UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM)
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS (CCR)
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIA DOS ALIMENTOS (DTCA)

Validação do tratamento térmico em produtos cárneos

Profª. Dra. Rosa Cristina Prestes Dornelles

Santa Maria (RS), 27 de setembro de 2016.

1

Porque trabalhar com tratamento térmico?

Premissa:
Validar e não mudar.

Participação da UFSM

2

Circular 005/2015/DIPOA

Item b. O processo de cozimento seja validado por profissional competente e que assegure, no mínimo, a redução de 6 (seis) ciclos Log (6 D) do micro-organismo alvo.

Item d. O plano APPCC da empresa inclua, na análise de perigos, o *Clostridium* nas etapas do processo, estabelecendo medidas de controle adequadas.

3

Circular 005/2015/DIPOA

Item 3. ...Este prazo foi estabelecido considerando o tempo necessário para validação dos processamentos térmicos de cada equipamento em relação a cada formulação, que demanda tempo.

...As questões citadas no item 1 (letra a até e) serão incorporadas no novo RTIQ de Mortadela.

Circular 006/2015/DIPOA

Definiu que o micro-organismo alvo para validação é o *Streptococcus D.*

4

Validação do Processo de Produção de Mortadela Comercializada a Temperatura Ambiente

- Validação do Cozimento;
- Validação do Resfriamento;
- Validação da Vida Útil;
- Validação de Formulação (a_w);
- APPCC.

5

Validação

"Validar é estabelecer critérios documentados para assegurar a execução de procedimentos de maneira reprodutível (PDA, 2000)".

- **Garantia da Qualidade;**
- **Validação física (medida da temperatura) e Validação microbiológica (análise dos produtos);**
- **Validação do Processo de Esterilização por Vapor (ANVISA, 1997).** ***ABNT.***

6

Validação segundo Codex Alimentarius

A validação é definida como sendo a obtenção de provas que demonstrem que uma medida de controle ou combinação de medidas de controle que aplicados devidamente são capazes de controlar o perigo com um resultado especificado (Item III, CAC/GL 69-2008, CODEX ALIMENTARIUS, 2008).

7

Validação segundo Codex Alimentarius

A validação deve se concentrar na informação técnica, científica e observações para determinar as medidas de controle adequadas (Item IV). Os recursos para validação envolvem experimentos, estudos e aplicação de modelos matemáticos e para obtenção destes é permitida a assistência técnica de organizações para dar suporte às empresas (Item V).

8

Validação segundo Codex Alimentarius

Segundo o Item VI (CAC/GL 69-2008, CODEX ALIMENTARIUS, 2008) o processo de validação deve estar embasado em:

1) referências científicas, estudos prévios (incluindo estudos da própria indústria e fabricantes de equipamentos) e dados históricos;

9

Validação segundo Codex Alimentarius

2) dados experimentais cientificamente válidos que demonstrem a idoneidade da medida de controle (p. ex. redução logarítmica adequada);

3) obtenção de dados em condições normais da produção ou seja, em escala real;

4) modelos matemáticos devidamente validados, ou seja, com R^2 adequados.

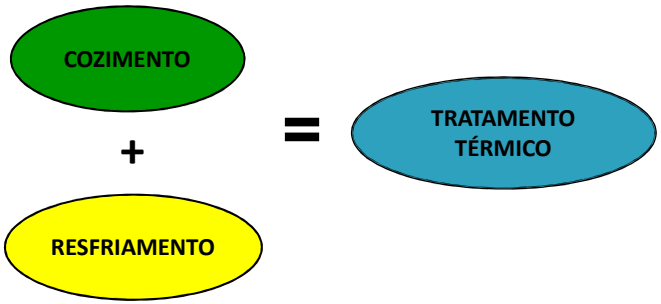
10

Requisitos para um método de validação

- Seguro;
- Prático;
- Reprodutível;
- Representativo;
- Econômico.

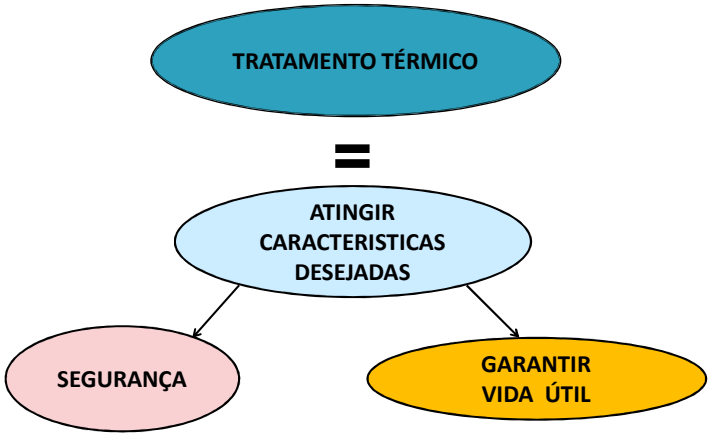
11

Validação do tratamento térmico



12

Objetivos básicos do tratamento térmico



13

Objetivos tecnológicos do tratamento térmico

❖ Coagulação proteica (65 a 70 °C);

❖ Geleificação da carragena e gelatinização do amido;

❖ Inativação enzimática (60 a 75 °C);

❖Destruição de formas vegetativas dos micro-organismos (72 °C);

❖ Redução da umidade, aw e conservação (manutenção das características).

(Ordóñez et al., 2006 ; Reichert ,1988; *Marcotte et al., 2008)*

14

Fatores que influenciam

Alto teor de gordura, baixa atividade de água e alto teor de solutos (sal, fosfatos, eritorbato, etc.)

---------- EFEITOS PROTETIVOS CONTRA A INATIVAÇÃO TÉRMICA

Combinação Tempo X Temperatura.

Umidade é um fator importante para garantir letalidade.

15

Efeitos do calor sobre os micro-organismos

• Destruição de enzimas – altera metabolismo (seco – oxidação e úmido – coagulação); Qual é mais efetivo?

• Temperaturas elevadas são mais efetivas > injúria;

• Fatores de resistência (esporos, condições de incubação, pH, aw e composição do alimento).

(Fellows, 2006)

16

Legislação Brasileira

"Art. 419 - Os embutidos preparados em óleo devem ser cozidos em temperatura não inferior a 72 °C (setenta e dois graus centígrados) no mínimo por 30 (trinta) minutos."

(RIISPOA, 1952)

A Portaria 711 menciona que as empresas devem controlar a temperatura mínima interna que deve atingir 71 °C e devem controlar o tempo total de cozimento. Para o resfriamento esta mesma legislação preconiza que presuntos e apresuntados deverão ser resfriados a uma temperatura de 0 °C até uma temperatura não superior a 5 °C.

(MAPA, 1995)

17

Legislação Americana

- Parâmetros de resfriamento: 54,4 °C para 26,6 °C em 5 horas e 26,6 °C para 4 °C em 10 horas.

(USDA, 1999; Yaghlene et al., 2009)

USDA Food Safety and Inspection Service
United States Department of Agriculture

Product	Minimum Internal Temperature & Rest Time
Beef, Pork, Veal & Lamb Steaks, chops, roasts	145 °F (62.8 °C) and allow to rest for at least 3 minutes
Ground meats	160 °F (71.1 °C)
Ham, fresh or smoked (uncooked)	145 °F (60 °C) and allow to rest for at least 3 minutes
Fully Cooked Ham (to reheat)	Reheat cooked hams packaged in USDA-inspected plants to 140 °F (60 °C) and all others to 165 °F (73.9 °C).

Product	Minimum Internal Temperature
All Poultry (breasts, whole bird, legs, thighs, and wings, ground poultry, and stuffing)	165 °F (73.9 °C)
Eggs	160 °F (71.1 °C)
Fish & Shellfish	145 °F (62.8 °C)
Leftovers	165 °F (73.9 °C)
Casseroles	165 °F (73.9 °C)

(USDA, 2014)

18

Tipos de Cozimento

- Em tanque (vapor direto ou indireto).

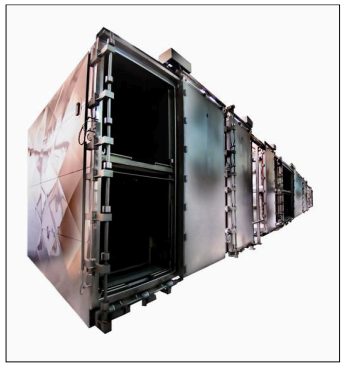
Fonte: *Zeus (2014).*

19

Tipos de Cozimento

- Em estufa (calor seco ou vapor).

Fonte: *Incomaf (2014).*



Fonte: *Metalquimia (2014).*

20

Tipos de Resfriamento

- Em tanque (água gelada e gelo);
- Em câmara (ar frio inclusive condições de congelamento e/ou pulverização de água gelada).

O que é melhor: água ou ar frio?

Qual é mais rápido?

Quais temperaturas, em etapas ou contínuo?

Fonte: *Prestes (2008).*

21

Letalidade

Valor D

Tempo em minutos a uma certa temperatura de referência (constante) requerido para matar 90% da população inicial do micro-organismo de referência.

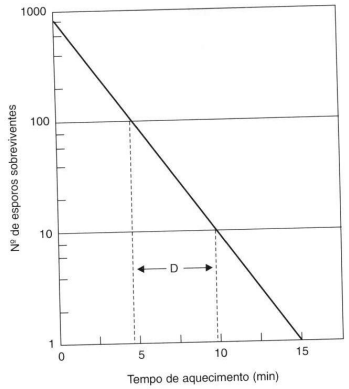


FIGURA 1.13 Curva da taxa de letalidade.

(Stumbo, 1965; Reichert, 1988; Fellows, 2006)

22

Letalidade

Valor z

Diferença em °C necessária para reduzir em um ciclo logarítmico o valor de D.

$D_{T2} / D_{T1} = 10^{(T1-T2)/z}$.

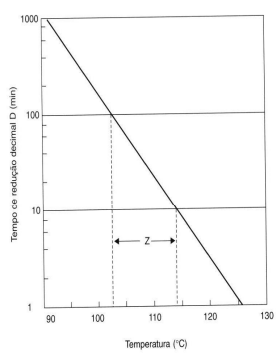


FIGURA 1.14 Curva TDT. A destruição microbiana é mais rápida em temperaturas mais elevadas (p. ex, 100min a 102,5°C tem o mesmo efeito letal que 10min a 113°C).

(Stumbo, 1965; Reichert, 1988; Fellows, 2006)

23

Letalidade

Valor L

É a taxa letal que relaciona a variação da temperatura no processo.

$L = 10^{(T-Tr)/z}$

Valor F

É a letalidade do processo de cozimento. É o tempo equivalente em minutos em uma certa temperatura de referência.

$F_{Tr} = (L1 + L2 + L3 + ...L_{n-1}) \times \Delta T = \sum F$

F de cozimento ou de resfriamento ou F total?

E a equivalência de processos ?

Essa equação só pode ser utilizada quando o intervalo de tempo entre duas leituras sucessivas de temperatura for constante, inferior ou igual a dois minutos para que o valor F seja muito próximo ao real.

24

Letalidade

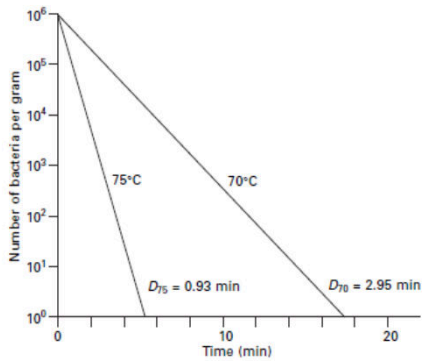


Fig. 40.2 Difference between the pasteurization of meat at 70 °C and at 75 °C.

(Feiner, 2006)

25

Letalidade

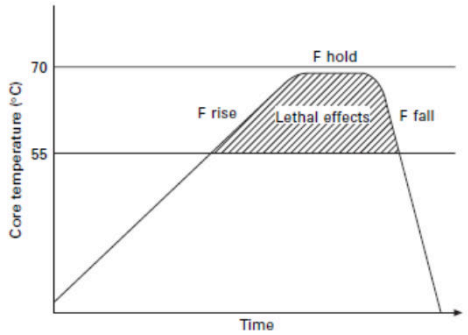


Fig. 40.1 Lethal phase in the cooking of ham.

(Feiner, 2006)

26

Micro-organismos Avaliados Comumente

RDC 12 (ANVISA, 2001):

Coliformes termotolerantes,

Staphylococcus Coagulase positivo,

Clostridium sulfito redutor

Salmonella sp.

Outros:

CBT – indicativo da qualidade do TT

Mesófilos

Bactérias Lácticas

Bolores e Leveduras

Listeria monocytogenes

- *Fazem apenas no produto final!*
- *Não sabem o quanto tinha!*
- *Não sabem o que cresce na vida útil!*
- *Testam em condições críticas?*

27

Micro-organismos de Referência

✓*Streptococcus D (faecalis e faecium)** – 5 a 10 D;

(Reichert, 1988; Stumbo, 1965; Jay, 2005; Knipe & Rust, 2009)

✓Produtos prontos para consumo e fatiados - *C.perfringens* (HACCP) – 1 D;

(USDA, 1999; Yaghlene et al., 2009)

✓*Salmonella* em produtos cozidos de frango – 7 D;

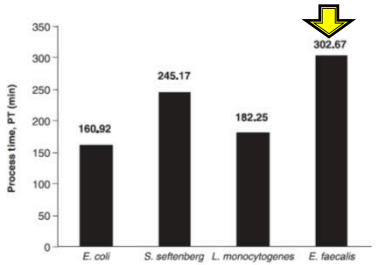
(USDA, 1999; Yaghlene et al., 2009)

✓*Clostridium* e *Bacillus stearothermophilus* – 12 D e 3 D (pH < 4,5).

(Reichert, 1988; Stumbo, 1965)

28

Alguns dados da literatura



T_r (°C)	55	65	70	74
D (min)	15	15	0.6	2.57
Z (°C)	5	5.5	6.6	7.2

Figure 4 Process times for selected micro-organisms (constant smoke-house temperature = 75 °C with come up time of 40 min, T_{ip} = 10 °C and T_{ih} = 30 °C, product diameter of 12.7 cm by height of 38.1 cm; thermo-physical properties: ρ = 1045 kg m^{-3}, Cp = 2700 kJ kg^{-1} °C, k_{heat} = 0.48 W m^{-1} °C^{-1}, k_{cool} = 0.45 W m^{-1} °C^{-1}, h_{heat} = 55 W m^{-2} °C^{-1}, h_{cool} = 45 W m^{-2} °C^{-1}).

(Marcotte et al., 2008)

29

Enterococcus e Streptococcus D

"Detecção e Identificação de Bactérias de Importância Médica – Módulo V" (ANVISA, 2004)

+ Enriquecimento em Caldo;

+ Semeadura em Ágar Sangue (com avaliação do padrão de hemólise) – pode-se analisar também, em TSA (Ágar Tripticase de Soja);

+ Provas Bioquímicas:

- Coagulase;
- Catalase;
- Teste da Bacitracina;
- Teste do Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT);
- Teste da Optoquina;
- Teste de CAMP;
- Oxidase;
- Bile esculina;
- Tolerância a NaCl 6,5%.

Quem faz?
É necessário fazer?

30

Validação

Validação Produto/Peça ≠ Validação Equipamento ≠ Validação do Processo

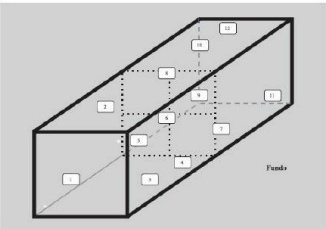
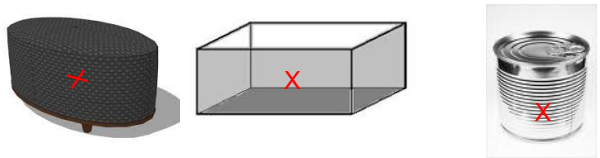


Figura 44 – Posicionamento dos sensores na câmara para validação do cozimento segundo Santos Filho & Penna (2003).

31

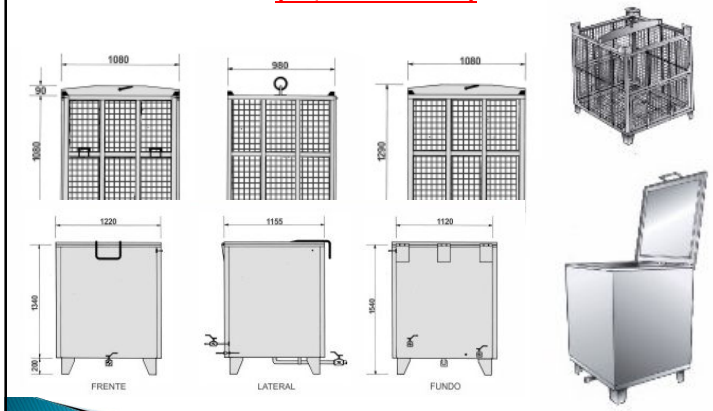
Determinação do Ponto Frio (PEÇA)



Fonte: *Alphainox (2014).*

32

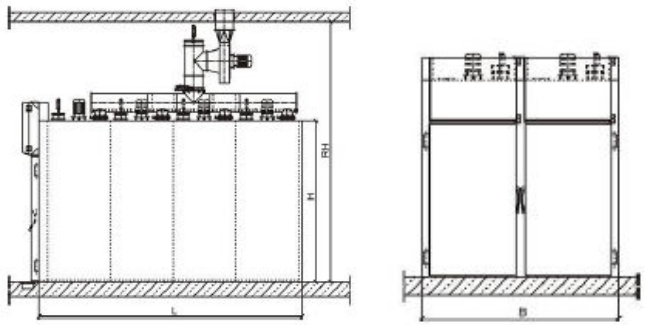
Determinação do Ponto Frio (EQUIPAMENTO)



Fonte: Zeus (2014).

33

Determinação do Ponto Frio (EQUIPAMENTO)



Fonte: Maurer Atmos (2015).

34

Sugestão de Metodologia

Descobrir Ponto Frio (tanque ou estufa)

↓

Cozinhar o **produto** neste local → Coletar amostras
(massa crua e pós cozimento)
Leitura da temperatura
(necessário para letalidade)

↓

Resfriar adequadamente → Coletar amostras

↓

Acompanhar vida útil

35

DADOS NECESSÁRIOS

- ❑ ***Caracterização dos produtos;***
- ❑ ***Caracterização dos processos;***
- ❑ ***Condição crítica (CMS congelado x CMS resfriado, massa mais velha, estufa ou tanque cheios, etc.);***
- ❑ ***Dados de temperatura e microbiológicos (ambiente, massa e produto);***
- ❑ ***Avaliação durante a vida útil (normal ou rótulo, acelerada e extrapolação da vida útil declarada).***

36

Perspectivas

Dificuldades...

O que está sendo cobrado?

Mudanças de RTIQ...

Próximos produtos alvo....

37

Conclusões Finais

- Conhecimento profundo do processo;

- Controlar a matéria-prima e processos minimizando aumento da contaminação;

- Garantir a eficiência do tratamento térmico sem diminuir a importância do resfriamento;

- Tomar como base os dados;

- Processo demorado e trabalhoso;

- Varia entre os processos, produtos e formulações utilizadas.

38

Bibliografia Recomendada

KNIPE, C.L.; RUST, R.E. **Thermal processing of ready-to-eat meat products**. Columbus: Wiley-Blacwell, 2009.

REICHERT, J.E. **Tratamiento térmico de los productos cárnicos: fundamentos de los cálculos y aplicaciones.** Zaragoza: Acribia, 1988, 174p.

SANTOS FILHO, G.C.; PENNA, T.C.V. Validação do processamento térmico de um produto vegetal enlatado. Rev. Bras. Ciências Farmacêuticas, v.39, n.4, p.391-401, 2003.

STUMBO, C.R. **Thermobacteriology in food processing**. London: Blackie Academic Press, 1965.

CODEX ALIMENTARIUS. Directrices para la validación de medidas de control de la inocuidad de los alimentos, CAC/GL 69-2008, p.1-16, 2008, disponível em: http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of standards.

39

FÓRUM QUALIDADE DE CARNES E DERIVADOS

Processamento Térmico & Estabilidade de Produtos Cárneos

27 de setembro - Auditório Flávio Miguel Schneider

Muito obrigada!

Profª. Rosa Cristina Prestes Dornelles

Email: rosacrisprestesdornelles@outlook.com

Tel: (55) 3220-8254 ramal 208 (DTCA/UFSM)

Cel: (55) 9950-2016

40