

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS
MISSÕES – URI ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

DEFUMAÇÃO CONVENCIONAL E LÍQUIDA EM BACON

ADRIANE PEGORARO BRUSTOLIN

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos da URI Erechim, como requisito parcial a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim.

ERECHIM, RS – BRASIL

DEFUMAÇÃO CONVENCIONAL E LÍQUIDA EM BACON

ADRIANE PEGORARO BRUSTOLIN

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Prof^a. Clarissa Dalla Rosa D.Sc
Orientadora

Prof.^a. Eunice Valduga, D. Sc.
Orientadora

Prof^a Darlene Cavalheiro, D. Sc.
UDESC - Pinhalzinho – SC

Prof^a Clarice Steffens, D. Sc.
URI – Erechim – RS

Erechim, Setembro 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico ao meu querido esposo
Giovani e a minha querida filha Helena.
Pelo amor, carinho, incentivo,
ajuda e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por me abençoar, me dar forças e possibilitar a realização desse trabalho.

A Aurora Alimentos, na pessoa de Valter De Ré, pelo apoio e incentivo a minha qualificação profissional.

À equipe do setor de defumados da Empresa onde foi realizado o presente trabalho, a supervisora desse setor, técnicos do controle de qualidade e operadores, pela disponibilidade e auxílio prestado na parte experimental.

Aos professores Eunice Valduga e Clarissa Dalla Rosa por quem tenho muito respeito e admiração.

Ao funcionário da Aurora Roberto Verlindo, que contribuiu para a realização do trabalho.

Aos membros da banca pela compreensão e cooperação através das correções, sugestões e comentários pertinentes.

Aos Bolsistas da URI que muito auxiliaram e contribuíram na execução dos trabalhos.

Aos meus pais, irmãos e demais familiares que estiveram sempre ao meu lado compartilhando meu objetivo e carinho dedicados.

Ao meu esposo pelo incentivo, estímulo e ajuda na realização desse projeto.

A todas as pessoas que colaboraram de alguma forma, na realização deste trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

DEFUMAÇÃO CONVENCIONAL E LÍQUIDA EM BACON

ADRIANE PEGORARO BRUSTOLIN

Setembro/2013

Orientadores: Clarissa Dalla Rosa

Eunice Valduga

O Brasil é grande produtor de proteínas de origem animal, tendo como principal consumidor o mercado interno. No caso da carne suína, a maior parte dá-se na forma de industrializados. É comum a exposição em mercados de produtos cárneos submetidos à defumação como o bacon, que tem um processo de fabricação relativamente simples e pode ser altamente rentável. Porém, é um produto perecível devido a suas características e a sua manipulação, que é inerente ao processo, o que torna-o vulnerável as alterações de ordem físico-química, microbiológica e sensorial. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade do bacon submetido ao tratamento convencional de defumação (BFT) e com aplicação de fumaça líquida (BFL), armazenados por 90 dias. O acompanhamento da estabilidade foi realizado mediante determinações físico-químicas (oxidação lipídica: TBARS, Índice de Peróxido, Hexanal e análise de parâmetros de cor: L*, a* e b*) e sensoriais (análise de preferência e percepção de alteração odor e sabor). Durante o período de armazenamento não foram detectados odor nem sabor de ranço. Houve correlação físico-química com a avaliação sensorial, com valores de TBARS entre 0,54 a 0,85 mg MDA/kg aos 90 dias de armazenamento. Para ambas as amostras (BFT e BFL) os teores foram semelhantes para o TBARS até os 60 dias de armazenamento, após este período para o tratamento do BFL continuou com um acréscimo significativo no teor de TBARS. Para o índice de peróxido os tratamentos de defumação (BFT e BFL) demonstraram comportamento semelhantes, com diferença significativa após os 60 dias de armazenamento, com teores na faixa de 39,98 a 34,75 mEq/kg, ocorrendo um decréscimo significativo aos 90 dias. Para o hexanal o máximo valor encontrado foi de 2,32 mg/100 g para tratamento BFT, nos 90 dias de armazenamento. Na avaliação microbiológica o resultado foi semelhante para ambos os tratamentos, com valor bem abaixo do preconizado na legislação. Na determinação objetiva da cor o tratamento com fumaça líquida apresentou maior tonalidade de coloração amarela, vermelha e luminosidade e/ou brilho, indicando que a fumaça líquida utilizada proporcionou aspecto visual mais claro e com tonalidade inferior do amarelo em comparação a fumaça tradicional. Também teve uma redução significativa no tempo de cozimento trazendo ganho de produtividade.

Palavras-chave: Bacon; fumaça líquida e convencional; vida útil.

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering.

CONVENTIONAL AND LIQUID SMOKE IN BACON

ADRIANE PEGORARO BRUSTOLIN

September/2013

Advisors: Clarissa Dalla Rosa

Eunice Valduga

Brazil is a major producer of animal protein, and its internal market is the main consumer. Regarding pork production, it is mostly industrialized and its exposure in meat product markets is common. Smoked products such as bacon have a relatively simple manufacturing process and can be highly profitable. However, this product is perishable due to its characteristics and handling, which are inherently to the manufacturing process, and make it vulnerable to physicochemical, microbiological and sensory changes. Thus, this study aimed to assess the stability of both conventional smoked bacon and liquid smoked bacon stored for 90 days. The stability monitoring was conducted by physicochemical (lipid oxidation: TBARS, peroxide index, hexanal and analysis of color parameters: L*, a* and b*) and sensory (preference and perception analysis of odor and flavor changes) determinations. During the storage period neither rancid flavor nor odor was detected. There was physicochemical correlation with the sensory assessment, in which neither rancid odor nor flavor was perceived. TBARS values were between 0.54 and 0.85 mg MDA / kg after 90 days of storage. For both samples (CSB e LSB), the levels were similar for the TBARS until 60 days of storage. After this, the TBARS level had an increase for the LSB process. For the peroxide index, the smoke process (CSB e LSB) demonstrated similar results with a significant difference after 60 days of storage with levels ranging from 39.98 to 34.75 mEq/kg. There was a significant decrease at day 90. Regarding the hexanal, the maximum value was 2.32 mg/100 g for BFT treatment at 90 days of storage. In the microbiological analysis, both treatments had similar results, with their values below the ones established by the legislation. For the color determination, the liquid smoke process showed higher yellow, red color and lightness and / or glare, which indicates that the liquid smoke used provided both lighter visual aspect and lower yellow color when compared to conventional smoke. There was also a significant decrease in the cooking time, which improved the productivity.

Keywords: bacon, conventional and liquid smoke; shelf-life.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	Bacon	4
2.2	Processamento do Bacon Defumado	4
2.2.1	Injeção	6
2.2.2	Massageamento (Tambleamento).....	6
2.2.3	Envaramento.....	6
2.2.4	Cozimento/Defumação	6
2.2.5	Resfriamento.....	7
2.2.6	Embalagem	7
2.3	Processo de Defumação	7
2.3.1	Fumaça Líquida	11
2.4	Características de Qualidade de produtos cárneos.....	15
2.4.1	Cor	15
2.4.2	Estabilidade oxidativa.....	16
2.4.3	Estabilidade Microbiológica.....	20
2.4.4	Características sensoriais	22
2.5	Considerações Finais	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Preparo de Amostras	24
3.2	Determinações físico-químicas	25
3.3	Determinação microbiológica e sensorial	26
3.3.1	TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico	26
3.3.2	Índice de Peróxidos	26
3.3.3	Hexanal.....	27
3.4	Análises Microbiológicas	28
3.4.1	Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.....	28
3.4.2	Contagem de Coliformes Termotolerantes.....	28
3.4.3	Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	29
3.5	Análise sensorial	29
3.6	Análise estatística	30

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Índice de Peróxido	31
4.2	Oxidação Lipídica.....	33
4.3	Hexanal	35
4.4	Determinação da Cor Objetiva.....	36
4.5	Análise Microbiológica.....	41
4.6	Avaliação Sensorial	42
5	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	44
5.1	Conclusão.....	44
5.2	Sugestões para trabalhos futuros.....	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
	APÊNDICE A - Modelo da Ficha de Avaliação Sensorial – Teste de Escala Hedônica	52
	APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma simplificado do processamento do Bacon defumado	5
Figura 2. Principais reações químicas envolvidas na formação das nitrosaminas	14
Figura 3. Diagrama de Hunter Lab, com as variáveis L*, a*, b*	16
Figura 4. Fluxograma – Processo de produção do bacon defumado em fumaça líquida e convencional.....	25
Figura 5. Evolução do Índice de Peróxido – IP (mEq/kg de amostra) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenado a 22 °C durante 90 dias.....	32
Figura 6. Evolução da oxidação lipídica – TBARS (mg malonaldeído/kg) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C durante 90 dias	34
Figura 7. Evolução do hexanal no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C no 75° e 90° dia.	36
Figura 8. Luminosidade (L*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL) e condições de armazenamento durante 90 dias.....	39
Figura 9. Cor Vermelha (a*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL) e condições de armazenamento durante 90 dias.....	39
Figura 10. Cor Amarela (b*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL) e condições de armazenamento durante 90 dias.....	39
Figura 11. Aspecto visual do bacon cozido e submetido ao tratamento de defumação líquida.....	40
Figura 12. Aspecto visual do bacon cozido e submetido ao tratamento de defumação tradicional	40
Figura 13. Histograma de frequência para a aceitação geral do bacon cozido e submetido aos tratamentos de fumaça líquida (BFL) e defumação tradicional (BFT), respectivamente	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Esquema representativo das etapas da reação de autoxidação	18
Tabela 2. Evolução do índice de peróxido – IP (mEq/kg de amostra) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C durante 90 dias	31
Tabela 3. Evolução da oxidação lipídica – TBARS (mg malonaldeído/kg) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C durante 90 dias	33
Tabela 4. Valores médios da Luminosidade (L*), Vermelho (a*) e Amarelo (b*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL)	38
Tabela 5. Análise microbiológica de amostras de bacon cozidas e submetidas aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL)	41
Tabela 6. Aceitabilidade de amostras de bacon cozidas e submetidas aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenadas a 22 °C durante 90 dias.....	42

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013) o Brasil é grande produtor de proteína de origem animal, tendo como principal destino de sua produção o mercado interno. A produção de carnes bovina, suína e de aves em 2010 foi de 24,5 milhões de toneladas, onde aproximadamente 75% dessa produção foi consumida internamente (BRASIL, 2013).

O consumo *per capita* em 2012 teve um aumento em relação ao ano anterior chegando a 37,4 kg para a carne bovina, 43,9 kg para carnes de aves e 14,1 kg de carne suína. Isso reflete o bom desempenho da economia brasileira e as novas legislações que preveem fiscalização da qualidade dos produtos e prevenções empreendidas pelo País a fim de erradicar doenças, como a febre aftosa, bruceloses e tuberculose (BRASIL, 2013).

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%, 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).

É bastante comum a exposição de alimentos cárneos, principalmente os cozidos crus, curados e salgados, à ação da fumaça proveniente da combustão de madeiras, que produzem a pirólise de seus componentes, liberando grandes quantidades de compostos fundamentais que contribuem para o desenvolvimento de cor, aroma e sabor característico. As carbonilas e os fenóis são os componentes mais diretamente envolvidos no desenvolvimento do *bouquet* característico dos alimentos cárneos defumados, sendo que os fenóis também tem ação antioxidante, retardando a rancificação da gordura (ORDÓÑEZ, 2005).

O tipo de madeira utilizado no processo de defumação tem grande influência nas características organolépticas dos produtos defumados, as madeiras mais recomendadas são as duras (Ordóñez, 2005), como carvalho, bétula, mogno e tipos de nogueira, pois as madeiras macias são mais ricas em lignina e mais resinosas. Com isso, a tendência é formar mais benzopirenos, hidrocarbonetos poliaromáticos (Bressan). O processo de defumação mais utilizado é o tradicional, que consiste na exposição direta das peças à ação da fumaça em instalações com queima de madeira. Entretanto é cada vez mais

frequente a utilização de aromas e condensados de fumaça, como os vapores líquidos (ORDÓÑEZ, 2005).

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, 1996).

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, e eliminando-se os compostos indesejáveis a saúde ou ao ambiente. Com o surgimento da fumaça líquida natural comercial, a qual pode funcionar como aditivo, uma vez que se apresenta em uma forma estável, pronta para ser diluída e aplicada. Este produto consta na lista GRAS (*Generally Recognized as Safety*) do FDA (*Food and Drug Administration*) dos EUA (ADICON, 1998). 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).

Nesse contexto, o presente estudo tem grande relevância, pois empregou-se a fumaça líquida em comparação à fumaça convencional na etapa de cozimento do bacon, avaliando a estabilidade do produto através de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. É visualizando estes aspectos que propõe-se os seguintes objetivos:

Objetivos gerais:

Aplicar fumaça líquida e cozimento em estufa do bacon em comparação à defumação tradicional e acompanhar a estabilidade do produto armazenado a 22 °C durante 90 dias.

Objetivos específicos:

- Definir as condições de cozimento em estufa do bacon submetido à fumaça líquida;
- Avaliar o bacon submetido à defumação convencional e líquida quanto:
 - a cor;
 - sensorial (odor e sabor);
 - a estabilidade oxidativa (TBARS, Índice de Peróxido, Hexanal);
 - a análises microbiológicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este item apresenta aspectos gerais do processamento do Bacon, Legislação em vigor e aspetos gerais da defumação convencional e líquida, como suas características, efeitos e vantagens na aplicação em alimentos.

2.1 Bacon

O aproveitamento de cortes e demais partes do processo de espostejamento para a fabricação de produtos industrializados é uma estratégia para agregação de valor.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade, Instrução Normativa N.º 21, de 31 de Julho de 2000 entende-se por Bacon ou Barriga Defumada, o produto cárneo industrializado, obtido do corte da 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. Podem ser destinados ao comércio nacional e/ou internacional, tratando-se de um produto defumado, cozido ou não (BRASIL, 2012).

O bacon apresenta sabor e características diferenciadas oriundas das operações de cura e defumação, ele tem uma ampla utilização na culinária brasileira em preparo de feijoadas, farofas, tortas, massas, lanches, entre outros (SILVA, 2010).

Devido à natureza anatômica da matéria-prima utilizada, os parâmetros físico-químicos do produto são dispensáveis pela sua alta variabilidade, exceto os previstos na Legislação de Aditivos.

2.2 Processamento do Bacon Defumado

A carne suína é considerada um dos principais ingredientes usado para a fabricação de bacon. A barriga é o principal corte utilizado na produção do bacon, sendo possível utilizar outros tipos de cortes, desde que o mesmo seja declarado. A barriga é obtida do corte de carcaças. O bacon é um produto defumado cozido e curado, os principais ingredientes utilizados no preparo da salmoura são o cloreto de sódio, nitrito

e nitrato de sódio, açúcar, eritorbato de sódio e água, utilizando o processo de injeção (SILVA, 2010).

Como pode ser observado na Figura 1 o processo do bacon consiste no preparo da salmoura, injeção da mesma nas barrigas através de agulhas conectadas em uma máquina injetora, passado por um massageamento das peças para melhorar a uniformidade da salmoura injetada. Seguindo para o cozimento e defumação, onde nessa etapa ocorre o processo de desenvolvimento de cor, sabor e aroma característicos, resfriamento, embalagem primária a vácuo e embalagem secundária (SILVA, 2010).

Figura 1. Fluxograma simplificado do processamento do Bacon defumado



Fonte: (SILVA, 2010).

2.2.1 Injeção

A injeção consiste em adicionar, através de várias agulhas, salmoura diretamente nas fibras de tecido cárneo da barriga suína. O bombeamento da salmoura e o movimento das agulhas injetoras, bem como o movimento da esteira de transporte e as demais variáveis do processo de injeção (vazão, pressão de injeção entre outros) são realizados por meio de controle por equipamento específico (SILVA, 2010).

2.2.2 Massagem (Tambleamento)

O processo de Tambleamento consiste em impactar as peças de barrigas nas paredes de um tambor rotativo com pás internas. Ao serem levantadas e caírem as peças sofrem impacto que massageia e acelera a difusão dos ingredientes com sal e sais de cura, permitindo uma melhora na uniformidade da injeção (SILVA, 2010).

2.2.3 Envaramento

No envaramento utilizam-se ganchos para dispor as peças nos carros que são chamados de estaleiros que posteriormente seguem para as estufas de defumação (SILVA, 2010).

2.2.4 Cozimento/Defumação

No processo de defumação, a fumaça injetada é na forma de partículas dispersas na forma de nuvem ou na forma de fumaça líquida. A defumação tem por objetivo provocar efeito bacteriostático na superfície do produto inibindo o crescimento de bactérias, melhorar a estabilidade do produto, conferir cor, aroma e sabor desejados no produto (SILVA, 2010).

A defumação é considerada o processo final da elaboração do bacon, em geral é dividido em três etapas, secagem que tem a finalidade de remover a umidade superficial contribuindo para o desenvolvimento da cor do produto, a segunda etapa é a aplicação

da fumaça e elevação da temperatura da câmara e a etapa final que corresponde ao cozimento (SOUSA e NASCIMENTO, 2009).

2.2.5 Resfriamento

Após o processo de cozimento/defumação, as peças são resfriadas em câmaras de resfriamento, seguindo para embalagem.

2.2.6 Embalagem

O bacon pode ser acondicionado em embalagens tipo saco pré-formado, embalagens flexíveis ou embalagens rígidas termoformadas, sendo submetidas a vácuo. A barreira de oxigênio inibirá o crescimento de micro-organismos aeróbicos e a baixa taxa de permeabilidade ao vapor d'água evitará a desidratação superficial que causa problemas de descoloração e perda de peso. A resistência mecânica também é um fator relevante para que com o manuseio e a abrasão não comprometa o vácuo nas operações de distribuição (SILVA, 2010).

O tipo de embalagem e o nível de vácuo são responsáveis pela quantidade residual de oxigênio no interior da embalagem, e a barreira ao oxigênio do filme é fundamental na manutenção da coloração de produtos cárneos a níveis aceitáveis bem como o tipo de luz, influenciando diretamente no armazenamento e na vida útil do produto (FARIA, 2001).

2.3 Processo de Defumação

Entende-se por defumação o processo de aplicação da fumaça aos produtos alimentícios, produzida pela combustão incompleta de algumas madeiras previamente selecionadas (Silva, 2000), com a finalidade de proporcionar cor, sabor, aroma característico e prolongar a vida útil. Geralmente fazem parte do processo a secagem inicial, a deposição da fumaça e a secagem adicional e/ou cozimento do produto (ADICON, 1998).

Segundo o Artigo 424 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 1980a), entende-se por defumados os produtos que após o processo de cura são submetidos à defumação, para lhes dar aroma e sabor característico, além de um maior prazo de vida comercial por desidratação parcial.

A aparência como a cor da carne defumada deixa o produto mais atrativo. Essa aparência é o resultado do efeito da secagem, os pigmentos dos componentes da fumaça e a formação das resinas contribuem na formação da cor. Porém, o acúmulo excessivo de substâncias de alcatrão produzem coloração tendendo ao preto, essa coloração é indesejável para o produto (ROÇA, sem ano).

Outro fator importante é o *flavor* que varia de acordo com os compostos da fumaça, sendo possível que esse composto reaja com a carne na formação de compostos flavorizantes. As condições ambientais como a temperatura e o tempo auxiliam na formação de compostos flavorizantes. O *flavor* típico é uma combinação de vários constituintes como ácidos orgânicos, fenóis e compostos carbonílicos, sendo os menos desejáveis como as cetonas (ROÇA, sem ano).

O efeito conservante que a defumação exerce sobre os produtos pode ser creditado à secagem superficial da matéria prima, perda parcial da umidade, fator essencial para o desenvolvimento de micro-organismos existentes no produto. Além disso, muitos compostos encontrados na fumaça têm efeito bactericida que evitam ou inibem o crescimento bacteriano, podendo ser destacados os compostos fenólicos, álcoois e os ácidos benzoico, acético e fórmico (SILVA, 2000).

Entre as propriedades conservantes dos processos de defumação podem ser citadas, ainda, o efeito antioxidante que os compostos da defumação exercem, principalmente o mono e dimetil éter do pirogallol capaz de retardar a rancificação oxidativa e hidrolítica das gorduras (SILVA, 2000).

A ação e as propriedades da fumaça são variadas em relação a composição dos produtos cárneos, nos quais o teor de umidade, gordura e proteína e a permeabilização na superfície do produto, fazem flutuar a deposição da fumaça, por isso também variam seus componentes. Em paralelo à deposição a temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e a densidade da fumaça influenciam o processo de defumação (PARDI, 2007).

Entre os componentes da fumaça se incluem substâncias halófilas e lipófilas que reagem de forma diferente nos produtos cárneos. Outro fator é a umidade da superfície do produto que faz variar a capacidade de absorção da fumaça, a proporção de fenóis

em uma superfície úmida pode aumentar em até dez vezes do que em uma seca (PARDI, 2007).

A fumaça tem várias ações sobre o produto, como a dessecação superficial, coagulação das proteínas pela condensação de formaldeído e de fenóis e a deposição de material resinoso, além do efeito químico e bacteriológico. A fumaça retarda a rancificação oxidativa e hidrolítica da gordura, entre outros (PARDI, 2007).

Existem vários métodos de defumação que vão desde os convencionais da queima lenta de serragem umedecida e da fricção de toras de madeira, até outros que vem sendo empregados na prática industrial que são a produção de fumaça por via úmida, por fluidificação e fricção (PARDI, 2007).

O processo de defumação natural ocorre através da fricção ou queima de serragem. No processo de fricção são geralmente usados troncos de um metro de comprimento por 15 cm de largura, mantido verticalmente, com fricção de uma placa na superfície a 1700 rpm, um sistema de pesos sob a madeira regula o grau de fricção e densidade de fumaça produzida. A queima de serragem é bastante popular, devido a densidade e composição da fumaça, a serragem verde e úmida é a preferida. A umidade baixa entre 10 e 15 % cria uma maior temperatura de queima, já umidades entre 25 e 30 % estabelecem uma temperatura menor e uma fumaça mais densa. Dependendo das circunstâncias, são usadas lascas de madeiras duras para substituir a serragem (ROÇA, sem ano).

Na fumaça são encontrados diversos componentes químicos, descendentes do tipo de madeira, temperatura, circulação de ar bem como a variação nas condições de produção de fumaça. As madeiras duras utilizadas na defumação de carnes poderão conter de 20 a 30 % de hemicelulose e 40 a 60 % de celulose, a temperaturas abaixo de 250°C ocorre uma ligeira decomposição da madeira onde são liberadas pequenas quantidades de substâncias voláteis. Temperaturas mais altas entre 250 a 315 °C causam uma rápida decomposição da hemicelulose e lignina, resultando produção da fração pirolenhosa que contém ácido acético, metanol e diversos compostos orgânicos. Já os compostos fenólicos e o alcatrão são produzidos a temperaturas excedendo 315 °C (ROÇA, sem ano).

A pirolise da lenha na ausência de ar, o aquecimento até 170 °C não causam nenhuma decomposição importante, a não ser a eliminação da umidade. A 270 °C inicia-se a decomposição em curso endotérmico, gerando em seguida uma reação exotérmica violenta. A 400 °C tem lugar a maior liberação de produtos líquidos e

gasosos. A desintegração térmica da lenha tem efeito como a da mistura de seus principais componentes, sendo a celulose, hemicelulose e a lignina, na proporção 2:1:1. A celulose após o desdobramento inicial dá a formação ao ácido acético como produto final, além de pequenas quantidades de furano e fenóis. A hemicelulose é muito pouco resistente ao calor e diante da rápida decomposição, produzem derivados de furano e ácidos carboxílicos alifáticos, estes em maior proporção nas lenhas mais duras. A lignina por sua vez, constitui o componente do qual deriva a maior parte do aroma. Na formação do alcatrão participam todos os componentes da lenha, sendo que seus componentes são decompostos a mais de 400°C. Na pirólise da lenha em presença de ar, que se dá na combustão lenta (por exemplo, queima da serragem umedecida), admite-se que a margem de temperatura de 270 a 400°C é importante também para a formação das substâncias desejadas na fumaça. Trabalhando-se com temperaturas mais baixas, reduz-se muito a quantidade de produtos que se originariam em temperaturas mais elevadas (PARDI, 2007).

Os polímeros, celulose, hemicelulose e lignina variam em sua percentagem e mesmo na composição, consoante a natureza das madeiras. Os produtos resultantes da carbonização da madeira são os resultantes da pirólise destes três grupos de polímeros. Assim, a pirólise da celulose produz numa fase inicial a hidrólise para glucose, seguida por uma desidratação que dá origem a 1,6 anidro glucose/ β -glucosona. Em uma fase anterior, em seguida como já visto, produz-se o ácido acético e seus homólogos, água e pequenas quantidades de furano e fenóis. A pirólise é variável, devido a hemicelulose das madeiras mais duras são sobre tudo constituídas por pentosanas, enquanto nas madeiras mais moles predominam as hexosanas. A pirólise da lignina pode ser considerada a mais importante na defumação dos alimentos (dela deriva a maior parte dos aromas). Os componentes formados a partir da lignina são os fenóis e ésteres fenólicos (guaiacol e seringol) e seus homólogos e derivados com grupo substituintes metilo, etilo, propilo, vinilo, alil e propileno. Ocorrem sempre na posição para de hidroxilo fenólico e não tem normalmente mais de três átomos de carbono. O ácido ferúlico é um composto intermediário da degradação térmica da lignina, cuja pirólise origina posteriormente produtos fenólicos, após uma descarboxilação. Resumidamente, a pirólise pode ser sintetizada, onde em 200 a 260°C, há a combustão de pentosanas e celulose, de 260 a 310°C ocorre a degradação da celulose e de 310 a 500°C a degradação da lignina (PARDI, 2007).

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (H.P.A), o 3,4 benzopireno possuem uma ação cancerígena e tem sido considerado como indicador de contaminante nos produtos alimentares. Sua quantidade pode variar deste varias centenas ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) a traços quantificados. As quantidades de 3,4-benzopireno dependem entre outros da tecnologia de defumação. Em uma defumação tradicional se situam na grande maioria (60 a 75%) na superfície dos produtos (ADICON, 1998).

Sabe-se que a fumaça tradicional da madeira contem mais de 300 componentes químicos identificados. Em geral, todos os grandes componentes químicos tradicionais da fumaça de madeira podem se agrupar em quatro grupos: compostos ácidos, compostos fenólicos, compostos carbonílicos e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (ADICON,1998).

2.3.1 Fumaça Líquida

A defumação de alimentos por meio de aspersão de fumaça (defumação convencional) está sendo substituída cada vez mais pelo emprego de fumaça líquida. O âmbito de aplicação das fumaças líquidas é muito amplo, sendo principalmente utilizadas em carnes (bovina, suína e aves), carnes processadas, pescado, queijo podendo-se estender, por sua grande versatilidade, a uma grande variedade de alimentos que tradicionalmente não se defumam, como: temperos, sopas, vegetais enlatados, ou condimentos (GONÇALVES; HERNÁNDEZ, 1998).

As fumaças líquidas eliminaram muito dos problemas associados com o método tradicional de defumação de pescado, além de proporcionar uma uniformidade de sabor e cor, sem o inconveniente uso de serragem e limpeza dos fumeiros. Os problemas de poluição utilizando fumaça de lenha também se eliminaram, visto que o alcatrão, resina e o 3,4-benzo(a)pireno foram eliminados nas fumaças líquidas naturais por envelhecimento e filtragem (GONÇALVES; HERNÁNDEZ, 1998).

A tecnologia inovadora tornou possível o emprego da fumaça líquida para produzir alimentos com cor, sabor e aroma de defumado, sem os problemas associados aos antigos geradores de fumaça. Graças às inovações e ao uso adequado delas pela indústria frigorífica, há nos supermercado uma grande oferta de produtos defumados como, linguiças, salsichas, presuntos, bacon, entre outros (ADICON, 1998).

Os proponentes da fumaça líquida destacam que ela oferece à indústria frigorífica grande facilidade de aplicação e melhora visivelmente a uniformidade da cor, aroma e sabor. Outro ponto favorável à fumaça líquida é a vantagem de permitir o controle da quantidade de fumaça no produto de forma mais precisa que a defumação por queima da madeira (ADICON, 1998). Outro fator é em virtude da formação excessiva de benzopireno no processo de defumação de alimentos por meio de aspersão de fumaça, o método de defumação convencional está sendo substituído cada vez mais pelo uso de fumaça líquida, uma vez que ela diminui os problemas de poluição formados pela fumaça de lenha (GONÇALVES; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998). Outra vantagem da fumaça líquida é o maior controle da cor e do sabor, tendo mais uniformidade nos produtos (SILVA, 2000).

A fumaça líquida natural é extraída da combinação de água com fumaça desenvolvida através de pirólise de madeiras maciças, sem alteração de suas essências naturais. Este produto da condensação, naturalmente obtido, é em seguida decantado e filtrado, de modo que o produto final obtido seja uma solução de fumaça líquida limpa e concentrada. O condensado natural de fumaça de madeira está livre de substâncias de alcatrão, e portanto isento dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e cancerígenos (ADICON, 1998).

Desde que na fumaça natural demonstrou-se a existência de certos hidrocarbonetos com poder cancerígeno, tem aumentado o uso de extrato de fumaça, sem essas substâncias. A intensidade da fumaça influencia na presença de hidrocarbonetos cancerígenos no produto tratado, especialmente de 3,4-benzopireno que é maior incidência, sendo que com os procedimentos atuais podem ser obtido este produto em baixas concentrações (PARDI, 2007).

A fumaça líquida natural é um produto comercial padronizado para ser aplicado em alimentos com a finalidade de promover a defumação. A fumaça líquida é obtida através de um processo de combustão de madeiras selecionadas, onde pode ser por condensado ou extração em água da fumaça até a saturação, decantação do alcatrão e por filtração retirada dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. Produzindo uma fumaça líquida e relativamente estável (ADICON, 1998).

A fumaça líquida pode ser fracionada utilizando-se somente os constituintes desejáveis, processo que requer baixo investimento com equipamentos e considerável redução no tempo de defumação. O processo mais econômico para a obtenção de flavorizantes de fumaça seja a síntese dos compostos desejados, a partir de outros

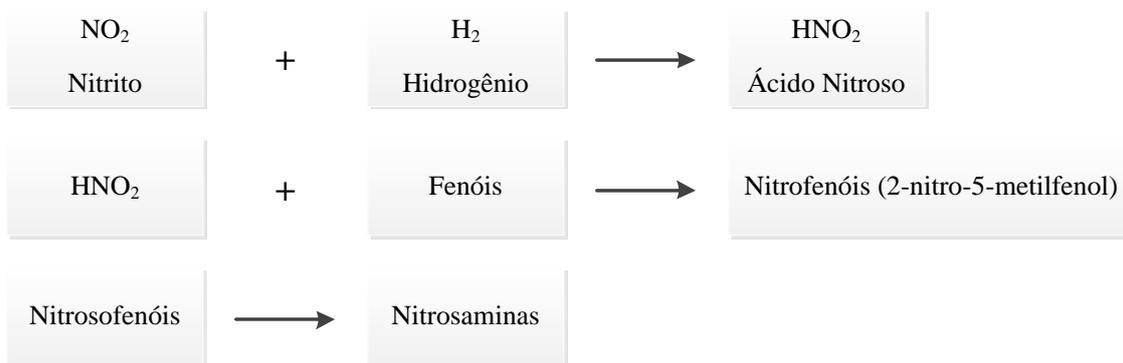
compostos. Outro processo incide em condensar o vapor da fumaça de madeira em líquido contendo os flavorizantes da fumaça. O método de extração a fumaça flui através de corrente de água que captação os ácidos, mantendo-se a baixa acidez, a solubilidade e captação do alcatrão e compostos amargos derivados do fenol são em quantidades baixas (ROÇA, sem ano).

A deposição da fumaça líquida é a etapa mais difícil de ser controlada no processo de defumação. A quantidade e a velocidade de deposição de fumaça. Quanto mais densa a fumaça mais rápida é a deposição sobre o produto e quanto maior a velocidade do ar, maior a deposição da fumaça, visto que uma circulação mais rápida leva mais fumaça para o produto. Porém, a densidade da fumaça diminui com o aumento da velocidade do ar. A umidade da superfície do produto também influencia o processo de defumação, teores elevados de umidade favorecem a deposição da fumaça (SILVA, 2000).

Os compostos ácidos da fumaça líquida natural contribuem mais para as características físicas, como por exemplo, depilagem e coagulação das proteínas. Os ácidos orgânicos contribuem para acelerar a reação de cura em produtos que contem nitrito e nitrato de sódio, levando a formação de cor rosada mais rapidamente. O principal ácido da fumaça líquida é o acético (ADICON, 1998).

Os compostos fenólicos são responsáveis pelo aroma dos defumados e possuem uma ação antioxidante que permite atuar na conservação do produto tratado. A quantidade e a natureza dos fenóis presentes na fumaça estão diretamente relacionadas com a temperatura da pirólise da madeira assim como a técnica utilizada. Os fenóis podem igualmente reagir com os carbonilos e o nitrito do produto. Os compostos fenólicos são os que mais contribuem com o sabor de “defumado” típico (ADICON, 1998).

As nitrosaminas são compostos que podem ser formados pelas reações entre alguns componentes da fumaça e os da massa cárnea. A Figura 2 apresenta as principais reações químicas envolvidas na formação das nitrosaminas. O bacon foi considerado um dos produtos cárneos com maior potencial para formar nitrosaminas, porque é aquecido até temperaturas elevadas para ser consumido. Todavia, as pesquisas tem demonstrado que níveis de nitrosaminas em bacon empregado na dieta são equivalentes ou mesmo estão abaixo de outros alimentos (ITAL, 2003).

Figura 2. Principais reações químicas envolvidas na formação das nitrosaminas

Fonte: ITAL (2003).

Os compostos carbonílicos da fumaça líquida contribuem em parte para a “suavidade” de sabor defumado, porém sua maior contribuição é a formação de cor superficial marrom dourada defumada e aspecto brilhante. A primeira reação da cor típica da carne defumada é conhecida com a reação dos carbonilos da fumaça com os grupos aminos da proteína da carne, reação de Mailard (ADICON, 1998).

Em relação à estabilidade na estocagem de produtos defumados, existe a preocupação não somente sobre a degradação microbiológica dos produtos, mas também da estabilidade dos produtos contra a rancidez oxidativa. Fumaças tradicionais da pirólise de madeira contem numerosas substâncias fenólicas, as quais não são somente agentes microbiológicos, mas também são antioxidantes naturais (ADICON, 1998).

A defumação como um processo, tem ação conservante. Mas tão somente aplicação de fumaça não é suficiente para tornar o produto cárneo estável a temperatura ambiente, mas 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, a presença de tecido gorduroso (que contem menos água), o uso da secagem, causam ao longo do processo, a diminuição de atividade de água até valores tais que inibam o crescimento de bactérias (~ 0,90) ou mesmo de leveduras e bolores (0,88 e 0,80, respectivamente). O abaixamento de atividade de água é o fator principal na conservação dos produtos defumados. Pode-se citar como exemplo bacon, salames, linguiças, presuntos crus, que podem apresentar vida-de-prateleira de ate 6 meses em ambiente fresco e ventilado (MOELLER, 1996).

Produtos que não apresentam estes valores de atividade de água tem uma vida-de-prateleira menor. As técnicas de manipulação posteriores ao cozimento do produto defumado, tais como armazenamento, depelagem, embalagem, exposição ao ar, porcionamento reduzem grandemente a estabilidade do produto defumado. Estes produtos requerem a utilização de outras tecnologias de conservação como a refrigeração, embalagem a vácuo, embalagem em atmosfera modificada, proteção a luz, ou outro meio (MOELLER, 1996).

Devido aos vários benefícios da utilização da fumaça líquida, muitas indústrias americanas, canadenses e europeias, vêm desenvolvendo extensas linhas de fumaça líquida disponíveis para peixes, mariscos, carnes, aves e outros setores da indústria alimentícia desde 1960, somando mais de 40 patentes (GONÇALVES e HERNÁNDEZ, 1998).

A composição da fumaça líquida comercial é muito variável, pois depende principalmente da fonte de fumaça (madeira utilizada). Informações sobre os componentes que constituem a fumaça líquida são muito importantes para estabelecer relações entre suas propriedades sensoriais com a estabilidade de sua estocagem e com o produto final defumado (GONÇALVES e HERNÁNDEZ, 1998).

2.4 Características de Qualidade de produtos cárneos

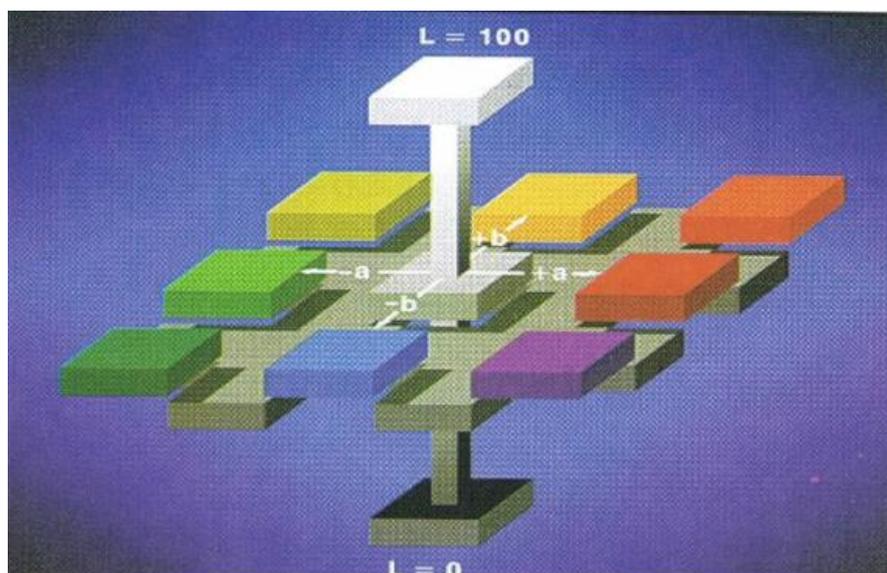
2.4.1 Cor

O pigmento responsável pela cor característica de cura é o complexo formado na reação da mioglobina e o óxido nítrico (NO), chamado nitrosilmioglobina. Quando desnaturado pelo calor forma nitrosohemocromo, a cor estável dos produtos cozidos. (SILVA, 2010/02).

Para a determinação objetiva da cor é usado um colorímetro programado com o sistema L*, a*, b* de acordo com a CIALAB (*Commission International for Illumination*). O colorímetro fornece três variáveis, de acordo com o Diagrama de Hunter (Figura 3): Valor de L*, situado no eixo vertical do diagrama, mede a luminosidade ou a porcentagem de refletância, variando de 0 (preto) para 100 (branco). Com esta informação é possível determinar objetivamente a cor da carne entre os

padrões de qualidade determinados em Pálidas (PSE), Normal ou Escura (DFD). O valor de a^* , situado no eixo horizontal, mede a variação entre a cor vermelha a verde. O valor de b^* mede a variação entre o amarelo e o azul. A razão a^*/b^* pode ser utilizada para estimar o teor de mioglobina em uma amostra. (OLIVO & OLIVO, 2005).

Figura 3. Diagrama de Hunter Lab, com as variáveis L^* , a^* , b^*



Fonte: (OLIVO & OLIVO, 2005)

2.4.2 Estabilidade oxidativa

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 organolépticas dos lipídeos e são prejudiciais pelos seus efeitos sobre a sua aceitação (BOBIO, 1992).

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

A oxidação dos lipídios inicia-se nas ligações insaturadas dos ácidos graxos. Nos alimentos, as reações de oxidação podem ser divididas em duas categorias. Na primeira

ocorre a oxidação das gorduras altamente insaturadas, particularmente as poli-insaturadas, e poderá resultar na formação de produtos poliméricos. A segunda categoria relaciona-se com a oxidação de gorduras moderadamente insaturadas, e leva ao aparecimento de ranço acompanhado de odores estranhos (CASTRO, 2002).

A oxidação lipídica acarreta modificações nas características organolépticas dos produtos cárneos, como por exemplo, alterações de coloração da carne e da gordura, desenvolvimento de sabor e aroma desagradáveis e um decréscimo no valor nutritivo do produto, devido a diminuição no conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados, cujo efeito benéfico na saúde dos consumidores é bem documentado (ALEXANDER, 1998; ROSE e CONNOLLY, 1999; BERRA, MONTORFANO e RIZZO, 2005).

A deterioração do sabor devido a oxidação das gorduras é um fator limitante da vida útil de carnes e produtos cárneos congelados. As carnes de suínos e aves rancificam mais rapidamente que a bovina, uma vez que representam maior porcentagem de gordura, além de serem mais saturadas (OLIVO & SHIMOKOMOKI, 2001).

Os produtos da oxidação lipídica são indesejáveis tanto pelo resultado da decomposição dos lipídios e pela produção de compostos voláteis, mas também, pela destruição dos constituintes essenciais, ocasionando o decréscimo do valor nutricional dos alimentos, e a formação de compostos tóxicos durante o processamento (KAHL e HILDEBRANDT, 1986; FRANKEL, 1996; YANG *et al.* 2002). Além disso, alguns produtos intermediários e finais da reação de oxidação são potencialmente tóxicos a saúde humana, tal como os compostos originados na oxidação do colesterol (KUBOW, 1990; PANIANGVAIT *et al.*, 1995), e da polimerização dos triglicerídeos (ALEXANDER, 1978; CHANG, PETERSON e HO, 1978), além dos aldeídos com α e β insaturações, incluindo o malonaldeído, que é reconhecido por seus efeitos tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos (NEWBURG e CONCON, 1980).

A oxidação lipídica pode ser considerada um processo autocatalítico, onde os produtos das reações iniciais propagam-se em cadeia, originando compostos novos, os quais são relacionados diretamente com a perda da qualidade dos produtos alimentícios. Portanto, a prevenção destas reações poderá minimizar os seus efeitos adversos, e aumentar a vida-de-prateleira dos alimentos (KRING e BERGER, 2001). A oxidação lipídica em carnes pode ser acompanhada através do valor de TBARS (TARLADIGS, PEARSON e DUGAN, 1964), visto que produtos primários de oxidação lipídica constituem-se principalmente de hidroperóxidos, os quais são rapidamente decompostos

em varias substâncias reativas ao acido 2-tiobarbiturico (TBARS), particularmente carbonílas, sendo o malonaldeído o elemento mais importante.

A auto-oxidação é reação com o oxigênio molecular, sendo a principal reação envolvida na deterioração causada pela oxidação lipídica, (FENNEMA, 1993). As reações de auto-oxidação podem ser divididas em três etapas: iniciação, propagação e terminação (ORDÓÑEZ, 2007), mostradas na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Esquema representativo das etapas da reação de autoxidação

Etapas da auto-xidação	Reações químicas*
Iniciação:	$RH \rightarrow R\cdot + H\cdot$
Propagação:	$R\cdot + O_2 \rightarrow ROO\cdot$ $ROO\cdot + RH \rightarrow ROOH + R\cdot$
Terminação:	$R\cdot + R\cdot \rightarrow R-R$ $R\cdot + ROO\cdot \rightarrow ROOR\cdot$ $R\cdot + RO\cdot \rightarrow ROR\cdot$ $n ROO\cdot \rightarrow (ROOR)_n$

* RH – Acido graxo insaturado; R· - Radical livre; ROO· - Radical peróxido; ROOH – Hidroperóxido

Fonte: (ORDÓÑEZ, 2007)

No mecanismo da auto-oxidação, os peróxidos são os primeiros produtos formados da oxidação de óleos e gorduras insaturados. Na deterioração do sabor dos alimentos, os peróxidos não são importantes, mas sim os produtos oriundos de sua decomposição: aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos (ARAUJO, 1999).

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, a reação inicial ocorre por meio da ação de alguma fonte externa de energia, 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 (formados pela ação do oxigênio singlete ou pela ação da lipoxigenase ou outras oxigenases), os quais se dissociam com a formação de radical livre (ARAUJO, 1999).

A rancificação oxidativa normalmente não ocorre com ácidos graxos saturados, pois nesse caso a formação do radical livre é energeticamente desfavorável, ocorrendo somente em condições drásticas de temperatura. A reação em cadeia de radicais livres, nesse tipo de rancificação, ocorre em três etapas que são distinguíveis pelos produtos formados e pelas características sensoriais de cada fase. As três fases da reação oxidativa e suas características podem ser resumidas nas fases de iniciação, propagação e terminação, (BOBIO, 1992), como demonstrada na Tabela 1.

Na fase de iniciação estão envolvidos o baixo consumo de oxigênio, aumentando lentamente, a baixa concentração de peróxidos, não ocorre alterações organolépticas e tem um aumento na concentração de radicais livres. Na fase de propagação, estão envolvidos o alto consumo de oxigênio, tem um rápido crescimento da concentração de peróxido e inicia sua decomposição, inicia-se as alterações organolépticas com o aparecimento de odor característico, provocados pelos produtos em decomposição dos hidroperóxidos. Na fase de terminação, o consumo de oxigênio tende a cair, ocorre uma diminuição da concentração dos peróxidos, forte alteração organoléptica, podendo ter alteração da cor e viscosidade. Além das alterações citadas, a rancificação oxidativa pode provocar alterações em outros componentes do alimento pela oxidação dos peróxidos sobre as vitaminas, carotenoides, proteínas e outros componentes oxidáveis do alimento, alterando seu valor nutricional (BOBIO, 1992).

O índice de peróxido (IP) é um indicador muito sensível no estágio inicial da oxidação, sua presença é indício de que a deterioração do sabor e odor, em função de sua instabilidade, está por acontecer. Quando sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando compostos de baixo peso molecular, oriundo de sua degradação. Estes compostos são aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois e hidrocarbonetos, sendo responsáveis pelo sabor e odor característico de ranço (ARAUJO, 1999).

Existem várias maneiras para se retardar a degradação oxidativa em alimentos. Muitos problemas por oxidação em alimentos podem ser resolvidos ou controlados por meio de intervenções tecnológicas, que envolvam a utilização de matérias-primas de boa qualidade, observando as boas práticas de processamento, inativando as enzimas capazes de promover alterações no produto pela aplicação de calor, eliminando o oxigênio atmosférico, reduzindo qualquer forma de energia (luz e calor), armazenando o produto a baixas temperaturas, evitando o contato com metais (cobre, ferro, colbato,

manganês, níquel) e adicionando um agente antioxidante (sequestrante) o mais cedo possível (ARAUJO, 1999).

2.4.3 Estabilidade Microbiológica

A carne e seus produtos derivados apresentam alta susceptibilidade às contaminações bacterianas, provocando redução de suas propriedades nutritivas, alterações organolépticas indesejáveis e risco a saúde do consumidor, podendo veicular micro-organismos patogênicos e/ou suas toxinas. Para impedir essas situações podem ser usados diversos métodos de conservação como salga, defumação, secagem, refrigeração, radiação, uso adequado de embalagens e fermentação (DABESN; SANTOS; PEREIRA, 2001).

Com exceção da superfície externa e dos tratos digestivo e respiratório, os tecidos de animais sadios contém poucos micro-organismos; os mecanismos de defesa animal controlam com eficácia os agentes infectantes nos animais sadios vivos; sem dúvida, essa defesa falha após a morte (ICMSF, 1980).

Numerosos fatores influenciam o tipo de micro-organismo que contamina a carne e os produtos cárneos frescos. Esses fatores incluem a faixa de pH da carne; a adição de sal, nitrito, açúcar, fumaça (líquida ou natural), acidulantes e o estado da carne (aquecida, fermentada, ou seca). Após o processamento, o tipo e a proporção de espoliação são influenciados pelo tipo de embalagem, temperatura de armazenamento, composição final do produto e sobrevivência ou contaminação de micro-organismos. Coliformes, *Escherichia coli*, Enterococos, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* estão frequentemente presentes na carne fresca, já que o processo de abate não apresenta nenhuma etapa bactericida. A frequência e o nível dessas bactérias no animal recém abatido variam, dependendo das condições climáticas, criação, transporte, repouso e condições de processo. Em geral, todas elas, com exceção da *Salmonella*, *Campylobacter* e *L. monocytogenes* podem estar presentes em nível em torno de 10^1 a 10^2 UFC/g. A *Salmonella*, quando presente, geralmente não pode exceder o nível de uma célula por 25 g na carne fresca (JOHNSTON & TOMPKIN apud VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, 1992).

Em ambiente aeróbio, a microbiota psicrotrófica de carnes resfriadas é predominantemente composta de bactérias Gram negativas causadoras de putrefação, enquanto que em ambiente anaeróbio, como embalagens a vácuo ou em atmosfera modificada com alto nível de dióxido de carbono, a microflora psicrotrófica é composta de bactérias lácticas não putrefativas.

De acordo com um estudo realizado com anchovas utilizando fumaça líquida, foi avaliado a carga microbiana das mesmas, onde foi analisado a contagem total de Coliformes totais, Coliformes fecais, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, Pesquisa de *Salmonella* e *Clostridios sulfito redutores* os resultados foram considerados bons, pois o produto foi de qualidade e apto para o consumo humano, por estar abaixo dos limites microbiológicos exigidos pela legislação, de acordo com o autor pode ter ocorrido uma interação dos compostos antimicrobianos da fumaça com os micro-organismos inibindo o desenvolvimento dos mesmos. A baixa carga microbiana e ausência de coliformes totais e fecais no produto final mostrou que houve precaução adequada quanto à higiene durante o processamento, sobretudo na limpeza dos equipamentos e materiais utilizados. A ausência de *Clostridios sulfito redutores* e a baixa contagem microbiana podem estar relacionados também com o alto teor de NaCl na fração aquosa do músculo do produto final (8,26%) (GONÇALVES e HERNÁNDEZ, 1998).

Vem se verificado com sucesso, o efeito bacteriostático da fumaça líquida em pescado gordo, bem como em culturas de *S. aureus*, *Bacillus subtilis* e *Proteus vulgaris*. Verificou-se que existe variação na inibição do crescimento de micro-organismos conforme os tipos de fumaça líquida comerciais. Esta capacidade inibitória está ligada à fração fenólica da fumaça líquida, presente na superfície dos produtos defumados, que acredita-se ser responsável pela maior atividade antimicrobiana. Outros compostos, como formaldeído e ácido acético, entretanto, também possuem propriedades antimicrobianas, e em conjunto podem ser mais efetivos. Quando esses componentes inibidores estiverem bem definidos, será possível estudar melhor o aroma e vida-de-prateleira desses produtos (GONÇALVES e HERNÁNDEZ, 1998).

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 microssistema anaeróbio (microanaeróbio) dentro da embalagem que, auxiliado pelo efeito inibitório do CO₂ 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 (SARANTOUPOLOS & OLIVEIRA, 1991).

A redução do pH e a utilização de carboidratos disponíveis constituem o principal mecanismo de antagonismo microbiano. Sabe-se também que as bactérias lácticas produzem, além dos ácidos orgânicos, outras substâncias antagonistas, como peróxido de hidrogênio, radicais livres, diacetil, acetaldeído, isômeros D de aminoácidos, pequenas moléculas não-proteicas e bacteriocinas (DABESN, SANTOS e PEREIRA, 2001).

2.4.4 Características sensoriais

Na indústria de alimentos, a análise sensorial é de grande importância por avaliar a aceitabilidade mercadológica e a qualidade do produto, sendo parte inerente ao plano de controle de qualidade de uma indústria. É por meio dos órgãos dos sentidos que se procedem tal avaliação, e, como são executadas por pessoas, é importante um criterioso preparo das amostras testadas e adequada aplicação do teste para se evitar influência de fatores psicológicos, como, por exemplo, cores que podem remeter a conceitos pré-formados (VIANA, 2005).

A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características organolépticas de um produto para um determinado fim. Pode-se avaliar a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto. Esses métodos apresentam características que se moldam com o objetivo da análise. O resultado, que deve ser

expresso de forma específica, conforme o teste aplicado é estudado estatisticamente concluindo assim a viabilidade do produto (VIANA, 2005).

A qualidade sensorial do alimento e a manutenção da mesma favorecem a fidelidade do consumidor a um produto específico em um mercado cada vez mais exigente (VIANA, 2005).

2.5 Considerações Finais

Mediante ao exposto o uso da fumaça líquida apresenta vários benefícios, como o controle na uniformidade da cor e sabor de defumado, minimiza a poluição do ar e eliminação da carga residual de serragem lançada no esgoto, controle de emissões de partículas de odores desagradáveis da maioria das operações de defumação da carne.

O processo de geração de fumaça líquida é realizado sem riscos de fogo e/ou explosão. Não tem necessidade de investir em grandes equipamentos para a conversão, não necessita de nenhuma mudança nos processos existentes nas indústrias, é de fácil limpeza e manutenção das instalações de defumação. Elimina a coleta de alcatrão, cinzas e outros resíduos, elimina a presença de elementos carcinogênicos nos produtos defumados. É relatado na literatura, que a fumaça líquida possui propriedades antioxidantes e bacteriostáticas, minimiza o tempo de defumação a produtividade cresce e conseqüentemente o custo de produção é reduzido.

É neste contexto, que o presente estudo torna-se relevante, pois empregou-se a fumaça líquida em comparação a fumaça convencional na etapa de cozimento do bacon, avaliando a estabilidade oxidativa do produto através da avaliação de parâmetros físico-químicos e sensoriais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Nessa etapa serão apresentadas as metodologias de preparo das amostras de bacon, as determinações físico-químicas, sensoriais e microbiológicas realizadas nas amostras submetidas aos tratamentos com fumaça líquida e com fumaça convencional.

Realizaram-se testes preliminares de cozimento do bacon em estufa, para a definição da condição ideal de cozimento, que ficou estabelecida em aproximadamente 5h (dependendo do tamanho da peça).

3.1 Preparo de Amostras

As peças de bacon são provenientes de carcaças das raças Largewhite e Landrace com peso médio de 84 kg por carcaça.

O bacon foi preparado conforme formulação padrão de uma agroindústria, situada no município de Erechim – RS. Após a formulação as amostras de bacon foram submetidas a dois tratamentos de defumação:

a) Tratamento 1 – Bacon com fumaça em fumeiro tradicional (BFT), conforme processo atual da indústria;

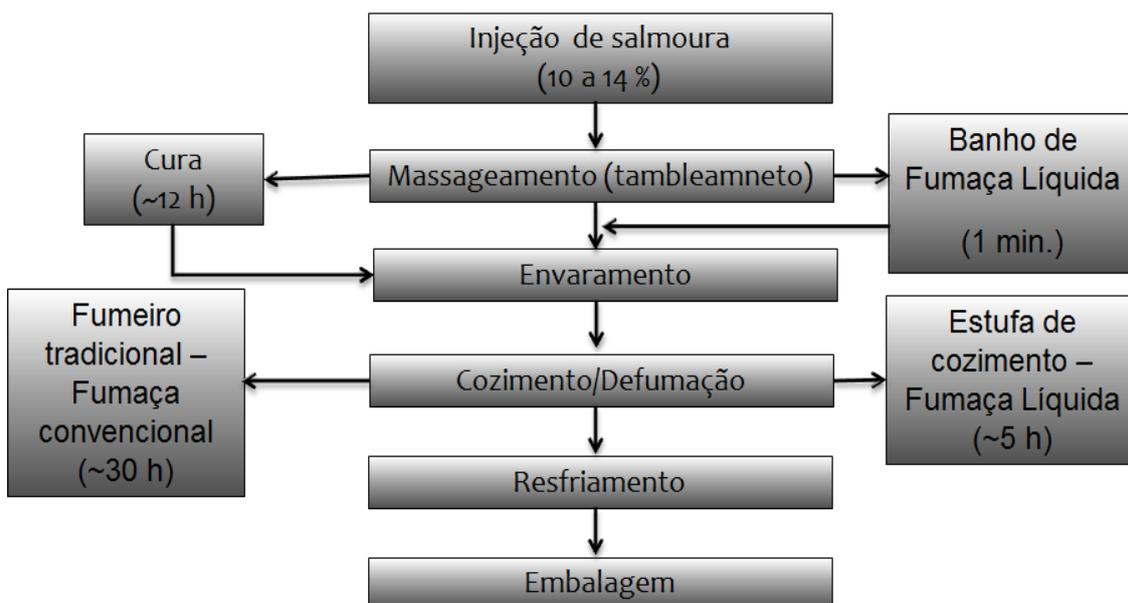
b) Tratamento 2 – Bacon com fumaça líquida (BFL) e cozimento em estufa, o qual recebeu um banho de fumaça líquida.

A Figura 4 apresenta o processo de produção do bacon defumado em fumaça líquida e convencional.

As peças, com aproximadamente 20 cm por 15 cm e espessura variando entre 4 e 5 cm, foram separadas na sala de cortes, encaminhadas para receber a injeção de salmoura em injetora específica e permaneceram em cura por aproximadamente 12 horas. Na sequência, as amostras do Tratamento 1 (fumaça convencional) foram envaradas e seguiram diretamente para os fumeiros tradicionais para o cozimento e defumação. As amostras do Tratamento 2 (fumaça líquida) foram submetidas à defumação por imersão em fumaça líquida Smokeze 12108 fornecida pela BKG ADICON, onde a concentração da fumaça foi de 1:1 (v/v) e tempo de contato de 1 minuto, conforme indicação do fornecedor. Em seguida, as amostras foram envaradas e seguiram para a estufa de cozimento por aproximadamente 5 horas, resfriadas na própria estufa e embaladas.

Posteriormente as amostras dos tratamentos foram acondicionadas em embalagens de Nylon Poli (Taxa de permeabilidade ao oxigênio menor $30,00 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ dia) e armazenadas em temperatura de 22°C durante 90 dias, que é o tempo usado na indústria para o bacon com defumação tradicional.

Figura 4. Fluxograma – Processo de produção do bacon defumado em fumaça líquida e convencional



3.2 Determinações físico-químicas

As determinações físico químicas (cor, TBARS, índice de peróxido, hexanal), das amostras submetidas aos dois tratamentos de defumação (defumação convencional e defumação líquida) foram avaliadas no 1º, 30º, 60º e 90º dia de armazenamento a 22°C , exceto para o hexanal que foi avaliado no 75º e 90º dia de armazenamento a 22°C . As amostras foram selecionadas aleatoriamente, sendo consideradas para as determinações triplicadas de amostras. As análises citadas acima foram realizadas no laboratório da URI Campus de Erechim.

3.3 Determinação microbiológica e sensorial

As determinações microbiológicas e avaliação sensorial das amostras submetidas aos dois tratamentos de defumação (defumação convencional e defumação líquida) foram avaliadas no 90º dia de armazenamento a 22°C. As análises de microbiologia foram realizadas no laboratório da empresa.

3.3.1 TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

As substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) foram avaliadas nas amostras de acordo com metodologia descrita por RAHARJO et al. (1992), modificado por WANG et al. (2002), seguindo recomendações de SHAIDI et al. (1985) no que se refere à adição de sulfanilamida para as amostras que contém nitrito, com algumas adaptações. Adicionou-se 0,5 ml de butil-hidroxi-tolueno (BHT) 0,5 % em um tubo contendo 5 g de amostra triturada. Em seguida, adicionou-se 2 ml de solução de sulfanilamida 0,5 % e deixou-se em repouso por 10 min. Posteriormente, 18 ml de ácido tricloroacético (TCA) 5 % foi adicionado e homogeneizou-se. Em uma alíquota de 2 ml do filtrado, adicionou-se 2 ml de ácido tiobarbitúrico TBA 0,08 M e a reação foi conduzida em banho-maria (40 °C) por 1 h e 30 min. Posteriormente, realizou-se leitura em espectrofotômetro (UV-visível Agilent 8453E) a 531 nm. A quantificação foi realizada frente a uma curva padrão de solução de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) nas concentrações de $1 \cdot 10^{-8}$ a $10 \cdot 10^{-8}$ mol/ml. Os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra.

3.3.2 Índice de Peróxidos

O índice de peróxido foi realizado segundo metodologia descrita pelo IAL (2005), nas amostras de bacon. O índice de peróxido da gordura foi determinado misturando-se cerca de 30 g da fração lipídica da amostra com clorofórmio e triturado, em seguida foi filtrado, sendo retirada uma alíquota e adicionou-se iodeto de potássio e o iodo liberado foi então titulado (o I^{-1} é oxidado a I_2 pelo peróxido da amostra) com

solução padrão de tiosulfato de sódio 0,01 N, usando amido 2 % como indicador. A quantificação da gordura presente na amostra foi realizada retirando-se uma alíquota de mesma quantidade da retirada no procedimento, efetuando-se evaporação do clorofórmio em Rota evaporador e após colocado o conteúdo restante em estufa a 105 °C por 30 min, posteriormente resfriou-se em dessecador por 20 minutos, foi então pesado para determinação da quantidade de gordura presente na alíquota. O resultado foi expresso em equivalente de peróxido por 100 g de amostra.

3.3.3 Hexanal

O hexanal foi extraído da amostra pela técnica de micro extração em fase sólida (SPME – método *Headspace*) segundo metodologia descrita por LAKDAS et al. (2003), com algumas modificações.

Para ensaios de micro extração em fase sólida - método *Headspace*, utilizou-se uma fibra Carboxen/PDMS 65 µm (Supelco), *vials* de 10 ml, vedados e septos de borracha faceados com Teflon. Cerca de 5 g de amostra de bacon e 4 ml de água milliQ foram adicionados em vials e este colocado em banho-maria a 65 °C, na superfície de um agitador magnético por 30 min. Após 10 min a fibra foi exposta permaneceu 20 min nestas condições. Posteriormente foi recolhida para dentro da seringa e exposta no interior do injetor de um cromatógrafo a gás (GC Shimadzu GC 17A, QP5050A, 2010). A coluna cromatográfica utilizada foi uma Rtx-Wax de dimensões: 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura. No injetor e detector (FID), as temperaturas foram mantidas a 250 °C e 275 °C, respectivamente. A programação da coluna: 35 °C por 5 min passando a 75 °C (gradiente de 8 °C/min), de 75 °C a 200 °C (gradiente de 40 °C/min) e permanecendo 5 min nesta temperatura para a purga da coluna. A estimativa quantitativa da concentração de hexanal foi obtida através de uma curva padrão de hexanal com concentrações de 0 até 2000 ppm.

3.4 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas são realizadas de acordo com a recomendação e exigências da RDC 12 de janeiro de 2001. Foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: pesquisa de *Salmonella* sp., Contagem de Coliformes Termotolerantes e *Staphylococcus aureus*, das amostras de bacon.

As análises microbiológicas das amostras submetidas aos dois tratamentos de defumação (defumação convencional e defumação líquida) foram avaliadas no 90º dia de armazenamento a 22 °C. As amostras foram selecionadas aleatoriamente, sendo consideradas para as determinações triplicadas de amostras.

3.4.1 Pesquisa de *Salmonella* sp.

Foi pesada em saco estéril 25 g \pm 1,25 g (5%) de amostra e acrescentado 225 ml \pm 11,25 g (5%) de água peptonada tamponada. Homogeneizada a mistura em stomacher por 30 segundos a 2 minutos. Posteriormente foram incubadas a 37 °C \pm 1 °C por 16 a 20 horas. O resultado foi expresso como: Pesquisa de *Salmonella*: Presença/25 g ou ml; ou Pesquisa de *Salmonella*: Ausência/25 g ou mL. Alimentos: Protocolo via simples validado - AFNOR nº BIO-12/10-09/02; Amostras ambientais: protocolos Biomerieux para amostras ambientais; Confirmações: ISO 6579:2002 - *Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs - Horizontal Method for detection of Salmonella spp.*

3.4.2 Contagem de Coliformes Termotolerantes

Foi pesada em saco estéril 25 g \pm 1,25 g (5 %) de amostra e acrescentado 225 ml \pm 11,25 ml (5 %) de água peptonada 0,1 %. Homogeneizada a mistura em stomacher por 30 segundos a 2 minutos. Essa é a diluição 10⁻¹, incubado em placas petrifilm a 44 °C \pm 1 °C por 24 \pm 2 horas. O resultado foi expresso em UFC/g ou UFC/ml. Método de referência: Ofício Circular nº 02 Micro/CGAL/2010, de 26/04/2010 – Métodos Alternativos Aprovados – MAPA, Brasil. Instruções de uso das placas para contagem de

coliformes – Petrifilm – 3M. Método validado AOAC 991.14 e NordVal nº 2003-20-5408-00011.

3.4.3 Contagem de *Staphylococcus aureus*

Foi pesado em saco estéril $25\text{g} \pm 1,25\text{g}$ (5 %) de amostra e acrescentado 225 ml $\pm 11,25\text{ml}$ (5 %) de água peptonada 0,1 %. Homogeneizada a mistura em stomacher por 30 segundos a 2 minutos. Essa é a diluição 10^{-1} , inocubado em placas petrifilm a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas. O resultado foi expresso em UFC/g ou UFC/mL. Método de referência: Instruções de uso do sistema de contagem Staph Express – Petrifilm – 3M. Método validado AOAC nº 2003.07 e 2003.11.

3.5 Análise sensorial

Antes da realização das análises sensoriais o projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética segundo parecer número 404.991.

As avaliações sensoriais das amostras foram realizadas ao final de 90 dias de armazenamento, realizadas na indústria, com equipe composta por 10 provadores treinados, de ambos os sexos, de diferentes faixas etárias (20 a 50 anos). As amostras de bacon foram cortadas em pedaços, fritas por aproximadamente 40 segundos (~5 cm de arestas), e distribuídas em recipientes plásticos codificados com números aleatórios de três dígitos, juntamente com a ficha de avaliação, expressando a aceitabilidade entre a amostra defumada pelo sistema convencional e a amostra com fumaça líquida. Também foi solicitado para os provadores avaliarem a percepção de odor e sabor de ranço em ambas as amostras. No apêndice A é apresentado o modelo da ficha de avaliação empregada no Teste de Escala Hedônica.

Os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), no qual aceitaram em participar voluntariamente das avaliações sensoriais e autorizaram a divulgação dos resultados da avaliação sensorial.

3.6 Análise estatística

Os resultados das determinações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram tratados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de Tukey (t-student) com 5 % de significância, utilizando o *software STATISTICA* versão 8.0 (Statsoft Inc, USA).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no decorrer deste estudo, constando do acompanhamento da estabilidade físico-química, microbiológicos e sensorial do Bacon cozido e defumado pelo processo convencional e de fumaça líquida, durante 90 dias de armazenamento a temperatura de 22°C.

4.1 Índice de Peróxido

A evolução do índice de peróxido (IP) do Bacon cozido e submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) armazenados a 22 °C durante 90 dias, estão apresentados na Tabela 2 e na Figura 5, respectivamente.

Tabela 2. Evolução do índice de peróxido – IP (mEq/kg de amostra) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C durante 90 dias

Tratamentos	Índice de Peróxido * (mEq/kg de amostra)			
	0 dia	30° dia	60° dia	90° dia
C	14,01 ^{aC} (1,3)	20,82 ^{aC} (1,44)	39,98 ^{aA} (1,69)	36,38 ^{aB} (2,44)
FL	13,45 ^{aC} (1,34)	20,30 ^{aB} (0,58)	34,75 ^{aA} (1,79)	24,25 ^{bB} (1,36)

* médias (desvio padrão) seguido de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas colunas/linhas não diferem estatisticamente a nível de 95 % (Teste “t”/Teste Tukey).

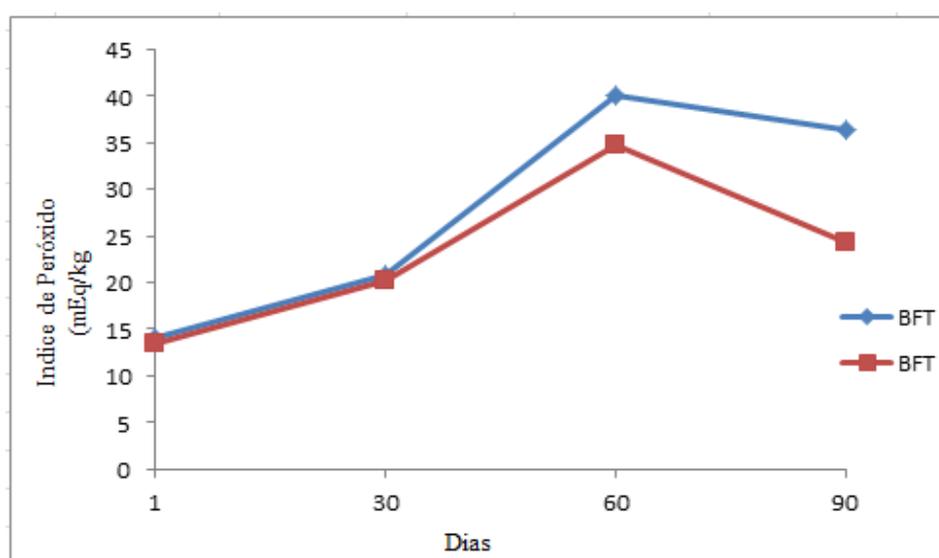
Conforme Tabela 2, observa-se que os tratamentos de defumação (BFT e BFL) demonstraram comportamentos semelhantes até os 30 dias, após indicando uma diferença significativa ($p < 0,05$) nos 90 dias de armazenamento. Verificou-se que até os 60 dias de armazenamento ocorreu um acréscimo nos teores do índice de peróxido para ambos os tratamentos. Após esse período observou-se um decréscimo até os 90 dias de armazenamento (Tabela 2, Figura 5). Esse comportamento foi observado por Mathias et al. (2010) em presunto de peru tratado a alta pressão Hidrostática, onde os valores de índice de peróxido para a amostra pressurizada foram maiores no 15° e 30° dia,

indicando que a amostra pressurizada ainda estava produzindo peróxidos. Após este período, as amostras tiveram seus valores decrescidos até não haver mais a produção do peróxido, e sim de compostos intermediários, avaliados pelo índice de TBA.

O índice de peróxido (IP) é um indicador muito sensível no estágio inicial da oxidação, sua presença é indício de que a deterioração do sabor e odor, em função de sua instabilidade, está por acontecer. Quando sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando compostos de baixo peso molecular, oriundo de sua degradação. Estes compostos são aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois e hidrocarbonetos, sendo responsáveis pelo sabor e odor característico de ranço (ARAUJO, 1999).

Os produtos primários da oxidação lipídica constituem-se principalmente de hidroperóxidos, os quais são rapidamente decompostos em varias substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbiturico (TBARS), particularmente carbonílas, sendo o malonaldeído o elemento mais importante. Fato este comprovado no presente estudo, onde principalmente no tratamento com fumaça líquida aos 90 dias de armazenamento, verifica-se uma redução significativa no índice de peróxido (Tabela 2) e consequentemente um aumento no teor das substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbiturico – TBARS (Tabela 3).

Figura 5. Evolução do Índice de Peróxido – IP (mEq/kg de amostra) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenado a 22 °C durante 90 dias.



Os valores máximos do índice de peróxido encontrados no bacon cozido submetidos aos diferentes tratamentos de defumação convencional e líquida foram de 39,98 e 34,75 mEq/100 g aos 60 dias de armazenamento, respectivamente. Inicialmente ocorre a reação dos radicais livres dos ácidos graxos com o oxigênio, havendo formação dos peróxidos e hidroperóxidos, que são considerados primeiros produtos formados na oxidação de gordura (MATHIAS, 2010). Segundo a legislação brasileira, o limite máximo permitido de índice de peróxido em uma amostra é de 10 mg de peróxido O₂/Kg, para presunto de peru. No presente estudo pode-se observar que os valores de índice de peróxidos foram menores dos valores encontrados por MATHIAS et al. (2010), sendo que a amostra controle no 15° o teor obtido pelos autores foi de 15,04 mEq/100g e na amostra pressurizada 13,25mEq/100g para o 15° e 12,07mEq.100g no 30° dia). De acordo com a literatura esses valores indicam que houve produção de compostos, desta forma indicando que as amostras ainda estavam produzindo peróxidos.

4.2 Oxidação Lipídica

A evolução da oxidação lipídica (TBARS) do Bacon cozido e submetido aos tratamentos de defumações convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) armazenados a 22 °C durante 90 dias, estão apresentados na Tabela 3 e Figura 6, respectivamente.

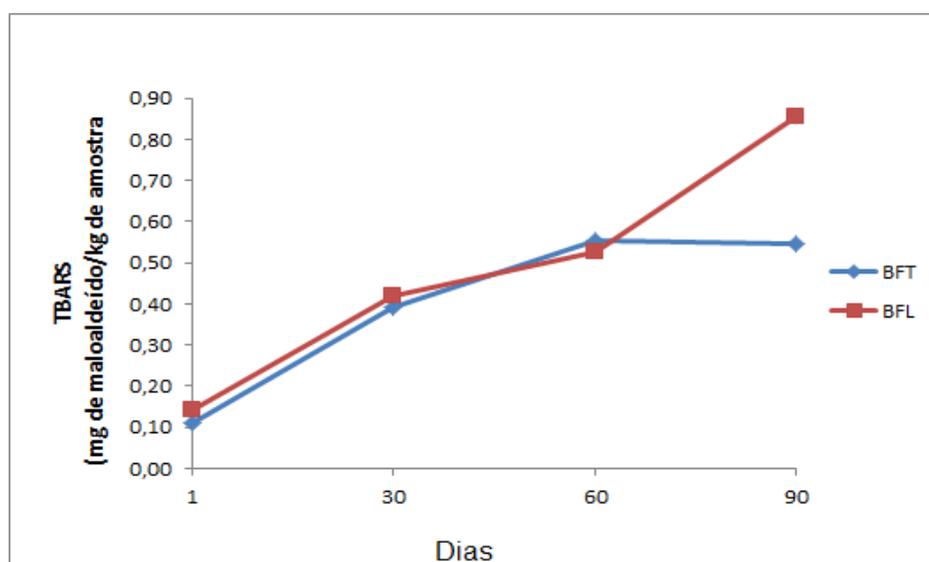
Tabela 3. Evolução da oxidação lipídica – TBARS (mg malonaldeído/kg) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C durante 90 dias

Tratamentos	TBARS*			
	(mg de malonaldeído/kg de amostra)			
	1° dia	30° dia	60° dia	90° dia
BFT	0,11 ^{aC} (0,02)	0,39 ^{bB} (0,02)	0,55 ^{aA} (0,008)	0,54 ^{bA} (0,03)
BFL	0,14 ^{aC} (0,06)	0,42 ^{aB} (0,01)	0,52 ^{aB} (0,04)	0,85 ^{aA} (0,11)

* médias (desvio padrão) seguido de letra iguais minúsculas/maiúsculas nas colunas/linhas não diferem estatisticamente a nível de 95 % (Teste “t”/Teste Tukey).

Conforme Tabela 3, observa-se que os tratamentos de defumação (BFT e BFL) demonstraram comportamentos semelhantes, indicando diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos no 30º e 90º dia de armazenamento. De maneira geral, verificou-se um acréscimo significativo ($p < 0,05$) nos teores de TBARS até o 60º dia para ambos os tratamentos. Após este período, a amostra tratada com fumaça líquida apresentou um acréscimo do TBARS nos 90º dia de armazenamento. Enquanto que a amostra tratada com fumaça convencional manteve-se estável do 60º ao 90º dia de armazenamento (Tabela 3 e Figura 6). Este comportamento foi também observado por ALMEIDA (2005) em linguiça Toscana resfriada. Diversos autores sugerem que a redução nos valores de TBARS observados em função do tempo de armazenamento, está associada provavelmente com o aumento das concentrações de produtos altamente polares, resultante da polimerização dos produtos de oxidação secundária. Foi relatado que o malonaldeído (MDA) reage com uma larga escala de compostos ou pode formar dienos ou trienos de MDA, o que diminui a quantidade de MDA disponível para reagir com o ácido tiobarbitúrico, em consequência, os valores de TBARS avaliados são reduzidos (GRAU *et al.*, 2001 GATELLIER *et al.*, 2007).

Figura 6. Evolução da oxidação lipídica – TBARS (mg malonaldeído/kg) no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C durante 90 dias

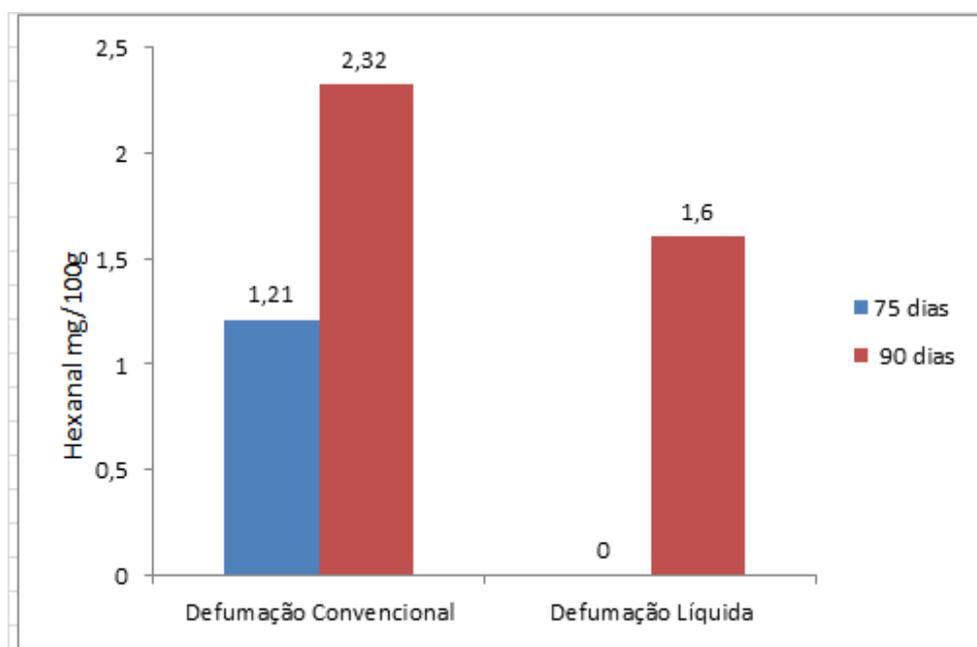


Os valores de TBARS encontrados no Bacon cozido foram menores do que 1,0 mg MDA/Kg, sendo os teores máximos observados de 0,55 mg MDA/Kg para o tratamento convencional e 0,85 mg MDA/Kg para o tratamento com fumaça líquida, no 60° e 90° dia de armazenamento, respectivamente. De acordo com informações da literatura, estes valores seriam detectados sensorialmente, fato este não verificado em ambas as amostras, conforme avaliação sensorial de aceitação (Tabela 6). Vários trabalhos na literatura relatam a correlação do TBARS e características sensoriais do produto. AHMAD & SRIVASTAVA (2007) não verificaram odor de ranço em amostras de carne com valores de TBARS de 0,5 e 1,0 mg MDA/Kg. Os autores ainda relatam que valores de TBARS entre 1 a 2 mg MDA/KG situam-se na faixa detectada sensorialmente. O mesmo foi relatado por TORRES *et al.* (1994), onde a percepção de ranço em carnes cozidas ocorreu quando os valores de TABRS encontravam-se na faixa entre 0,6 a 2,0 mg MDA/kg. No entanto, SCHWERT (2009), em linguiça Calabresa defumada com fumaça líquida detectou odor de ranço com TBARS na faixa de 0,44 a 0,56 mg MDA/Kg aos 40 dias de armazenamento. SAGGIORATO (2008) analisou amostras da superfície de salame tipo Italiano contendo 0,75 mg/g de óleo de manjeriço e aos 28 dias de processamento obteve 0,35 mg MDA/kg, sendo este valor não detectado sensorialmente.

4.3 Hexanal

A evolução do hexanal do Bacon cozido e submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) armazenados a 22 °C durante 90 dias, estão apresentados na Figura 7. No 75° dia de armazenamento não foi detectado presença de hexanal no tratamento com fumaça líquida (BFL), sendo que aos 90 dias de armazenamento, o teor foi de 1,6 mg/100g. Para o tratamento com fumaça convencional detectou-se a presença de hexanal já aos 75 dias com um aumento aos 90 dias.

Figura 7. Evolução do hexanal no Bacon cozido submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenados a 22 °C no 75° e 90° dia.



O valor máximo do índice de hexanal encontrado foi de 2,32 mg/100g para o tratamento com fumaça convencional, sendo esse o maior valor de hexanal encontrado (Figura 7).

MARIUTTI e BRAGAGNOLO (2009) observaram que em hambúrguer de frango durante o período de armazenamento que o índice de hexanal teve um aumento significativo nos 60 dias de armazenamento chegando a aproximadamente 60 µg/ kg de matéria prima, com continuação das reações até os 90 dias de armazenamento, além de ações mecânicas, as amostras submetidas ao cozimento também apresentaram aumento da presença do composto hexanal. Sendo este um dos compostos conhecido como marcador da fase de terminação da oxidação lipídica.

4.4 Determinação da Cor Objetiva

O parâmetro "L" mensura a luminosidade e/ou brilho do produto e quanto menores forem tais valores, mais escura é a cor da amostra. O parâmetro "a" representa a coloração vermelha da carne e o valor "b" indica a variação da cor na tonalidade amarela. Assim, para que a coloração dos produtos cárneos permaneça com o tom de

vermelho desejado, e esperado que os valores de "b" na amostra sejam baixos e "a" elevados.

Na Tabela 4 e nas Figuras 8, 9 e 10 são apresentados os valores médios da luminosidade (L^*), cor vermelha (a^*) e cor amarela (b^*) na superfície de amostras de bacon cozido nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL) e armazenamento durante 90 dias. Observa-se que os tratamentos tiveram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a luminosidade (L^*). Onde para o tratamento com fumaça líquida a luminosidade foi levemente maior em comparação com o tratamento com fumaça tradicional, sendo que o maior valor L^* observado foi no 1º dia de 34,97 para o tratamento com fumaça líquida e de 30,44 para o tratamento com fumaça tradicional, após esse período ocorreu um decréscimo na coloração para ambos os tratamentos (Tabela 4).

Em relação a coloração vermelha (a^*) os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) durante o armazenamento, sendo que para o tratamento BFL os valores de a^* foram maiores, e no 1º dia de armazenamento o maior valor observado foi de 12,63, após constatou-se um decréscimo na coloração vermelha do produto. O mesmo comportamento foi observado para a coloração amarela (b^*), onde nos 90 dias verificou-se o menor valor (-2,46) (Tabela 4). FARIA (2001), explica que oscilações da cor dos produtos armazenados, podem estar relacionadas a oxidação do pigmento nitrosohemocromo por agentes químicos como o oxigênio, ou agentes microbiológicos, associados a luz, o que resultam na formação de porfinas verdes, amarelas ou incolores. No caso do tratamento com BFL possivelmente deve ter ocorrido a formação destes compostos que resultaram na descoloração da superfície do bacon cozido com fumaça líquida.

Tabela 4. Valores médios da Luminosidade (L*), Vermelho (a*) e Amarelo (b*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL)

Tratamentos	Luminosidade (L*)			
	0 dia	30° dia	60° dia	90° dia
C	30,34 ^{bA} (0,53)	29,65 ^{bA} (0,29)	27,20 ^{aB} (0,72)	20,78 ^{aC} (0,22)
FL	38,76 ^{aA} (0,16)	31,14 ^{aB} (0,46)	27,01 ^{aC} (0,38)	21,37 ^{aD} (0,33)

Tratamentos	Vermelho (a*)			
	0 dia	30° dia	60° dia	90° dia
C	9,7 ^{bA} (0,20)	8,27 ^{bB} (0,34)	6,79 ^{bC} (0,21)	4,54 ^{bD} (0,13)
FL	12,63 ^{aA} (0,10)	9,5 ^{aB} (0,064)	8,64 ^{aB} (1,44)	6,75 ^{aC} (0,30)

Tratamentos	Amarelo (b*)			
	0 dia	30° dia	60° dia	90° dia
C	1,95 ^{bA} (0,03)	1,25 ^{bB} (0,08)	0,14 ^{bC} (0,02)	-4,91 ^{bD} (0,02)
FL	8,51 ^{aA} (1,21)	6,61 ^{aB} (0,06)	1,92 ^{aC} (0,26)	-2,46 ^{aD} (0,56)

* médias (desvio padrão) seguido de letra iguais minúsculas/maiúsculas nas colunas/linhas não diferem estatisticamente a nível de 95% (Teste “t”/Teste Tukey).

Figura 8. Luminosidade (L^*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL) e condições de armazenamento durante 90 dias

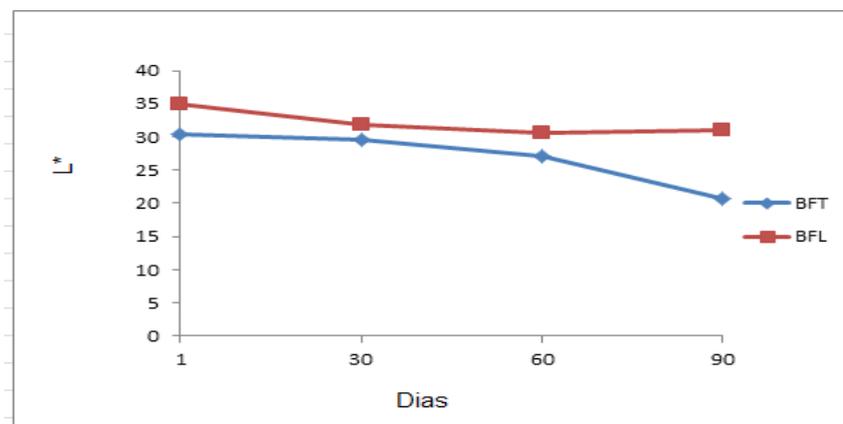


Figura 9. Cor Vermelha (a^*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL) e condições de armazenamento durante 90 dias

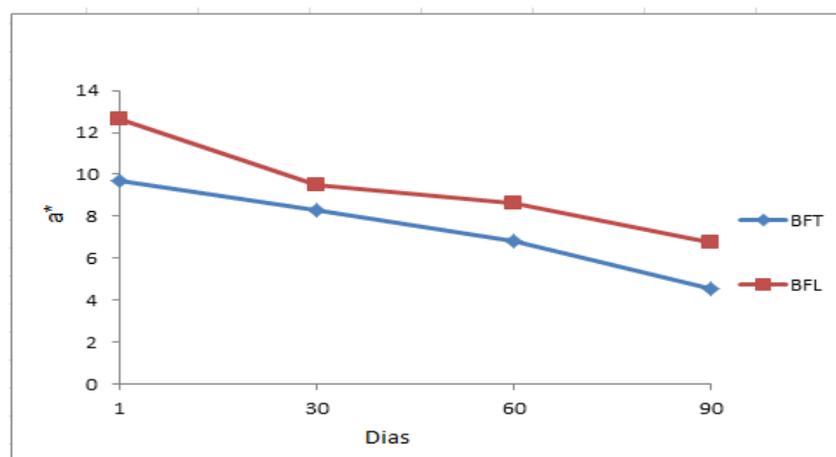
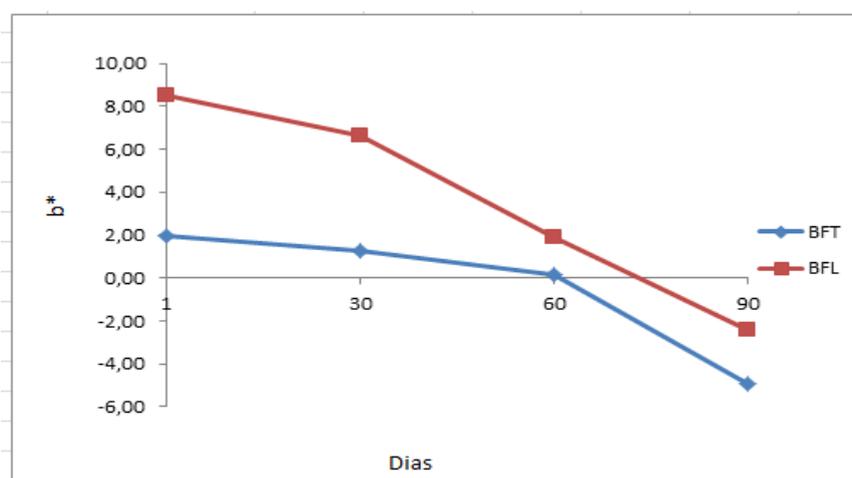


Figura 10. Cor Amarela (b^*) nos diferentes tratamentos de defumação (BFT e BFL) e condições de armazenamento durante 90 dias



De maneira geral, constatou-se que os tratamentos de fumaça líquida (BFL), apresentaram maior tonalidade de coloração vermelha, amarela e luminosidade/Brilho. Indicando que a fumaça líquida utilizada proporcionou ao produto um aspecto visual levemente mais claro quando comparado com o bacon com defumação tradicional (Figuras 11 e 12).

Figura 11. Aspecto visual do bacon cozido e submetido ao tratamento de defumação líquida



a) Porção interna

b) Porção externa

Figura 12. Aspecto visual do bacon cozido e submetido ao tratamento de defumação tradicional



a) Lado interno

b) Lado com pele

DOS SANTOS (2006) trabalhando com linguiça Calabresa defumada pelo processo tradicional encontrou para valores de L^* entre 38,65 a 49,50, da cor a^* entre 17,42 e 23,82 e para valores de b^* entre 18,78 e 24,24, após processamento

respectivamente. Isto indica que o bacon analisado, no presente estudo, apresentou coloração levemente mais escura quando comparada ao do referido autor.

4.5 Análise Microbiológica

Na Tabela 5 são apresentados dados das análises microbiológicas realizadas nas amostras de bacon com defumação tradicional e defumação líquida no 90º dia de armazenamento.

Tabela 5. Análise microbiológica de amostras de bacon cozidas e submetidas aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL)

Tratamentos	Resultados		
	Coliformes	<i>Staphilococcus</i>	
	Termotolerantes (UFC/g)	Coagulase Positivo (UFC/g)	<i>Salmonella sp</i> (P/A)
BFT	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	Ausente
BFL	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	Ausente

Pode-se avaliar que não houve diferença nos resultados obtidos nas análises realizadas no bacon com defumação tradicional e com defumação líquida. Onde os resultados foram relativamente baixos em ambos os tratamentos, as contagens foram inferiores ao permitido pela legislação em vigor, de RDC nº 12, Anvisa 2001 para coliformes termotolerantes, *Staphilococcus* e *Salmonella*, sendo $< 10^3$, $< 3 \times 10^3$ e ausência, respectivamente. Resultados similares foram obtidos por GONÇALVES & CEZARINI (2008) em pescado defumado. O efeito preservativo da defumação é mencionado, segundo GONÇALVES & PRENTICE-HERNÁNDEZ (1998) E BASTI et al. (2006) como sendo devido a combinação dos seguintes fatores: secagem da superfície; processo de salga; e deposição de substâncias fenólicas antimicrobianas e antioxidantes.

Assim demonstrando que o produto foi obtido por meio das boas práticas de fabricação.

4.6 Avaliação Sensorial

Os resultados da avaliação sensorial (aceitabilidade) do bacon cozido e submetido aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e defumação com fumaça líquida (BFL) armazenado a 22 °C por 90 dias encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Aceitabilidade de amostras de bacon cozidas e submetidas aos tratamentos de defumação convencional (BFT) e de fumaça líquida (BFL) e armazenadas a 22 °C durante 90 dias

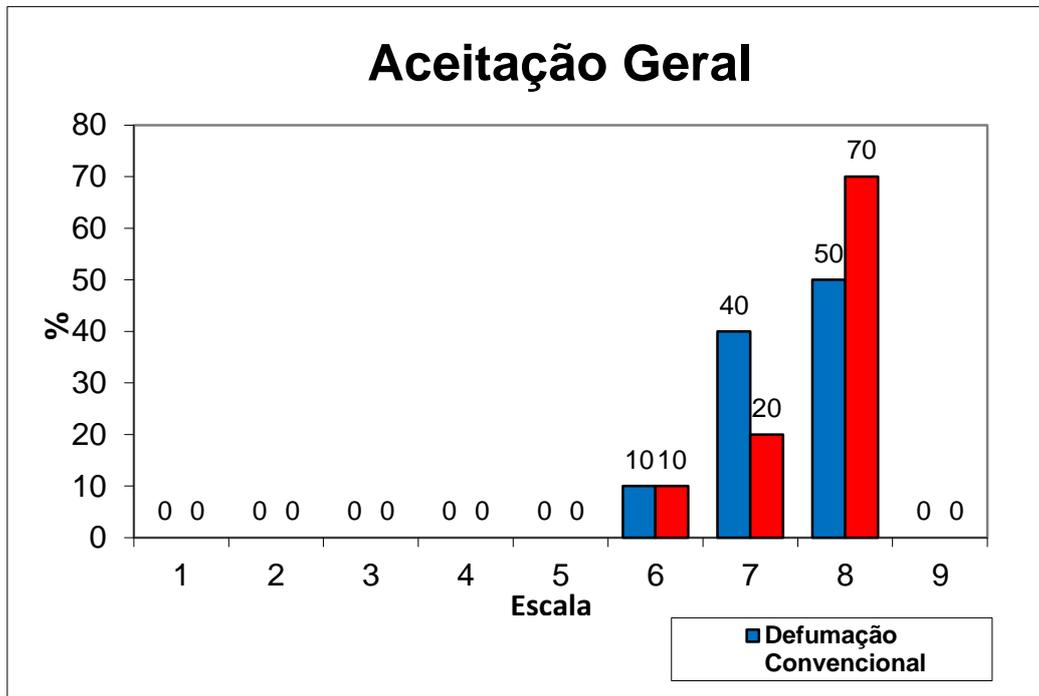
Tratamentos	Aceitabilidade (90° dia)	Índice de aceitação (%)
BFT	7,40 ^a	82,22
BFL	7,60 ^a	84,44

* médias (desvio padrão) seguido de letra iguais minúsculas na coluna não diferem estatisticamente a nível de 95 % (Teste “t”).

De acordo com a Tabela 6, as amostras de bacon submetidas aos tratamentos com defumação convencional e com fumaça líquida no 90° dia de armazenamento não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), correspondendo na escala de pontuação ao “gotei moderadamente/gostei muito”, com índices de aceitação superiores a 80 %. De acordo com o Histograma de Frequência (Figura 13) observa-se que a amostra com o tratamento com fumaça líquida apresentou uma aceitação geral superior, porém não significativa ($p < 0,05$), na avaliação geral pelos provadores. Neste estudo não foram detectados odores ou sabores de ranço nas amostras avaliadas no 90° dia de armazenamento.

Conforme citado anteriormente, alguns autores (TORRES et al. 1994; AHMAD; SRIVASTAVA, 2007) relatam correlações entre o ranço percebido sensorialmente e o determinado por análise de oxidação lipídica, citando que baixos valores de TBARS não são percebidos sensorialmente.

Figura 13. Histograma de frequência para a aceitação geral do bacon cozido e submetido aos tratamentos de fumaça líquida (BFL) e defumação tradicional (BFT), respectivamente



5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusão

Em função dos resultados obtidos no presente estudo, concluiu-se que:

- Os tratamentos de defumação tradicional e líquida apresentaram um comportamento semelhante em relação à oxidação lipídica (TBARS) até os 60 dias de armazenamento, após este período houve considerável aumento das reações na amostra com fumaça líquida enquanto a amostra convencional manteve-se estável, com valores de TBARS de no máximo 0,55 mg MDA/Kg para o tratamento convencional e 0,85 mg MDA/Kg para o tratamento com fumaça líquida, no 60º e 90º dia de armazenamento, respectivamente, não sendo percebido sensorialmente. Quanto ao índice de peróxido, houve comportamento semelhante das amostras com fumaça líquida e convencional até os 60 dias, após esse período houve decréscimo em ambas, entretanto a amostra com fumaça líquida decresceu mais acentuadamente. Para o índice de hexanal, até os 75 dias para a amostra com fumaça líquida não foi detectada a presença, já para a amostra com defumação tradicional houve presença de 1,21 mg/100 g, na análise dos 90 dias houve presença de hexanal em ambas as amostras, verificando-se maior intensidade na amostra utilizando defumação convencional. Salienta-se que não houve percepção de odor e sabor de ranço nos produtos após os 90 dias de armazenamento;
- As peças de bacon tratadas com fumaça líquida apresentaram maior tonalidade de coloração amarela, vermelha e luminosidade/brilho, indicando que a fumaça líquida utilizada proporcionou um aspecto visual levemente mais claro quando comparado ao bacon com defumação tradicional;
- A fumaça líquida proporcionou uma redução no tempo de processamento de estufa de 43 %, o que pode vir a gerar um lucro considerável se este tempo vir a ser ocupado com aumento de produção, entretanto, quanto à redução de custos de produção, como o estudo não foi produzido em larga escala, não há condições de determinar se haveria ou não redução de custos de produção.
- Ambos os tratamentos tiveram bons resultados no decorrer da vida útil e nas análises realizadas. O tratamento com fumaça líquida teve vantagem no tempo de

cozimento, maior aceitação pelos provadores em relação ao aspecto e sabor, o que leva a crer que possa ser produzido em larga escala.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

A partir deste trabalho algumas sugestões são indicadas para trabalhos futuros:

- Avaliar outros tipos de fumaça líquida disponíveis no mercado que contenham componentes que possam auxiliar na conservação e prorrogação da vida útil do produto;
- Avaliação sensorial do produto desde o dia 1º;
- Avaliar outras concentrações e diferentes tempos de imersão (contato) de fumaça líquida aplicados no produto.
- Avaliar o teor de benzopirenos em amostras defumadas convencionalmente e com fumaça líquida.
- Avaliar na produção em escala industrial para verificar a efetiva possibilidade de redução de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADICON Ind. Com. Aditivos Ltda. **Uso e processos de Fabricação. Aditivos. Fumaças líquidas naturais. Aplicação em produtos cárneos**, 1998.

AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P. K. **Quality and shelf life evaluation of fermented suasages of buffalo meat with different levels of heart and fat**. Meat Science, Elsevier, v. 75, p. 603-609, 2007.

ALEXANDER, J. C. **Biological effects due to changes in fats during heating**. Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 55, n. 10, p. 711–717, 1978.

ALEXANDER, J. W. **Immunonutrition: The role of -3 fatty acids**. Nutrition, v. 14, n. 7-8, p. 627–633, jul-aug, 1998.

ALMEIDA, Cleide Oliveira de. **Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares as praticadas em supermercado**. Dissertação, Unicamp, Campinas, SP, p. 603-603, 2005.

ARAÚJO, Júlio M. A. **Química de Alimentos, Teoria e Prática**. Editora Universidade Federal de Viçosa, MG, 2ª edição, p. 6-7-45-96-97, 1999.

BAGGIO, S. R. **Óxidos de colesterol, colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em produtos cárneos processados**. Dissertação, Unicamp, Campinas, SP, 2004.

BASTI, Afshin Akhondzadeh; MISAGHI, Ali; SALEHI, Taghi Zahraei & KAMKAR, Abolfazl. **Bacterial pathogens in fresh smoked and salted Iranian fish**. Food Control, Elsevier, v. 17, p. 183-188. 2006.

BERRA, Bruno; MONTORFANO, Gigliola; RIZZO, Angela Maria. **Omega-6 e omega-3: rationale per lo studio del loro rapporto**. Progress in Nutrition, v. 7, n. 1, p. 24–33, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produto Final**, disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/produto-final>, acesso em 19/04/2012.

BRESSAN, Maria Cristina; ODA, Sandra Helena Inoue; FARIA, Peter Bitencourt; RODRIGUES, Gustavo Henrique; MIGUEL, Giuliana Zilocchi; VIEIRA, Josye Oliveira e; MARTINS, Fernando Marassi. **Produtos cárneos curados e defumados: mais sabor e maior valor agregado**, sem ano, disponível em: <http://www.editora.ufla.br/upload/boletim/extensao-tmp/boletim-extensao-076.pdf>, acesso em 30/11/12.

BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda Orsatti. **Química do processamento de alimentos**. Ed. Varela, 2ª ed, p. 39-45, 1992.

CASTRO, Alberto Gomes de. **Química e a reologia no processamento dos alimentos**. Ed. Instituto Piaget p. 295, 2003.

CHANG, S. S.; PETERSON, R. J.; HO, C. T. **Chemical reactions involved in the deep-fat frying of foods**. Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 55, n. 10, p. 718–727, 1978.

FRANKEL, Edwin N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. **Food Chemistry**, Elsevier, v. 57, p. 51-55, 1996.

FENNEMA, Owen. R. **Química de lós alimentos**. 2a Ed. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., pg 198, 1993.

GATELLIER, Philippe; GOMEZ, Suzana; GIGAUD, Vérane; BERRI, Cécile; BIHANDUVAL, Elisabeth Le.; SANTE´LHOUTELLIER, Véronique. **Use of a fluorescence front face technique for measurement of lipid oxidation during refrigerated storage of chicken meat**. Meat Science, Elsevier, v. 76, n. 3, p. 543- 547, 2007.

GONÇALVES, Alex Augusto; HERNÁNDEZ, Carlos Prentice. **Defumação líquida de Anchova (*Pomatomus saltatrix*): Efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas**. Artigo científico, Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 18, nº. 4, Campinas, SP, 1998, disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000400016, acesso em:19/11/2012.

GONÇALVES, Alex. Augusto; CEZARINI, Renata. Agregando valor ao pescado de água doce: Defumação de Filés de Jundiá (*Rhamdia quelen*). Repesca – Revista

Brasileira de Engenharia de Pesca, Recife, PE, UFRPE/UEMA, v. 3 n° 2, p. 63-79 jul. 2008.

GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; GRIMPA, S.; BARROETA, A.C.; CODONY, R. **Oxidative Stability of Dark Chicken Meat Through Frozen Storage: Influence of Dietary Fat and α - Tocopherol and Ascorbic Acid Supplementation.** Poultry Science, v. 80, n. 11, p. 1630- 1642, 2001.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Ecologia Microbiana de los Alimentos.** Volumen II. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., p. 989, 1980.

ITAL, **Princípios do Processamento de Embutidos Cárneos.** CTC, Campinas 2003.

JOHNSTON, R. W.; TOMPKIN, R. B. Meat and poultry products. In: VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D. F. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 3a ed. Washington: American Public Health Association, Chap. 44, p. 821-836, 1992.

LARKESON, B.; DUTTA, P. C. & HANSSON, I. **Effects of frying and storage on cholesterol oxidation in minced meat products.** Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 77, n° 6, p. 675-680, 2000.

MATHIAS, Simone Pereira; ROSENTHAL, Amauri; GASPAR, Arlene; DELIZA, Rosires; SLOGO, Adriana Paula; VICENTE, Juarez; MASSON, Lourdes Maria; BARBOSA, Celso. **Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH).** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, vol. 30 n° 4, Campinas, SP, p. 852-857, 2010, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v30n4/v30n4a03.pdf>, acesso em: 04/12/2012.

MARIUTTI, Lilian. R. B.; NOGUEIRA, Gislaine C. & BRAGAGNOLO, Neura. **Solid phase microextraction - gas chromatography for the evaluation of secondary lipid oxidation products in chicken patties during long-term storage.** Article, Journal of Brazilian Chemical Society, vol 20, n°. 10, p. 1849-1855, 2009, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbchs/v20n10/12.pdf>, acesso em: 01/03/2013.

NEWBURG, D. S.; CONCON, J. M. **Malonaldehyde concentrations in food are affected by cooking conditions**. *Journal of Food Science*, v. 45, n°. 6, p. 1681–1687, 1980.

OLIVO, R. *O Mundo das Carnes: ciência, tecnologia & Mercado*. 2 ed. Criciúma, 101-102p. 2005.

OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**. 2 ed. Cocal do Sul: Imprint, 2002. 155p.

ORDÓÑEZ, Juan A.; RODRÍGUEZ, Maria Isabel Cambero; ÁLVAREZ, Leonides Fernandez; SANZ, María Luisa García; MINGUILLÓN, Gonzalo D. García de Fernando; PERALES, Lorenzo de La Hoz; CORTECERO, María Dolores Selgas; **Tecnologia de Alimentos, Vol. 1, Componentes dos Alimentos e Processos**. Aetmed 2005, p.43-44.

PARDI, Miguel Cione; SANTOS, Iacir Francisco dos; SOUZA, Elmo Rampi de; PARDI, Henrique Silva. **Ciência, Higiene e Tecnologia Da Carne**. 2º ed., vol. II, Goiânia, p. 784-792, 2007.

PANIANGVAIT, P.; KING, A. J.; JONES, A. D.; GERMAN, B. G. **Cholesterol oxides in foods of animal origin**. *Journal of Food Science*, v. 60, n°. 6, p. 1159–1174, 1995.

KAHL, R.; HILDEBRANDT, A.G. **Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants**. *Food Chemical Toxicology*, Elsevier, v. 24, n°. 10-11, p. 1007-1014, 1986.

KUBOW, Stan. **Toxicity of dietary lipid peroxidation products**. *Trends in Food Science & Technology*, Elsevier, v. 1, p. 67–71, 1990.

KRING, U.; BERGER, R.G. **Antioxidant activity of some roasted foods**. *Food Chemistry*, Elsevier, v. 72, n°. 2, p. 223-229, 2001.

TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A.M.; DUGAN, J.L.R. **Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods**. *Journal Science Food Agriculture*, Champaing, v. 15, n. 9, p. 602-607, 1964.

TORRES, E. A. F. S.; SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, B. C.; CARVALHO JR., B. C.; SANTOS, J. C. **Parameters determinating the quality of cherqui, in intermediate moisture meat products**. Meat Science, Elsevier, v. 38, n°. 2, p. 229-234, 1994

RIISPOA, **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**, Brasil 1952. disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/MercadoInterno/Requisitos/RegulamentoInspecaoIndustrial.pdf, acesso em: 30/11/2012.

ROÇA, R. O. **Defumação**. Botucatu: FCA-UNESP, (Artigo Técnico), pesquisado em 28/02/2012

RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T.; PENAZZI, G.; CABONI, M. F.; BERTACCO, G. & LERCKER, G. **Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers**. Meat Science, Elsevier, v. 45: n°. 3, p. 365-375, 1997.

ROSE, David P.; CONNOLLY, Jeanne M. **Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents**. Pharmacology & Therapeutics, Elsevier, v. 83, n°. 3, p. 217–244, 1999.

SAGGIORATO, A. G.; **Atividade Antifúngica e Antioxidante *in vitro* e na Superfície de Salame tipo Italiano do óleo essencial de manjeriço (*ocimum basilicum* L)**, 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, Erechim, RS.

SANTOS, Elisa dos. **Avaliação das Propriedades Tecnológicas de Tripas Naturais Submetidas ao Tratamento com Soluções Emulsificantes**. UFSC, Florianópolis, 2006

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

SILVA, J. P. **Estudo e avaliação do consumidor de carne suína “in natura” e industrializada na microrregião de guarabira (PB)**. 2009. disponível em: http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/artigos/Artigo_44.pdf, acesso em: 23/04/2012.

SILVA, João Henrique da. **Aspectos Tecnológicos Relacionados à Fabricação do Bacon**. Monografia, UFRGS, 2010/02, disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28414/000770086.pdf?sequence=1> acesso em: 05/08/2012.

SILVA, J. A.; **Tópicos da Tecnologia dos Alimentos**. Livraria Varela, p175-179, 2000.

SCHWERT, R. **Uso de fumaça líquida em linguiça tipo calabresa cozida e defumada**. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, Erechim, RS, 2009.

STEVANATO, F. B. **Aproveitamento de cabeças de tilápias de cativeiro na forma de farinha como alimento para merenda escolar**. Maringá, Junho de 2006.

SOUSA, Mariana de Moraes; NASCIMENTO, Vera Lúcia Viana do. **Avaliação do teor de benzo(a)pireno em bacon comercializado em Teresina (PI)**. Ano 2009. Disponível em: http://connepi2009.ifpa.edu.br/connepi-anais/artigos/60_1601_406.pdf, acesso em: 04/12/2012.

TARLADGIS, Basil. G.; PEARSON, A.M.; DUGAN JR, L.R. **Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 15, n. 9, p. 602-607, 1964.

VIANA, Lílian. **Análise sensorial na indústria de alimentos**. Artigo Técnico, Rehagro, 2005, disponível em: <http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=731>, acesso em: 23/11/2012.

WONG, Dominic W. S. *Química de los alimentos: mecanismos y teoría*. 3. ed. Zaragoza: Acríbia, 1995.

YANG, A.; BREWSTER, M. J.; BEILKEN, S. L.; LANARI, M. C.; TAYLOR, D. G. and TUME, R.K. **Warmed-over flavor and lipid stability of beef: effects of prior nutrition**. Journal of Food Science, v. 67, n. 9, p. 3309-3313, 2002.

APÊNDICE A - Modelo da Ficha de Avaliação Sensorial – Teste de Escala Hedônica

FICHA DE AVALIAÇÃO

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição que melhor reflita seu julgamento.

Código da amostra: _____

- Gostei extremamente
- Gostei muito
- Gostei moderadamente
- Gostei ligeiramente
- Indiferente
- Desgostei extremamente
- Desgostei muito
- Desgostei moderadamente
- Desgostei ligeiramente

Comentários: _____

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, **Adriane Pegoraro Brustolin**, aluna do Mestrado em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada – URI Erechim estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada “**Defumação Convencional e Líquida em Bacon**”. O objetivo deste estudo é aplicar fumaça líquida e cozimento em estufa do bacon em comparação a defumação tradicional e acompanhar a estabilidade do produto armazenado a 22°C durante 90 dias.

Esta pesquisa constará de uma etapa onde os provadores serão convidados a participar do teste sensorial das amostras de Bacon. Os dados serão coletados individualmente através de questionário, de análise sensorial utilizando o Teste de aceitabilidade – Escala Hedônica. Cada participante será conduzido a uma cabine individual onde receberá 2 amostras de bacon juntamente com uma ficha de avaliação. Após provar os produtos os participantes preencherão a ficha, pontuando as amostras em escala de 9 pontos (1 – desgostei muitíssimo e 9 – gostei muitíssimo). As amostras não representam riscos à saúde dos participantes, pois foram submetidas a análises microbiológicas, antes das avaliações sensoriais.

No decorrer e após a pesquisa será mantido o sigilo das informações obtidas e/ou qualquer dado que possa permitir identificação do participante, garantindo-lhes o anonimato. Posteriormente estes dados poderão ser utilizados para elaboração de artigos e divulgação nos meios científicos e apresentação em eventos.

Fica claro que não existirão despesas ou compensações pessoais para os participantes em qualquer fase de estudo e ocorrendo alguma dúvida em relação ao mesmo, poderão entrar em contato pelo telefone (54) 3712-0349 ou pelo e-mail adrianepegoraro@gmail.com.

Eu, Nome do Provador, RG 111111111111, fui esclarecido (a) sobre a pesquisa “**Defumação Convencional e Líquida em Bacon**”. Aceito participar voluntariamente e concordo que meus dados sejam utilizados na realização e publicação da mesma.

Erechim, ____ de _____ de 2013.

Assinatura do Participante

Eunice Valduga/Clarissa Dalla Rosa
Pesquisadores/Orientadores

Adriane Pegoraro Brustolin
Mestranda
RG: 9062563573