

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**VALIDAÇÃO TÉRMICA DO PROCESSO DE COZIMENTO
DE LINGUIÇA TIPO CALABRESA EM ESTUFA
UTILIZANDO LEITURAS DE TERMO-REGISTRADORES**

ISABELLY DE CAMPOS CARAVALHO CABASSA

Rio Verde, GO

2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**VALIDAÇÃO TÉRMICA DO PROCESSO DE COZIMENTO
DE LINGUIÇA TIPO CALABRESA EM ESTUFA
UTILIZANDO LEITURAS DE TERMO-REGISTRADORES**

ISABELLY DE CAMPOS CARVALHO CABASSA

Trabalho de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Rio
Verde, como requisito parcial para
obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra Mariana Buranelo Egea

Rio Verde – GO
Janeiro, 2022

**Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sem Ele nada sou!
Em segundo a minha amada mãe (*Im memoriam*) que sempre me apoiou durante
toda a vida e foi e sempre será um exemplo de mulher!**

AGRADECIMENTOS

A Ozeli Gonçalves de Campos Cabassa, mulher a quem devo quem sou hoje e sempre vou levar comigo dentro do meu coração, por toda a minha vida, minha mamãe (*Im memoriam*)! Desde criança me incentivava a estudar, mas nunca cobrando a perfeição, mas me dando o direcionamento certo e permitindo desta forma que eu pudesse sonhar em alcançar meus sonhos e objetivos nesta vida! Uma vez quando conversávamos durante a minha graduação, disse a ela que muito do meu esforço e dedicação aos estudos vinha dela e era por ela! Minha meta era dar o “mundo” a ela, dar todo o amor e carinho que uma pessoa pode receber, era dar as melhores condições financeiras também! Infelizmente não pude dar tudo o que queria, pois no meu último ano de graduação Deus a levou para o seu Reino de Glória! Mas sei que sou uma pessoa de sorte por ter tido uma mãe tão amorosa e dedicada como eu tive, uma mãe que mesmo doente, não deixava de se preocupar em como estava o desenvolvimento do meu trabalho curso e torcia para que eu tivesse o melhor! Te amo e sempre te amarei mamãe!

Também a meu amado e querido pai Marcelo Andrade Carvalho Cabassa, que juntamente com minha mãe sempre me apoiou e não media esforços para meu crescimento acadêmico! Você é um exemplo de homem na minha vida e um exemplo de pai! Obrigada pelas conversas e conselhos ao longo de todos esses anos!

Aos meus irmãos mais novos Guilherme Andrade e Nicolas Andrade por todo o amor, carinho e companheirismo durante todos esses anos! Eu amo vocês!

Aos meus amigos da faculdade Amandha Ribeiro, Larissa Martins, Raquel Fernandes, Widi Costa e Samuel Viana que durante esses mais de 5 anos foram meus companheiros nos dias de estudos intensivos, nos momentos de alegria e risos durante o tempo vago, ajudantes nas análises laboratoriais e parceiros nos momentos difíceis! Muito obrigada a vocês!

Aos meus amigos que fiz no ensino médio e que me acompanham até hoje Geovanna Campos e Henrique Carvalho, por me aturarem a tantos anos e mesmo com nossas diferenças permanecemos amigos até hoje! Obrigada por todo o carinho e momentos que tivemos!

A Gabrielle Dias e Bianca Santos minhas amigas que sempre me ajudam a servir a Deus nesta terra!

Ao LaBBio e em especial a Katiuchia Takeuchi, Mariana Egea e Daniele Lima por me darem a oportunidade da iniciação científica e conhecer a pesquisa acadêmica, pela qual me apaixonei e por me orientarem tão bem durante esses últimos 4 anos! Também a Tainara Leal por sempre me ajudar no laboratório, por sempre ter ótimos conselhos quando preciso e por todo o apoio e conversas que tivemos nesses últimos anos!

RESUMO

CABASSA, Isabellly de Campos Carvalho. **Validação térmica do processo de cozimento de linguiça tipo calabresa em estufa utilizando leituras de ibuttons.** 2022. 25 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2021.

A segurança do alimento é de suma importância para a sua comercialização, visto que se esta não for assegurada pelo fabricante, o alimento além de apresentar uma menor vida de prateleira e provocar alterações no produto como perda de textura, cor, mudanças no sabor e odor, o mesmo pode causar doenças ao consumidor devido à presença e proliferação de microrganismos patogênicos. Dentre os meios de conservação, o tratamento térmico é o mais usual e com melhor custo benefício. Os processos térmicos na indústria de alimentos têm por objetivo garantir a sua segurança microbiológica por meio da inativação dos microrganismos presentes no alimento e manter a qualidade sensorial do produto. Para efetividade do tratamento térmico é de suma importância o conhecimento de qual é o microrganismo a ser inativado no processamento, levando em conta a porção microbiológica do alimento durante todo o processo e sua aceitabilidade no final. A *Salmonella* é um importante microrganismo patogênico, a ingestão de alimentos que contenham este microrganismo ou sua toxina provoca no organismo humano toxinfecções que causa reações como febre, vômitos, dores de cabeça e diarreia. Para a garantia da segurança microbiológica do alimento após o processo térmico, pode-se validá-la por meio do cálculo de letalidade térmica do processo, chamado em muitos casos de valor F ou F_0 , realizado por meio da leitura de termo-registradores. Objetivou-se com este estudo validar a inativação térmica da *Salmonella* spp. presente na carne mecanicamente separada do embutido de linguiça tipo calabresa. Para a realização das análises foram realizadas 3 repetições de cozimento/defumação das linguiças e por meio do binômio temperatura x tempo foi possível calcular a letalidade térmica do embutido. Avaliando os valores de letalidade obtidos, notou-se que em sua maioria o objetivo de efetividade do tratamento térmico no interior das linguiças foi atingido, com exceção da gaiola da posição 14 da primeira repetição que a letalidade foi inferior a 240. A eficiência da utilização do termo-registrador para validar o binômio se mostrou válida quando comparada a estudos de letalidade térmica na literatura de outros processados cárneos.

Palavras-chave: letalidade térmica, *Salmonella*, carne suína, embutidos, termo-registradores.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
Aw	Atividade de água
CDC	Center for disease control and prevention
CMS	Carne mecanicamente separada
DIPOA	Departamento de inspeção de produtos de origem animal
IN	Instrução normativa
Máx	Máximo
Mín	Mínimo
S.	Salmonella

LISTA DE SÍMBOLOS

n°	Número
%	Porcentagem
°C	Graus Celcius
F ou F ₀	Letalidade térmica
D	Tempo de redução decimal
Z	Resistencia térmica
Cm	Centímetros
Min	Minutos
g/100g	Relação grama por 100 grama

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Fluxograma genérico de processamento de linguiças frescas e defumadas..... 14
- Figura 2** - Fluxograma de processamento da linguiça tipo calabresa da indústria.....18
- Figura 3** - Inserção dos termo-registradores nas linguiças tipo calabresa dispostas na vara no suporte para o cozimento..... 19

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Características físico-químicas das linguiças frescas e defumadas..... 15
- Tabela 2** - Resultados da letalidade do microrganismo (F_0 , minutos) das linguiças após o cozimento. 20
- Tabela 3** - Média das análises proximais realizadas nas linguiças seguido do desvio padrão.. 21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Carne	11
2.2 Derivados cárneos	13
2.2.1 Linguiças.....	13
2.3 Salmonella	15
2.4 Processamento e validação térmica	16
2.4.1 Modelos matemáticos	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Local e material.....	17
3.1.2 Preparo da amostra	18
3.2 Análises Proximais	19
3.6 Análise Estatística	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	21
6 REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a instrução normativa (IN) nº4 de 31 de março de 2000, linguiça é definida como um produto cárneo, resultado do processamento de carnes de animais de açougue tendo ou não a adição de tecido adiposo, ingredientes, embutido envoltório natural ou artificial, sendo aplicado a um processo tecnológico adequado. Entende-se por linguiça calabresa o produto obtido apenas por carne suína, curado e adicionado de ingredientes, tendo de ter o sabor picante característico da pimenta calabresa não havendo a necessidade de passar pelo processo de estufagem ou qualquer procedimento similar (BRASIL, 2000). Nas linguiças denominadas tipo calabresa as diferenças quanto a sua composição se dão no que se refere a adição de 20% de carne mecanicamente separada (CMS) de frango ou suíno além da obrigatoriedade da etapa de cocção das linguiças (BRASIL, 2000).

A segurança do alimento é de suma importância para a sua comercialização, visto que se esta não for assegurada pelo fabricante, o alimento além de apresentar uma menor vida de prateleira e provocar alterações no produto como perda de textura, cor, mudanças no sabor e odor o mesmo pode causar doenças ao consumidor devido à presença e proliferação de microrganismos patogênicos (BRUMATTI, 2019). Para isso, é de suma importância que o alimento passe por um processo térmico eficiente e seguro, garantindo que microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes sejam inativados e não contaminem o consumidor (GIL, 2009).

Dentre os meios de conservação, o tratamento térmico é o mais usual e com melhor custo benefício, entretanto juntamente com a queda do crescimento de microrganismos e com a inativação de algumas enzimas, outros fatores que prejudicam a qualidade final do produto quando o processo não é realizado corretamente, são acarretados como: degradação de vitaminas, desnaturação da proteína existente no alimento e alterações na cor, sabor e textura (CORREIA; FARAONI; PINHEIRO-SANT'ANA, 2008). Os processos térmicos na indústria de alimentos têm por objetivo garantir a sua segurança microbiológica por meio da inativação dos microrganismos presentes no alimento e manter a qualidade sensorial do produto (BERTELI; BERTO; VITALI, 2013).

O processo para validar um procedimento térmico, exige que já exista parâmetros pré-estabelecidos para que quando for realizada a verificação estes possam ser validados, sendo estes a instalação de equipamentos, parâmetros operacionais e processamento (SANTOS FILHO; PENNA, 2003). É de suma importância o conhecimento de qual é o microrganismo em questão a ser inativado no processamento em questão, levando em conta a porção microbiológica do alimento durante todo o processo e sua aceitabilidade no final, além das

características físico-químicas, como cor, aroma e composição proximal (FOODSAFETYBRAZIL, 2016).

A *Salmonella* é um importante microrganismo patogênico descoberto entre os séculos XIX e XX que apresenta três diferentes subgrupos de espécies, sendo os dois principais a *S. entérica* e *S. bongori* e é atualmente o gênero mais importante de sua família *Enterobacteriaceae* (BRASIL, 2011). A ingestão de alimentos que contenham este microrganismo ou sua toxina que poderá estar presente no alimento provoca no organismo humano toxinfecções que causa no ser humano reações como febre, vômitos, dores de cabeça e diarreia (JAY, 2005). De acordo com Borsoi (2005) frequentemente os surtos de salmonelose são atrelados ao consumo de carne de aves e ovos devido a sua alta recorrência no contágio em humanos após o consumo destes alimentos. Portanto tendo em vista que um dos principais componentes da CMS que integram a linguiça tipo calabresa é a carne da carcaça de frangos, objetivou-se com este estudo validar a inativação térmica da *Salmonella* spp. presente no embutido de linguiça tipo calabresa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Carne

O consumo de carne de animais por humanos sempre foi uma prática comum e recorrente na maioria das diferentes culturas presentes no mundo, em muitos países a presença deste alimento em refeições principais como almoço é essencial (RIBEIRO; CORÇÃO, 2013). No Brasil, o consumo de carne é tão popular como no restante do mundo, e além disso o país se destaca como um grande exportador mundial de carne bovina, suína e frango, tendo uma produção no 3º trimestre de 2020 de 7,69 milhões de cabeça de bovinos, sendo que 30% desta produção foi exportada, já a carne suína neste mesmo período teve uma produção de 12,71 milhões de cabeças sendo 21,71% destinado à exportação. A carne de frango se destaca quando comparada aos demais tipos de carnes citados quanto a produção por cabeça, tendo como valores reais 1,51 bilhão de cabeças abatidas e um total de 28,34% destinados à exportação (IBGE, 2020). O país que mais importa as carnes bovina, suína e de frango do Brasil é a China, seguido de Hong Kong, Egito e Japão (IBGE, 2020).

De acordo com o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), a carne para consumo humano é definida como qualquer peça muscular de variadas espécies de animais de açougue, tendo passado por abate em condições salubres, o animal ter apresentado boa saúde no momento do abate, além de uma manipulação higiênica desde o abate do animal até a sua venda para o consumidor assegurando a saúde e segurança do consumidor e por fim é

necessário que a carne a ser comercializada tenha um certificado emitido por médico veterinário, o qual é o responsável pela inspeção de todo o processo (BRASIL, 2017).

Segundo Oliveira et al. (2017) em suas pesquisas sobre a preferência pelo tipo de carne dos consumidores piauienses, a carne suína está dentre os tipos de carne mais consumidos pelos brasileiros estando atrás somente da carne de frango e bovina. Nantes et al. (2014) ao realizarem um estudo semelhante na cidade de Campo Grande no Mato Grosso do Sul relataram que mais de 80% dos entrevistados são consumidores de carne suína. A maior parcela da carne suína consumida no Brasil vem de processados como embutidos, porém na última década e meia o consumo desta carne aumentou de forma discreta (MIELE; SANTOS FILHO; MARTINS; SANDI, 2011). Um fator que pode contribuir para explicar o porquê deste consumo ser bem mais abaixo que as demais carnes quando comparado ao consumo mundial, é que existem muitas informações não confiáveis que influencia a população carente de dados confiáveis a não consumir a carne suína. Outro motivo relatado pelos consumidores de carne é de que a carne suína além de causar doenças a saúde do consumidor, também é transmissora de doenças (OLIVEIRA et al., 2017). Nos estudos realizados por Silva (2019), após feita uma pesquisa com 300 pessoas nas cidades de Recife, Igarassu, Olinda, Cruz de Rebouças e Paulista no estado de Pernambuco, 67% dos participantes disseram que acreditam que a carne suína é uma carne transmissora de doenças e quando perguntado quais doenças seriam estas e, 30,84% relatou que esta doença seria a cisticercose-teníase. Oliveira et al (2017) também em sua pesquisa sobre aspectos observados na compra de carne suína, relataram que 74% dos participantes disseram que a carne pode transmitir doenças ao ser humano. Um fator importante que se deve a fama de que a carne de suíno é uma carne ruim e causa doenças é de que antigamente a higiene na criação de suínos não era salubre, tanto a do próprio animal quanto a do local que o mesmo habitava antes do abate, facilitando desta forma o contágio do animal (TEIXEIRA, 2021). Entretanto muitos estudos e melhoramentos genéticos foram realizados para melhoria da carne como também ambientes mais adequados foram padronizados para a criação de suinocultura, deixando a carne mais segura para não contágio por microrganismos (TEIXEIRA, 2021).

Em quase todo o mundo a carne que recebe a propensão pelo consumo do homem, é a suína representando em dados reais 29,86% da preferência seguido pelo consumo de carne de frango e bovina. Entretanto no Brasil essa realidade é um pouco diferente já que no país a carne fonte de proteína animal mais consumida é a de frango tendo uma média de preferência acima da mundial com 41,31% (SANTOS FILHO et al., 2011). Dentre os fatores a que se devem ao alto consumo de carne de frango no Brasil, pode-se citar o fácil preparo da carne, o valor

nutricional que a mesma acarreta ao ser humano e o seu custo benefício, pois diferente da carne bovina que apresenta preços mais elevados e a carne suína que tem valores intermediário de compra, a carne de frango é fácil de ser adquirida por todas as classes sociais (EMBRAPA, 2021).

2.2 Derivados cárneos

Com o objetivo de aumentar a durabilidade dos alimentos e os deixarem mais seguros para o consumo, a indústria de alimentos desenvolveu diversos métodos para melhorar a qualidade dos alimentos, seja alterando a sua forma original ou por meio de aplicações de conservações, como por meio de processos físicos, químicos ou biológicos (FREIRIA, 2017).

Dentre os variados tipos de processamentos industriais existentes nos alimentos, temos os derivados cárneos, estes em sua maioria são alimentos que tem como matéria-prima principal a carne de animais de açougue e como principais derivados, podemos citar as linguiças, salames, mortadelas, nuggets e hambúrgueres (ORDÓÑEZ, 2005).

2.2.1 Linguiças

A sua classificação se altera de acordo com a sua tecnologia ou técnica de fabricação e composição de sua matéria-prima, podendo ser um produto fresco, seco, curado/maturado e cozido, dentro de suas variações pode-se citar a linguiça calabresa, linguiça portuguesa, linguiça toscana e linguiça paio (BRASIL, 2000). O fluxograma genérico de processamento de linguiças é demonstrado na Figura 1.

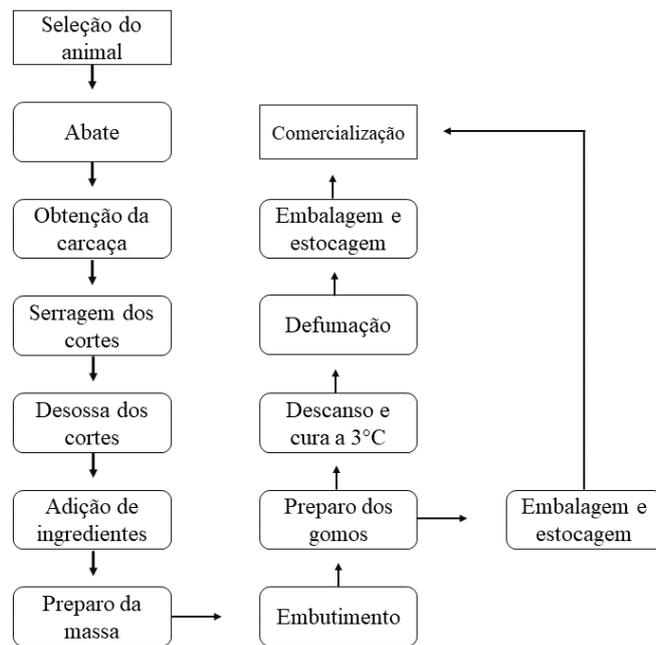


Figura 1 – Fluxograma genérico de processamento de linguiças frescas e defumadas.

Fonte: Adaptado de Embrapa (2007)

As composições das linguiças podem variar de acordo com a sua principal matéria-prima, porém dois componentes são exigidos conforme a IN n° 4, de 31 de março de 2000, sendo estes a carne de açougue (podendo esta ser de variadas espécies) e sal. Já ingredientes como água, gordura, aditivos, açúcar, proteína animal ou vegetal (sendo permitido o teor máximo quando usada de 2,5% como proteína agregada) e condimentos são opcionais para compor os embutidos, entretanto em linguiças toscana, calabresa, portuguesa, Blumenau e colonial não é permitido a adição de proteínas não cárneas (BRASIL, 2017).

Os requisitos sensoriais são definidos conforme o processo de produção escolhido, sendo esses, portanto característicos de cada processo (BRASIL, 2000). As características físico-químicas das linguiças também se diferem quanto a sua composição (Tabela 1), contudo um fator importante para a qualidade do embutido é a presença ou não de CMS, o qual em linguiças frescas o seu uso é proibido e, em linguiças cozidas tipo calabresa o seu uso se limita a 20% (BRASIL, 2000).

Tabela 1 – Características físico-químicas das linguiças frescas e defumadas

	Frescais	Cozidas	Dessecadas
Umidade (máx)	70%	60%	55%
Gordura (máx)	30%	35%	30%
Proteína (mín)	12%	14%	15%
Cálcio (base seca) (máx)	0,1%	0,3%	0,1%

Fonte: Instrução normativa nº4

2.3 *Salmonella*

Conhecida por ser um dos um dos microrganismos patogênicos mais frequentes em alimentos, principalmente na carne de frango e alguns casos na carne suína e em vegetais, este patógeno também é muito importante para garantia da segurança de diversos alimentos, por sua ausência representar um padrão microbiológico seguro (VON RÜCKERT et al., 2009). Proveniente da família *Enterobacteriaceae*, a *Salmonella* é um microrganismo anaeróbio, gram-negativo e não formador de esporos. Um aspecto que a caracteriza é a não fermentação de lactose, sacarose e salicina (MALHEIROS, 2007). Compõe o gênero da *Salmonella* três espécies, sendo estas: *Salmonella bongori*, *Salmonella enterica*, *Salmonella subterranea*, sendo que dentro da espécie *S. entérica* que possui mais de 2500 sorovares, existem seis subespécies nas quais a subespécie I é frequentemente encontrada em animais de sangue quente como seres humanos e aves (MCVEY; KENNEDY; CHENGAPPA, 2016).

Este microrganismo tem um intervalo de temperatura para se desenvolver que se encontra entre 7 e 49,5 °C, sendo a temperatura média ideal para esse desenvolvimento de 37°C. Em temperaturas acima de 49,5°C ele começa a ser inativado e quando é atingido a temperatura de 72°C por 20 minutos, o mesmo é destruído dependendo da resistência térmico do sorovae (MALHEIROS, 2007).

Para se adquirir a samonelose (doença causa pela *Salmonella*) é necessário que a pessoa faça a ingestão de alimento ou bebida que contenha esta bactéria, dentre os principais alimentos tem-se as carnes suínas e de aves (sendo esta última a mais recorrente), frutas e vegetais crus e água insalubre (FORSYTHE, 2013). Capalonga et al. (2014) relatam que os principais alimentos que veiculam a samonelose no Rio Grande do Sul, foram as maioneses caseiras e produtos de pastelaria. Segundo o Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2011) geralmente a infecção adquirida pelo ser humano após o consumo de um alimento contaminado por alguma variedade de *Salmonella* provoca no organismo diarreia, cólicas, febres dentro de um período de 12 a 72 h depois do consumo. A *Salmonella* não tifoide está dentro das 5 causas

de doenças diarreicas no mundo, um fator importante que representa o risco e a amplitude que se tem a salmonelose, que provoca mundialmente em torno de 36.341 a 89.045 morte anualmente (WHO, 2015).

2.4 Processamento e validação térmica

Tendo o intuito de aumentar a vida útil dos alimentos processados, inativar microrganismos e assegurar boa qualidade sensorial do produto final, o processo térmico é um dos meios de conservação mais utilizado devido a sua facilidade de uso e custo baixo em comparação a outros meios de conservação, como a conservação por aditivos químicos (BERTELI; BERTO; VITALI, 2013, CORREIA; FARAONI; PINHEIRO-SANT'ANA, 2008, ELES-MARTÍNEZ; MARTÍNBELOSO, 2007). Em processos térmicos de alimentos, os principais fatores a serem considerados e analisados são o método de cocção, o produto e suas dimensões, o tipo de envoltório e a capacidade do equipamento utilizado (ORSOLIN et al., 2015, TADINI et al., 2016).

Segundo Rinaldi, Chiavaro, Massini (2010) vários são os fatores que podem assegurar que um produto tenha uma boa qualidade sensorial ao fim do tratamento térmico, tais como: umidade relativa e temperatura do equipamento e, tempo de permanência do produto no equipamento para cocção. Os controles desses fatores são importantes, uma vez que, quando utilizados de maneira incorreta ou inadequada, podem provocar alterações na qualidade final do produto, podendo impactar na cor, textura do produto, o deixando mais escuro ou mais claro, ou até mesmo com sabor alterado, por este motivo é importante ter o conhecimento das propriedades de transferência térmica do alimento a passar pelo processo térmico como do equipamento (RINALDI; CHIAVARO; MASSINI; 2010).

Para a garantia da segurança microbiológica do alimento após o processo térmico, pode-se validá-la por meio do cálculo de letalidade térmica do processo, chamado em muitos casos de valor F ou F_0 (BERTELI; BERTO; VITALI, 2013). Conforme relatou Berteli, Berto, Vitali (2013) por meio do histórico de temperatura de aquecimento do alimento, é possível calcular a letalidade do processo térmico, para isso existem diversos modelos matemáticos a serem usados, entretanto os mais comumente usados são o Método Genérico e o Modelo Matemático de Ball.

Portanto tendo como objetivo a inativação de microrganismos para garantir desta forma a segurança microbiológica do alimento, para que o processo térmico tenha efetividade o valor F_0 deve ser calculado com base na resistência da letalidade do microrganismo a ser inativado,

o que varia de acordo com o alimento (STUMBO, 1973). Para se realizar o cálculo da letalidade térmica, é necessário ter os valores D e Z, sendo D o tempo requerido para que ocorra a diminuição dos microrganismos por um ciclo logarítmico, já Z é o valor necessário de aumento no processo para que se tenha o decaimento de um décimo do valor de D, estes valores são tabelados baseados na literatura para cada microrganismo (ARYANI et al., 2015, CODEX ALIMENTARIUS, 1999).

2.4.1 Modelos matemáticos

Os principais modelos matemáticos utilizados para o cálculo da letalidade térmica, são os modelos de Bigelow que desenvolveu o Método Geral e, o Método Matemático de Ball que derivaram outros modelos, entretanto estes continuam sendo os mais usais em indústrias e estudos de letalidade térmica (BERTELI; BERTO; VITALI, 2013).

Para efetuar o cálculo do Método de Bigelow deve-se ter já as informações de D e Z do microrganismo a ser inativado, além dos valores da curva de penetração do calor no produto durante o cozimento e a temperatura desejada para inativação (MATTOS, 2000). Este método é mais comumente utilizado em processos térmicos de alimentos esterilizados, como conservas (MATTOS, 2000).

Já o modelo matemático de Ball é o método mais usado na indústria alimentícia e, neste cálculo é necessário ter-se os dados da curva de penetração de calor do processo, uma letalidade térmica de referência (F_{ref}), o efeito letal do processo térmico e os valores tabelados de D e Z (MATTOS, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e material

A empresa no qual este estudo foi realizado é uma das maiores empresas no ramo alimentício do país contendo uma equipe com mais de 100 mil colaboradores e a companhia conta com 35 unidade produtivas no país. A cidade de Rio Verde conta com uma das unidades produtivas e esta contém em seu layout um frigorífico abatedouro de suíno e de aves, além do setor de industrializados onde é produzido grande parte dos processados da empresa e local onde foi realizado o estágio.

As linguiças tipo calabresa foram coletadas durante o período de produção da mini fábrica de linguiça calabresa da empresa produtora, sendo escolhidos 12 pares dentro de uma

das 6 mesas de embutir, de forma aleatória. Para a produção das linguiças tipo calabresa, foi seguido o fluxograma exposto na Figura 2.



Figura 2 – Fluxograma de processamento da linguiça tipo calabresa da indústria

Os termo-registradores utilizados para realizar a verificação de temperatura/tempo foram da marca iButtons (Aparecida de Goiânia, Brasil) que foram obtidos pela empresa em junho de 2021. Para garantir a eficiência dos termo-registradores durante a validação térmica do cozimento do produto, a empresa definiu um ciclo de 6 meses para realizar a calibração do material, com o objetivo de avaliar a efetividade do mesmo.

A estufa de cozimento utilizada para a cocção das linguiças foi a estufa de cozimento e defumação da marca Vemag (modelo Mauting UKM Classic estufa de defumação, Frankfurt, Alemanha).

3.1.2 Preparo da amostra

Utilizou-se 14 pares de linguiça tipo calabresa, coletadas ao acaso das mesas de embutir, sendo realizado a repetição desta análise 3 vezes em dias diferentes.

Após a coleta das amostras, as mesmas foram dispostas em uma vara apoiada em um suporte chamado de gaiola dentro da empresa (Figura 3A). Após isso com o auxílio de uma tesoura, a tripa da linguiça presa pelo lacre foi cortada para que fosse possível a inserção do termo-registrador. Para colocar os iButtons no centro das linguiças, eles foram cobertos por um material de luva nitrílica descartável foram e foram colocados dentro da linguiça com o auxílio de uma pinça de 15 cm com garras na extremidade (Figura 3B).



Figura 3 – Inserção dos termo-registradores nas linguiças tipo calabresa dispostas na vara no suporte para o cozimento

Terminado o preparo das amostras, as mesmas ficaram em processo de cozimento/defumação por um tempo médio de 6 h e 30 min, tendo a temperatura no interior central da linguiça atingindo 72°C ou mais pôr no mínimo 30 minutos. Este binômio tempo x temperatura foi estabelecido para assegurar a letalidade térmica de F_0 igual ou superior a 240 do microrganismo (*Salmonella spp.*).

3.2 Análises Proximais

A análise proximal das linguiças foi feita em duplicata nas três repetições da análise, sendo realizada após cocção e a defumação utilizando o equipamento Analisador de Carnes FoodScan (marca FOSS, Copenhage, Dinamarca). Já a atividade de água (A_w) foi feita no equipamento analisador de atividade de água (marca AquaLab 4TE, Estados Unidos da América).

3.6 Análise Estatística

A análise estatística foi obtida com os dados coletados durante a pesquisa submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey por meio do pacote estatístico SISVAR 5.6 adotando o nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão os resultados dos valores de letalidade do microrganismo (*Salmonella* spp.) obtidos durante o cozimento das linguiças tipo calabresa. Foi possível observar que apenas na primeira repetição o iButton que estava localizado na posição de gaiola 14 dentro da estufa de cozimento não conseguiu atingir a temperatura mínima de inativação do microrganismo de 72°C por 30 minutos obtendo, portanto, um valor de F_0 menor do que 240 min, valor alvo para a inativação da *Salmonella* spp.

Tabela 2 – Resultados da letalidade do microrganismo (F_0 , minutos) das linguiças após o cozimento

Posição	Repetições		
	1°	2°	3°
1°	402,68	5910,89	4206,48
2°	3677,55	18284,15	21906,17
3°	4197,81	7499,65	24192,42
4°	6087,36	9948,73	30256,09
5°	6851,08	9122,14	20057,21
6°	1983,79	2582,59	10345,77
7°	244,28	2348,14	6612,87
8°	3016,59	2470,52	1878,05
9°	16779,08	7054,67	15659,26
10°	18085,78	8473,02	23471,37
11°	6557,65	7059,21	23793,62
12°	9061,77	18785,72	8040,09
13°	4225,52	5418,14	7535,11
14°	121,26	1130,38	2379,70

Avaliando os valores de F_0 obtidos, notou-se que em sua maioria o objetivo de efetividade do tratamento térmico no interior das linguiças foi atingido, desta forma com exceção da gaiola da posição 14, todas as linguiças no ponto frio de seus suportes atingiram a temperatura mínima de 72°C por 30 minutos ou mais, para a letalidade do microrganismo controlado. Observou-se também que dentro das 14 posições de cozimento das linguiças nas estufas, os resultados de letalidade térmica foram muito acima do alvo de 240 min, implicando um super-cozimento do produto, o que resultou em linguiças expostas a temperaturas superiores a 72°C e por tempo maior do que 30 minutos. Algumas características do equipamento durante o ciclo de cozimento do mesmo nas análises, podem ter provocado o super-cozimento em

algumas posições das gaiolas, tais como o fluxo de ar dentro da estufa e o calibre/comprimento do gomo utilizado, pois mesmo tendo um controle das amostras escolhidas, ainda havia uma margem de erro dentro dos padrões estabelecidos. Poucos são os estudos científicos sobre letalidade térmica em processados cárneos ainda mais para o produto usado na presente pesquisa, entretanto Campagnaro (2021) em seu trabalho também encontrou valores de F_0 calculados de 2445 min maiores do que o alvo de 2 min para lombo suíno tipo canadense.

Os resultados de umidade, proteína e lipídios estão apresentados na Tabela 3, que se mostraram dentro do padrão estipulado pela empresa e de acordo com o que exige a legislação vigente.

Tabela 3 – Média das análises proximais realizadas nas linguças seguido do desvio padrão

	Repetição			Média	Padrão Empresa	Legislação
	1°	2°	3°			
Umidade	47,89±0,009 ^a	46,86±0,009 ^b	46,52±0,005 ^b	47,09	45-50	60 (máx)
Proteína	16,34±0,007 ^a	17,07±0,004 ^a	16,97±0,002 ^a	16,79	14-21	14 (min)
Lipídios	28,43±0,014 ^a	28,17±0,007 ^a	28,89±0,011 ^a	28,50	26-30	35 (máx)
Sal	2,98±0,002 ^a	3,06±0,003 ^a	3,00±0,002 ^a	3,01	2,6-3,2	-
Aw	0,937±0,008 ^a	0,933±0,008 ^a	0,940±0,001 ^a	0,937	0,925-0,940	-

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre as repetições. Teste de comparação de médias de Tukey a $p < 0,05$.

Santos (2017) em seu trabalho encontrou valores de 52,81, 17,08 e 21,06 g/100 g para umidade, proteína e lipídios, respectivamente em linguças calabresas defumadas *in natura*. Mesmo que para a proteína os resultados sejam semelhantes ao do presente estudo, as diferenças nos resultados de umidade e lipídios se devem provavelmente a formulação das linguças calabresa, já que por serem de uma empresa diferente, alguns componentes da mesma sofrem alterações. Porém, mesmo tendo diferenças ambas as linguças apresentaram valores físico-químicos dentro do que pede a legislação. Já Kraemer *et al.* (2019) relataram valores semelhantes de aW para linguça calabresa cozida defumada de 0,930, e resultados de umidade de 52,81 g/100 g, também superiores ao encontrados neste trabalho (47,09 g/100 g).

5 CONCLUSÃO

A eficiência da utilização do termo-registrador iButton para validar o binômio se mostrou uma alternativa interessante, sendo possível obter repostas reais do produto durante o processo de cozimento. Mesmo ainda não tendo muito estudos na área, foi possível avaliar que

em processos de embutidos cárneos que passaram por cozimento/defumação em estufas de cozimento em larga escala, onde foram obtidos resultados de letalidade térmica muito maiores do que o microrganismo alvo. Pode-se também concluir que mesmo o produto estando exposto a temperaturas altas por longo período de tempo, isto não provocou na desnaturação da proteína de forma prejudicial a linguiça tipo calabresa pronta, que atendeu tanto ao padrão da empresa, quanto ao da legislação.

A validação do presente processo térmico avaliado por meio dos termos-registradores, demonstra ser uma alternativa para as indústrias de alimentos controlarem seus processos térmicos e identificar possíveis problemas nos mesmos. Contudo alguns pontos ainda necessitam de maior atenção, tais como a metodologia para se realizar as análises e tendo de haver um maior controle nos fatores físicos do produto.

6 REFERÊNCIAS

ARYANI, D. C. et al. Quantifying variability on thermal resistance of *Listeria monocytogenes*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 193, p. 130-138, jan. 2015.

BERTELI, M. N.; BERTO, M. I.; VITALI, A. A. Aplicabilidade do método de Ball para o cálculo da letalidade de processos de esterilização em autoclaves a vapor desaeradas por água. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 243-252, set. 2013.

BRASIL. Constituição (2017). Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. 62. ed. [S.I.], 30 mar. 2017. Seção 1.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha**: regulamento técnico de identidade e qualidade de linguiça. Brasil, 31 mar. 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 33, de 5 de setembro de 2017. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça**. [S.I.], 15 set. 2017. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=15/09/2017&jornal=1&pagina=2&totalArquivos=128>. Acesso em: 29 dez. 2021.

BRASIL. Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas/Ioc/Fiocruz. Secretária de Vigilância em Saúde (org.). **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de Salmonella spp**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 60 p. (Série A. Normas e manuais técnicos).

BRUMATTI, M. R. **Estudo do tratamento térmico aplicado na produção do molho de tomate**. 2019. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

BORSOI, A. **Ocorrência, Contagem e Resistência Antimicrobiana de Salmonella Isoladas de Carcaças de Frango Resfriadas e Pesquisa de Salmonella em Galpões de Frango de Corte**. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CAMPAGNARO, A. F.. **Validação de tratamento térmico de lombo suíno tipo canadense defumado em escala industrial**. 2021. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021.

CAPALONGA, R. et al. Salmonella serotypes, resistance patterns, and food vehicles of salmonellosis in southern Brazil between 2007 and 2012. **J Infect Dev Ctries**, [S.I], v. 8, n. 7, p. 811-817, jul. 2014.

CDC – Center for Disease Control and Prevention. **National Enteric Disease Surveillance: Salmonella Surveillance Overview**. 2011. Atlanta, 2011.

CODEX ALIMENTARIUS. **Code of hygienic practice for refrigerated packaged foods with extended shelf life**, CAC/RCP 46-1999.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 1, n. 19, p. 83-95, mar. 2008.

DIAS, R. P.; DUARTE, T. F. **Processamento de Linguiça Frescal e Defumada de Caprinos e Ovinos**. Sobral: Embrapa, 2007. 3 p.

ELES-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high intensity pulsed electric field processing conditions on vitamin C and antioxidant capacity of orange juice and gazpacho, a cold vegetable soup. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 201-209, 2007.

EMBRAPA (org.). **Qualidade da carne de aves**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-de-aves#:~:text=Em%20m%C3%A9dia%20cada%20brasileiro%20consome,salsichas%20%20alimentos%20prontos%20etc>). Acesso em: 1 dez. 2021.

IBGE. **Estatística da Produção Pecuária jul.-set.** 2020. [S.I], 2020. 50 p. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_202003caderno.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

FOODSAFETYBRAZIL (org.). **Validação de processo térmico – segurança de alimentos na indústria e no churrasco feito em casa**. 2016. Elaborada por Ana Claudia Frota. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/validacao-de-processo-termico-seguranca-de-alimentos-na-industria-e-no-churrasco-feito-em-casa/?cn-reloaded=1>. Acesso em: 05 nov. 2021.

FORSYTHE, S. J.. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 607 p.

FREIRIA, E. F. C. **Tecnologia de alimentos**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 208 p.

GIL M., M. **Kinetics of non-linear microbial inactivation: Modelling, data analysis and experimental design**. Ph.D.thesis, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade católica Portuguesa, Porto, Portugal, 2009.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos – alimentos de origem animal**. Artmed. 2005.

KRAEMER, C. G. P. *et al.* Avaliação do processo de cozimento industrial da linguiça tipo calabresa. In: V Mostra Científica de Alimentos, 5. 2019, Medianeira. **Anais**. Medianeira: Utfpr, 2019. p. 54-61.

MALHEIROS, P. S. **Avaliação da cinética de crescimento, resistência ácida e resistência térmica de Salmonella Enteritidis envolvida em surtos alimentares ocorridos no Rio Grande do Sul e comparação com outros sorovares**. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MATTOS, F. R.. **Modelo computacional para simular a redução da microbiota contaminante em pepinos (Cucumis sativus L.) submetidos a tratamento térmico**. 2000. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

MCVEY, S.; KENNEDY, M.; CHENGAPPA, M. M.. **Microbiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 884 p.

MIELE, M.; SANTOS FILHO, J. I.; MARTINS, F. M.; SANDI, A. J. O Desenvolvimento da Suinocultura brasileira nos últimos 35 anos. In: SOUZA, J. C. P. V. B. **Sonho, Desafio e Tecnologia - 35 Anos de Contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. [S.I]: Embrapa, 2011. Cap. 3. p. 85-102.

NANTES, C. L. et al. Profile and preference of pork consumers in Campo Grande - MS. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 25, p. 460-467, 22 mar. 2014.

OLIVEIRA, A. P. et al. Principais aspectos considerados por consumidores na aquisição e consumo de carne suína em Colônia do Piauí-PI. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar**, Umuarama, v. 20, n. 5, p. 71-77, jun. 2017.

ORSOLIN, D., STEFFENS, C., ROSA, C. D., & STEFFENS, J. Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela e avaliação da qualidade final do produto. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 16, n. 4, p. 589-597, 2015.

RIBEIRO, C. S. G.; CORÇÃO, M. O consumo de carne no Brasil: entre valores socioculturais e nutricionais. **Demetra: Alimentação, nutrição & saúde**, [S.I], v. 8, n. 3, p. 425-438, set. 2013.

RINALDI, M., CHIAVARO, E., & MASSINI, R. Original article: Apparent thermal diffusivity estimation for the heat transfer modelling of pork loin under air/steam cooking treatments. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 9, p. 1909–1917. 2010.

SANTOS, C. D´A. N. O. dos. **Alterações físico-químicas e perfil de ácidos graxos em linguiça calabresa frescal e defumada submetida à diferentes processos de cocção**. 2017. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

SANTOS FILHO, G. C.; PENNA, T. C. V. Validação do processamento térmico de um produto proteico vegetal enlatado. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [S.I], v. 39, n. 4, p. 391-401, dez. 2003.

SANTOS FILHO, J. I. et al. Os 35 anos que mudaram avicultura brasileira. In: SOUZA, Jean Carlos Porto Vilas Boas. **Sonho, Desafio e Tecnologia - 35 Anos de Contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. [S.I]: Embrapa, 2011. Cap. 2. p. 59-83.

SILVA, M. C. O. **Carne Suína: Complexo Teníase-Cisticercose e Hábitos de Consumo**. 2019. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Gastronomia, Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

STUMBO, C. R. **Thermobacteriology in Food Processing**. 2nd Edition. New York: Academic Press, Inc. 1973

TADINI, C. C., TELIS, V. R. N., & DE ALMEIDA MEIRELLES, A. J. **Operações Unitárias na Indústria de Alimentos**. Rio de Janeiro, RJ. LTC. v.2. 23c. 2016.

TEIXEIRA, K. A. **Percepção dos consumidores e profissionais de saúde sobre a produção de suínos e pesquisa de *Salmonella* sp. em carne suína no estado de Goiás**. 2021. 161 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

VON RÜCKERT, D.A.S. et al. Pontos críticos de controle de *Salmonella* spp. no abate de frangos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, [S.I], v. 61, n. 2, p. 326-330, abr. 2009.

WHO (org.). **Foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015**. [S.I]: Who, 2015. 254 p.