



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ANNE JHENNIFER SOUZA DOS SANTOS

**ESTUDO DE CASO: PADRONIZAÇÃO DO PERCENTUAL DE QUEBRA EM
PRODUTOS DEFUMADOS DE UMA AGROINDÚSTRIA DO BRASIL**

**LARANJEIRAS DO SUL
2023**

ANNE JHENNIFER SOUZA DOS SANTOS

**ESTUDO DE CASO: PADRONIZAÇÃO DO PERCENTUAL DE QUEBRA EM
PRODUTOS DEFUMADOS DE UMA AGROINDÚSTRIA DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos

LARANJEIRAS DO SUL

2023

ANNE JHENNIFER SOUZA DOS SANTOS

**ESTUDO DE CASO: PADRONIZAÇÃO DO PERCENTUAL DE QUEBRA EM PRODUTOS
DEFUMADOS DE UMA AGROINDÚSTRIA DO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

Orientador: Professor Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
27/02/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **GUSTAVO HENRIQUE FIDELIS DOS SANTOS**
Data: 03/04/2024 16:21:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos

Documento assinado digitalmente
 **LEDA BATTESTIN QUAST**
Data: 03/04/2024 12:58:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Leda Battestin Quast

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS ALCEU FELICETTI**
Data: 03/04/2024 10:30:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Alceu Felicetti

As coisas mais simples da vida são as mais extraordinárias, e só os sábios conseguem vê-las.

Paulo Coelho

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por ter segurado minha mão e por ser minha base em todos os momentos não só da graduação, como da vida. Houveram muitos momentos difíceis durante minha trajetória, os quais só foram possíveis ser superados graças ao amor de Deus. “Peça a Deus que abençoe os seus planos, e eles darão certo” (Provérbios 16:3).

Agradeço aos meus pais Armindo Barros dos Santos e Lucenilda de Souza Pinto por todo amor e apoio. Agradeço por tantas vezes terem aberto mão de algo em prol do meu futuro, para verem a menina de vocês se formar. Sou grata por todos os ensinamentos, pelo amor, por terem criado uma mulher forte e honesta, mas principalmente pelas orações. Esse sonho só se tornou possível por que independente de estarem longe eu tinha vocês me apoiando a todo momento, me mostrando a força que eu tinha dentro de mim que nem mesmo eu sabia que tinha. Palavras não são suficientes para expressar minha gratidão, mas dedido essa conquista à vocês, pai e mãe. Eu amo muito vocês, vocês são meu tudo!

Agradeço aos meus irmãos Joyce Taveira e Jefferson Taveira por todo amor e carinho.

Agradeço aos meus sobrinhos João Guilherme Taveira, Jasmim Louise Taveira, Joyceanne Victória Taveira, João Carlos Taveira e Francisco Antônio Taveira que foram uma das minhas maiores saudades durante o período que estive fora estudando. Eu sinto muito por ter perdido tantas fases importantes na vida de vocês, mas sei que estão orgulhosos da tia de vocês.

Agradeço aos meus amigos João Mateus C. Lotici e Leonardo Antonowicz por terem sido muito mais do que amigos e sim meus irmãos durante a graduação, com certeza nossa amizade continuará sendo “da UFFS para a vida”. Vocês foram essenciais na minha vida durante todo o período que estive em Laranjeiras, sou grata a Deus por ter colocado pessoas tão boas nos meus caminhos.

Agradeço às minhas amigas Nádia Delfino e Gabrielle Carvalho por terem sido minhas companheiras de estudo durante a graduação e terem me apoiado muito, fazendo parte deste sonho.

Agradeço à minha amiga Brenda Vieira por ter feito parte da minha graduação do início ao fim. A nossa amizade é linda e que ela seja sempre assim, leve e feliz.

Agradeço à minha família do coração que Laranjeiras me deu, Mali Luczinski,

Giovani Santos Vaz, Estela Vaz e Nelson Vaz que sempre fizeram eu me sentir em casa e amada. À dona Mali meu muito obrigada por ter me tratado como filha e ter me apoiado em tantos momentos difíceis, me cedendo sua moradia quando mais precisei.

Agradeço à agroindústria concedente do trabalho e a todos que estiveram envolvidos, ajudando na elaboração do mesmo.

Agradeço a todos meus professores de graduação, pois cada um contribuiu para a minha formação como Engenheira de Alimentos. Em especial a prof^a. Dr^a. Eduarda M. Bainy por todos os conselhos, que vieram em um momento que estava precisando muito. Aos técnicos do laboratório e todos os demais colaboradores da universidade.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos por toda a paciência durante a elaboração do meu trabalho de conclusão de curso.

Por fim agradeço à Universidade Federal da Fronteira Sul por ser uma universidade federal diferenciada que se preocupa com a infraestrutura e ensino dos alunos, estando sempre em busca do melhor para nosso ensino. Tenho orgulho de fazer parte dessa comunidade acadêmica.

Posso todas as coisas em Cristo que me fortalece (Filipenses 4:13). Por que para Deus nada é impossível (Lucas 1:37). Não temas, porque eu estou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça (Isaías 41:10).

Bíblia sagrada.

RESUMO

O bacon é um produto produzido por meio da barriga suína, onde é cozido e defumado e passa por um processo de cura com sais e conservantes para aumentar a vida útil de prateleira do mesmo. O processo de defumação é realizado em 35 h cujo mesmo é utilizado lenha Eucalipto e Uva Japão para alimentar o fumeiro. Devido a agroindústria realizar o processo de defumação de forma visual sem o uso de equipamentos para controle do fogo, utilizando apenas o conhecimento visual e de forma empírica, o processo é considerado artesanal. O fumeiro não possuía nenhum controle de temperatura e não havia padronização quanto a sua capacidade ou abastecimento de lenha, ocorrendo conforme a demanda de outro setor, ocasionando perdas, relacionado a peças cruas, por ficarem muito próximas umas das outras e não haver acompanhamento de temperatura. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar testes para viabilizar a implementação de um painel de acompanhamento de temperatura para que os operadores pudessem se embasar e o produto vir a ser padronizado. Inicialmente foi proposto um padrão de varas e de peças por vara no fumeiro para que as peças possuíssem um espaçamento adequado. Também foram realizados testes por meio do uso de um *datalogger* para monitorar o comportamento das temperaturas do fumeiro. Este monitoramento foi realizado inicialmente com os operadores alimentando o fumeiro com lenha sem saberem as temperaturas de operação, como já faziam. Em seguida, foram realizados testes com os operadores acompanhando a variação de temperatura do fumeiro, por meio do leitor do *datalogger* e a partir destas informações, tomavam a decisão de alimentá-lo com lenha. Desta forma, foram implementados 4 testes os quais os mesmos possuíam análise do percentual de quebra e temperatura para comparar se o controle de temperatura pelos operadores auxiliaria na padronização do produto. A padronização das varas e de peças por varas no fumeiro se mostrou eficaz, pois reduziu a zero o quantitativo de peças cruas. A tomada de decisão dos operadores em alimentar o fumeiro com lenha, monitorando a sua variação de temperatura também se mostrou uma metodologia eficaz, pois além da redução de custo energético e financeiro, auxiliou na padronização do produto, pois resultou em diminuição na variação do percentual de quebra das peças nos diferentes pontos do fumeiro.

Palavras chave: Bacon, defumação, fumeiro, percentual de quebra, padronização.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do processo de defumação.....	14
Figura 2: Termômetro espeto.....	17
Figura 3: Fluxograma da preparação das peças.....	18
Figura 4 : Barriga suína.....	18
Figura 5: Visão do fumeiro vista de cima.....	19
Figura 6: Visão do fumeiro vista de frente.....	19
Figura 7: Exemplo das peças alocadas no nível do fumeiro.....	20
Figura 8: Visão do fumeiro vista de cima com disposição das varas teste.....	21
Figura 9: Visão do fumeiro vista de frente com nível de teste.....	22
Figura 10: Posição das varas teste nos vãos do fumeiro.....	22
Figura 11: Etiqueta utilizada para identificar a análise de quebra.....	23
Figura 12: Alocação das varas teste ilustrando lados (esquerdo/direito).....	23
Figura 13: Ventilador industrial.....	24
Figura 14: <i>Datalogger</i>	25
Figura 15: Planilha de acompanhamento da alimentação do fogo (Teste 1).....	26
Figura 16: Planilha de acompanhamento da alimentação do fogo (Teste 2).....	26
Figura 17: Ilustração da parte inferior do fumeiro, vista de cima.....	26
Figura 18: Planilha para acompanhamento da temperatura.....	27
Figura 19: Gráfico com temperaturas do Teste 1.....	31
Figura 20: Gráfico com temperaturas do teste 2.....	33
Figura 21: Processo de defumação sem controle de temperatura.....	35
Figura 22: Gráfico com temperaturas do teste 3.....	36
Figura 23: Gráfico com temperaturas do teste 4.....	38
Figura 24: Imagem ilustrativa de barriga defumada totalmente cozida.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Amostragem da massa de peças por vara e o valor calculado para massa unitária.....	29
Tabela 2: Percentual de peças encostadas/cruas.....	29
Tabela 3: Acompanhamento da alimentação do fogo nos fumeiros pelo Teste 1.....	31
Tabela 4: Resultado da análise de quebra do Teste 1.....	31
Tabela 5: Acompanhamento da alimentação do fogo nos fumeiros pelo Teste 2.....	32
Tabela 6: Resultado da análise de quebra do Teste 2.....	34
Tabela 7: Resultado da planilha de acompanhamento de temperatura do Teste 3..	35
Tabela 8: Acompanhamento da alimentação do fogo nos fumeiros pelo Teste 3....	35
Tabela 9: Resultado da análise de quebra do Teste 3.....	36
Tabela 10: Resultado da planilha de acompanhamento de temperatura do Teste 4.....	38
Tabela 11: Acompanhamento da alimentação do fogo nos fumeiros pelo Teste 4...38	
Tabela 12: Resultado da análise de quebra do Teste 3.....	39
Tabela 13: Resultado dos gastos com lenha.....	41

SUMÁRIO

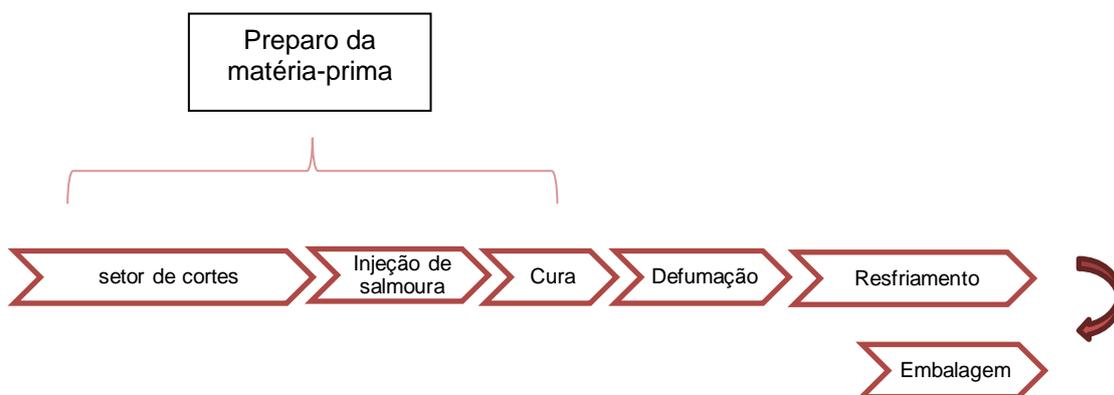
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO GERAL.....	17
3. METODOLOGIA.....	18
3.1. Escolha das peças.....	18
3.2. Escolha do fumeiro.....	18
3.3. Padronização das varas e peças por vara.....	20
3.4. Padronização do percentual de quebra.....	20
3.4.1. Método aplicado nos testes experimentais.....	21
3.4.1.1. Divisão do fumeiro.....	21
3.4.1.2. Análise de quebra.....	22
3.4.1.3. Análise de temperatura.....	24
3.4.2. Testes experimentais.....	25
3.4.2.1. Teste 1.....	25
3.4.2.2. Teste 2.....	26
3.4.2.3. Teste 3 e 4.....	27
3.4.3. Análise de gastos.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1. Padronização das varas e peças por vara.....	28
4.2. Testes experimentais.....	31
4.2.1. Teste 1.....	31
4.2.2. Teste 2.....	32
4.2.3. Teste 3.....	35
4.2.4. Teste 4.....	37
4.3. Análise de gastos.....	41
5. CONCLUSÃO.....	41
6. REFERÊNCIAS	
BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

O bacon ou barriga defumada, segundo a instrução normativa nº 21 (Brasil, 2000), é o produto obtido a partir da parede torácico-abdominal de suínos, possuindo ou não pele, podendo ter ou não costela. O art. 2º dessa mesma instrução diz ainda que, trata-se de um produto defumado, podendo ser cozido ou não.

A Figura 1 ilustra como é feito o processamento da barriga suína até sua defumação e embalagem:

Figura 1: Fluxograma do processo de defumação.



Fonte: Anne Santos, 2023.

De acordo com Silva (2010), a injeção de salmoura consiste na adição de agulhas nas fibras da barriga suína por meio de um equipamento denominado injetora. A salmoura é colocada no equipamento para ser injetada logitunalmente na barriga, fazendo com que a peça absorva uniformemente a salmoura. Os principais ingredientes utilizados na formulação da salmoura são cloreto de sódio, açúcar, nitrito e nitrato de sódio, eritorbato e água (Scheibe, 2022).

No processo de cura, os sais diminuem a Aa (atividade de água) da peça, devido a concentração de sólidos formarem pontes de hidrogênio com os coloides hidrofílicos (Gava, 2008). Porém, com base em um estudo realizado por Kulchaiyawat *et al.* (2009), a atividade de água do bacon pode variar de 0,85 a 0,94, sendo que o microrganismo *Staphylococcus aureus*, uma bactéria patogênica muito comum nesse tipo de alimento se multiplica à Aa mínima de 0,86 (Franco, 2008), estando dentro da faixa ótima de multiplicação. Já em outro trabalho realizado por Torezan (2021), os resultados das análises de Aa deram de 0,93 a 0,97 para processo de defumação utilizando paleta suína.

Desta forma, é importante que o processamento do produto siga as Boas Práticas de Fabricação (BPF's) para garantir que o produto não seja contaminado durante sua elaboração e assegurar a saúde do consumidor.

A defumação é um processo derivado da combustão incompleta da madeira, a qual se dispersa em matéria gasosa convertendo-se em fumaça, auxiliando na ação conservadora no produto em conjunto com a salga, cura e cozimento (Gava, 2008). O principal objetivo da defumação é conservar e aumentar a vida de prateleira dos produtos, além de atribuir sabor, aroma e coloração, atrativos aos olhos do consumidor (Gava, 2008).

A composição da madeira é um fator importante na defumação, visto que a fumaça liberada pela mesma possui componentes capazes de conservar o produto e formar uma película protetora. Esse efeito conservador ocorre devido às propriedades bactericidas e antioxidantes liberadas pelo grupo de fenóis e ácidos presentes na composição da madeira, liberados na fumaça (Gava, 2008).

Deste modo, manter a circulação de fumaça, temperatura interna do produto e/ou ambiente uniformes em todos os pontos do fumeiro é um fator importante para obter um produto totalmente cozido e pronto para receber a embalagem a fim de inibir a multiplicação de microrganismos patogênicos durante a vida de prateleira.

Na agroindústria que foi realizado o trabalho, o processo de defumação é feito utilizando lenha eucalipto e uva Japão, que são madeiras não resinosas, as quais não liberam compostos voláteis tóxicos e prejudiciais à saúde, e por isso sua viabilidade na utilização para o preparo de alimentos. A agroindústria não possui controle de alimentação do fogo/fumaça e/ou temperatura por nenhum tipo de equipamento, logo, o processo é considerado artesanal.

Após o processo de defumação, é realizado análise de quebra para verificar a quantidade de água perdida (umidade) durante o processo e se o produto teve cozimento satisfatório durante a defumação, não apresentando aspecto cru ao ser cortado. A quebra consiste na perda de água, redução na Aa (atividade de água), perda de sólidos solúveis (devido a degradação da proteína pelo processo térmico) e consequentemente perda de gordura por ser um produto com percentual elevado da mesma.

Dependendo da variação do percentual de quebra, pode-se supor que propicia-se um ambiente favorável para o crescimento de microrganismos patogênicos como *Staphylococcus aureus*, devido a não uniformidade na temperatura, fazendo com que

alguns pontos do produto não chegue à temperatura capaz de inibir o crescimento microbiano. A umidade se encontra como água livre disponível no alimento, não estando ligada a nenhum componente do mesmo, servindo como nutriente para o crescimento microbiano (o bacon se encontra em Aa ideal como citado anteriormente). Desta forma, a combinação de fatores como cura, processo de defumação, tratamento térmico durante o processo e barreira protetora por meio da embalagem realizada à vácuo (auxiliando a inibir o crescimento de bactérias aeróbias e que necessitam de oxigênio para se multiplicar) é de suma importância para que o produto final seja seguro e não traga riscos à saúde do consumidor.

Para realizar o teste de quebra era contabilizado a massa inicial (antes da defumação) e final do produto (após defumação). A agroindústria baseava o percentual de quebra na massa total que era carregado nos fumeiros (massa inicial) e o volume embalado total (massa final sem considerar perdas durante o processo). Neste cenário, utilizava-se um caixote de plástico bem grande carregado com peças após o processo de cura como massa inicial, onde a água perdida durante o próprio processo era contabilizada, perda não associada ao processo de defumação.

Como massa final era considerado apenas os dados coletados na automação (sistema interno que contabiliza a massa final e guarda em um banco de dados) durante a impressão da etiqueta. O problema de contabilizar apenas a massa da automação como final, é que durante todo o processo ocorrem perdas que não eram contabilizadas, como peças que acabavam caindo durante o processo e eram descartadas, peças cortadas para ajuste de massa, não refletindo um percentual de quebra preciso e confiável.

No processo de carregamento/defumação, outro ponto observado era o fato dos produtos ficarem muito próximos uns dos outros por serem alocadas quatro peças por vara, fazendo com que as peças ficassem muito próximas umas das outras e não houvesse circulação ideal de fumaça, o que poderia prejudicar o padrão de defumação conforme explicado anteriormente.

Além disso, durante o processo de defumação, o controle de ajuste do fogo era realizado pelos operadores do fumeiro apenas através de observação e conhecimento empírico. A partir de oito horas de processo, os operadores abriam a parte superior do fumeiro (carregada com peças) e avaliavam visualmente o aspecto das mesmas, assim como a concentração de fumaça. Além disso, avaliavam com termômetro espeto (Figura 2) a temperatura interna dos produtos, a cada 8 horas (totalizando em

média 3 a 4 aferições).

O manual interno da agroindústria que indica os padrões que devem ser utilizados pelo setor, define que a temperatura interna do produto deve ser de no mínimo 45°C. Após a aferição, os operadores aumentavam o fogo caso julgassem que peças estavam pouco defumadas ou houvesse pouca fumaça.

Figura 2: Termômetro espeto.



Fonte: 1001 festas.

No manual interno da agroindústria, a única temperatura estabelecida durante o processo era a temperatura mínima de núcleo (TN), onde o foguista se baseava durante as aferições com o termômetro espeto.

Devido a alta ocorrência de peças cruas e mal defumadas, é evidente que o método utilizado não era o ideal. Desta forma, buscou-se a padronização de outros parâmetros como percentual de quebra, faixa de temperatura ideal de núcleo por determinado período de tempo e temperatura ambiente do fumeiro, que são pontos que foram estudados para buscar a padronização dos produtos.

Em vista de todos os desvios observados no processo, o objetivo deste trabalho foi realizar o acompanhamento das temperaturas interna de produto e ambiente dos fumeiros, a fim de padronizar as faixas de temperaturas ideais, além de definir a metodologia para realização das análises de quebra e seus percentuais padrões aos processos na agroindústria.

2. OBJETIVO GERAL

Estabelecer os valores padrões do percentual de quebra, temperaturas de núcleo e ambiente na defumação de barriga suína de uma agroindústria.

3. METODOLOGIA

3.1. Escolha das peças

Na realização deste estudo, o fluxo do processo desde a preparação da matéria-prima, injeção e cura não foram alterados. O fluxo a seguir (Figura 3) ilustra como foi feito a preparação das peças para os testes aplicado neste estudo.

Figura 3: Fluxograma da preparação das peças.



Fonte: Anne Santos, 2023.

As peças utilizadas nas varas testes foram escolhidas do processo após a etapa de cura buscando coletar peças semelhantes (largura e espessura) (Figura 4), para minimizar disparidades de cada teste aplicado.

Figura 4 : Barriga suína.



Fonte: Jademo meat produtos.

As demais peças carregadas no fumeiro escolhido para este trabalho não foram avaliadas ou selecionadas, seguindo o fluxo normal do processo do setor.

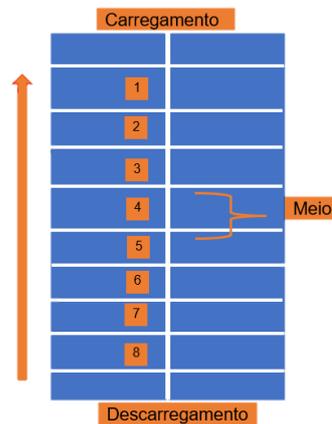
3.2. Escolha do fumeiro

Para a realização deste estudo, foi escolhido um fumeiro fixo para que todos os

testes fossem feitos, a fim de diminuir variáveis que pudessem impactar na análise dos dados.

O fumeiro escolhido era dividido por 8 vãos, ilustrados pelas demarcações enumeradas em laranja na Figura 5.

Figura 5: Visão do fumeiro vista de cima.



Fonte: Anne Santos, 2023.

Em relação aos vãos, o fumeiro continuou sendo carregado pelos operadores a partir do ponto descarregamento para o ponto carregamento, como o setor já fazia normalmente.

A Figura 6 ilustra a posição em relação aos níveis do fumeiro vista de frente. Conforme ilustrado na Figura 6, o fumeiro utilizado neste estudo possuía 6 níveis.

Figura 6: Visão do fumeiro vista de frente.



Fonte: Anne Santos, 2023.

Em relação aos níveis, o fumeiro continuou sendo carregado de cima para baixo como já era o método padrão utilizado pela agroindústria.

3.3. Padronização das varas e peças por vara

Na agroindústria em que o estudo foi realizado, o quantitativo de peças que eram carregadas no fumeiro não era padronizado e dependia da demanda oriunda do setor de cortes para o setor de defumação. A quantidade de varas colocadas por vão dependia da disponibilidade de peças.

Para não impactar no fluxo do processo e demanda vinda do setor de cortes, foi definido um padrão de onze varas por vão (Figura 7).

Figura 7: Exemplo das peças alocadas no nível do fumeiro.



Fonte: Wikipédia.

Para realização deste teste, não foi alterado o padrão utilizado pelo setor das peças por nível, visto que os fumeiros sempre continham peças de classificações diferentes. Era classificado como peça A, a barriga suína lisa, e como peça B, a barriga suína piano. Para a alocação das diferentes peças, foi definido do nível 1 ao 4 peças de classificação A, e para os níveis 5 e 6 peças de classificação B, como já era feito pelo setor para não mudar a logística de acomodação.

Neste teste foi definido um total de três peças por vara da classificação A e quatro peças da classificação B e o padrão de onze varas por vão.

3.4. Padronização do percentual de quebra

Para realização do estudo para padronização do percentual de quebra, inicialmente realizou-se a elaboração da metodologia a ser aplicada para minimizar as variáveis que pudessem impactar na análise dos dados, para em seguida, aplicar os testes experimentais que iriam avaliar o percentual de quebra e como buscar

padronizá-lo.

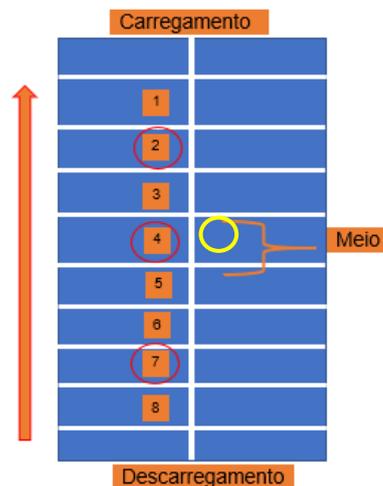
3.4.1. Método aplicado nos testes experimentais

3.4.1.1. Divisão do fumeiro

Para a realização deste teste foram definidos 3 pontos no fumeiro, sendo eles: carregamento, meio e descarregamento de acordo com os vãos do local, como ilustrado na Figura 5.

As posições que foram medidas as temperaturas de núcleo (TN) para a análise de temperatura, encontram-se circulas em vermelho, como ilustra a Figura 8. A marcação representada pelo círculo amarelo ilustra a posição da temperatura ambiente.

Figura 8: Visão do fumeiro vista de cima com disposição das varas teste.



Fonte: Anne Santos, 2023.

Para disposição das varas testes considerou-se a combinação do nível 3 (demarcado em vermelho na Figura 9) aos vãos 2, 4 e 7 (destacados na figura 8), buscando submeter as análises a pontos intermediários dentro do fumeiro, ou seja, evitando-se extremidades das localizações e/ou disparidades nas temperaturas e circulação de fumaça.

Durante os testes experimentais, ao chegar no nível três, os operadores eram instruídos a alocarem as peças nas respectivas posições, visto que era uma atividade nova para eles.

Ambos os lados do fumeiro foram avaliados para a análise de quebra e apenas o esquerdo para a análise de temperatura onde continha os sensores PT100 do *datalogger*.

Figura 9: Visão do fumeiro vista de frente com nível de teste.

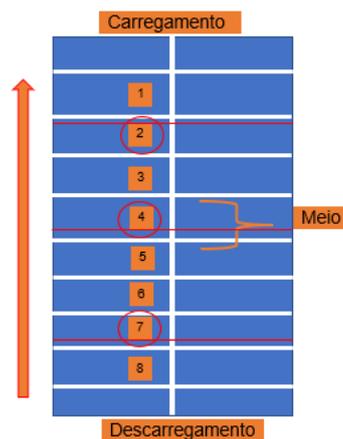


Fonte: Anne Santos, 2023.

3.4.1.2. Análise de quebra

Para realização das análises de quebra, as varas eram alocadas nas respectivas posições, ilustrado em vermelho na Figura 10, sendo a primeira vara de cada vão para manter um padrão.

Figura 10: Posição das varas teste nos vãos do fumeiro



Fonte: Anne Santos, 2023.

As análises de quebra em cada teste, eram preparadas utilizando seis varas no fumeiro e as peças utilizadas nos testes eram pesadas em conjunto, identificando-se cada vara com etiquetas (Figura 11) com as informações: massa inicial, fumeiro em

que estava sendo realizado o teste, ponto no fumeiro (carregamento, meio ou descarregamento), lado (esquerdo ou direito) e data.

Figura 11: Etiqueta utilizada para identificar a análise de quebra.

Análise de quebra

Produto:

Fumeiro:

Massa inicial:

Ponto:

Lado:

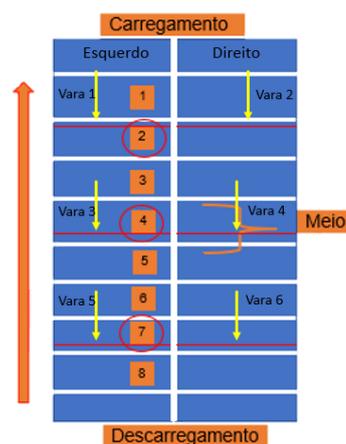
Massa final:

Data:

Fonte: Anne Santos, 2023.

As peças eram retiradas do processo, levando em consideração o que foi citado no tópico 3.1 em relação ao padrão da peça. As peças que eram identificadas e que seriam realizadas as análises de quebra, eram colocadas em 1 vara em cada lado do fumeiro (esquerdo e direito), totalizando 2 varas em cada ponto (carregamento, meio e descarregamento). Como eram 2 varas por cada posição e cada vara continha três peças, no total foram coletadas 18 peças no fumeiro para realizar cada análise de quebra.

Figura 12: Alocação das varas teste ilustrando lados (esquerdo/direito).



Fonte: Anne Santos, 2023.

Cada vara teste continha três peças da classificação A, onde após a etapa de pesagem e identificação, as mesmas eram separadas para aguardar o momento de

pendura, conforme organização do fumeiro, ilustrado no tópico 3.2.

O processo de defumação era feito em 35 h ou até que as peças ficassem totalmente cozidas sendo conferido por meio de amostragens. Logo após o término, as peças eram submetidas ao resfriamento com circulação de ar forçada por meio de ventiladores industriais (Figura 13) para auxiliar no abaixamento de temperatura.

Figura 13: Ventilador industrial.



Fonte: Prince ventiladores.

Após a etapa de resfriamento, os operadores retiravam as peças para serem embaladas normalmente até chegar no 3 nível, que continha as peças de análise de quebra.

As peças dos testes eram separadas e destinadas a embalagem primária para realizar a pesagem final. Era feito a pesagem das peças de cada vara e anotado o massa final na etiqueta de identificação onde continham as informações descritas anteriormente e realizado o cálculo da % de quebra, apresentado a seguir pela equação 1.

$$\% \text{ quebra} = \frac{M_f - M_i}{M_i} \times 100 \quad (1)$$

Mi= Massa inicial

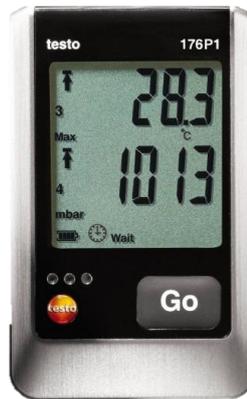
Mf= Massa final

3.4.1.3. Análise de temperatura

Para acompanhamento das temperaturas de núcleo (TN) e ambiente (TA) foi utilizado um *datalogger* (Figura 14) com quatro sondas e sensores PT100, sendo que as sondas para TN foram inseridas no meio das peças da barriga nos pontos definidos: carregamento, meio e descarregamento, conforme ilustram as Figuras 8 e 9. Todos

os sensores PT100 ficaram alocados do lado esquerdo em ambas as análises de temperatura para manter o padrão entre os testes. Para a temperatura ambiente, uma das sondas ficou alocada próximo a temperatura de núcleo meio, conforme Figura 8 e 9 demarca em amarelo.

Figura 14: *Datalogger*.



Fonte: InstruFiber.

De acordo com as localizações, o controle das quatro temperaturas lidas pelo *datalogger* ficaram definidas como: T1-Carregamento; T2-Meio; T3- Descarregamento e T4-Temperatura ambiente.

Como as análises de temperatura eram realizadas simultaneamente com análises de quebra, a primeira vara de cada vão foi definida para alocar as peças em que a sonda do *datalogger* seria inserida.

3.4.2. Testes experimentais

O acompanhamento foi dividido em quatro testes para que fosse possível primeiramente avaliar o cenário atual do setor, desenhando posteriormente o cenário ideal e proposto de acompanhamento de quebras e da temperatura. Em todos os testes, o acompanhamento dos percentuais de quebra e colocação dos sensores foram executados de forma padrão, conforme já descrito na metodologia.

As distinções entre cada teste realizado estão descritas a seguir.

3.4.2.1. Teste 1

Neste primeiro teste, o principal objetivo foi entender o comportamento das temperaturas e percentual de quebra sem que os operadores tivessem acesso as mesmas como já faziam habitualmente. Para tanto, foi implementada uma planilha

(Figura 15) onde os operadores apontavam o horário em que estavam adicionando lenha nos fumeiros.

Figura 15: Planilha de acompanhamento da alimentação do fogo (Teste 1).

Data	Hora inicial				Hora final						
Horários de abastecimento do fogo											
Data	Hora inicial		Hora final		Data	Hora inicial					
Horários de abastecimento do fogo											

Fonte: Anne Santos, 2023.

3.4.2.2. Teste 2

Com o objetivo de avaliar quais locais eram alimentados nos reabastecimentos de lenha e sua associação com os dados de temperaturas e quebras, no teste 2 foi realizada alteração da planilha de controle dos operadores, com a inclusão do acompanhamento da posição que o fumeiro estava sendo alimentando, ilustrada na figura 16.

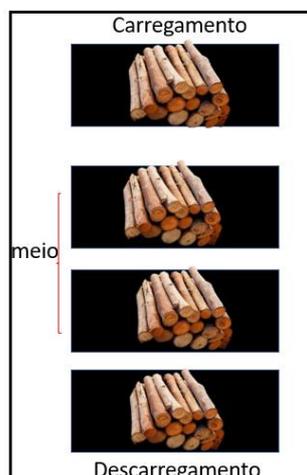
Para preenchimento foi considerado as posições como: C para carregamento, M para as duas posições do meio e D para descarregamento, conforme figura 17.

Figura 16: Planilha de acompanhamento da alimentação do fogo (Teste 2).

Data	Hora inicial				Hora final						
Horários de abastecimento do fogo											
Hora											
Ponto											

Fonte: Anne Santos, 2023.

Figura 17: Ilustração da parte inferior do fumeiro, vista de cima.



Fonte: Anne Santos, 2023.

3.4.2.3. Teste 3 e 4

Nos testes 3 e 4, os operadores acompanhavam a temperatura dos fumeiros por meio do *dattalogger*, antes de tomar a ação em abastecer o fogo, não sendo realizada apenas a avaliação visual como era a forma padrão desta agroindústria (Teste 1 e 2).

Os operadores foram orientados para, ao verificar as temperaturas, avaliar os pontos que deveriam ser abastecidos buscando manter T1, T2 e T3 próximas uma das outras fim de manter a uniformidade em cada ponto.

Para o acompanhamento foi implementada a planilha ilustrada na Figura 18, em que a cada checagem o foguista anotava as diferentes temperaturas registradas no momento de checagem.

Figura 18: Planilha para acompanhamento da temperatura.

Temperatura carregamento (°C)											
Temperatura meio (°C)											
Temperatura descarregamento (°C)											
Temperatura fumeiro (°C)											
Hora											

Fonte: Anne Santos, 2023.

Após a checagem da temperatura coletada no *datalogger*, os operadores tomavam a decisão de quais pontos iriam alimentar ou mesmo se naquele momento a ação não seria realizada. Em paralelo, os pontos alimentados eram apontados na planilha condizente (Figura 16).

3.4.3. Análise de gastos

Foi feita análise de gastos para relacionar a quantidade de lenha utilizada durante o processo de defumação com controle de temperatura e sem controle para verificar se tal controle traria economia para a agroindústria.

A análise foi feita por meio de acompanhamento durante o processo de defumação para coletar o consumo de lenha gasto em cada teste.

Após a coleta dos dados foi feita pesquisas para buscar valores da lenha eucalipto, visto que durante a complementação do fogo é utilizado apenas esta lenha. Desta forma foi utilizado o valor da mesma para calcular o valor gasto em ambos os

testes. O m³ em reais da lenha eucalipto utilizado foi de R\$ 270,00.

Para realizar a análise do gasto e comparar com o consumo da lenha foi levado em consideração as planilhas de alimentações implementados nos testes 2, 3 e 4 onde cada ponto (C, M e D) foi considerado para relacionar com a quantidade de lenha gasta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Padronização das varas e peças por vara

Durante o desenvolvimento do trabalho, houveram ocorrências de variação na defumação e porcentagem de quebra dos produtos, resultando em peças que não ficavam cozidas uniformemente (durante o processo de defumação o conjunto de temperatura e fumaça cozinham as peças internamente), apresentando aspecto de cruas em alguns pontos, tendo que serem reprocessadas. Nestes casos, era necessário retornar as peças aos fumeiros e reiniciar o fogo quando a quantidade de peças cruas era elevado ou era necessário destinar as peças cruas para outros fumeiros que iriam passar pelo processo de defumação. O reprocesso acabava gerando custos adicionais ao processo, os quais não agregavam valor ao produto final, além de abrir margem para contaminações microbiológicas pela manipulação excessiva do produto.

A ocupação do fumeiro com o total de peças a serem carregadas dependia da demanda vinda do setor de cortes para o processo de defumação, onde o setor colocava a quantidade de varas por vão conforme disponibilidade de peças. Isso era feito desta forma por que dependendo da demanda vinda do setor de cortes, alimentava-se um fumeiro até avaliar-se que estava totalmente carregado (baseado na compreensão do operador), porém outro fumeiro poderia ficar com poucas peças. Desta forma, o setor realocava todas as peças em um único fumeiro variando de nove a treze varas por vão para não restarem peças.

Esta tomada de decisão na quantidade de varas alocadas em cada fumeiro sem um padrão, resultava em muitos casos de peças em contato uma com a outra por conta da não padronização do número de peças por vara. As peças ficarem muito próximas umas das outras impactava negativamente na circulação de fumaça, visto que o espaçamento entre elas era pequeno quando se utilizava mais de onze varas, fazendo com que um percentual médio de 0,13 a 0,47% de peças ficassem cruas no

final da defumação (Tabela 2).

Para avaliação média do percentual de peças que ficavam cruas em um fumeiro, como a agroindústria fornecia somente a massa total de peças alimentadas no processo, foi necessário converter para quantidade total de peças (número de peças) alimentadas no fumeiro. Para realizar esta conversão, inicialmente foi necessário estimar a massa média de uma peça (massa unitária).

A Tabela 1 apresenta uma amostragem realizada em 10 dias distintos para se avaliar a massa média de uma de peça de bacon (massa unitária) que seria defumada. Experimentalmente foi possível obter a massa de peças por vara. Como cada vara continha três peças, para calcular a massa unitária, dividiu-se por 3 o valor da massa por vara.

Tabela 1: Amostragem da massa de peças por vara e o valor calculado para massa unitária.

Amostragem	Massa por vara (Kg)	Massa unitária (Kg)
1	12,4	3,1
2	12,3	3,1
3	13,7	3,4
4	14,8	3,7
5	13,3	3,3
6	12,2	3,1
7	12,0	3,0
8	13,0	3,3
9	12,4	3,1
10	8,3	2,1
Média	12,4	3,1

Na Tabela 2 é apresentado 4 amostragens de carga alimentada no fumeiro. Experimentalmente era fornecido a massa total de peças, a quantidade de varas por vão e a quantidade de peças encostadas/cruas. A partir do valor da massa total foi possível estimar uma média da quantidade total de peças no fumeiro, dividindo este valor pela média da massa unitária apresentada na Tabela 1.

Tabela 2: Percentual de peças encostadas/cruas.

Massa total (Kg)	Quantidade total (peças)	Quantidade de varas por vão	Peças encostadas/cruas	%
13.235	4.254,50	12	20	0,47
10.909	3.506,80	9	14	0,4
13.237	4.255,10	12	12	0,28
14.398	4.628,30	12	6	0,13

Após converter a massa total em Kg para quantidade total de peças em unidades alimentadas no fumeiro, foi possível avaliar o percentual de peças encostadas/cruas.

Apesar do percentual não ser elevado, deve ser levado em consideração que por dia é feito o processo de defumação de 2 a 3 fumeiros. Os dados da Tabela 1 consta apenas 1 fumeiro por dia, logo, considerando os demais fumeiros utilizados no processo de defumação o valor se torna significativo.

É importante que as peças apresentem uniformidade em relação à defumação, estando completamente cozidas, visto que, trata-se de um produto que se encontra em Aa dentro do ideal para o crescimento da bactéria *S. Aureus*, logo, propiciará um ambiente favorável para que o mesmo entre em fase log de multiplicação.

Outro ponto importante é em relação a faixa de temperatura, visto que se o produto não apresenta uniformidade, o mesmo não passou pelo tratamento térmico ideal para inativar o crescimento em toda a dimensão do produto, podendo favorecer o crescimento ainda de bactérias deteriorantes. Os *S. Aureus* são bactérias gram-positivas, aeróbias e mesófilas, ou seja, se multiplicam em temperatura ótima de 40 a 45 °C. Logo, manter uma temperatura superior a essa temperatura durante o tratamento térmico em determinado tempo é de extrema importância para não favorecer a multiplicação desta bactéria patogênica durante a vida de prateleira do produto.

As padronizações de varas e de peças por vara foram realizadas para minimizar as variáveis que pudessem impactar na quebra e cozimento do produto, visto que a circulação de calor e fumaça nos fumeiros depende do espaçamento entre as peças.

O teste de padronização consistiu em colocar um total de três peças por vara da classificação A, quatro peças da classificação B e um total de onze varas por vão. A definição de se operar o fumeiro com onze varas por vão foi baseado na observação de quando o setor utilizava este quantitativo de varas por vão, resultava em redução de peças mal cozidas.

Em todas as amostragens em que este teste foi aplicado, o resultado observado foi sempre o mesmo. Este padrão testado minimizou a zero o quantitativo de peças que ficavam cruas, mostrando-se um método eficiente para a agroindústria.

Este padrão se mostrou eficiente, pois ao se colocar um total de três peças por vara da classificação A, o espaçamento entre elas possibilitava a circulação de fumaça, enquanto que ao se colocar quatro peças da classificação B, por estarem em

níveis mais próximos ao fogo, estas peças se encontravam mais expostas ao calor. Já a definição de um padrão de onze varas por vão foi eficiente, por comportar um quantitativo de peças que atende a demanda do setor e por ter um espaçamento satisfatório entre as peças.

4.2. Testes experimentais

4.2.1. Teste 1

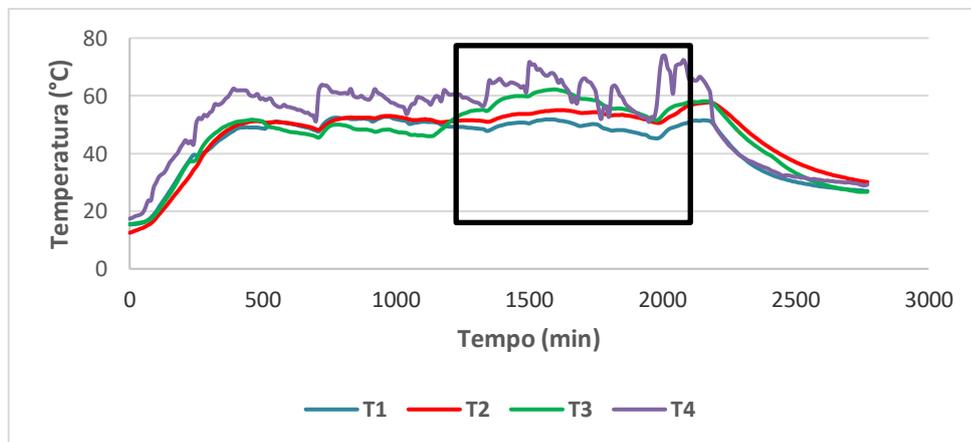
Os dados apresentados na Tabela 3 são resultados obtidos da planilha de acompanhamento (Figura 15).

Horários de abastecimento do fogo										
20:30	00:30	03:45	07:00	09:30	12:00	14:15	17:05	19:50	22:00	00:40

Tabela 3: Acompanhamento da alimentação do fogo nos fumeiros pelo Teste 1.

A Figura 19 ilustra o gráfico com relatório do comportamento das temperaturas T1, T2, T3 e T4 as quais foram extraídas do *datalogger* e a Tabela 4 apresenta o resultado da análise de quebra do Teste 1.

Figura 19: Gráfico com temperaturas do Teste 1.



Legenda: T1:Carregamento; T2: Meio; T3: Descarregamento; T4: Temperatura ambiente (fumeiro).

Tabela 4: Resultado da análise de quebra do Teste 1.

Posição	Lado	% Quebra
Carregamento	Esquerdo	22,2
Carregamento	Direito	23,3
Meio	Esquerdo	23,5
Meio	Direito	20,7
Descarregamento	Esquerdo	27,9

Descarregamento Direito 21,3

A Figura 19 aponta que inicialmente as temperaturas T1, T2 e T3 tiveram uma faixa de temperatura semelhante. Os picos da temperatura T4 indica os momentos em que o fumeiro foi “alimentado” com lenha, condizendo com a Tabela 3 de abastecimento.

Conforme Figura 19, o ponto demarcado com a temperatura T3 passou a ter uma ascensão pelo crescimento da curva a partir de 21,5 h (1290 minutos) e avaliando o banco de dados obtido pelo relatório do *datalogger*, foi possível observar que a temperatura T3 ficou 14 h (1280 a 2130 minutos) com disparidade de 6 a 10°C em relação a T1 (54,8 a 62 °C) e de T2 com temperatura próxima, nesse ponto crítico.

Os resultados apresentados na Figura 19 e na Tabela 3 mostram que o método utilizado pela agroindústria, de avaliar a necessidade do abastecimento dos fumeiros com lenha a partir de uma análise empírica do operador, e que desta forma os operadores alimentavam o fumeiro de 3 a 4 h, resultou em um desperdício de combustível para a empresa.

Por exemplo, às 12:00 (1200 minutos) o fumeiro foi alimentado, sendo que T1, T2 e T3 estavam com faixa de temperatura entre 49,3 a 51,1°C, logo, nesse momento não havia necessidade deste abastecimento, podendo postergar a alimentação do fogo. Relacionando a planilha fornecida aos operadores de alimentação do fogo com o relatório do *datalogger*, pode-se observar que às 12:00 (1200 minutos), horário que o fumeiro foi alimentado foi o instante em que a temperatura começou a entrar em ascensão, visto que as 13:30 (1290 minutos) a temperatura de descarregamento (T3) encontrava-se mais alta que as demais. Diante destas observações, pode-se deduzir que nesse ponto não haveria necessidade de abastecimento, somente nos demais pontos carregamento (T1) e meio (T2).

Deduz-se que os demais abastecimentos entre 14:15 (1335 minutos) a 19:50 (1670 minutos) também foram realizados sem necessidade, visto que a temperatura de T3 já se encontrava alta, com faixa de 55 a 62,2°C, sendo que o mínimo recomendado é de 45°C.

O resultado da análise de quebra, apresentado na Tabela 4, aponta que o ponto descarregamento obteve uma quebra maior do que os demais pontos com 27,9%, variando 4,4% do ponto com a segunda maior quebra (M/esquerdo). Este resultado pode ser justificado devido a temperatura nesse ponto ter se mantido elevada em relação às demais por um período maior visualizado na Figura 19 e discutido acima.

Observou-se nesse primeiro teste que a faixa de TN variou entre 55 a 62°C o que provavelmente impactou no percentual de quebra.

A maior temperatura obtida no carregamento foi de 52,7°C e, esse ponto manteve uniformidade do início ao final da defumação, apresentando variação na temperatura de +/- 1°C, evidenciando o controle desse ponto, mesmo não se tendo conhecimento do motivo deste controle nesta posição, uma vez que este primeiro estudo não foi avaliado o local de alimentação do fogo. Porém, com base na diferença de temperatura de 6 a 10,6 C° entre T1 e T3 foi visto que esse controle seria importante, sendo adicionado posteriormente no Teste 2.

4.2.2. Teste 2

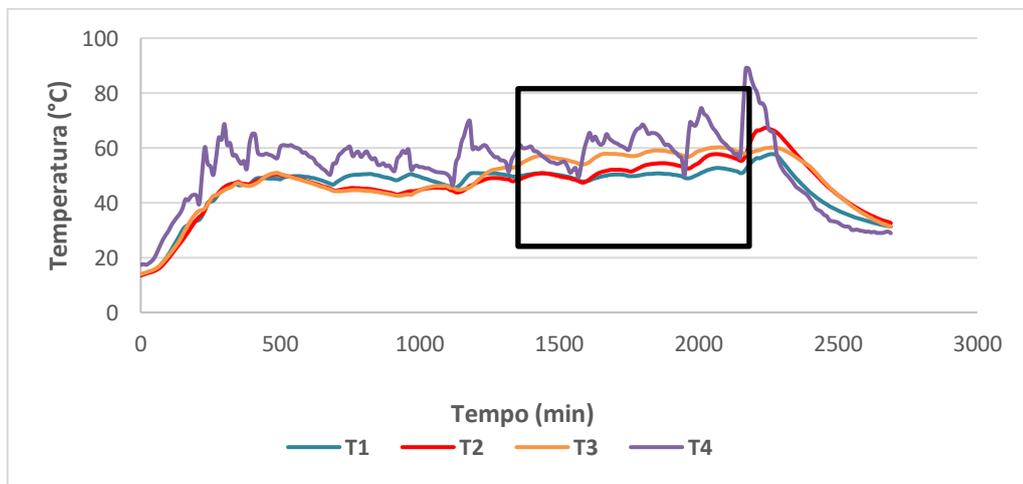
Os dados apresentados na Tabela 5, são resultados obtidos da planilha de acompanhamento (Figura 16).

Tabela 5: Acompanhamento da alimentação do fogo nos fumeiros pelo Teste 2.

Horários de abastecimento do fogo										
20:30	00:30	03:45	07:00	09:30	12:00	14:15	17:05	19:50	22:00	00:40

A Figura 20 ilustra o gráfico com relatório do comportamento das temperaturas T1, T2, T3 e T4 as quais foram extraídas do *datalogger* e a Tabela 6 apresenta o resultado da análise de quebra do Teste 2.

Figura 20: Gráfico com temperaturas do Teste 2.



Legenda: T1:Carregamento; T2: Meio; T3: Descarregamento; T4: Temperatura ambiente (fumeiro).

Tabela 6: Resultado da análise de quebra do Teste 2.

Posição	Lado	% Quebra
Carregamento	Esquerdo	18,8
Carregamento	Direito	23,0
Meio	Esquerdo	22,7
Meio	Direito	18,6
Descarregamento	Esquerdo	25
Descarregamento	Direito	20,1

A Figura 20 mostra o comportamento das temperaturas no processo de defumação do Teste 2. Nas primeiras 13,5 h (810 minutos), as temperaturas mantiveram-se com faixa de temperatura próximas, variando de 45 a 50,4 °C como pode ser observado pelo gráfico. A partir de 13,5 h (810 minutos) de defumação, a temperatura de T1 manteve-se maior que as demais (T2 e T3) por 2,8 h (810 a 980 minutos).

Às 14:20 (1340 minutos) no horário de abastecimento, as temperaturas estavam equalizadas e com faixa de temperatura próxima, porém, o operador teve a tomada de decisão de abastecer o fumeiro, alimentando os pontos D/M fazendo com que T3 subisse. A temperatura T3 permaneceu alta por 12,6 h (1370 a 2130 minutos) com faixa de temperatura de 53,9 a 60,2 °C.

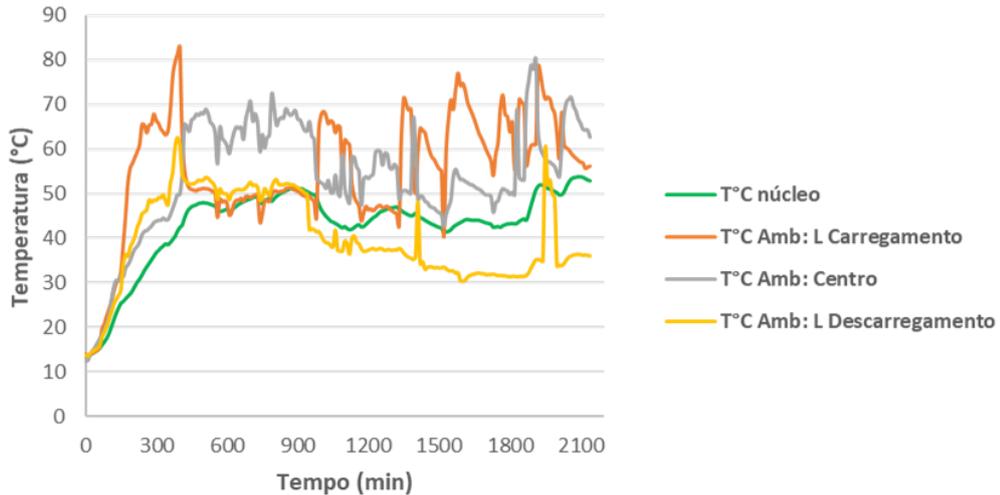
Mesmo no momento da alimentação do fumeiro às 17:40 (1540 minutos) e 21:30 (1770 minutos), o operador não tenha “alimentado” o ponto D, a temperatura continuou subindo. Os demais pontos, mantiveram-se estáveis até 33,5 h (2130 minutos), tendo uma ascensão de T2 após 36 h (2180 minutos) como mostra a área demarcada pelo gráfico da Figura 16 com temperatura variando de 60,5 a 66,7 °C. No entanto, esta ascensão de T2, permaneceu apenas por 2 h (2180 a 2260 minutos), logo por ter ficado pouco tempo com esse comportamento pode não ter influenciado na quebra como é mostrado na Tabela 6.

A análise de quebra aponta que o lado do descarregamento obteve percentual de quebra maior com 25%, em relação aos demais pontos (C/M) variando 2,3 % da segunda maior quebra (C/direito).

Observa-se pela porcentagem de quebra nos Testes 1 e 2 (sem aplicação de uma padronização) pelas Tabelas 4 e 6, que este parâmetro apresentou variação acentuada nas diferentes posições, ou seja, o produto final apresentava

características diferentes, algo não interessante para a indústria alimentícia. Logo, esta forma de controle não garantia um processo assertivo de defumação, conforme observado em testes anteriores (Figura 21) com o acompanhamento de *datalogger*.

Figura 21: Processo de defumação sem controle de temperatura.



Fonte: Anne Santos, 2023.

4.2.3. Teste 3

Para avaliar o efeito do acompanhamento das temperaturas de núcleo e ambiente por meio do *datalogger*, nos Testes 3 e 4, a tomada de decisão dos operadores em adicionar lenha foi baseada em procurar manter as temperaturas em cada posição do fumeiro o mais próximo possível.

As Tabelas 7 e 8 apresentam os dados obtidos por meio das planilhas (Figura 18 e 16) em que as mesmas foram preenchidas pelos operadores para controle de temperatura e dos pontos de abastecimento, respectivamente.

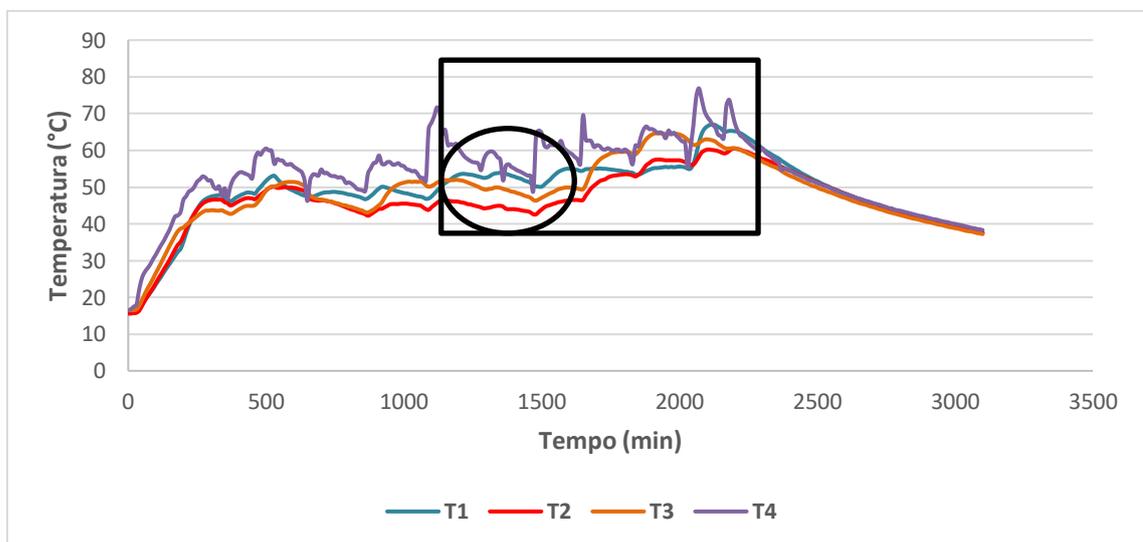
Tabela 7: Resultado da planilha de acompanhamento de temperatura do Teste 3.

T1	31,9	47	48,3	47,9	47,3	47,4	53,3	51,4	54,1	54,4	55,5	64,1
T2	36,6	45,9	46,8	49,2	43,2	45,6	45,1	43,3	46,5	53,5	57,1	59,7
T3	37,4	43,3	44,8	50,6	43,8	51,4	50,7	47,4	49,7	59,6	63,9	60,6
T4	42,2	49,7	53,6	52,7	49,4	53,6	56,9	53,2	58,1	59,9	62,4	64,6
h	19:45	22:40	00:05	03:30	06:47	10:30	13:30	17:00	19:50	23:00	02:20	04:10

Tabela 8: Acompanhamento da alimentação do fogo no fumeiro pelo Teste 3.

Horários de abastecimento do fogo										
21:00	22:55	03:50	07:00	10:46	13:50	17:15	20:05	23:15	02:34	04:21
C/M/D	M/D	C/M/D	C/M/D	C/M/D	M/D	M/D	M/D	M	C/M	M

A Figura 22 ilustra o gráfico com relatório do comportamento das temperaturas T1, T2, T3 e T4 as quais foram extraídas do *datalogger* e a Tabela 9 apresenta o resultado da análise de quebra do Teste 3.

Figura 22: Gráfico com temperaturas do Teste 3.

Legenda: T1:Carregamento; T2: Meio; T3: Descarregamento; T4: Temperatura ambiente (fumeiro).

Tabela 9: Resultado da análise de quebra do Teste 3.

Posição	Lado	% Quebra
Carregamento	Esquerdo	24,5
Carregamento	Direito	26,5
Meio	Esquerdo	27,6
Meio	Direito	25,3
Descarregamento	Esquerdo	29,2
Descarregamento	Direito	25,6

Pela Figura 22, pode-se notar que durante as primeiras horas de defumação as 3 temperaturas de núcleo mantiveram-se com faixa de temperatura próximas, igual aos testes anteriores (1 e 2).

O relatório de temperatura mostra que com 16,8 h (1010 minutos) de defumação T3 se encontrava maior que T2 por 3,6 h (1010 a 1230 minutos) com temperaturas variando de 55,6 a 65,6 °C (diferença variando de 5,4 a 6,7 °C entre os pontos). Já com 19,5 h (1170 minutos) de defumação T1 se manteve maior que T2 durante 8 h (1170 a 1670 minutos), com temperatura variando de 50,1 a 54,8 °C (diferença de 5,9 a 9,4 °C entre os pontos).

Na alimentação de 02:40 (2030 minutos) as temperaturas já se encontravam altas (variando de 50 a 62,9 °C) e o operador alimentou o fogo (C/M) fazendo com que a temperatura subisse mais ainda, porém, o mesmo foi orientado apenas para tentar manter T1, T2 e T3 próximas, visto que não se sabia a temperatura ideal para seguir. A temperatura T1 chegou em 67 °C e T2 em 60,1 °C, consideradas temperaturas altas, partindo do princípio que o mínimo utilizado é 45 °C.

Como discutido anteriormente, a exposição das peças em elevadas temperaturas, influenciava na porcentagem de quebra, quando as peças ficavam expostas a estas elevadas temperaturas por longo período de tempo (mostrado nos Testes 1, 2 e 3), ou seja, o tempo de exposição em elevadas temperaturas influencia mais do que a própria temperatura.

Observa-se que até o horário das 07:00 (850 minutos) os operadores buscaram alimentar todas as regiões em vista de aumentar o TN dos diferentes pontos, visto que a norma interna prevê um mínimo de 45°C. A partir das próximas alimentações, observa-se que os operadores optaram por alimentar os locais com temperatura mais baixa, buscando manter os três pontos equalizados, porém passando a manter a TN na faixa de 55 a 65°C (observado a partir das 23:00 em 1810 minutos).

Esse comportamento dos dados é explicado pelo fato de os operadores terem sido orientados inicialmente a alimentar apenas as regiões necessárias, buscando manter as três TN próximas, conforme explicado na metodologia. Porém, como discutido anteriormente, os mesmos não foram orientados quanto a uma faixa limite ideal de TN que deveriam buscar, sendo que os resultados mostram que tenderam a buscar a temperaturas mais altas.

A análise de quebra (Tabela 9) mostra que o lado do descarregamento apresentou um percentual de quebra maior que as demais, seguido pelo meio, havendo variações entre os lados. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de que a temperatura do descarregamento se manteve alta por 8 h no total, durante todo o processo de defumação.

4.2.4. Teste 4

Os dados das Tabelas 10 e 11 constam os dados obtidos pelas planilhas de acompanhamento disponibilizadas aos operadores para preencherem durante o processo de defumação.

Tabela 10: Resultado da planilha de acompanhamento de temperatura do Teste 4.

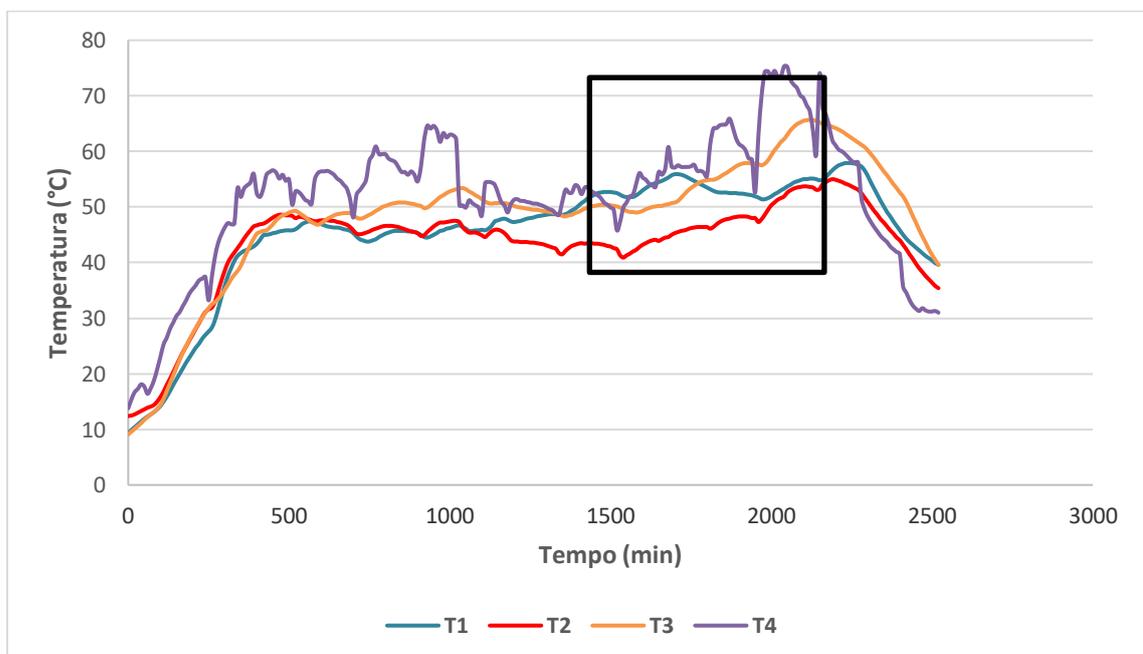
T1	25,7	44,6	45,5	45,6	46,6	47,9	48,6	52,8	55,5	57,6	55,2
T2	29,5	47	46,3	45,6	46,5	45,5	43,1	45,8	44,9	47,8	53,6
T3	29,6	45,7	48,1	50,5	53,4	50,8	49,2	50,4	50,6	56,2	65,6
T4	37	53,2	48,9	55,2	50,4	50,6	49,6	50,4	57,9	64,6	63,7
h	19:45	22:55	03:20	06:47	09:16	11:24	13:35	16:50	20:10	23:00	03:20

Tabela 11: Acompanhamento da alimentação do fogo nos fumeiros pelo Teste 4.

Horários de abastecimento do fogo										
20:05	23:15	03:30	07:00	09:27	11:34	14:00	17:00	20:20	23:15	03:30
C/M/D	M/D	C/M/D	C/M/D	C/M/D	M/D	M/D	M/D	M	C/M	M

A Figura 23 ilustra o gráfico com relatório do comportamento das temperaturas T1, T2, T3 e T4 as quais foram extraídas do *datalogger* e a Tabela 12 apresenta o resultado da análise de quebra do Teste 4.

Figura 23: Gráfico com temperaturas do Teste 4.



Legenda: T1:Carregamento; T2: Meio; T3: Descarregamento; T4: Temperatura ambiente (fumeiro).

A Figura 23 mostra que durante as primeiras horas, igual aos testes anteriores, as temperaturas mantiveram-se equalizadas e em faixa de temperatura próximas.

Tabela 12: Resultado da análise de quebra do Teste 4.

Posição	Lado	% Quebra
Carregamento	Esquerdo	20,7
Carregamento	Direito	20,4
Meio	Esquerdo	18,6
Meio	Direito	23,4
Descarregamento	Esquerdo	23,0
Descarregamento	Direito	19,1

A partir de 16 h (960 minutos) de defumação T3 começou a ter ascensão na temperatura, onde permaneceu oscilando com temperatura mais alta que os outros pontos (T1 e T2) durante todo o processo, totalizando 19,5 h (960 a 2140 minutos) com temperatura variando de 49 a 65,7 °C. Porém, durante o intervalo de 19,5 h que T3 permaneceu mais alta que as demais, ficou apenas 4 horas desse total, ficou com temperatura superior a 55 °C, logo, esse tempo não foi suficiente para impactar na quebra visto que a mesma deu percentual de 19 a 23% no ponto de descarregamento.

Mesmo com a alimentação do fogo em todos os pontos, a temperatura T2 apresentou diferença significativa entre as demais temperaturas T1 e T3 com temperatura variando de 5,8 a 12,4 °C dos demais pontos, ficando mais baixa que as demais. Essa diferença começou a ocorrer com 16,8 h (1010 minutos) até o fim do processo com 35,6 h (2140 minutos) de defumação.

Percebe-se pelos resultados das análises de quebra, em conjunto com o gráfico de temperaturas, que por T1 ter menor variação “tempo X temperatura” apresentou menor percentual quando comparado aos demais pontos (T2 e T3).

Embora T3 tenha ficado pouco tempo em alta temperatura, apresentou percentual de 23%, com diferença de 2,6 a 4,4%, não sendo considerado um percentual alto quando comparado aos Testes 1 e 2 sem o controle de temperatura. O Teste 1 teve percentual de 27% e o Teste 2 teve percentual de 25%, ambos permanecendo com temperaturas mais altas no descarregamento. Logo, o controle de temperatura no Teste 4 foi eficiente.

O resultado da análise de quebra do Teste 4 apresentou no ponto M/direito quebra superior quando comparado ao ponto de D/esquerdo, porém, não é possível

afimar hipóteses sobre esse resultado, podendo ser devido a lenha utilizada (espessura e tamanho) e/ou por estar próximo do ponto D/esquerdo que permaneceu com temperatura mais alta por mais tempo, como citado anteriormente.

O Teste 3 foi o primeiro contato dos operadores com o equipamento *datalogger*, logo, justifica o percentual de quebra maior quando comparado ao Teste 4. Porém, isso ocorreu devido os mesmos terem buscado deixar a faixa de temperatura próxima da maior temperatura. Desta forma, mesmo com a quebra maior que o Teste 4, o objetivo de manter as temperaturas próximas foi alcançado.

Os dados demonstram que a manutenção da equalização da temperatura nos pontos reflete diretamente na perda de umidade/massa dos produtos fazendo com que os mesmos apresentem quebras mais próximas (produto mais padronizado) quando mantidas em faixa de temperatura próxima.

Portanto, o Teste 4 refletiu dados mais estáveis tanto para a alimentação do fogo, quanto para os percentuais de quebras finais, podendo ser um reflexo da adaptação do processo operacional, pelos operadores possuírem um domínio maior do manejo da temperatura do fogo.

Por meio dos resultados obtidos é possível notar que se os operadores tivessem um controle em tempo real e histórico do comportamento das temperaturas em gráfico/sistema, a ação corretiva e manutenção da faixa tenderia a ser mais eficaz, diminuindo a dispersão entre as TN dos produtos.

Durante todos os testes, embora alguns tenham apresentado percentual de quebra maior, as peças apresentaram uniformidade em relação ao cozimento/defumação, não apresentando aspecto “cru” conforme Figura 24.

Figura 24: Imagem ilustrativa de barriga defumada totalmente cozida.



Fonte: Donaméra.

O acompanhamento da temperatura minimiza os impactos no produto final,

impactos esses que deixam o produto parcialmente cru por não ter atingido temperatura uniforme em toda a extremidade do produto, tendo que serem reprocessados, gerando custos adicionais e que não agregam valor ao produto final.

4.3. Análise de gastos

A Tabela 13 mostra o valor estimado de gasto por processo de defumação de cada teste, onde o Teste 1 foi feito uma amostragem em dias diferentes sem acompanhamento de temperatura para comparar com os demais.

Tabela 13: Resultado dos gastos com lenha.

Teste	Alimentações	Quant. Lenha (m ³)	Custo (R\$)
1	27	4,7	1.269
1	27	4,7	1.269
1	35	6,5	1.755
2	26	4,5	1.215
3	24	4,1	1.107
4	24	4,1	1.107

Por meio dos resultados obtidos é possível notar que se tem um percentual de 8,9 a 36% quando é feito o acompanhamento da temperatura comparando a maior quantidade de lenha utilizada em m³ de 6,5 com os Testes 3 e 4 que possuíam acompanhamento de temperatura.

O custo por processo de defumação foi diferente, mesmo ambos os testes terem levado o mesmo tempo de defumação, em torno de 35,5 h. Logo, a capacidade utilizada nos fumeiros, influência diretamente no gasto da lenha, não sendo viável, visto que somando o percentual de peças cruas, gera gastos desnecessários para o processo.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados dos testes, é possível concluir que a padronização da quantidade de peças por vara foi de grande importância para a realização dos testes de temperatura e análise de quebra, visto que o espaçamento entre eles permitiu que houvesse circulação de fumaça por toda a superfície do produto, deixando-os uniformemente cozidos.

Os testes de temperatura mostraram-se eficientes, visto que com o acompanhamento de temperatura, os operadores conseguiram manter uma faixa de temperatura próxima entre os pontos de carregamento, meio e descarregamento,

evidenciando a importância do acompanhamento da mesma durante o processo de defumação.

Ambos os testes apresentaram peças totalmente cozidas, independente da variação do percentual na análise de quebra, logo, a problemática do reprocesso conseguiu ser atendida.

Por não se ter tido uma faixa considerada ideal de TN para os foguistas se orientarem, é importante que testes futuros trabalhem essa variável a fim de buscar uma padronização mais precisa. Os maiores percentuais de quebra tenderam a ocorrer em pontos onde houveram temperaturas altas por muito tempo, acima de 55°C, logo já se tem um ponto de partida para se basear.

Após a implementação dos testes, sugere-se a instalação de um sistema de registro e acompanhamento das temperaturas, a fim de que os operadores possam acompanhar de forma contínua o comportamento das mesmas, controlando a alimentação de lenha com maior precisão, visto que com apenas o acompanhamento empírico/visual não é possível ter noção da TN (temperatura de núcleo).

Além de padronizar o produto, fazendo com que o consumidor receba sempre um produto com as mesmas características, têm-se ganho por meio de economia com lenha, visto que o controle de temperatura possibilitou que apenas os pontos com real necessidade fossem abastecidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 36 de 21, de 31 de julho de 2000. Regulamento para fixação de Identidade e Qualidade de Bacon ou Barriga Defumada.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 jul. 2000. Disponível em: https://www.alimentosonline.com.br/index.php?action=vqfrNqZNVXbpyq8rPMKcaM21qYwLVA&artigo_id=8104 . Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.

Franco, Bernadette Dora Gombossy de Melo e LANDGRAF, Mariza. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu. . Acesso em: 19 fev. 2023. , 1996

Gava, Altanir Jaime; SILVA, Carlos Alberto Bento da; FRIAS, Jenifer Ribeiro Gava. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008,

511 p.

Kulchaiyawat, C. *et al.* Quality Characteristics of Traditional, Natural and Organic Bacon. Iowa Stat, University Animal Industry Report, 2009. Disponível em: <https://www.iastatedigitalpress.com/air/article/id/6216/>. Acesso em: 23 de janeiro de 2023.

Scheibe, Davi. Influência da quantidade de salmoura injetada na qualidade final de peças de bacon. TCC (Trabalho de Conclusão de curso). Curso de tecnologia em alimentos, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS. Encantado, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2243>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.

Silva, João. Aspectos tecnológicos relacionados a fabricação de bacon. Postado em 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28414/000770086.pdf?sequence=1> Acesso em: 11 de janeiro de 2023.

Torezan, Raquel; *et al.* Estabilidade físico-química e microbiológica de bacon de pernil produzido com defumação natural: uma análise prática visando melhorias no padrão de identidade e qualidade. 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27572>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2023.