâmetros do *Clostridium Botulinum* ( $z=10^\circ\text{C}$ ,  $T_{ref}=121,1^\circ\text{C}$ ,  $D_{121,1^\circ\text{C}}=0,21$  min), a letalidade é denominada de  $F_0$ .

$$F, P = \int_{t_0}^t TL \cdot dt = \int_{t_0}^t 10^{\left(\frac{T-T_{ref}}{z}\right)} \cdot dt \quad (1)$$

Sendo:  $F$  ou  $P$  = letalidade do processo (min);  $TL$  = taxa letal (adimensional),  $T_{ref}$  = temperatura de referência ( $^\circ\text{C}$ ),  $T$  = temperatura do interior do produto ( $^\circ\text{C}$ ),  $Z$  = constante de resistência térmico do micro-organismo alvo ( $^\circ\text{C}$ );

Como a integral da taxa letal é graficamente a área abaixo da curva, o método genérico consta da resolução desta integral pela integração numérica utilizando método dos trapézios (CUNHA, 2003). O método de Patashinik é muito utilizado e simplifica esse cálculo, considerando o intervalo de aquisição de temperatura constante e as letalidades iniciais e finais nulas. Nestes casos, a letalidade é calculada através do somatório de taxa letal multiplicada pelo intervalo de aquisição entre as temperaturas.

### Validação de processo térmico a partir do método de Ball

Segundo GUMERATO (2007), o método matemático de Ball, baseia-se nos princípios de transferência de calor pelos mecanismos de condução e/ou convecção. Em alguns alimentos, como é o caso da mortadela, o produto recebe calor do meio através de convecção e repassa o calor de sua superfície até o ponto de aquecimento mais lento de forma condutiva. Sabendo-se



disso, um balanço de energia desse sistema demonstra que o calor recebido pelo produto é igual ao calor que o meio perde. Conforme explanado na equação (2).

$$m \cdot c_p \cdot \frac{dT}{dt} = h \cdot A_s \cdot (T_a - T) \quad (2)$$

Onde:  $m$  = massa,  $C_p$  = calor específico (Cal/g °C ou J/g.K),  $T$  = temperatura no interior do produto,  $h$  = coeficiente de TC por convecção ou coeficiente de película,  $A_s$  = Área da superfície,  $T_a$  = temperatura do meio de aquecimento: autoclave e  $T$  = temperatura do produto no instante  $t$ ,  $T(t)$ .

Após um rearranjo das variáveis, obtêm-se a equação (3)

$$\frac{dT}{(T_a - T)} = \frac{h \cdot A_s}{m \cdot c_p} \cdot dt \quad (3)$$

Aplicando a integral e seus limites de integração, considerando o tempo inicial igual a 0, chega-se na equação 4, Onde:  $t$  = tempo de processo (min)

$$\ln(T_a - T) - \ln(T_a - T_0) = \frac{h \cdot A_s}{m \cdot c_p} \cdot t \quad (4)$$

O logaritmo na base exponencial é passado para a base decimal. Como o logaritmo natural,  $\ln$ , é um log de exponencial na base  $e$ , a fórmula pode ser representada conforme a equação 5.

$$\log_e(T_a - T) - \log_e(T_a - T_0) = \frac{h \cdot A_s}{m \cdot c_p} \cdot t \quad (5)$$

O logaritmo troca de base exponencial para a base 10 e as variáveis são rearranjadas, resultando equação 6 na forma de equação da reta

$$\log(T_a - T) = 0,43 \frac{h \cdot A_s}{m \cdot c_p} \cdot t + \log(T_a - T_0) \quad (6)$$

Sabendo-se que os métodos de validação dos processamentos térmicos de alimentos, são baseados na curva de aquecimento semilogarítmica, foram definidos os termos  $f_h$  e  $j_h$ .

$$\log(T_a - T) = -\frac{t_{ball}}{f_h} + \log[j_h(T_a - T_0)] \quad (7)$$



Logo, o parâmetro  $fh$  trata-se do fator de tempo, que é definido através da equação (8).

$$fh = -\frac{1}{\text{inclinação}} = -2,303 \cdot \frac{mCp}{hA} \quad (8)$$

O termo  $jh$  é o fator de atraso de temperatura e é obtido através da equação 9, onde  $T_{pih}$  = temperatura pseudo-inicial.

$$jh = \frac{(T_a - T_{pih})}{(T_a - T_{ih})} \quad (9)$$

A temperatura pseudo-inicial ( $T_{psi}$ ) é calculada utilizando-se a Equação (8) no tempo de Ball ( $t_{ball}$ ), que trata-se do intervalo de tempo onde o equipamento trabalha à temperatura de processo somado ao valor de 42% do CUT (*Come-up time*), que é o tempo em que o equipamento demora para atingir a temperatura programada de processo. O tempo de 42% do CUT adicionado ao tempo de Ball tem objetivo de compensar a letalidade adquirida na etapa de resfriamento. Em posse de  $fh$  e  $jh$ , é realizado cálculo de letalidade, entretanto para que o mesmo seja aplicado, torna-se necessário a determinação do valor  $U$ , que se trata do total efeito letal do aquecimento ou do resfriamento durante todo o processamento, essa variável é obtida através da relação de  $fh$  e o coeficiente de película  $h$ , conforme demonstrado na equação 10, onde o valor do coeficiente global,  $U$ , é admitido como aproximadamente o valor da película  $h$  (BERTELI, 2013; GUMERATO, 2007)

$$fh = \frac{mCp}{hA} = h = \frac{mCp}{fhA} \cong U \quad (10)$$

Outro método de obtenção do valor de  $U$  é através da tabela de Vinters (1975), que utiliza como parâmetros  $fh$  e  $\log(g)$ , sendo  $g$ , obtido através da diferença entre a temperatura do meio de aquecimento,  $T_a$ , e a temperatura do produto final do período de aquecimento,  $T_g$  ( $g = T_a - T_g$ ). Com o valor de  $U$ , aplica-se a equação (11) para a obtenção do valor da letalidade do processo.

$$F_0 = 10^{(T_a - T_{ref}) \times U} \quad (11)$$

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Testes de penetração de calor

Os dados experimentais utilizados para avaliar a aplicabilidade do método de Ball em processos de transferência de calor foram obtidos em avaliações de processos térmicos



conduzidas pelo GEPC/ITAL em indústrias processadoras de embutidos localizadas no território nacional. As mesmas foram denominadas como Industria A, Industria B e Industria C.

Cada teste apresentou suas particularidades, entretanto houveram condições que foram semelhantes em todos os casos e foram elas:

- Em todos os testes, as estufas operaram em suas capacidades máximas;
- Usaram os mesmos sistemas de aquisição de dados: E-Val Flex, composto por 16 termopares de agulhas tipo T. A empresa B, além desse sistema, utilizou sensores remotos (PT1000) da linha TrackSense Pro Compact. Ambos sistemas foram monitorados e configurados pelo software ValSuite Pro 4.2.5.8.
- Ao lado de cada PT100, inerente as estufas, foram posicionados dois sensores, denominados PT100-1 e PT100-2. Para a coleta da temperatura ambiente foram instalados sensores na região de aquecimento mais lento, denominados “TA”
- A codificação sensores inseridos nos interiores das mortadelas e utilizados para medir as temperatura ambientes, seguiram o padrão G#V#”L”, Sendo: “G”= gaiola, V=vara, # = o número correspondente e “L” a posição da mortadela na vara. Conforme exemplifica a Figura 1A, a numeração das gaiolas começa da porta para os fundos do equipamento.
- Os dados das temperaturas ambientes próximas às mortadelas instrumentadas foram codificados iniciando com o termo “TA” (ex: TA-G2V2B).
- O micro-organismo alvo é *E. faecalis* (Tref =70 °C e z=10°C)
- Para as empresas A e B, o operador da empresa preencheu as tripas com a massa de mortadela e em seguida inseriu o sensor pela parte superior, posicionando sua ponta no centro geométrico da peça e fechou a embalagem com um barbante. No caso da empresa C, as tripas foram preenchidas com a massa de mortadela, seguido de sua compactação, somente após o fechamento as peças que os sensores foram introduzidos no produto através de um furo na embalagem produzido pela agulha dos medidores.

### 2.1.1. Industria A

O processamento térmico foi realizado numa estufa da marca Incomaf com capacidade máxima de 6 gaiolas, contendo 3 camadas de 8 varas e 8 peças por vara. Os dados experimentais



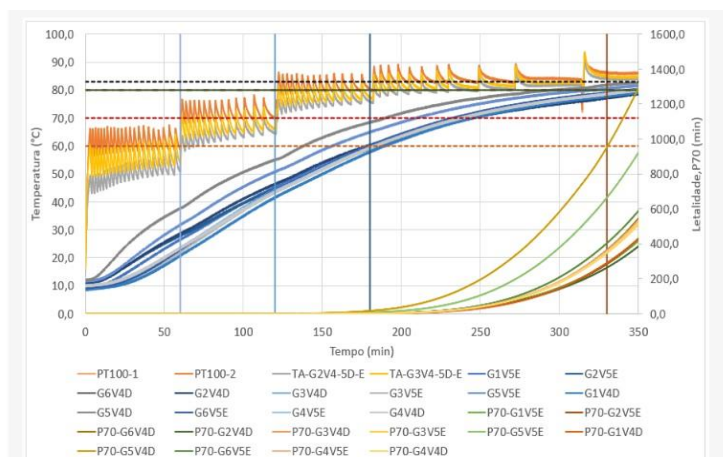
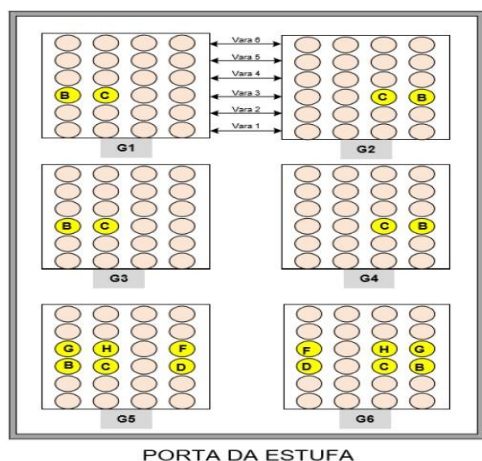
foram obtidos na avaliação de penetração de calor de mortadelas 3kg, correspondente a uma peça com 40 cm de comprimento. De acordo com a receita utilizada a temperatura máxima atingida nesse processo deve ser de 83 °C durante 150 minutos ou até que centro do produto atinja 80 °C. Temperaturas ambientes próximas às mortadelas instrumentadas também foram adquiridas e registradas.

### 2.1.2. Industria B

O ensaio foi realizado em uma estufa com capacidade máxima para 6 gaiolas, distribuídas em 2 fileiras com 3 gaiolas cada uma, sendo que em um estudo de distribuição de calor a região de aquecimento mais lento se encontrava nas gaiolas 5 e 6. As mortadelas possuíam dimensões de 16 cm de diâmetro e comprimento de aproximadamente 35 cm e com 5 kg cada. De acordo com a receita utilizada, a temperatura máxima atingida pela estufa nesse processo deve ser de 84 °C, até que centro do produto atinja 80 °C.

### 2.1.3. Industria C

Na indústria C, foram realizados 3 ensaios em estufa da marca Schröter thermicjet® com capacidade máxima de 14 gaiolas, divididas em duas fileiras. As mortadelas tinham dimensões de 16 cm de diâmetro e comprimento de aproximadamente 35 cm e pesavam 5 kg cada. De acordo com a receita utilizada, a temperatura máxima atingida nesse processo é de 85 °C durante 308 minutos e depois até que centro do produto atinja 71 °C. Foi realizado estudo de distribuição de calor com o produto “salsicha congelada”, que definiu como região de aquecimento mais lento dentro da estufa, as gaiolas 1, 4, 8 e 13.





**Figura 1A-** Vista superior da disposição das mortadelas na estufa da Industria B

**Figura 1B-** Perfil de temperaturas da Industria A

## 2.2. Metodologia aplicada para os calculos de $F_0$ , através do método genérico e do método de Ball

### 2.2.1. Método genérico

A aplicação do método genérico seguiu as etapas descritas abaixo:

- Inicialmente os dados de temperatura do produto e temperatura da estufa foram dispostos em uma planilha do excel.
- Foram calculadas as taxas letais, com base na equação 1.
- A letalidade foi calculada pelo método genérico simplificado, devido aos intervalos de temperatura serem constantes e as letalidades iniciais e finais terem sido desconsideradas; utilizando valores de  $T_{ref}$  e  $z$  de 70°C e 10°C, respectivamente, referente ao micro-organismo alvo *E. faecallis*, indicado pelo MAPA (2015)

### 2.2.2. Método de Ball

Devido aos valores de setpoint variáveis da estufa decorrentes do controle tipo liga-desliga destes equipamentos (ver Figura 1B), foram realizadas várias tentativas para determinar o valor de  $T_a$  a ser utilizado neste método, bem como para definição do tempo de Ball ( $t_{Ball}$ ) para cálculo de  $T_{psi}$ . Neste documento,  $T_a$ , foi considerada igual a última temperatura de setpoint da fase de aquecimento, de cada receita e o tempo de Ball foi considerado o intervalo entre tempo zero até o início do resfriamento. O cálculo da letalidade seguiu conforme os passos abaixo:

- Inicialmente, os valores de temperatura do produto e temperatura do equipamento em função do tempo foram dispostos em uma planilha no excel.
- Em seguida foi construído um gráfico de  $\log(T_a - T) \times t$  e realizada a regressão linear;
- Com base nesse gráfico ( $y = a + bx$ ), foram calculados os coeficientes lineares e angulares chamados de “a” e “b” respectivamente, que associados à equação 7, são respectivamente seria  $\log [j_h (T_a - T_0)]$  e  $-1/t_{fh}$ ;
- $fh$  foi calculado como sendo o valor negativo e inverso do valor “b” (Eq.8);





- O valor do coeficiente linear “a” foi utilizado para o cálculo da temperatura pseudo-inicial e do valor de  $jH$ , utilizando a equação 9;
- Aplicou-se então, todos os valores agora conhecidos dentro da equação de Ball e obteve-se o valor do  $\log(g)$ .
- Com o valor de  $\log(g)$  e  $f_h$ , determinou-se  $U$  na tabela Vinters.
- Aplicando o valor de  $U$  na equação 11, foi encontrado o valor de letalidade por Ball

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Tratamento de dados da Industria A

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos pelos métodos genérico e de Ball, sendo que é possível verificar que a mortadela que apresentou menor letalidade foi a mortadela D localizada na posição G2V4D, com valor de letalidade de 407,4 min, calculada pelo método genérico.

**Tabela 1.** Temperaturas iniciais, letalidade ( $P_{70}$ ) para os métodos genéricos e de Ball e diferença percentil entre os métodos

Sensor	Posição	P70 método genérico (min)	P70 método de Ball (min)	Diferença (%)
28375	G2V4D	407,4	540,86	32,76
28371	G1V5E	440,1	577,00	31,11
28379	G1V4D	454,9	587,05	29,05
28373	G2V5E	455,1	586,75	28,93
28377	G3V5E	540,2	683,78	26,58
28383	G4V4D	548,5	692,35	26,23
28376	G3V4D	556,9	704,35	26,48
28382	G4V5E	564,7	710,71	25,86
28374	G6V4D	576,3	721,52	25,20
28381	G6V5E	621,5	773,92	24,52
28378	G5V5E	966,4	1161,30	20,17
25254	G5V4D	1347,6	1640,40	21,73

É possível observar que pelo método de Ball, todos os valores de letalidade são maiores que os valores obtidos no método genérico. Entretanto os valores obtidos apresentam concordância com relação à qual produto apresentou menor letalidade, uma vez que em ambos os casos a mortadela G2V4D. Por se tratar de uma simulação de processo, o método de Ball deve apresentar-se mais conservador que o método genérico, o que não ocorreu nesse caso.



A diferença percentual nesse ensaio se apresenta levemente decrescente, conforme a letalidade aumenta, porém não é algo constante, podendo haver discretas alterações com relação ao valor. É importante ressaltar que para esse processo não foi considerada a etapa de resfriamento e que a temperatura  $T_a$  foi considerada como a temperatura seguida pela receita da estufa. Entretanto a utilização de tal temperatura não pode ser assegurada como constante, uma vez que as medidas oscilantes demonstram elevada instabilidade na temperatura da estufa carregada com sua carga máxima, conforme se observa na Figura 1B.

### 3.2. Tratamento de dados da Industria B

Com base na tabela 2, é possível verificar que pelo método genérico, a menor letalidade encontrada foi na mortadela de posição G06V03C, que apresentou 107,84 min. Os valores encontrados para letalidade através do método de Ball apresentaram-se maiores que os valores obtidos com método genérico. Porém, assim como na empresa A ambos os métodos apresentaram valores concordantes em relação à qual peça que apresentou menor de letalidade

**Tabela 2.** Temperaturas iniciais, letalidade ( $P_{70}$ ) para método genérico e Ball e diferença (%)

Sensor	Posição	P70 método genérico (min)	P70 método Ball (min)	Diferença (%)
28377	G6V3C	107,84	163,60	51,70
28370	G5V3C	127,02	189,88	49,49
28374	G6V4H	129,63	192,83	48,75
28375	G6V3B	190,78	272,16	42,65
28381	G4V3C	217,00	303,34	39,79
28383	G3V3C	236,10	332,11	40,66
21243	G5V4H	254,12	355,16	39,76
28369	G5V4G	264,09	446,62	69,11
25254	G4V3B	331,4	454,52	37,15
28371	G5V4F	337,87	478,01	41,48
28382	G3V3B	357,95	365,73	2,17
28378	G6V4G	404,19	533,20	31,92
28379	G6V3D	407,44	535,95	31,54
28376	G6V4F	414,93	551,69	32,96



<b>21238</b>	G5V3B	555,47	717,062	29,09
<b>28373</b>	G5V3D	578,33	733,07	26,76

A diferença percentil entre os métodos nesse ensaio apresentou uma variação que vai de 2,17 a 69,11%, sendo interessante ressaltar que não houve constância em relação ao decréscimo dos valores e que a mortadela que apresentou maior diferença entre seus resultados, estava posicionada na gaiola em que o estudo de distribuição de temperatura realizado previamente, demonstrava ser um dos pontos de aquecimento mais lento.

### 3.3. Tratamento de dados da Industria C

De acordo com a tabela 3, para o método genérico, o menor valor de letalidade encontrado foi de 356,82 min. Nesse ensaio, houve uma mortadela que apresentou letalidade menor para o método de Ball em relação ao método genérico, a peça na posição G4C3V2A, apresentou um valor de 1511,92 min para o método genérico e 1492,11 min para o método de Ball.

**Tabela 3.** Temperaturas iniciais, letalidade ( $P_{70}$ ) para método genérico e Ball e diferença (%)

Sensor	Posição	P70 método genérico (min)	P70 método de Ball (min)	Diferença (%)
<b>28370</b>	G1C3V2B	356,82	440,90	23,56
<b>28375</b>	G4C3V2B	561,89	631,33	12,36
<b>21243</b>	G1C5V2B	615,24	696,62	13,23
<b>28373</b>	G4C5V2B	774,30	811,63	4,82
<b>28369</b>	G1C3V2A	1272,75	1308,71	2,83
<b>21238</b>	G1C5V2A	1365,38	1469,62	7,63
<b>28374</b>	G4C3V2A	1511,92	1492,11	-1,31
<b>28371</b>	G4C5V2A	1688,09	1699,30	0,66

Entre todos ensaios, a indústria C foi a que apresentou menor diferença percentual, quando comparada as outras indústrias, conforme é possível verificar no gráfico abaixo, essa indústria apresentou produtos que se aproximaram muito da temperatura do equipamento.



#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com os experimentos realizados é possível concluir que da forma como o método de Ball foi aplicado, não é possível obter-se valores equivalentes ao método genérico. Como o método de Ball é muito sensível à temperatura do meio ( $T_a$ ) e ao tempo de processo, concluiu-se que as oscilações de temperatura do equipamento e a existência de vários valores para CUT, tenham sido as principais causas para a obtenção de resultados não satisfatórios.

#### 5. AGRADECIMENTOS.

Agradeço primeiramente a Deus por tudo, aos meus pais pelo apoio incondicional, a minha orientadora Doutora Maria Isabel Berto por toda a sua dedicação e generosidade, à Doutora Michelle Nehemy Berteli pela colaboração e ao CnPq pela bolsa concedida.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro de. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 2012. 326 p.

BLACK, D. G. and BARACH, J. T. **Canned Foods: Principles of thermal process control acidification and container closure evaluation** 8.ed., Washington: Grocery Manufacture Association (GMA), 2015.

BERTELI, M. N.; VITALI, A. A.; BERTO, M. I.; MARSAIOLI JUNIOR, A. **Aplicabilidade do método de Ball para o cálculo da letalidade de processos de esterilização em autoclaves a vapor desaeradas por água**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 243-252, jul./set. 2013

CERESER, N.D et al. **Botulismo de origem alimentar: Foodbourne botulism**. N1. ed. São Paulo: [s.n.], 2008. 280-287 p. v. 38.

CUNHA, M. C. C. **Métodos numéricos** 2.ed., Editora Unicamp, 2003.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2ª. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 664 p

GERMER, Silvia Pimentel Marconi et al. (Org.). **Princípios da esterilização em alimentos**. 2ª. ed. Campinas: [s.n.], 1995. 123 p.

GUMERATO, H.F; SCHMIDT, F.L; GOLDONI, J.S. **Transferência de calor transiente na agitação linear intermitente de latas**. Campinas, v. 27, n. 3, p. 649-657, set. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0101-20612007000300034&lng=e&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20612007000300034&lng=e&lng=pt)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

INCROPERA, F.P.; BERGMAN, T.L.; Lavine, A. S.; Dewitt, D.P. **Fundamentos de Transferência de Calor e Massa**. 6.ed.LTC, 2008.



**12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018**  
**01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-145-5**

MAPA. Informações sobre registro do produto mortadela conservada em temperatura ambiente. **Ofício Circular nº 005/2015/CGI/DIPOA/SDA**, publicado em 27 de julho de 2015.

STUMBO, C. F. **Thermo bacteriology in food processing**. 2.ed. New York: Academic Press, 1973.

VINTERS. J.E., PATEL,R.H., HALABY, G.A. Thermal process evaluation by programmable computer calculation. **Food Technology**, v. 29, n.3, p.42-8, Chicago,1975