



Programa de Pós-Graduação  
em Tecnologia de Alimentos

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**RAQUEL FABIAN TOREZAN**

**ESTABILIDADE FÍSICO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BACON DE PERNIL  
PRODUZIDO COM DEFUMAÇÃO NATURAL**

LONDRINA

2021

RAQUEL FABIAN TOREZAN

**ESTABILIDADE FÍSICO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BACON DE PERNIL  
PRODUZIDO COM DEFUMAÇÃO NATURAL**

**PHYSICAL CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STABILITY OF BACON HAM  
PRODUCED WITH NATURAL SMOKING**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Mayka Reghiany Pedrão

LONDRINA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Londrina



RAQUEL FABIAN TOREZAN

**ESTABILIDADE FÍSICO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BACON DE PERNIL PRODUZIDO COM DEFUMAÇÃO NATURAL**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 06 de Agosto de 2021

Prof.a Mayka Reghiany Pedrao, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Josemeyre Bonifacio Da Silva Marques, Doutorado - Universidade Norte do Paraná (Unopar)

Prof.a Lucia Felicidade Dias, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 05/09/2021.

Dedico este trabalho aos meus filhos  
Luiz Henrique e José Antônio e ao meu  
esposo Guilherme.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me dar a vida, estar sempre presente e me agradecer com grandes conquistas. Sem você não seria o que sou e não teria o que tenho. Obrigada por mais essa conquista!

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mayka Reghiany Pedrão, por acreditar na minha proposta, apoiar, orientar, conduzir. Você foi peça-chave e serve como modelo de professora pró-ativa, competente, profissional, dedicada e com conhecimento prático que falta nos professores do nosso país. Para mim, foi uma das professoras mais marcantes que já tive em toda a minha vida. Profe, muito obrigada!

Ao Gerente Industrial do Frigorífico Rainha da Paz, Dr. Saulo Malaguido Climaco, meu colega de profissão que entendeu a necessidade e supriu todas as necessidades durante o estudo. Espero que este trabalho possa auxiliar nos trabalhos e auditorias futuros, fornecendo o embasamento que necessitem.

Ao pessoal do laboratório de carnes: Thainá, Geane, Eloara, Dihone, Bruna, Bruno e Mariana, por auxiliarem no desenvolvimento das análises físico-químicas e microbiológicas.

Ao meu esposo Guilherme, meu parceiro e grande amor da minha vida. Tudo começou com o seu apoio incondicional após eu demonstrar o meu desejo. Nós sabemos as manobras que fizemos para trabalhar e estudar, cuidar de dois pequenos. Se você não me levantasse todas as vezes que desanimei ou estava cansada, nada disso seria possível. Obrigada por todo o carinho, atenção, paciência, por sempre me apoiar e me dar nossos pequenos que são a minha alegria.

Aos meus filhos, Luiz Henrique e José Antônio, que são o meu raio de sol ao acordar, mesmo nos dias nublados. Quando crescerem vão ver tudo isso e entender que a força da mamãe se deve a eles. Amo vocês meus pequenos!

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero e eterno agradecimento.

*“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”.*

Carl Jung

## RESUMO

TOREZAN, Raquel Fabian. **ESTABILIDADE FÍSICO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BACON DE PERNIL PRODUZIDO COM DEFUMAÇÃO NATURAL**. 2021. 39 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

O Brasil é um dos maiores produtores de proteína animal no mundo com aproximadamente 70% da carne suína consumida internamente na forma de industrializados, sendo o bacon um dos pontos fortes dessa produção. Sabe-se que hoje, devido à produção em grande escala, as empresas têm preferência pelo uso da defumação a frio ou fumaça líquida, porém indústrias ainda mantêm a defumação a quente ou natural, sobre a qual não há riqueza de dados estudados. Este estudo avaliou parâmetros físico-químicos e microbiológicos em um período de 0 a 90 dias. Os resultados obtidos demonstram que a umidade variou entre 44,36 a 64% entre os lotes. Os valores referentes aos lipídios foram de 14,74 a 30,80%, pois variam de acordo com a composição da matéria-prima. O pH médio para tempo inicial foi de 6,11 e apresentou diminuição ao longo do período de armazenamento. A atividade de água para cada lote durante o período de armazenamento manteve-se entre 0,93 e 0,97. Os resultados para cor mantiveram-se estáveis nos primeiros 60 dias, com alteração para o amarelo após esse período. O nitrito de sódio residual no início foi de 253 mg, diminuindo os valores para 168, 104 e 70 mg em 30, 60 e 90 dias, respectivamente. A oxidação lipídica manteve-se na faixa de 0,05 a 0,12 mg de malonaldeído/kg de produto até os primeiros 60 dias com aumento significativo após esse período. Os microrganismos pesquisados foram as Bactérias Aeróbias, *Clostridium* sulfito redutor e *Staphylococcus* coagulase positiva, as quais não apresentaram crescimento, indicando que a forma de embalagem, os fenóis decorrentes da defumação natural e os sais de cura da formulação formam uma barreira eficiente contra esses microrganismos. Com os resultados apresentados pode-se concluir que o bacon possui estabilidade físico-química e microbiológica durante 60 dias, não podendo ser estendida a 90 dias, pois os parâmetros estudados começam a sofrer alterações. Todavia o processo de produção necessita de melhor padronização, uma vez que há variações consideráveis entre os lotes. Sabe-se que a matéria prima varia naturalmente, porém parâmetros de produção devem ser melhor definidos para minimizar grandes variações dentro dos mesmos lotes.

**Palavras-chave:** Atividade de água. Oxidação lipídica. Composição proximal. Sais de cura.

## ABSTRACT

TOREZAN, Raquel Fabian. **PHYSICAL CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STABILITY OF BACON HAM PRODUCED WITH NATURAL SMOKING**. 2021. 39 f. Dissertation (Master in Food Technology) – University Technology Federal of Paraná, Londrina, 2021.

Brazil is one of the largest producers of animal protein in the world with approximately 70% of pork consumed internally in the form of industrialized products, with bacon being one of the strong points of this production. It is known that today, due to large-scale production, companies prefer the use of cold smoking or liquid smoke, but industries still maintain hot or natural smoking, on which there is no wealth of data studied. This study evaluated physicochemical and microbiological parameters over a period of 0 to 90 days. The results obtained demonstrate that the moisture ranged from 44.36 to 64% among the lots. The values for lipids ranged from 14.74 to 30.80%, as they vary according to the composition of the raw material. The average pH for initial time was 6.11 and it decreased over the storage period. The water activity for each batch during the storage period remained between 0.93 and 0.97. The results for color remained stable in the first 60 days, with a change to yellow after this period. Residual sodium nitrite at baseline was 253 mg, decreasing to 168, 104, and 70 mg at 30, 60, and 90 days, respectively. Lipid oxidation remained in the range of 0.05 to 0.12 mg of malonaldehyde/kg of product until the first 60 days, with a significant increase after this period. The microorganisms studied were Aerobic Bacteria, *Clostridium* sulfite reducing and coagulase positive *Staphylococcus*, which did not show growth, indicating that the form of packaging, the phenols resulting from natural smoking and the curing salts of the formulation form an efficient barrier against these microorganisms. With the results presented, it can be concluded that bacon has physicochemical and microbiological stability for 60 days, and cannot be extended to 90 days, as the parameters studied begin to change. However, the production process needs better standardization, as there are considerable variations between batches. It is known that the raw material varies naturally, but the production parameter must be better defined to minimize large variations within the same batches.

**Keywords:** Water activity. Lipid oxidation. Proximal composition. Curing salts.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Produção brasileira de carne suína (milhões ton).....	13
Figura 2 - Blox plot para valores de nitrito de sódio em bacon de pernil durante período de armazenamento de 30, 60 e 90 dias. As linhas vermelhas indicam as médias dos lotes analisados .....	28
Figura 3 - Box plot para valores analisados em cinco lotes de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em bacon de pernil durante período de armazenamento de 0, 15, 30, 60 e 90 dias. As linhas vermelhas indicam a média dos lotes analisados .....	30
Figura 4 - Distribuição dos dados obtidos para os cinco lotes de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em bacon de pernil durante período de armazenamento de 0, 15, 30, 60 e 90 dias .....	31
Figura 5 - Valores de L*, a* e b* para bacon de pernil produzido por defumação natural e armazenado por um período de 90 dias. Valores médios de cinco lotes seguidos de seus valores máximos e mínimos .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de umidade para tempo inicial e final de armazenamento, realizada em triplicata, para bacon de pernil produzido por defumação natural .....	24
Tabela 2 - Análise de atividade de água realizada em triplicata, para bacon de pernil produzido por defumação natural. Valores médios seguidos de desvio padrão .....	25
Tabela 3 - Análise de proteína total, lipídios e cinzas, realizados em triplicata, para bacon de pernil produzido por defumação natural. Valores médios seguidos de desvio padrão .....	26
Tabela 4 - Análise de pH realizada em triplicata, para bacon de pernil produzido por defumação natural para tempos 0, 60 e 90 dias de armazenamento. Valores médios seguidos de desvio padrão.....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
3.1 A CARNE SUÍNA E O MERCADO .....	13
3.2 PRODUTOS DEFUMADOS .....	14
3.3 SAIS DE CURA .....	15
3.4 EMBALAGEM E ACONDICIONAMENTO .....	16
3.5 MICRORGANISMOS .....	16
3.6 OXIDAÇÃO LIPÍDICA .....	17
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
4.1 MATÉRIA-PRIMA .....	19
4.2 MÉTODOS .....	20
4.2.1 Análises físico-químicas .....	20
4.2.1.1 Umidade .....	20
4.2.1.2 Lipídios .....	20
4.2.1.3 Cinzas .....	20
4.2.1.4 Proteínas .....	20
4.2.1.5 pH .....	21
4.2.1.6 Cor .....	21
4.2.1.7 Oxidação lipídica .....	21
4.2.1.8 Nitrato e Nitrito .....	21
4.2.1.9 Atividade de água (Aw) .....	22
4.2.2 Análises Microbiológicas .....	22
4.2.2.1 Preparo e diluição da amostra .....	22
4.2.2.2 Contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva .....	22
4.2.2.3 Contagem de <i>Clostridium</i> sulfito redutor .....	22
4.2.2.4 Contagem total de bactérias aeróbias mesófilas .....	23
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	23
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>24</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Instrução Normativa nº 21 de 31 de julho de 2000, entende-se por Bacon ou Barriga Defumada:

O produto cárneo industrializado, obtido do corte da parede torácico-abdominal dos suínos, que vai do esterno ao púbis, com ou sem costela, com ou sem pele, adicionado de ingredientes e submetido ao processo térmico adequado, com defumação (BRASIL, 2000).

No mercado interno, a principal forma de consumo de carne suína é em produtos industrializados. Os produtos embutidos cozidos, defumados e curados constituem cerca de 70%, já os outros 30% são consumidos de forma *in natura*. Nos grandes países consumidores o maior consumo de carne é na forma *in natura*, devido aos preços menores (SILVA, 2009).

Os sais de cura aliados ao tipo de embalagem, baixa acidez do produto e boas práticas na fabricação conferem a inativação de microrganismos patogênicos que devem ser ausentes no produto. Sabe-se que estes sais de cura sofrem degradação ao longo do tempo levando a alterações sensoriais no produto e propiciando o crescimento de alguns microrganismos.

A defumação a quente é realizada a temperaturas de 25 a 40°C e pode ser considerada artesanal devido à demora na realização, mas apresenta algumas vantagens sobre os demais tipos de defumação como a desidratação da superfície diminuindo a umidade, produção de compostos com ação antimicrobiana como os compostos fenólicos, destruição de microrganismos e enzimas pelo calor, ação antioxidante devido a compostos como os Beta-hidroxiácidos, cor marrom dourada a avermelhada brilhantes e sabor de fumaça característico (FELLOWS, 2017).

Apesar do Bacon ser um produto amplamente consumido existem poucos estudos sobre as alterações que ocorrem ao longo do tempo e se estas alterações se aplicam quando o produto é defumado naturalmente. A legislação nacional não estabelece parâmetros físico-químicos e microbiológicos claros para este tipo de produto nos quais as empresas possam utilizar como respaldo em seu processo de produção.

Neste estudo em especial, um abatedouro frigorífico de suínos localizado no norte paranaense, sob regime de Inspeção Federal identificou a necessidade de

verificar parâmetros microbiológicos e físico-químicos ao longo de um determinado período para definição da vida útil do Bacon.

## 2 OBJETIVOS

Avaliar o comportamento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de Bacon de Pernil com utilização da fumaça natural em um Abatedouro-frigorífico situado no norte do Paraná.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a produção do bacon de Pernil;
- Determinar em bacon de pernil, durante período de 0 a 90 dias parâmetros físico-químicos;
- Determinar em bacon de pernil, durante período de 0 a 90 dias parâmetros Microbiológicos;
- Avaliar os dados obtidos, visando melhorias no produto.

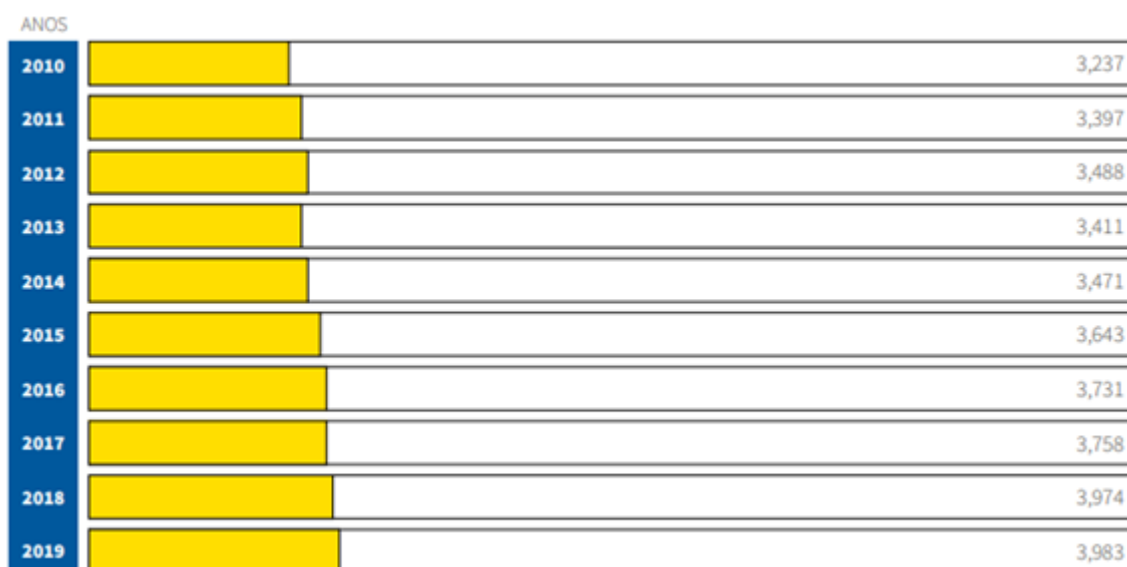
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A CARNE SUÍNA E O MERCADO

A carne suína é consumida a milhares de anos, pois os suínos possuem natureza adaptável. Estima-se que tenha sido domesticado no Oriente Próximo e China há 5000 a.C. O uso dos suínos não se restringia apenas a carne, mas também a pele, ossos e pelos que poderiam servir para fabricação de ferramentas, armas e escovas (ABPA, 2018).

O Brasil é um dos maiores produtores de proteína animal no mundo, sendo que a produção de carne suína alcançou 3,98 milhões/ton. em 2019. O mercado interno foi responsável pelo consumo de 81% desse total, onde o consumo per capita foi de 15,3 kg/habitante conforme a figura 1 (ABPA, 2020).

Figura 1 - Produção brasileira de carne suína (milhões ton)



Fonte: ABPA, (2020)

O mercado brasileiro possui um grande potencial de consumo e as indústrias focam a produção de produtos processados (presuntos, salsichas, mortadelas, bacon, salames entre outros) para o mercado interno, priorizando não processados para o mercado externo. Em 2008, dos 13,3 kg consumidos por habitante, 75% foram de produtos processados e 25% não processados (ABCS, 2009).

## 3.2 PRODUTOS DEFUMADOS

A fumaça é um dos mais antigos métodos de preservação dos alimentos. Efeitos como a desidratação superficial e a ação de compostos como fenóis e formaldeído depositados como materiais resinosos na superfície da carne têm propriedades bacteriostáticas (ROÇA, 2000). Possui a finalidade de conferir aroma, sabor e cor característicos e prolongar a vida útil (ADICON, 1998).

No processo mais simples de defumação o produto é colocado em câmaras pré-aquecidas com carvão/lenha/eletricidade/gás e a madeira é colocada no mesmo ambiente para a geração de fumaça. Após a deposição da fumaça diretamente no produto, o aquecimento completa o processo. É evidente que neste processo, o alimento fica exposto a todos os componentes da fumaça, tenham ou não estes, as funções desejadas (BLISKA; VIANA; FREITAS, 1996).

O tipo de madeira utilizado no processo de defumação tem grande influência nas características sensoriais dos produtos defumados, as madeiras mais recomendadas são as duras (ORDÓÑEZ et al., 2005), como carvalho, bétula, mogno e tipos de noqueira, pois as madeiras macias são mais ricas em lignina e mais resinosas.

Com o progresso na ciência identificando as substâncias ativas e os aperfeiçoamentos introduzidos nos equipamentos, a fumaça passou a ser controlada e otimizada de maneira que produzisse somente os efeitos desejados no alimento, eliminando-se os compostos indesejáveis à saúde ou ao ambiente. Mais recentemente, surgiu a fumaça líquida natural comercial que pode funcionar como aditivo, uma vez que se apresenta numa forma estável e está pronta para ser diluída e aplicada. Este produto consta na lista GRAS (Generally Recognized as Safety) do FDA (Food and Drug Administration) dos Estados Unidos. Neste país, o termo “defumado naturalmente” está reservado para produtos que foram defumados por processos tradicionais e o termo “flavor de fumaça natural” para produtos que foram defumados artificialmente com a fumaça líquida que é considerada um ingrediente. O sistema de aplicação da fumaça líquida vem sendo adotado nas indústrias, particularmente nas de maior escala de produção (ADICON, 1998).

Segundo Brustolin (2013), a defumação, como um processo, tem ação conservante, mas tão somente a aplicação de fumaça não é suficiente para tornar o produto cárneo estável à temperatura ambiente. Ela inibe o crescimento microbiano

na superfície. Num produto cárneo a soma dos vários fatores como o uso na formulação dos sais cloreto de sódio e nitrito de sódio/potássio e o da secagem causam ao longo do processo a diminuição da atividade de água até valores tais que inibam o crescimento de bactérias ( $\sim 0,90$ ) ou mesmo de leveduras e bolores.

### 3.3 SAIS DE CURA

Segundo Fennema (1993), os sais sódicos e potássicos de nitritos e nitratos são utilizados comumente em cura das carnes para desenvolver e fixar a cor, para inibir os microrganismos e para desenvolver sabores característicos. Aparentemente o constituinte funcional é o nitrito mais do que o nitrato. Os nitritos formam na carne óxido nítrico que reage com os compostos *heme* para dar nitrosomioglobina, que é o pigmento responsável da cor rósea avermelhada das carnes curadas. As avaliações sensoriais também indicam que o nitrito contribui para o sabor da carne curada ao atuar como antioxidante. Além disso, os nitritos (150 a 200 ppm) inibem o crescimento do gênero *Clostridium* em carnes curadas e em carnes enlatadas. Como inibidor deste tipo de microrganismo, o nitrito é mais eficaz em pH na faixa de 5,0 a 5,5, sendo que o Bacon apresenta pH médio de 5,5. Mesmo que se desconheça o mecanismo antimicrobiano do nitrito, se tem sugerido que ocorram reações com os grupos sulfídricos para formar compostos que não são metabolizados pelos microrganismos em condições anaeróbicas.

A Instrução Normativa nº 51, que adota o regulamento técnico de aditivos e seus limites por categorias de produtos (BRASIL, 2006), prevê limite residual máximo para produtos cárneos cozidos embutidos ou não, cuja categoria o Bacon se enquadra, é de 0,015g de nitrito em 100g de bacon.

O uso dos sais de cura é discutível devido ao seu efeito cumulativo no organismo. O consumo em excesso na dieta faz com que ocorra a formação de compostos n-nitrosos como a N-nitrosodimetilamina e monometilnitrosamina, que possuem efeitos cancerígenos, mutagênicos e teratogênicos (MARTINS; MIDIO, 2000). Ainda, os nitritos excedentes unem-se à hemoglobina e originam a metahemoglobina dificultando o transporte do oxigênio para todo o corpo.



### 3.4 EMBALAGEM E ACONDICIONAMENTO

O acondicionamento do produto em embalagens é outra forma de prolongamento da vida de prateleira, com isso o tipo de embalagem utilizada é um fator de extrema importância e que influencia enormemente na flora microbiana do produto cárneo. Quando a carne é embalada a vácuo, em sistemas que promovem barreira a gases, altera-se radicalmente a atmosfera gasosa ao redor da superfície do produto. A pequena quantidade de oxigênio remanescente no interior da embalagem é consumida pela atividade metabólica da carne e de bactérias. Cria-se, assim, um microsistema anaeróbio (microanaeróbio) dentro da embalagem que, auxiliado pelo efeito inibitório do CO<sub>2</sub> liberado na respiração, retarda o crescimento de bactérias deterioradoras, como as *Pseudomonas*, permitindo a predominância de bactérias lácticas, que tem menor potencial de deterioração e crescimento limitado em baixas temperaturas. O resultado é a vida de prateleira mais longa que a da carne fresca exposta ao ar (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA, 1991).

Tanto durante o armazenamento como no processamento ou por meio de transferência de calor ou massa, os lipídeos podem sofrer transformações químicas, sendo consideradas as mais importantes a rancidez hidrolítica, rancidez oxidativa e a reversão. Todas estas transformações afetam profundamente as qualidades sensoriais dos lipídeos e são prejudiciais pelos seus efeitos sobre a sua aceitação (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

### 3.5 MICRORGANISMOS

As carnes são produtos nutritivos aos microrganismos, podendo ser deteriorada com rapidez. O músculo animal é estéril e pode ser contaminado durante as operações de abate e industrialização com microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes levando ao uso de métodos de conservação que causem a inibição ou inativação (FORSYTHE, 2013). No ambiente de um frigorífico, inúmeros microrganismos podem estar presentes, oriundos de várias fontes de contaminação. Alguns desses microrganismos são indicadores de contaminação de origem fecal ou ambiental, de provável presença de patógenos ou de deterioração. Muitas vezes ainda podem indicar condições sanitárias inadequadas durante o processo de produção e/ou armazenamento (LANDGRAF, 2008).

A legislação vigente considera a presença de possíveis patógenos de acordo com a categoria a que os produtos pertencem para definir quais análises serão realizadas. No caso do Bacon, o Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária, através da Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, considera-o como um produto cárneo maturado e dessecado, cozido e embalado à vácuo, onde as análises obrigatórias exigidas são referentes a *Salmonella* sp., *Staphylococcus* coagulase positiva e *Escherichia coli*. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

De acordo com Sperber (2019), quando os produtos cozidos são embalados à vácuo a deterioração é causada predominantemente pelo crescimento de bactérias ácido lácticas, devido a sua adaptação ao ambiente microaerófilo, presença de sal e nitrito de sódio. No entanto, quaisquer bactérias sobreviventes ao cozimento que é realizado entre 65 e 75°C, como enterococos termodúricos e bactérias formadoras de esporos podem se multiplicar durante o armazenamento subsequente, podendo causar as deteriorações e diminuição de vida de prateleira.

### 3.6 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação lipídica é uma das principais causas de deterioração de alimentos que tem um grande interesse econômico para as indústrias de alimentos, uma vez que dá origem a sabores e odores chamados de ranço nos alimentos, tornando-os inaceitáveis para o consumidor e reduzindo a vida de prateleira (FENNEMA, 1993).

Os produtos das reações iniciais propagam-se em cadeia, originando compostos novos, os quais são relacionados com a perda da qualidade dos produtos, ou seja, é um processo autocatalítico (KRING; BERGER, 2001). O processo inicia-se nas ligações insaturadas dos ácidos graxos, divididas em duas categorias: na primeira ocorre a oxidação das gorduras insaturadas (poli-insaturadas), resultando na formação de produtos poliméricos; na segunda ocorre a oxidação de gorduras moderadamente insaturadas, a qual leva ao aparecimento de ranço e odores estranhos (CASTRO, 2004).

A auto-oxidação é a reação com o oxigênio, tornando-a a principal reação envolvida na deterioração causada pela oxidação lipídica (FENNEMA, 1993). É dividida em três etapas: iniciação, propagação e terminação (ORDÓÑEZ et al., 2005).

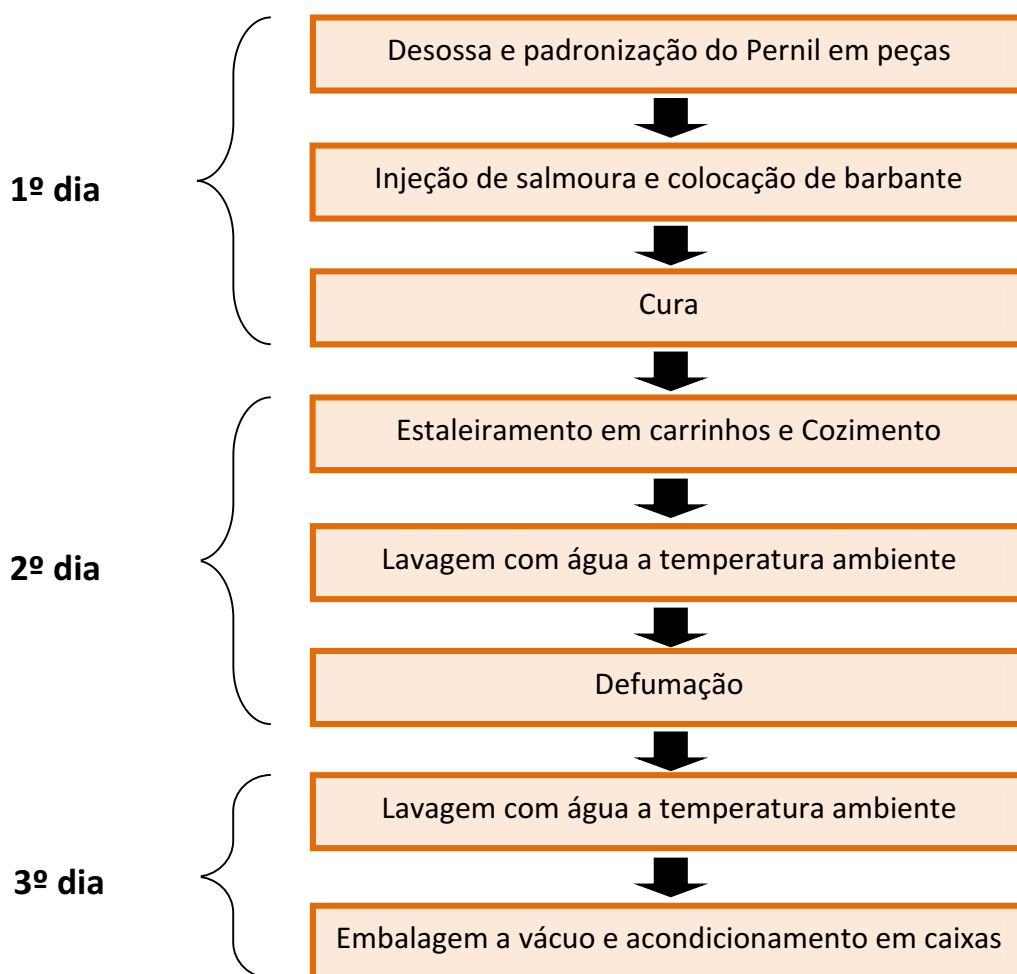
Os peróxidos são os primeiros produtos formados, porém não são importantes. Os produtos provenientes de sua decomposição, como aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos tornam-se importantes. A formação inicial do peróxido passa pela produção de um intermediário que é o radical livre (R), ambos são formados a partir do lipídio insaturado (RH), pela interação com o oxigênio na presença de catalizador, como calor, luz, radiação ou por meio de reações químicas envolvendo íons metálicos. O mecanismo de formação do radical livre ainda não está devidamente esclarecido, mas pode ser formado por irradiação, tratamento térmico e pela reação com íons metálicos. Em alimentos sempre ocorrem traços de peróxidos, os quais se dissociam com a formação de radical livre (ARAÚJO, 1999).

Existem várias maneiras para se retardar a oxidação lipídica, como utilizar matérias-primas de boa qualidade; boas práticas na fabricação, evitando contaminações, controle no processo de produção, inativando as enzimas capazes de promover alterações no produto pela aplicação de calor; eliminando o oxigênio atmosférico, por meio de embalagens a vácuo; reduzindo o contato com luz e calor; evitando o contato com metais (cobre, ferro, cobalto) e adicionando um agente antioxidante/sequestrante (ARAÚJO, 1999).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATÉRIA-PRIMA

O Bacon utilizado foi proveniente de Abatedouro-frigorífico que possui SIF, produzido a partir de lotes contendo de 4 a 7 mil kg de Pernil *in natura*. As peças são padronizadas e enviadas para o setor de industrializados onde recebem injeção de salmoura contendo água, sal, açúcar, sais de cura (nitrito e nitrato de sódio) e mistura pronta para bacon (estabilizantes, antioxidantes e alho), ficam em cura (mínimo de 12 horas a 10°C) e posteriormente passam por cozimento de 5 a 7 horas em temperaturas variáveis e defumação por, no mínimo, 12 horas. A defumação é realizada utilizando uma mistura de carvão, serragem e lenha. As embalagens do bacon pronto para consumo são embaladas à vácuo e possuem peso variável (média de 3 a 4 kg). O processo de produção detalhado segue o fluxograma a seguir:



## 4.2 MÉTODOS

Amostras em triplicata do produto final contendo 500 gramas foram embaladas a vácuo e armazenadas em temperatura de refrigeração (0 a 7°C pelo período de 90 dias e avaliadas para determinação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

### 4.2.1 Análises físico-químicas

#### 4.2.1.1 Umidade

A umidade foi determinada por meio de secagem em estufa com circulação de ar forçada a 105°C até o peso constante. Em seguida, os valores de massa foram aplicados na fórmula:  $100 \times N / P$ , onde N é o peso após secagem e P é o peso da amostra (IAL, 2008).

#### 4.2.1.2 Lipídios

Lipídios totais presentes foram solubilizados por éter de petróleo e determinados por gravimetria, através de balão de Soxhlet. Após a realização do procedimento, os valores de massa foram aplicados na fórmula:  $100 \times N / P$ , onde N é o peso após análise e P é o peso da amostra (IAL, 2008).

#### 4.2.1.3 Cinzas

O teor de Cinzas foi determinado pela técnica de eliminação da matéria orgânica e inorgânica volátil à temperatura de 550° C em forno tipo mufla. A secagem foi realizada até peso constante e os valores de massa encontrados foram calculados:  $100 \times N / P$ , onde N é o peso após análise e P é o peso da amostra (IAL, 2008).

#### 4.2.1.4 Proteínas

Para determinação das proteínas, foi utilizado o método de Kjeldahl Modicado, baseado na determinação do nitrogênio e posteriormente convertido em proteína. Os

valores de massa encontrados após a análise foram utilizados para o cálculo:  $V \times 0,14 \times F / P$ , onde V é o volume de ácido sulfúrico 0,05 M gasto na titulação, F é o fator de conversão (6,25) e P é o peso da amostra (IAL, 2008).

#### 4.2.1.5 pH

O pH foi medido através do método potenciométrico, onde se utiliza instrumento de pH dotado de sonda tipo espeto para medição no produto moído, marca Testo, modelo 205 (IAL, 2008).

#### 4.2.1.6 Cor

A técnica utilizada baseou-se na leitura através de espectrofotômetro, onde L\* representa a luminosidade, a\* representa a intensidade da cor vermelha e b\* representa a intensidade da cor amarela. A leitura foi realizada em cinco pontos e o resultado foi expresso conforme a média apresentada. O equipamento utilizado foi da marca Konica Minolta, modelo CR-400. A metodologia foi baseada na literatura proposta por Pedrao et al., (2015)

#### 4.2.1.7 Oxidação lipídica

Para avaliação da oxidação lipídica foi utilizado o método do TBARS (Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico) de acordo com Tarladgis et al. (1960), modificado por Crackel et al. (1988).

#### 4.2.1.8 Nitrato e Nitrito

Para a determinação do nitrato presente na amostra, o nitrato foi reduzido a nitrito em coluna de cádmio em meio alcalino. Posteriormente foi realizada a diazotação do nitrito com ácido sulfanílico e copulação com cloridrato de alfa-naftilamina em meio ácido formando o ácido alfa-naftilamino-p-azobenzeno-p-sulfônico (IAL, 2008).

#### 4.2.1.9 Atividade de água (Aw)

Para determinação da atividade de água no bacon foi utilizado equipamento específico para medição deste parâmetro, marca Aqualab-Decagon Devices Inc., modelo CX-2. A metodologia foi definida de acordo com as instruções do próprio aparelho.

#### 4.2.2 Análises Microbiológicas

##### 4.2.2.1 Preparo e diluição da amostra

Foram adicionados a 225 ml de água peptonada 0,1%, 25 gramas de bacon moído previamente as análises, de forma asséptica, obtendo-se assim a primeira diluição ( $10^{-1}$ ). Diluições decimais sucessivas até  $10^{-3}$  foram realizadas pela transferência de 1 ml da diluição anterior para 9 ml de água peptonada 0,1%.

##### 4.2.2.2 Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva

Em placas de petri contendo ágar Baird Parker com solução de gema de ovo e telurito de potássio 1% foram depositados 0,1 ml das diluições  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$ . Os inóculos foram distribuídos na superfície do ágar com alça de Drigalsky esterilizada. Após a distribuição dos inóculos, as placas ficaram incubadas por dois dias a 37° C. As colônias (típicas e atípicas) foram contadas e submetidas ao teste de coagulase e o resultado foi expresso em UFC/g (APHA, 2015).

##### 4.2.2.3 Contagem de *Clostridium* sulfito redutor

Em placas de petri contendo ágar Triptose Sulfito Cicloserina (TSC), sem solução de gema de ovo foram depositados 1 ml das diluições  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$ . Os inóculos foram distribuídos na superfície da placa e uma sobrecamada de ágar Triptose Sulfito Cicloserina foi colocada. As placas foram distribuídas em jarras de anaerobiose e incubadas por 18 a 24 h a 35-37° C. As colônias típicas foram contadas e o resultado foi expresso em UFC/g. A seguir, uma alçada de uma colônia típica (colônia preta) foi

inoculada em meio de Tioglicolato (TGM) desaerado e incubado por 18-20 h a 35-37° C. A confirmação foi feita através de Coloração de Gram (APHA, 2015).

#### 4.2.2.4 Contagem total de bactérias aeróbias mesófilas

O teste foi realizado utilizando a técnica de semeadura “*pour plate*” (profundidade). O meio de cultura utilizado foi o ágar padrão para contagem (PCA). A contagem foi realizada após incubação em estufa bacteriológica a 35° C por 48h em placas de Petri. O resultado foi expresso em UFC/grama (APHA, 2015).

### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística consistiu em processar os dados obtidos nas análises físico-químicas através do software Biostat. Os testes realizados foram análise descritiva e ANOVA, seguido de teste de médias.



## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos para determinação de umidade podem ser observados na Tabela 1. Especificamente para avaliar umidade trabalhou-se com tempo 0 e 60 dias, uma vez que se trata do tempo de vida de prateleira estipulado pelo produtor. Observa-se que existe diferença significativa nos valores de umidade entre as amostras. Todos os lotes no tempo inicial apresentaram teores de umidade diferenciados, o que indica que não há padronização em relação à produção, ou seja, não existe um valor específico de água livre no produto que possa definir qual o valor médio de água aceitável no processo de defumação. O que se sugere é trabalhar com um valor entre o mínimo e máximo obtido, ou seja, 44 a 64% de umidade para bacon de pernil.

**Tabela 1 – Resultado da análise de umidade para tempo inicial e final de armazenamento, realizada em triplicata, para bacon de pernil produzido por defumação natural**

	Inicial (%)	Final (%)
<b>Lote 1</b>	55,86(1,69) <sup>bA</sup>	53,66(1,40) <sup>bA</sup>
<b>Lote 2</b>	44,36(1,65) <sup>dB</sup>	48,10(1,41) <sup>cA</sup>
<b>Lote 3</b>	56,97(1,35) <sup>bA</sup>	57,98(0,35) <sup>abA</sup>
<b>Lote 4</b>	64,15(1,63) <sup>aA</sup>	50,10(10,07) <sup>abB</sup>
<b>Lote 5</b>	49,51(1,74) <sup>cA</sup>	48,45(1,29) <sup>cA</sup>

Valores médios, seguidos de desvio padrão. Letras minúsculas nas colunas, quando iguais indicam que não há diferença significativa a 5%. Letras maiúsculas nas linhas, quando iguais, indicam que não há diferença a 5% de significância.

Para melhor acompanhamento da presença de água no produto, a determinação do teor de umidade foi repetida ao final do tempo de vida útil definido pelo produtor, ou seja, 60 dias. Foi observado que não houve um padrão de comportamento entre os lotes, havendo lote com elevação e outros com queda desses valores. Isso pode ser observado entre as linhas da Tabela 1.

Em artigo de Torres et al. (2000) o resultado divulgado para umidade de bacon é de 26,49%, todavia esses autores não indicam se o produto é oriundo de pancetpancea ou pernil, bem como o método de defumação e secagem. Segundo dados apresentados por Crippa (2010) os valores para umidade foram entre 53,78 a 56,41% para o tempo 0 de produção e de 54,78 a 55,29% para o tempo de 60 dias de armazenamento, indicando que não há diferença significativa entre tempo inicial e final de armazenamento. Por outro lado, Alves (2007), relata que produtos cárneos defumados podem variar entre 2 a 6% sua umidade. As variações obtidas nesse

experimento foram de 1,06% para o Lote 5 até 14,05% para o Lote 4, sendo, portanto, maiores do que relatado por Alves (2007).

Se houvesse a possibilidade de padronizar a umidade do produto entre um intervalo de valor aceitável de umidade haveria como produzir um produto com características semelhantes entre os lotes, fato esse de importância considerável para a fidelização dos consumidores, além de facilitar a definição de padrões de identidade e qualidade para esse tipo de bacon. O regulamento técnico de identidade e qualidade do Bacon ou Barriga Defumada, definido pela Instrução Normativa nº 21 (BRASIL, 2000) não prevê valores de umidade, cabendo ao produtor defini-los de acordo com seu processo de fabricação.

Na Tabela 2 estão expressos os resultados obtidos para atividade de água e de acordo com Kulchaiyawat, Sebranek e Dickson (2009) indicam que a atividade de água de bacon pode variar de 0,85 a 0,94. Dados fornecidos por Schmidt e Fontana Jr (2019) são de 0,968. Fiorda e Siqueira (2009) obtiveram atividade de água de 0,939. Os dados obtidos nesse experimento estão de acordo com o obtido na literatura, todavia é necessário ressaltar que há variação considerável na atividade de água entre os lotes, o que se verificou para umidade e que mais adiante será observado em outros pontos a serem discutidos.

**Tabela 2 – Resultado da análise de atividade de água realizada em triplicata, para bacon de pernil produzido por defumação natural.**

	<b>T0</b>	<b>T60</b>	<b>T90</b>
<b>Lote 1</b>	0,939(±0,003) <sup>d</sup>	0,939(±0,004) <sup>d</sup>	0,940(±0,001) <sup>d</sup>
<b>Lote 2</b>	0,944(±0,001) <sup>c</sup>	0,958(±0,004) <sup>c</sup>	0,961(±0,003) <sup>c</sup>
<b>Lote 3</b>	0,964(±0,001) <sup>b</sup>	0,961(±0,005) <sup>c</sup>	0,968(±0,004) <sup>b</sup>
<b>Lote 4</b>	0,967(±0,001) <sup>a</sup>	0,970(±0,001) <sup>b</sup>	0,969(±0,001) <sup>b</sup>
<b>Lote 5</b>	0,965(±0,005) <sup>a,b</sup>	0,972(±0,001) <sup>a</sup>	0,973(±0,002) <sup>a</sup>

**Valores médios seguidos de desvio padrão. Letras minúsculas nas colunas, quando iguais indicam que não há diferença significativa a 5%.**

A avaliação dos resultados demonstra que o bacon de pernil é um produto com elevada umidade e atividade de água indicando pelos dados que não existe uma padronização do processo em relação a tempo de cozimento e defumação, uma vez que o produto apresenta valores discrepantes.

Quando o tema é proteína total em carnes sabe-se que existem vários trabalhos que relatam a temática. Cita-se, por exemplo Marçal et al. (2005) indicam valores médios para carne de pernil suíno fresco de 21,32%. Outros autores tais como

Toth et al. (2009) e Klimiene-Klimas (2010) obtiveram 19,10% e 23,42%, respectivamente, de proteínas para carnes frescas de suínos. Skobrák e Bodnár (2012) afirmou que o conteúdo proteico de suínos é resultado de vários fatores e menos estável quando comparado a outros animais sendo, portanto, mais susceptível a grandes variações. Kulchaiyawat, Sebranek, Dickson (2009) obtiveram valores para proteínas totais em bacon entre 10,6 a 15,20%, já Crippa (2010) obteve uma média de 21%. Essas diferenças podem ser explicadas pelo tipo de bacon, sendo esse produzido a base de panceta (barriga) ou lombo de suíno. O presente trabalho apresenta dados compatíveis com Crippa (2010) e não há variações significativas entre os valores proteicos para os Lotes 1 a 5. Os resultados podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Resultado da análise de proteína total, lipídios e cinzas, realizados em triplicata em tempo 0, para bacon de pernil produzido por defumação natural.**

	<b>Proteína total</b>	<b>Lipídios</b>	<b>Cinzas</b>
<b>Lote 1</b>	22,82(2,02) <sup>a</sup>	15,47(1,34) <sup>c,d</sup>	4,32(0,16) <sup>b</sup>
<b>Lote 2</b>	21,50(0,85) <sup>a</sup>	14,74(1,32) <sup>d</sup>	5,05(5,06) <sup>a</sup>
<b>Lote 3</b>	20,82(2,11) <sup>a</sup>	16,42(1,44) <sup>c</sup>	4,03(0,12) <sup>c</sup>
<b>Lote 4</b>	19,68(3,77) <sup>a</sup>	20,25(0,66) <sup>b</sup>	2,96(0,18) <sup>d</sup>
<b>Lote 5</b>	22,58(1,61) <sup>a</sup>	30,80(0,69) <sup>a</sup>	2,60(0,18) <sup>e</sup>

Valores médios seguidos de desvio padrão. Letras minúsculas nas colunas, quando iguais indicam que não há diferença significativa a 5%.

Na Tabela 3 há os teores de lipídios totais obtidos no presente estudo. Foi observado variações significativas entre os lotes, indicando que a padronização do material lipídico é dificultada, uma vez que isso está associado a própria matéria prima. Para lipídios totais em carne de suíno magro há dados fornecidos por Lowe et al. (1990), um teor médio de 19,4% e Kempster et al. (1986) relatam 24,3%. Ainda para carne de suíno comercial foi obtido valor médio de 15.07±3.47 por Toth et al. (2009). Todavia os valores relatados para lipídios totais presentes em bacons são tão diversificados quanto da matéria prima, o que acaba sendo uma consequência. Valores para gordura total em bacon foram obtidos por Brewer et al. (1995) onde houve variação entre 29,1 a 39,1%. Baker (1956) relata que bacon de pernil apresentou de 31 a 36% enquanto o de panceta apresentou 56% de lipídios totais. Kulchaiyawat, Sebranek, Dickson (2009) obtiveram para diferentes tipos de bacon, valores entre 16,45 a 55,95%.

Os valores de cinzas apresentaram diferenças significativas entre os lotes com valores de 2,60 a 5,05%. Segundo Torres et al (2000) em estudo sobre a

composição centesimal de diversos alimentos e utilizando a mesma metodologia deste estudo, o teor de cinzas foi de 1,66% para bacon. Em outro estudo, realizado por Coradini et al (2017), onde fabricaram três tipos de linguiças, utilizando a mesma formulação, porém alterando a carne da espécie e adicionando bacon, o teor de cinzas em linguiças suínas defumadas com adição de bacon foi de 3,05%. Os valores elevados de cinzas neste estudo podem ser consequência do alto teor de cloreto de sódio presentes no produto. No sal de cura utilizado na formulação, 90% são cloreto de sódio e apenas 10% de nitrato e nitrito de sódio. Além disso, em torno de 16% da formulação é cloreto de sódio.

Segundo Silva (2000) o objetivo de avaliar o pH dos alimentos auxilia na avaliação da microbiota predominante, ajuda na compreensão da natureza dos processos deteriorativos que poderão ocorrer, bem como a intensidade e os parâmetros do processamento térmico a que possa ser submetido. Para valores de pH Kulchaiyawat, Sebranek e Dickson (2009) indicam valores entre 5,90 a 6,25. Crippa (2010) obteve pH entre 5,90 e 6,01 para bacon de pernil. Fiorda e Siqueira (2009) obtiveram valores de pH de 5,50. Analisando os dados da Tabela 4 pode-se comparar os valores de pH para bacon de pernil entre os lotes e dentro dos lotes pelo período de tempo. Observou-se que houve diferença significativa entre os lotes para os valores de pH para os três tempos de armazenamento, todavia com o passar do tempo os valores de pH tenderam a diminuir, como observado nos Lotes 2, 3, 4 e 5. O mesmo não ocorreu para o lote 1. Essas alterações podem causar comprometimento associados a estabilidade de cor e microbiologia do produto com o decorrer do tempo de armazenamento.

**Tabela 4 – Resultado da análise de pH realizada em triplicata, para bacon de pernil produzido por defumação natural para tempos 0, 60 e 90 dias de armazenamento.**

	<b>T0</b>	<b>T60</b>	<b>T90</b>
<b>Lote 1</b>	6,03(0,02) <sup>cB</sup>	6,18(0,04) <sup>bA</sup>	6,21(0,05) <sup>aA</sup>
<b>Lote 2</b>	6,04(0,06) <sup>cA</sup>	6,04(0,05) <sup>cA</sup>	5,99(0,3) <sup>bA</sup>
<b>Lote 3</b>	6,27(0,01) <sup>aB</sup>	6,42(0,04) <sup>aA</sup>	5,80(0,03) <sup>cC</sup>
<b>Lote 4</b>	6,18(0,04) <sup>bA</sup>	6,22(0,04) <sup>bA</sup>	6,06(0,04) <sup>bB</sup>
<b>Lote 5</b>	6,03(0,03) <sup>cA</sup>	6,00(0,01) <sup>cA</sup>	5,92(0,01) <sup>bB</sup>

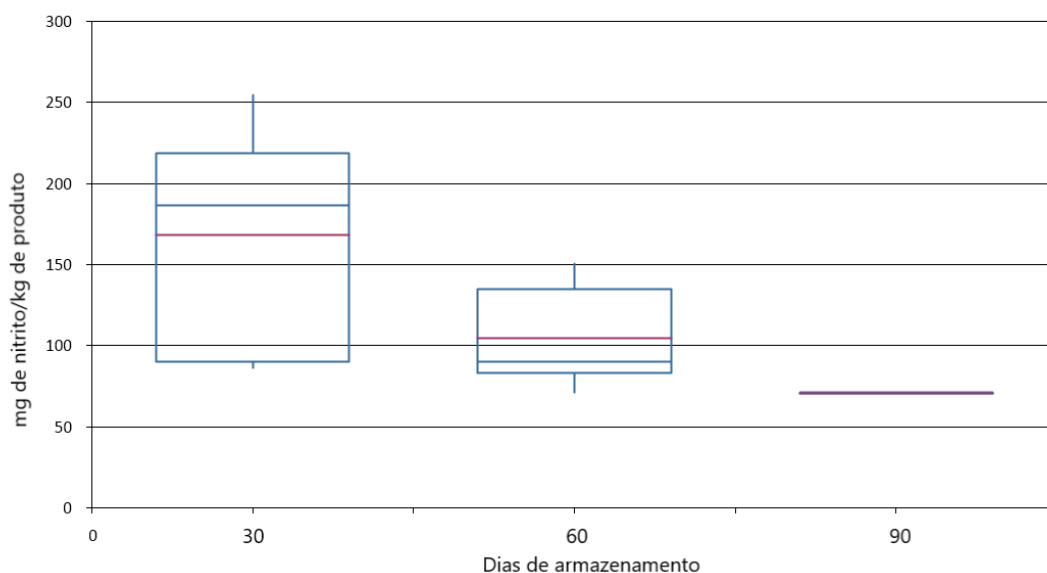
**Valores médios seguidos de desvio padrão. Letras minúsculas nas colunas, quando iguais indicam que não há diferença significativa a 5%. Letras maiúsculas nas linhas, quando iguais, indicam que não há diferença a 5% de significância.**

O nitrato não tem ação antioxidante, mas torna-se funcional ao ser reduzido para nitrito. A ação antioxidante do nitrito pode ser explicada pela conversão de

proteínas do grupo heme em proteínas estáveis, por quelação dos metais presentes na carne, pela estabilização de lipídios no músculo frente à oxidação e pela formação de compostos nitrosos com propriedades antioxidantes (MADHAVI; DESHPANDE; SAKUNKHE, 1996; JAY, 2005).

Em relação aos valores para nitrato e nitrito de sódio, a formulação usada nesse experimento teve a adição de 3,3% de sal de cura, com valor inicial, assim que processado, em média de 253 ppm de nitrito de sódio para os lotes analisados. Na Figura 2 se observa o comportamento no processo de redução desse sal, uma vez que com o tempo de armazenamento o nitrato foi gradativamente convertido em nitrito de sódio. Os valores decaem para 168, 104 e 70 mg em 30, 60 e 90 dias, respectivamente. Dessa forma o residual desse sal está de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação brasileira, segundo a Instrução Normativa nº 51 (BRASIL, 2006) que é de 150 ppm.

**Figura 2 - Blox plot para valores de nitrito de sódio em bacon de pernil durante período de armazenamento de 30, 60 e 90 dias. As linhas vermelhas indicam as médias dos lotes analisados**



Fonte: Autoria própria

Como o bacon é um produto com uma quantidade significativa de gordura e sua embalagem não é uma barreira para deter troca gasosa, mesmo com a adição de sais de cura, há a necessidade de acompanhamento da velocidade das taxas de oxidação lipídica desse produto. O produto em questão tem em sua formulação ao

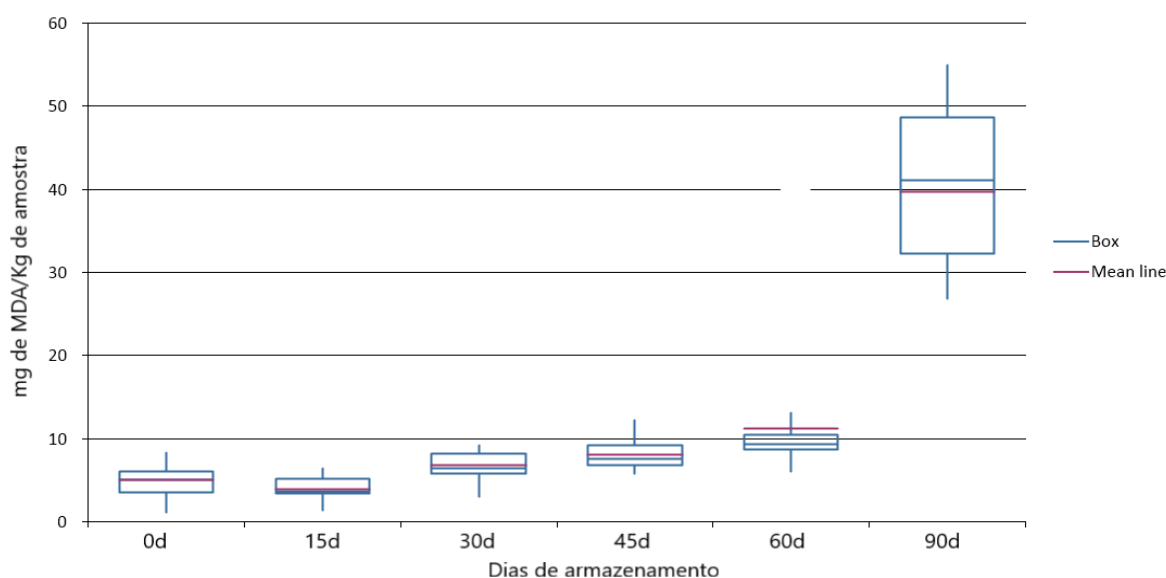
mesmo tempo elementos pró oxidantes e antioxidantes, tais como cloreto de sódio e sal de cura, respectivamente.

Segundo Bai et al. (2017), o valor para TBARS de carne suína fresca é de aproximadamente 0,2 mg MDA/kg, e comenta que em trabalho realizado por Han et al. (2006) a qualidade sensorial dessa carne começa a ser comprometida quando a concentração de TBARS atinge valores próximos de 0,46 mg MDA/ kg e com 1,2 mg MDA/kg a qualidade sensorial está completamente comprometida, impossibilitando o consumo do produto.

Para bacon, todavia sem mencionar tratar-se de pernil ou panceta, Coronado et al. (2002) obteve valores de 0,11 a 1,82 mg de MDA/Kg entre 0 e 16 semanas de armazenamento a -20C, ou seja, mesmo a essa temperatura houve uma elevação em 16 vezes nas taxas de oxidação lipídica, indicando o quão instável oxidativamente é esse produto, mesmo na presença de sais de cura.

A Figura 3 indica os resultados obtidos para a avaliação da oxidação lipídica do bacon de pernil com defumação natural analisado nesta proposta. Observou-se que os valores obtidos estão acima dos obtidos para carne *in natura* o que é claramente óbvio, todavia os valores quando comparados a outros trabalhos com bacon não são similares. Uma provável justificativa seria pela temperatura de armazenamento, uma vez que o atual experimento foi conduzido em temperatura de refrigeração e não de congelamento, o que não é um obstáculo para a aceleração das fases de propagação da oxidação lipídica.

**Figura 3 - Box plot para valores analisados em cinco lotes de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em bacon de pernil durante período de armazenamento de 0, 15, 30, 60 e 90 dias. As linhas vermelhas indicam a média dos lotes analisados**

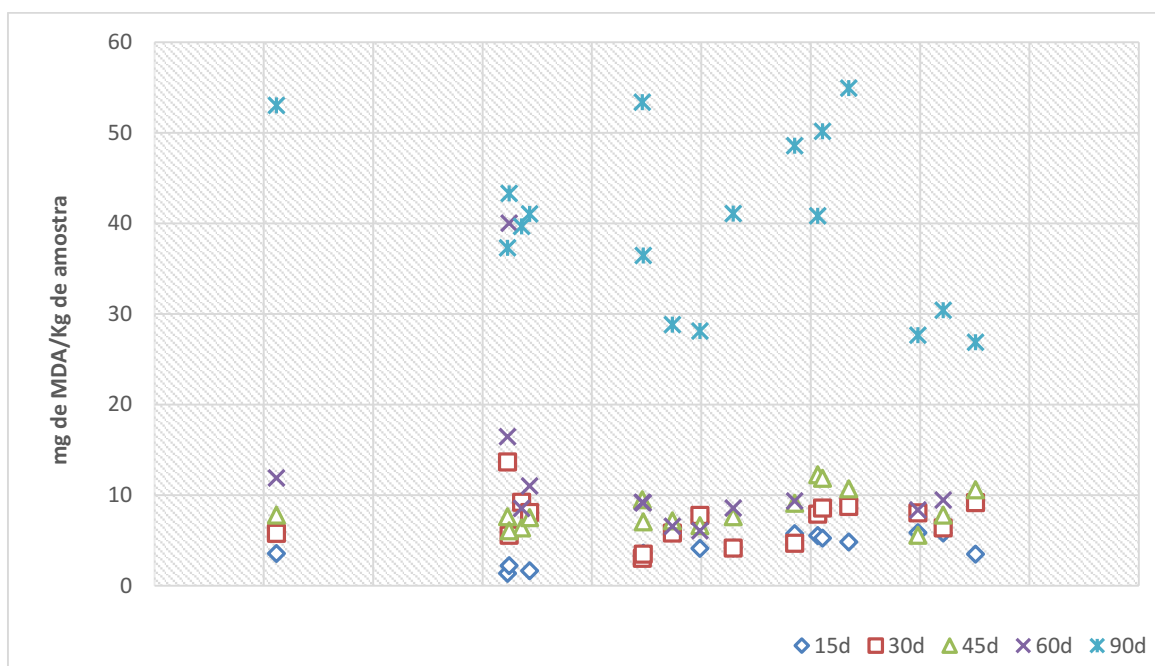


**Fonte: Autoria própria**

A Figura 4 por sua vez é uma representação da dispersão dos dados dos valores de TBARS de uma forma mais explícita, de maneira a compreender a elevação no processo de oxidação. Normalmente o prazo de validade estabelecido pelos frigoríficos para bacon é de sessenta dias, o que é respaldado com essa avaliação. Entre o período de sessenta para noventa dias de armazenamento há um salto significativo nos valores de malonaldeído, o que sensorialmente falando, pode ser um ponto final para a comercialização do produto. Para maiores detalhes uma análise sensorial poderia ser realizada para corroborar os elevados valores com notas de atributos sensoriais de aceitação.

A taxa de oxidação também é baixa nos primeiros 60 dias, levando em consideração que é um produto com valores de lipídios variável e altos, mesmo em temperaturas de refrigeração. Para controlar o aumento após este período, sugere-se o uso de embalagens com revestimento alumínio, evitando que ocorra interação com a luz do ambiente. Esta seria uma alternativa ao retardamento do processo, mas impediria a observação da cor do produto, que é avermelhada e bastante atraente as vistas do consumidor.

**Figura 4 - Distribuição dos dados obtidos para os cinco lotes de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em bacon de perril durante período de armazenamento de 0, 15, 30, 60 e 90 dias**

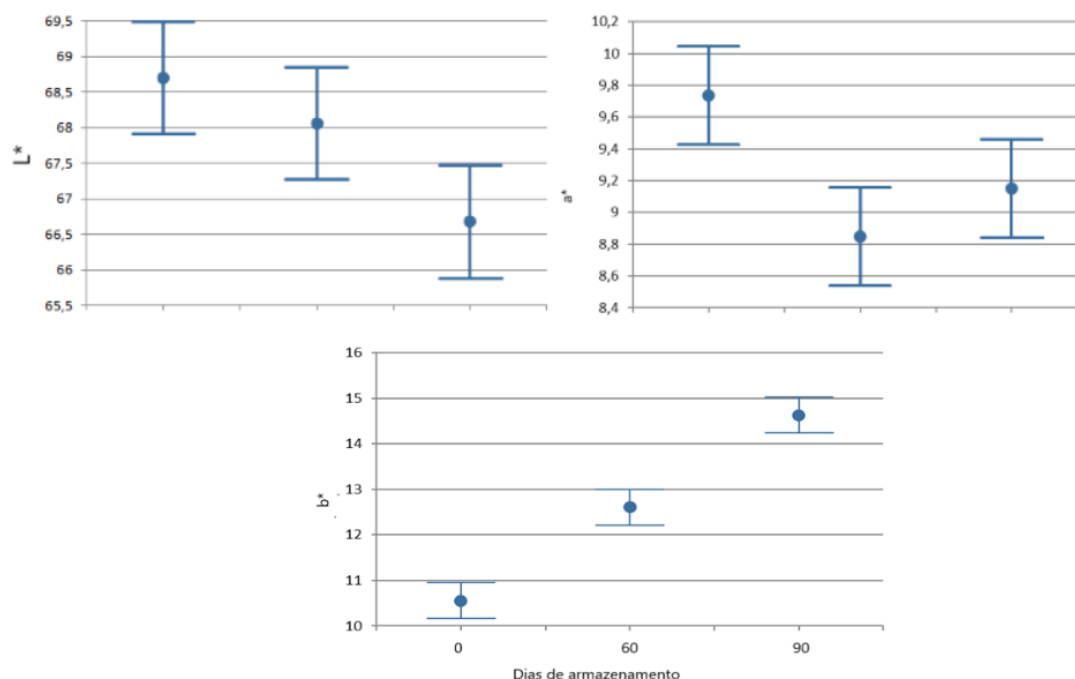


Fonte: Autoria própria

Os parâmetros de cor que foram medidos  $L^*$  indica luminosidade de 0 (preto) a 100 (branco),  $a^*$  intensidade da cor vermelha/verde e  $b^*$  intensidade da cor amarela/azul (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; COULTATE, 2004). Os valores de  $L^*$  não apresentaram diferença significativa a 5% por análise de teste de médias (Tukey) ao longo dos 90 dias de armazenamento. O mesmo ocorreu para valores de  $a^*$ , todavia os valores de  $b^*$  foram significativamente diferentes ao longo do período de armazenamento. Esses dados podem ser visualizados na Figura 5, os quais indicam que o parâmetro cor é estável ao longo do tempo. O valor de  $b^*$  sofreu elevação com o aumento do período de armazenamento, logo a intensidade da coloração amarela aumentou, fato esse que pode estar associado a oxidação lipídica sofrida pelo produto no tempo de 90 dias de estocagem. Sendo assim, com a elevada oxidação e alteração de cor, após 60 dias pode haver comprometimento da qualidade do bacon de perril produzido com defumação natural armazenado a temperatura de refrigeração.



**Figura 5 - Valores de L\*, a\* e b\* para bacon de pernil produzido por defumação natural e armazenado por um período de 90 dias. Valores médios de cinco lotes seguidos de seus valores máximos e mínimos**



Fonte: Autoria própria

Em relação as análises microbiológicas, todas as amostras testadas não apresentaram crescimento para os microrganismos testados no período de 90 dias, como observado na Figura 6. Durante os primeiros 60 dias o produto se manteve estável, como era esperado e de acordo com a validade do fabricante.

Os resultados apresentados se devem a fatores relacionados a forma de defumação, tipo de embalagem utilizado (vácuo) e uso de sais de cura que impedem o crescimento de microrganismos patogênicos no produto. Resultados semelhantes foram encontrados por Taromina e Bartholomew (2005) ao inocularem culturas de *Staphylococcus sp.* em barrigas inteiras, submetendo ao resfriamento em tempos e temperaturas diferentes, onde concluiu-se que o processo de defumação a quente, além de diminuir a umidade superficial, produz fenois que atuavam como antimicrobianos.

O uso de sais de cura com ação de conservante e antimicrobiano é bastante difundido, uma vez que possui ação bastante eficiente, baixo custo e aumenta a vida de prateleira devido a ação antimicrobiana. O'leary e Solberg (1976), investigaram a atividade das enzimas gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (GAPDH) e Aldolase em células de *Clostridium perfringens* com atividade inibida pelo nitrito de sódio,

observaram que a GAPDH foi totalmente inibida, enquanto a Aldolase teve sua atividade diminuída em 67%, sugerindo que a interação entre o nitrito e grupos sulfidrílicos possuem o efeito de inibição enzimática e conseqüente função antimicrobiana quando usado em produtos.

Outro fator que se deve levar em consideração é o modo de embalar o produto, uma vez que embalagens fechadas à vácuo inibem o crescimento de bactérias aeróbias. Segundo Sheard (2010), o vácuo extrai o ar, a embalagem se ajusta a carne e o oxigênio residual é utilizado para reações do tecido. Essa falta de oxigênio faz com que o padrão de crescimento da microbiota remanescente seja alterado, favorecendo o crescimento de bactérias ácido lácticas, as quais não causam danos indesejáveis.

## **6 CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados obtidos o produto apresenta estabilidade físico-química e microbiológica de até 60 dias, não podendo esta ser estendida para 90 dias, logo conclui-se que o processamento do bacon de pernil, especificamente para este Frigorífico, necessita de maior padronização, havendo necessidade de maiores cuidados em relação a tempo e temperatura de defumação e secagem, tipo de embalagem para evitar oxidação lipídica e aumentar a vida de prateleira do produto. Microbiologicamente, o produto é estável também pelo mesmo período, mesmo com os altos valores de umidade e atividade de água apresentados. Sendo assim recomenda-se que novas estratégias sejam revistas para que um novo fluxo de produção seja estabelecido para melhoria no processamento e armazenamento do bacon de pernil produzido por defumação natural.

## REFERÊNCIAS

- ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. Um novo olhar sobre a. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/um-novo-olhar>>. Acesso em: 28 nov. 2019.
- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2018. Disponível em: <[abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf)>. Acesso em: 28/11/2019.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2019. Disponível em: <<https://cleandrodias.com.br/2020/wp-content/uploads/2020/05/Relatorio-ABPA-2020.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- ADICON, Ind. Com. Aditivos Ltda. **Uso e processos de Fabricação. Aditivos. Fumaças líquidas naturais.** Aplicação em produtos cárneos, 1998.
- ALVES, R. B. **Importância da PSE na carne de suínos.** 2007. Monografia (Especialização Latu Sensu em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal). Universidade Castelo Branco, Brasília, 2007.
- AMSA – Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. **American Meat Science Association, Savoy, IL, 1995.**
- APHA - American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 5. ed., Washington, D.C, 2015.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos, Teoria e Prática.** 2 ed. Minas Gerais: Editora Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- BAI, J. J. et al. Changes in Quality Characteristics of Pork Patties Containing Antioxidative Fish Skin Peptide or Fish Skin Peptide-loaded Nanoliposomes during Refrigerated Storage. **Korean journal for food science of animal resources**, v. 37, n. 5, p. 752–763, 2017.
- BAKER, L. C.; FRIC, M. Sc. The chemical composition and nutrition value of bacon. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 7, 1956.
- BLISKA, F. M. M.; VIANA, A. G.; FREITAS, M. H. A. Defumação de Produtos Cárneos. **Ital**, Campinas, 23 p., 1996.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos.** 2 ed. Varela, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes - sal e salmoura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jul. 1999.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº

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.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 29 de dezembro de 2006. Regulamento técnico de atribuição de aditivos e seus limites das seguintes categorias de Alimentos 8: carnes e produtos cárneos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 dez. 2006.

BREWER, M. S. et al. Belly thickness effects on the proximate composition, processing, and sensory characteristics of bacon. **Journal of Muscle Foods**, v. 6, p. 283-296, 1995.

BRUSTOLIN, A. P. **Defumação Convencional e Líquida em Bacon**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2013.

CASTRO, A. G. **Química e a reologia no processamento dos alimentos**. 1 ed. Instituto Piaget, 2004.

CORADINI, M.; BRONHARO, B.; SOUZA, M. L. R. **Valor Nutricional e Aceitação de Linguiças Defumadas de Diferentes Espécies animais**. Disponível em: <<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/1338>> Acesso em 12.07.2021

CORONADO, S. A. et al. Effect of dietary vitamin E, fishmeal and wood and liquid smoke on the oxidative stability of bacon during 16 weeks' frozen storage. **Meat science**, v. 62, n. 1, p. 51–60, 2002.

COULTATE, T. P. **Alimentos: A química de seus componentes**. 3. ed. Porto alegre: Artmed, 2004.

CRACKEL, R. L. et al. Some further observations on the tba test an index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 187-196, 1988.

CRIPPA, R. L. **Carne suína pse: incidência e reflexos no processo de elaboração do bacon em uma indústria do Vale do Taquari**. 2010. Monografia (Bacharel em Química Industrial), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2010.

Experimental – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. f. 19-20. SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. 1 ed. São Paulo: Varela, 2000.

FELLOWS, P. J. Smoking. **Food Processing Technology: Principles and Practice**. v. 4, p. 717-732, Woodhead Publishing, 2017.

FENNEMA, O. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A., 1993.

FIORDA, F.; SIQUEIRA, M. Avaliação do ph e atividade de água em produtos cárneos. **Estudos**, Goiânia, v. 36, n. 5/6, p. 817-826, 2009.

FRANCO, B.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. v. 1. Editora Atheneu, 192 p., 2008.

HAN, G. J. et al. Effects of propolis addition on quality characteristics of oriental medicinal seasoning pork. **Korean J. Food Sci. Technol.** v. 38, p. 75-81, 2006.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JAY, J. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KEMPSTER, A. J., COOK, G. L.; GRANTLEY-SMITH, M. National estimates of the body composition of British cattle, sheep and pigs with special reference to trends in fatness: A review. **Meat Science**, v. 17, p. 107 – 138, 1986.

KLIMIENÉ, A.; KLIMAS, R. The influence of the wild boar on the biological and performance traits of domestic pigs. **Polish J. Natural Sci.**, v. 25, n. 2, p. 123–131, 2010.

KRING, U.; BERGER, R.G. Antioxidant activity of some roasted foods. **Food Chemistry**, v. 72, nº. 2, p. 223-229, 2001.

KULCHAIYAWAT, C.; SEBRANEK, J. G.; DICKSON, J. S. Quality Characteristics of Traditional, Natural and Organic Bacon. **Iowa State University Animal Industry Report**, (2009)

LOWE, D. B. et al. Chemical composition of fresh pork and bacon from pigs of different breed types, sexes and origins. **The British Society of animal production winter meeting**, v. 1990, p.55, 1990.

MADHAVI, D. L.; DESHPANDE, S. S.; SALUN, K. L. **Food antioxidants: Technological, toxicological and Health Perspectives**. New York: Marcel Dekker, 1996.

MARÇAL, D. A. et al. Consumo da carne suína no brasil: Aspectos simbólicos como determinantes dos comportamentos. **Rev. Agro. Amb.**, v. 9, p. 989-1005, 2016.

MARTINS, D. I.; MIDIO, A. F. **Toxicologia dos alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Varela, 2000.

O'LEARY, V.; SOLBERG, M. Effect of Sodium Nitrite Inhibition on Intracellular Thiol Groups and on the Activity of Certain Glycolytic Enzymes in *Clostridium perfringens*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 31, n. 2, p. 208-212, 1976.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. 1 ed. Artmed, Vol. 1, p. 43-44, 2005.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A Review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36-60, 2013.

PEDRÃO, M. R. et al. Influence of Cooling on the Glycolysis Rate and Development of PSE (Pale, Soft, Exudative) Meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology** [online]. 2015, v. 58, n. 2 [Accessed 16 July 2021], pp. 272-277. Available from: <<https://doi.org/10.1590/S1516-8913201400154>>. Epub 11 Nov 2014. ISSN 1678-4324. <https://doi.org/10.1590/S1516-8913201400154>.

ROÇA, R. O. Defumação. Botucatu: FCA-UNESP, **Comunicado técnico online**, 2000.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M. Embalagem Plástica para produtos cárneos curados. In: **CETEA**. (Ed.). Embalagens para produtos cárneos. Campinas: ITAL, p. 21-29, 1991.

SCHMIDT, S. J.; FONTANA JR., A. Appendix E: Water Activity Values of Select Food Ingredients and Products In: *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*. 2 ed. Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists. 07 April 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9780470376454.app6>. Online ISBN:9780470376454

SHEARD, P. R. Bacon. In: TOLDRÁ, F. **Handbook of Meat Processing**. USA: Wiley-Black Well, p. 327-336.

SILVA, J. P.; SILVA, L. P. G. Estudo e avaliação do consumidor de carne suína “*in natura*” e industrializada na microrregião de guarabira (PB). **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v. 05, p. 57-61, 2009.

SKOBRÁK, E. B.; BODNÁR, K. The main chemical composition parameters of pork : review. **Review on Agriculture and Rural Development**, v. 1, n. 2, p. 534-540, 2012.

SPERBER, W.; DOYLE, M. P. **Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages**. Editora: Springer-Verlag, 375 p., 2009.

TARLADGIS, B. G. et al. A distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of American Oil Chemists Society**, v. 37, n.1, p. 44–48, 1960.

TAROMINA, P. J.; BARTHOLOMEW, G. W. Validation of bacon processing conditions to verify control of *Clostridium perfringens* and *Staphylococcus aureus*. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 9, p. 1831-1839, 2005.

TORRES, E. et al. **Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal**. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 20, 145-150, 2000.

TÓTH, T. et al. A vágási életkor és vágótömeg növelésének hatása biotakarmányon hizlalt mangalica sertés húsának és hátszalonnájának kémiai összetételére és táplálkozási értékére. **A Hús**, v. 3-4, p. 117-120, 2009.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico químicos para análises de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.