



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

---

*Avaliação da qualidade global do  
hambúrguer tipo calabresa com  
reduzidos teores de nitrito*

---

**Adriana Pavesi Ariseto**  
Engenheira de Alimentos

**Profa. Dra. Marise Ap. Rodrigues Pollonio**  
Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da  
UNICAMP para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de  
Alimentos

Campinas/2003

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

Ar44a Ariseto, Adriana Pavesi  
Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa  
com reduzidos teores de nitrito / Adriana Pavesi Ariseto. –  
Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Hambúrguer. 2.Nitritos. 3.Cor. 4.Avaliação sensorial.  
5.Lipídios – Oxidação. I.Pollonio, Marise Aparecida Rodrigues.  
II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia  
de Alimentos. III.Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio  
Orientadora

---

Dr. Bento da Costa Carvalho Júnior  
Membro

---

Dra. Helena Maria André Bolini Cardello  
Membro

---

Dra. Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves  
Membro

*Para Sueli e Antônio Carlos,  
com muito amor.*

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Marise, orientadora e amiga, pelo apoio e confiança depositada em mim e em meu trabalho.

Aos meus queridos irmãos, Mariana e Márcio, à minha avó Angélica e às madrinhas Maria Helena e Terezinha, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

Ao Alexandre, *mon amour*, por ter compartilhado todos os momentos comigo, até meus instantes mais complicados durante este tempo.

Às Lusíadas, eternas amigas, pela torcida para que eu me tornasse Mestre e pelos agradáveis momentos que vivemos até hoje.

Ao Prof. Bento, ex-orientador e amigo, pela oportunidade do estágio no Laboratório de Carnes, onde tudo começou e pela confiança e conhecimento transmitido em todos estes anos de convivência.

À Judite, José Roberto e Rogê, amigos e técnicos do Laboratório de Carnes, à Lia, técnica do Laboratório de Análise Sensorial e à Ana Lourdes, pela paciência, colaboração e convivência saudável, que possibilitaram conduzir o trabalho de forma mais agradável.

À minha querida amiga e companheira de análise sensorial Ana Carolina, que até durante suas férias compareceu para me ajudar a encontrar os provadores.

Ao Moacir, amigo de Goiânia, pelo “empréstimo” da equipe de análise sensorial.

À banca examinadora, pelas correções e sugestões apresentadas.

À todas as pessoas que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

## ÍNDICE

|                                                     |             |
|-----------------------------------------------------|-------------|
| RESUMO .....                                        | xi          |
| <b>SUMMARY .....</b>                                | <b>xiii</b> |
| <br>                                                |             |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                          | <b>1</b>    |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>               | <b>5</b>    |
| 2.1. Processamento de Carnes e o Hambúrguer .....   | 5           |
| 2.2. Nitrito .....                                  | 11          |
| 2.2.1. Cor nos Produtos Curados .....               | 11          |
| 2.2.2. Sabor dos Produtos Curados .....             | 12          |
| 2.2.3. Inibição do Crescimento Microbiano .....     | 13          |
| 2.2.4. Nitrito Residual .....                       | 13          |
| 2.2.5. Nitrosaminas .....                           | 14          |
| 2.3. Oxidação Lipídica e “Warmed-over Flavor” ..... | 16          |
| <b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>          | <b>25</b>   |

### CAPÍTULO 1

#### **Estudo da Aceitação Global e das Características Químicas do Hambúrguer Tipo Calabresa Formulado com Reduzidos Teores de Nitrito e Diferentes % de Gordura Durante Armazenamento Congelado.**

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| RESUMO .....                                         | 35 |
| SUMMARY .....                                        | 36 |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                  | 37 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                          | 38 |
| 2.1. Material .....                                  | 39 |
| 2.1.1. Matéria-Prima .....                           | 39 |
| 2.1.2. Ingredientes da Formulação .....              | 39 |
| 2.2. Métodos .....                                   | 40 |
| 2.2.1. Processamento dos Hambúrgueres .....          | 40 |
| 2.2.1.1. Descrição das Etapas de Processamento ..... | 41 |

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1.2. Cozimento das Amostras .....                                                                                                                            | 42 |
| 2.2.2. Análises Químicas .....                                                                                                                                   | 43 |
| 2.2.2.1. Umidade .....                                                                                                                                           | 43 |
| 2.2.2.2. Proteínas .....                                                                                                                                         | 43 |
| 2.2.2.3. Lipídeos .....                                                                                                                                          | 43 |
| 2.2.2.4. Cinzas .....                                                                                                                                            | 43 |
| 2.2.2.5. Determinação de Nitrito .....                                                                                                                           | 43 |
| 2.2.3. Análise Sensorial .....                                                                                                                                   | 44 |
| 2.2.3.1. Teste de Aceitação .....                                                                                                                                | 45 |
| 2.2.3.2. Teste de Diferença-do-Controle .....                                                                                                                    | 45 |
| 2.2.4. Análise Estatística .....                                                                                                                                 | 48 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                                                  | 48 |
| 3.1. Aceitação Global do Produto e Intenção de Compra .....                                                                                                      | 48 |
| 3.2. Definição do Nível Reduzido de Nitrito .....                                                                                                                | 50 |
| 3.3. Composição Química e Nível de Nitrito Residual do Hambúrguer<br>Tipo Calabresa Formulado com Reduzidos Teores de Nitrito e<br>Diferentes % de Gordura ..... | 50 |
| 4. CONCLUSÕES .....                                                                                                                                              | 56 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                                                              | 56 |

## **CAPÍTULO 2**

### **Efeito da Redução do Nível de Nitrito e do Conteúdo de Gordura sobre a Qualidade Sensorial do Hambúrguer Tipo Calabresa Durante a Estocagem Congelada.**

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| RESUMO .....                                | 59 |
| SUMMARY .....                               | 60 |
| 1. INTRODUÇÃO .....                         | 61 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                 | 62 |
| 2.1. Material .....                         | 62 |
| 2.1.1. Matéria-Prima .....                  | 62 |
| 2.1.2. Ingredientes da Formulação .....     | 62 |
| 2.2. Métodos .....                          | 63 |
| 2.2.1. Processamento dos Hambúrgueres ..... | 63 |

|          |                                                                                  |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1.1. | Descrição das Etapas de Processamento .....                                      | 64 |
| 2.2.1.2. | Cozimento das Amostras .....                                                     | 65 |
| 2.2.2.   | Análise Sensorial .....                                                          | 66 |
| 2.2.2.1. | Teste de Diferença Utilizando Escala para Avaliação da<br>Qualidade Global ..... | 66 |
| 2.2.3.   | Análise Estatística .....                                                        | 67 |
| 3.       | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                     | 68 |
| 3.1.     | Aparência .....                                                                  | 68 |
| 3.2.     | Sabor .....                                                                      | 69 |
| 3.3.     | Aroma .....                                                                      | 70 |
| 3.4.     | Textura .....                                                                    | 71 |
| 4.       | CONCLUSÕES .....                                                                 | 74 |
| 5.       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                 | 74 |

### **CAPÍTULO 3**

#### **Avaliação da Cor do Hambúrguer Tipo Calabresa Formulado com Reduzidos Teores de Nitrito e Diferentes % de Gordura Durante Armazenamento Congelado.**

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| RESUMO .....                                         | 77 |
| SUMMARY .....                                        | 78 |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                  | 79 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                          | 80 |
| 2.1. Material .....                                  | 80 |
| 2.1.1. Matéria-Prima .....                           | 80 |
| 2.1.2. Ingredientes da Formulação .....              | 80 |
| 2.2. Métodos .....                                   | 81 |
| 2.2.1. Processamento dos Hambúrgueres .....          | 81 |
| 2.2.1.1. Descrição das Etapas de Processamento ..... | 82 |
| 2.2.1.2. Cozimento das Amostras .....                | 83 |
| 2.2.2. Análises Colorimétricas .....                 | 84 |
| 2.2.2.1. Determinação de Cor .....                   | 84 |
| 2.2.3. Análise Estatística .....                     | 84 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                      | 85 |



|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3. Correlação entre o Número de TBARS e a Análise Sensorial ..... | 114        |
| 4. CONCLUSÕES .....                                                 | 117        |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                 | 117        |
| CONCLUSÕES .....                                                    | 120        |
| <b>ANEXOS .....</b>                                                 | <b>123</b> |

## RESUMO

A primeira parte deste trabalho avaliou a aceitação global de uma formulação desenvolvida para hambúrguer tipo calabresa a partir de carne suína como matéria-prima principal e a possível redução do nível de nitrito utilizado através de análise sensorial. Foram investigadas também algumas características químicas (umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e nitrito residual) de quatro formulações com diferentes níveis de nitrito e conteúdos de gordura. Na segunda parte, foram estudados os efeitos da redução do nível de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto e do conteúdo de gordura de 20 para 10% sobre a qualidade global do produto durante 120 dias de estocagem congelada. A qualidade sensorial, medida através da aparência, sabor, aroma e textura, a cor objetiva e a estabilidade oxidativa, medida através do número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) e dos atributos sabor oxidado e aroma oxidado, foram determinadas nos tempos zero, 30, 60, 90 e 120 dias após o processamento. A cor e o número de TBARS foram determinados nas amostras cruas e cozidas.

Os resultados obtidos na primeira parte indicaram que os consumidores aprovaram o novo produto e que é possível reduzir o nível de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto sem que se percam as características organolépticas de um produto curado. Após o processamento e o tratamento térmico, aproximadamente 34% do nitrito inicialmente adicionado pôde ser detectado nas amostras. Na segunda parte do trabalho, verificou-se que a redução do nível de nitrito não provocou alterações significativas entre os tratamentos para os atributos aparência, sabor, aroma e textura e para os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das amostras cruas e  $L^*$  e  $b^*$  das amostras cozidas. O valor  $a^*$  das amostras cozidas geralmente foi maior para as amostras com mais nitrito. No estudo de estabilidade oxidativa observou-se que 50 mg de nitrito/Kg de produto exerceu um bom efeito antioxidante até 30 dias. Com 60 dias, amostras cozidas que continham inicialmente 150 mg de nitrito/Kg de produto, mostraram-se menos oxidadas, com menores valores de TBARS. A redução no conteúdo de gordura não afetou as propriedades sensoriais ao longo do período de estocagem congelada, mas exerceu um forte efeito sobre os parâmetros  $L^*$  e  $a^*$  das amostras cruas. Amostras com 20% de gordura foram mais claras e menos vermelhas enquanto amostras com 10% de gordura foram mais escuras e mais vermelhas. Nas amostras cozidas, a redução do teor de

gordura não exerceu efeito significativo sobre os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Os tratamentos com maior % de gordura apresentaram maiores valores de TBARS em 90 e 120 dias para as amostras cozidas.

Com relação à estabilidade durante a estocagem, todas as formulações apresentaram atributos sensoriais (aparência, sabor, aroma e textura) satisfatórios. O parâmetro  $L^*$  diminuiu significativamente tanto nas amostras cruas quanto nas cozidas, o valor  $a^*$  sofreu alteração durante a estocagem somente nas amostras cozidas dos tratamentos com 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura e com 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura e, para o valor  $b^*$ , observou-se uma redução ao longo dos 120 dias de estocagem congelada para as amostras cruas de todos os tratamentos. O valor de TBARS aumentou significativamente com o tempo nas amostras cruas e cozidas de todos os tratamentos, sendo que esse aumento foi mais significativo após 30 dias de estocagem congelada. O cozimento não alterou de modo significativo o valor de TBARS das amostras e foram encontradas correlações significativas positivas entre os dados de TBARS e análise sensorial para o atributo sabor oxidado considerando-se todos os pares de dados ( $r=0,6398$ ) e dados entre tempos para cada tratamento (somente para as amostras com 10% de gordura).

## SUMMARY

The first part of this work investigated a developed formulation for a new meat product, denominated “calabresa” sausage - style hamburger from pork meat. The overall acceptability and the possible nitrite levels reduction were evaluated through sensory analysis. The chemical composition and residual nitrite were also determined. The second part of this research studied the effects of nitrite levels reduction from 150 mg/Kg to 50 mg/Kg and the fat content reduction from 20% to 10% on product overall quality during frozen storage. The sensory characteristics like appearance, taste, smell and texture, the objective color and oxidative stability were determined at day 0, 30, 60, 90 and 120 days after processing.

The first part results have indicated that consumers approved the new product and the nitrite levels reduction from 150 to 50 mg/Kg is possible without losses of cured meat characteristics. After processing and thermal treatment, only 34% of the ingoing nitrite was detected. The second part results verified that the sensory properties and L\*, a\* and b\* parameters of raw hamburgers and L\* and b\* of cooked hamburgers were not affected by the changes in nitrite level. In general, cooked samples with 150 mg/Kg nitrite had highest values a\*. During 30 days, 50 mg/Kg nitrite showed to be a good antioxidant. With 60 days, cooked samples (150 mg/Kg nitrite) showed the lowest TBARS (2-thiobarbituric acid reactive substances) values. The fat content reduction had a strong effect on color (L\* and a\* values) of the raw hamburgers during frozen storage, but the sensory properties were not affected. Treatments with 20% fat were lighter and least red whereas the treatments with 10% fat were darker and redder. The L\*, a\* and b\* parameters of cooked samples were not significantly affected by the changes in fat content. Formulations with 20% fat showed the highest TBARS values at 90 and 120 days for cooked samples.

Regarding product stability during frozen storage, all formulations showed satisfactory sensory attributes. The lightness (L\*) decreased as much in the raw hamburgers as in the cooked hamburgers, the redness (a\*) was affected in the cooked samples of 2 treatments (50 mg/Kg nitrite, 20% fat and 150 mg/Kg nitrite, 10% fat) and the yellowness (b\*) was reduced along 120 days for raw samples. The TBARS values had a significantly increase, more intense after 30 days in raw and cooked samples and were not

affected by cooking. Significant correlations were found between TBARS values and sensory analysis only for oxidized taste pooling information within treatments and storage times ( $r=0,6398$ ) and within time (only for treatments of 10% fat).

## 1. INTRODUÇÃO

A concepção original do processamento de carnes sempre esteve baseada na preservação ou inibição do crescimento microbiano. Hoje, os produtos processados têm a intenção de fornecer também conveniência e variedade à porção cárnea da dieta (PEARSON; GILLET, 1996).

Um bom entendimento das preferências dos consumidores e de estilos de vida é essencial para direcionar a inovação de produtos, que é o principal interesse da pesquisa das empresas de alimentos (TARRANT, 2001).

Algumas receitas adaptadas ou inventadas pelo homem têm a característica de atrair apreciadores de várias culturas e um dos produtos desenvolvidos com esse fim é o hambúrguer, que antes mesmo do fenômeno da globalização, já se firmava como um alimento popular em muitos países.

Por outro lado, a lingüiça calabresa possui grande aceitação pelo consumidor brasileiro. O desenvolvimento de um hambúrguer com características de calabresa seria mais uma diversificação desse produto, combinando dois produtos de boa aceitação pelos consumidores.

Embora o hambúrguer de calabresa tenha existido no passado, no início deste trabalho não havia nenhuma empresa comercializando-o. Atualmente, entretanto, pode-se encontrá-lo nos supermercados, comercializado por poucos fabricantes. Em redes de lanchonetes, esse produto é largamente utilizado, podendo ser produzido no próprio estabelecimento, geralmente sob condições higiênicas inadequadas e sem permanente fiscalização sanitária.

Durante as últimas décadas, as atitudes dos consumidores para com os alimentos de conveniência têm mudado e a demanda por refeições prontas para consumo tem aumentado constantemente. O desenvolvimento de sabores oxidativos rançosos em produtos cárneos pré-cozidos durante a estocagem refrigerada afetam adversamente a aceitabilidade de tais produtos (JENSEN et al., 1998). O rápido desenvolvimento do sabor

oxidado em carnes pré-cozidas estocadas sob refrigeração é denotado “warmed-over flavor” (WOF), ou sabor de requentado, sendo caracterizado por um tipo especial de rancidez oxidativa (TIMS; WATTS, 1958).

O hambúrguer é um produto que tem como principal componente a carne moída. Durante o processo de moagem, ocorre a incorporação de grande quantidade de oxigênio devido à ruptura dos tecidos, acelerando, portanto, o processo de oxidação lipídica. Com a estocagem congelada e a etapa de cozimento (fritura ou forno), é um tipo de produto susceptível ao desenvolvimento do “warmed-over flavor”.

O hambúrguer tipo calabresa é o único desta classe de produtos que recebe a adição de nitrito, sendo um ingrediente fundamental para que a linguiça calabresa adquira cor e sabor característicos de produtos curados. Além disso, o nitrito possui um forte efeito antioxidante, inibindo ou até mesmo retardando o “warmed-over flavor”.

Segundo Cassens (1997a), dois componentes de carnes curadas têm sofrido muitas críticas nos últimos anos. Estes componentes são a gordura e o nitrito. As preocupações com relação à gordura tem sido sua possível associação com doenças do coração e sistema circulatório e também sua ligação com algumas formas de câncer. Isto tem aumentado o interesse no desenvolvimento de uma nova geração de produtos cárneos com baixo teor de gordura. Com relação ao nitrito, tais críticas estão associadas ao seu potencial em provocar câncer, após a formação das nitrosaminas.

As preocupações com relação à pré-formação das nitrosaminas, potentes carcinógenos, têm levado a uma reconsideração do uso do nitrito. Desta maneira, muitos estudos têm sugerido máximas reduções do nível de nitrito nos produtos, atentos ao fato de que, ao mesmo tempo, estes não podem perder as características de qualidade de um produto curado. Além disso, o nível de nitrito adicionado deve ser suficiente para garantir proteção contra a multiplicação e produção de toxina do *Clostridium botulinum*.

Sendo o hambúrguer tipo calabresa um produto sujeito a tratamento térmico, necessita de que os níveis de nitrito sejam mínimos, já que a alta temperatura empregada em seu cozimento favorece a formação das nitrosaminas.

A partir do exposto, este trabalho pretende:

- Desenvolver uma formulação para hambúrguer tipo calabresa a partir de carne suína como matéria-prima cárnea principal e avaliar sua aceitação global.
- Avaliar as propriedades físico-químicas, a segurança com relação ao nível residual de nitrito e a estabilidade oxidativa do produto ao longo do período de armazenamento congelado.
- Avaliar a qualidade global do produto sob as condições estabelecidas através de análise sensorial.
- Estudar a evolução da rancidez oxidativa ao longo do período de armazenamento congelado nas amostras cruas e submetidas à cocção.

O presente trabalho consta de quatro capítulos, mais uma revisão bibliográfica que fornece o conteúdo teórico aos estudos desenvolvidos nos capítulos 1, 2, 3 e 4, descritos a seguir. O primeiro capítulo refere-se ao desenvolvimento de uma formulação adequada, à possibilidade de reduzir seu nível de nitrito e ao estudo de algumas características do produto quando se reduz o teor de nitrito e o conteúdo de gordura. Os capítulos seguintes referem-se ao estudo da qualidade global e estabilidade do produto durante o período de armazenamento congelado de 120 dias com relação aos atributos sensoriais, à cor objetiva e à oxidação lipídica. De forma resumida, os capítulos compreendem as seguintes abordagens:

**Capítulo 1:** Estudo da aceitação global e das características químicas do hambúrguer tipo calabresa formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes % de gordura durante armazenamento congelado.

**Capítulo 2:** Efeito da redução do nível de nitrito e do conteúdo de gordura sobre a qualidade sensorial do hambúrguer tipo calabresa durante a estocagem congelada.

**Capítulo 3:** Avaliação da cor do hambúrguer tipo calabresa formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes % de gordura durante armazenamento congelado.

**Capítulo 4:** Avaliação da estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes % de gordura durante armazenamento congelado.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Processamento de carnes e o hambúrguer**

Os processadores de carnes esforçam-se constantemente na busca de novas tecnologias e novos ingredientes, que aumentem a oferta de produtos para os consumidores, agregando valor à matéria-prima, melhorando a eficiência e finalmente a rentabilidade.

É muito importante conhecer as atitudes dos consumidores, sua cultura, seu estilo de vida, para entender e maximizar as oportunidades de aplicação de novas tecnologias e desenvolvimento de novos produtos. As oportunidades são excelentes para apoiar-se nas necessidades crescentes de segurança alimentar e confiança do consumidor, como base para o desenvolvimento de novos produtos no futuro. A perda do foco nas necessidades do consumidor leva à perda de oportunidades no segmento alimentício (MANDIGO, 2001).

O desenvolvimento de um hambúrguer com características de calabresa pode ser algo interessante para a indústria de carnes, já que combina dois produtos de boa aceitação pelos consumidores brasileiros em um novo produto diferenciado.

Hambúrguer é o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000). O produto resultante é armazenado sob refrigeração ou, mais freqüentemente, submetido ao congelamento (CROSS et al., 1975).

Na Tabela 1 encontram-se as principais características químicas do hambúrguer cru segundo o seu Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2000).

TABELA 1: Características químicas do hambúrguer cru.

| %                                | Hambúrguer cru |
|----------------------------------|----------------|
| Gordura (máx.)                   | 23,0           |
| Proteína (mín.)                  | 15,0           |
| Carboidratos totais              | 3,0            |
| Teor de cálcio (máx. base seca)* | 0,1            |

\*0,45% em hambúrguer cozido.

Fonte: Brasil, 2000.

Algumas razões para sua popularidade são fáceis de detectar. A principal talvez seja a praticidade que o alimento representa nos tempos atuais. O produto, que hoje é fabricado a partir de vários tipos de matérias-primas como a carne bovina, frango, peru, chester, e possui ainda diferentes sabores – churrasco, suave, com pedaços de bacon, etc. - tem nutrientes que alimentam e o fato de poder entrar em uma lanchonete e saciar a fome em poucos minutos combina com o modo de vida que vem se instalando, nos grandes centros urbanos. Por outro lado, o marketing que o envolve colabora para cativar a cada dia novos consumidores.

A versatilidade do sanduíche também é um diferencial. Atraindo pessoas de diversas faixas etárias, o hambúrguer pode estar presente tanto nos momentos de trabalho como nos de lazer, como uma opção de refeição rápida que pode ser consumida em qualquer horário.

Nas últimas décadas, a preocupação dos consumidores com a dieta e a saúde tem determinado uma mudança dos padrões de consumo de alimentos, observando-se uma tendência para a redução do consumo de gordura e um conseqüente aumento da demanda por produtos de origem animal com baixo teor de gordura (EGBERT et al., 1991). Evidências médicas indicando que depósitos de gordura e colesterol podem levar a cardiopatias têm incentivado a indústria de alimentos a dedicar-se ao desenvolvimento de produtos com baixo teor de gordura (BARBUT; MITTAL, 1992).

Na legislação de alimentos dos Estados Unidos, a rotulagem de um produto como “lean” (magro) ou “low fat” (baixo teor de gordura) requer menos que 10%, e, como “extra lean” (extra magro), menos de 5% de gordura (BARBUT; MITTAL, 1993).

O conteúdo de gordura dos alimentos tem um efeito fundamental sobre várias características e, sendo assim, não pode ser reduzido e/ou modificado simplesmente usando-se menos gordura ou substituindo gordura animal por outro tipo de gordura. Para o sucesso da redução de gordura, é essencial que os produtos cárneos reformulados tenham sabor, textura e outras características sensoriais aceitáveis. Além de serem considerados como mais saudáveis, os novos produtos devem oferecer bons atributos de qualidade, que deveriam em princípio ser os mesmos de um produto convencional, o qual os consumidores estão acostumados (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000).

A tabela 2 mostra o conteúdo normal de gordura de produtos cárneos.

TABELA 2: Conteúdo normal de gordura em produtos cárneos.

| <b>Produto cárneo</b>  | <b>Conteúdo de gordura (%)</b> |
|------------------------|--------------------------------|
| Salsicha               | 20-30                          |
| Mortadela              | 20-30                          |
| Lingüiça frescal suína | 30-50                          |
| Nuggets                | 20-25                          |
| Lingüiça de fígado     | 30-45                          |
| Salame                 | 30-50                          |
| Hambúrguer bovino      | 20-30                          |
| Presunto               | <10                            |

Fonte: Jiménez-Colmenero (2000).

Três diferentes tipos de interações gordura – sabor podem ser consideradas. Primeiramente, a gordura é capaz de absorver compostos hidrofóbicos do sabor tanto presentes no animal vivo quanto formados durante o processamento. Em segundo lugar, a gordura é um precursor conhecido de um grande número de compostos que podem contribuir para aromas e sabores desejáveis e indesejáveis (rançoso e “warmed-over flavor”). Por último, tem sido relatado que os fosfolipídeos são responsáveis por mudanças consideráveis na qualidade do sabor de carnes processadas. Lipídeos também interagem com nitrito de sódio durante a cura da carne.

Em geral, a gordura é fraca em cor. A mistura completa de gordura e carne magra resulta num desbotamento da cor original da carne magra. O fator luminosidade é aumentado e a pureza é diminuída. Em produtos cárneos moídos grosseiramente, o olho humano é capaz de distinguir a gordura da carne magra (GOUTEFONGA; DUMONT, 1990).

A gordura deve melhorar a palatabilidade pelo aumento da maciez e suculência, mas em alguns produtos não tem sido encontrada nenhuma relação direta entre os dois parâmetros e, na verdade, os consumidores preferem produtos com conteúdo intermediário de gordura. De acordo com um teste realizado em um produto de carne moída bovina contendo de 5 a 20% de gordura, utilizando um painel sensorial de consumidores, a aceitabilidade máxima foi encontrada ao redor de 20%. No caso de linguiças frescas suína, este valor passou para 40%, analisando produtos que continham entre 10 a 60% de gordura (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000).

Segundo Cross, Berry e Wells (1980), os consumidores parecem ter preferência por hambúrgueres contendo um teor de gordura igual ou superior a 15% e este teor de gordura do hambúrguer é um fator de grande importância para a maciez, suculência e intensidade do sabor do produto.

Vários estudos foram realizados visando reduzir o teor de gordura do hambúrguer bovino de 20 para 10% ou menos, através da adição de novos ingredientes ou manobras tecnológicas. Entretanto, uma depreciação das características sensoriais foi observada nos produtos com teores reduzidos de gordura (BERRY, 1994).

Papadima e Bloukas (1999) estudaram o efeito de três diferentes níveis de gordura (10, 20 e 30%) e condições de estocagem sobre as características de qualidade de lingüiças tradicionais gregas. Lingüiças com 20% de gordura tiveram a maior pontuação para todos os atributos sensoriais. Lingüiças com 30% de gordura foram mais claras, amarelas e aparentemente gordurosas quando grelhadas, enquanto aquelas com 10% de gordura foram escuras e muito duras depois de grelhadas.

Brewer, McKeith e Britt (1992) mostraram que a redução do conteúdo de gordura de 20% para 8% em hambúrguer bovino não teve efeito sobre o sabor da carne bovina, coesividade, valor Hunter a\* e valor de TBA. Amostras com 8% de gordura foram mais elásticas e menos suculentas, mais escuras e menos amarelas. Além disso, diferenças na luminosidade parecem estar relacionadas com o conteúdo de gordura e foi grande o suficiente para influenciar a aceitabilidade do consumidor de produtos não cozidos. Diferenças na intensidade da cor vermelha também pareceram estar relacionadas com o conteúdo de gordura, mas provavelmente foram muito leves para exercer influência prática.

Reitmeier e Prusa (1990) mostraram que um aumento no conteúdo de gordura em carne suína moída crua de 6,5 para 31,8% resultou em um aumento na luminosidade (L\*) de 41,6 para 57,3 e em uma diminuição da intensidade da cor vermelha de 10,2 para 7,4. Nas amostras cozidas, a luminosidade externa e interna aumentou de 35,9 para 43,4 e de 48,9 para 59,9, respectivamente, enquanto foi notada uma leve diminuição na intensidade da cor vermelha de 5,2 para 4,5 na superfície interna.

O congelamento, processo freqüentemente empregado na produção do hambúrguer, é um método de preservação que promove o controle da atividade microbiana, podendo ter efeito letal para muitas bactérias presentes no alimento. Entretanto, a intensidade deste efeito depende de uma série de fatores, tais como: tipo de microrganismo, composição do alimento e condições do processo a que o alimento é submetido antes, durante e após o congelamento (SPECK ; RAY, 1977).

Sabe-se que o congelamento e a estocagem congelada causam profundas alterações em alimentos à base de carne, podendo provocar uma redução significativa nas características de qualidade. Durante o congelamento, a cristalização do gelo pode

resultar em perda de solubilidade da proteína muscular, provocando uma diminuição na capacidade de retenção de água e aumento nas perdas por descongelamento e cozimento (MILLER; ACKERMAN; PALUMBO, 1980). Estas mudanças podem afetar as propriedades sensoriais, principalmente a suculência e a maciez (JEREMIAH, 1980).

Campbell e Mandigo (1978) estudaram os efeitos da estocagem congelada sobre as características físicas, químicas e fatores de palatabilidade de produtos reestruturados de carne suína por um período de 6 semanas. Foi observado que os valores de TBA aumentaram por 2 semanas de estocagem e então se mantiveram relativamente estáveis, variando de 0,899 a 1,020. A cor do produto cozido teve maior aceitação no início quando comparada com a cor do produto após 6 semanas de estocagem e as avaliações da equipe para o atributo sabor permaneceram dentro de um intervalo aceitável tanto no início do experimento quanto após 6 semanas de estocagem.

Chen, Singh e Reid (1989) estudaram a extensão da oxidação lipídica, a descoloração e a capacidade de retenção de água em hambúrgueres de carne bovina estocados em diferentes temperaturas de congelamento durante 7 meses. A  $-18^{\circ}\text{C}$  não houve alteração significativa com relação à extensão da oxidação lipídica até 196 dias de estocagem. A capacidade de retenção de água diminuiu até 203 dias e a intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) diminuiu significativamente com o tempo de estocagem.

Em um estudo sobre carne suína moída congelada por 13, 26 e 39 semanas, Brewer e Harbers (1991) observaram uma diminuição na capacidade de retenção de água com o tempo de estocagem congelada, relacionada com a desidratação e desnaturação das proteínas do músculo, ou interações de produtos de quebra da autooxidação com estas proteínas. Além disso, características sensoriais tais como aromas e sabores ácidos e rançosos, e textura borrachenta aumentaram com o tempo de congelamento enquanto a suculência diminuiu.

## 2.2. Nitrito

Nitratos e nitritos são compostos presentes naturalmente em alimentos ou adicionados intencionalmente aos mesmos, como conservadores. Nitratos encontram-se amplamente distribuídos na natureza, sendo sua presença indispensável para que as plantas realizem a síntese de proteínas celulares. No solo e na água, a presença de nitritos se deve principalmente à ação de bactérias nitrificantes (Toledo, 1996).

Nitrito é geralmente adicionado às carnes ou salmouras como seu sal de sódio, e seu papel no processo de cura é multifuncional. Suas funções são: (1) estabilizar a cor de tecidos magros, (2) contribuir para o sabor característico de carnes curadas, (3) inibir a multiplicação de microrganismos formadores de esporos e causadores de toxinfecções, e (4) retardar o desenvolvimento de rancidez. Embora a estabilização da cor tenha sido o objetivo primário de sua adição nos processos de cura da carne, seus efeitos sobre o sabor e crescimento bacteriano são mais importantes. O nitrito é efetivo na prevenção da multiplicação e formação de toxinas do *Clostridium botulinum* e deve também contribuir na prevenção da multiplicação de outros microrganismos. Não obstante, a cor rósea dos produtos curados contribui para aumentar as características desejáveis dos produtos (KRAMLICH; PEARSON; TAUBER, 1973). Mas seu uso em carnes curadas é preocupante, devido à possibilidade de formação de compostos N-nitrosos carcinogênicos através da reação entre nitrito e aminas, amidas e aminoácidos presentes na carne (CASSENS et al., 1979).

### 2.2.1. Cor nos produtos curados

Nitrito de sódio (ou potássio) é o agente comumente adicionado à salmoura para produzir a cor típica rosa das carnes curadas (CONFORTH, 1994). A cor dos produtos curados depende principalmente das modificações químicas dos pigmentos naturais da carne devido às suas reações com cloreto de sódio e sais de cura (nitratos e/ou nitritos). O aparecimento da coloração característica é resultante da reação do óxido nítrico (NO) com o principal pigmento da carne, a mioglobina. O NO é formado a partir do nitrito com a participação de várias reações de redução. No produto cárneo, o NO irá reagir com a

mioglobina originando a nitrosomioglobina (NOMb, de coloração vermelha instável) e, posteriormente, por aquecimento ocorrerá desnaturação da globina produzindo nitroso-hemocromo (de coloração rósea, estável) (CASSENS et al., 1979).

Segundo Ingram (1974), um conteúdo tão baixo quanto 5 mg de nitrito/Kg de produto é suficiente para conferir uma cor satisfatória por um tempo limitado. Concentrações mais altas, por volta de 20 mg de nitrito/Kg de produto são necessárias para fornecer adequada estabilidade comercial na cor.

A suplementação da dieta com acetato de  $\alpha$ -tocoferol produziu valores de cor Hunter a\* em produtos com baixo nível de nitrito (50 mg de nitrito/Kg de produto) similares àqueles obtidos para a carne contendo altos níveis de nitrito (100 mg de nitrito/Kg de produto) (WALSH et al., 1998), sendo portanto uma alternativa para conferir cor adequada aos produtos com baixos níveis de nitrito. Mas Houben e van Dijk (2001) concluíram que a suplementação da dieta dos touros com vitamina E parece oferecer um melhoramento de pouca importância na estabilidade da cor de presuntos processados com o mesmo nível de nitrito comparado com as dietas tradicionais.

### 2.2.2. Sabor dos produtos curados

O ingrediente mais importante em termos do desenvolvimento do sabor de produtos curados é o nitrito. Enquanto não há total concordância sobre o que dá aos produtos curados este sabor característico, há concordância que o nitrito é um efetivo antioxidante e que esta propriedade influencia fortemente o desenvolvimento do sabor durante o cozimento (REINECCIUS, 1994). Para produzir o sabor característico, 50 mg de nitrito/Kg de produto são necessários (INGRAM, 1974).

Por um longo tempo assumiu-se que, durante a cura seriam desenvolvidos alguns compostos responsáveis pelo sabor típico dos produtos curados. Sendo assim, seria possível identificar (por exemplo, através de cromatografia gasosa de alta performance em combinação com espectrometria de massa) os compostos de impacto destes produtos e estabelecer uma “receita” dos constituintes característicos do sabor da cura. Contudo, até agora, esta idéia ainda não pôde ser bem verificada. O conhecimento sobre a

natureza química do sabor da cura é incompleto. Esta é a razão pela qual ainda não se foi capaz de produzir uma essência de carne curada artificial (ARNETH, 2001).

### 2.2.3. Inibição do crescimento microbiano

A função mais importante do nitrito é inibir o crescimento e formação da toxina do *Clostridium botulinum*, uma bactéria que produz uma potente e perigosa toxina. (CASSENS, 1995; FLORES, 1997). Sabe-se que a espécie bactericida não é o nitrito em si, mas um composto ou compostos derivados formados durante a preparação do alimento. De um número de compostos nitrosos testados, o ânion do sal de Roussins  $[\text{Fe}_4\text{S}_3(\text{NO})_{(7)}]^-$  foi o mais inibidor do *Clostridium sporogenes*. Este composto é ativo tanto contra bactérias anaeróbicas quanto aeróbicas, enquanto alguns outros compostos são seletivos, indicando múltiplos sítios de ação (CAMMACK et al., 1997).

Sanz e outros (1997) estudaram o efeito do uso de nitrato e nitrito sobre mudanças microbiológicas e qualidade sensorial na maturação rápida de embutidos com uma mistura de culturas *starters*. Os autores concluíram que bactérias ácido lácticas e bactérias da família *Micrococcaceae* não foram significativamente afetadas pelos sais de cura, ao contrário da flora *Enterobacteriaceae* e psicrotrofica, cuja inibição exercida pelo nitrito foi evidente desde as primeiras semanas do processamento.

### 2.2.4. Nitrito residual

Nitrito, adicionado à carne com o objetivo de cura, pode ser parcialmente recuperado no produto final como nitrito residual. Sabe-se que certas quantidades do nitrito adicionado originalmente se combina com pigmentos ou sofre outras reações. A quantidade detectável diminui rapidamente; nitrito residual é significativamente reduzido pelo aquecimento e continua a diminuir durante subsequente estocagem dos produtos cárneos curados. Em geral, 50 a 70% do nitrito adicionado pode ser analisado no produto imediatamente após sua formulação. O processamento térmico resulta em uma perda de 20 a 80% (PÉREZ-RODRIGUÉZ; BOSCH-BOSCH; GARCÍA-MATA, 1996). Segundo Cassens

(1997b), após o processo levado ao término, somente 10% a 20% do nitrito adicionado originalmente é detectável analiticamente.

O método de quantificação mais utilizado é aquele baseado na reação do nitrito, sulfanilamida e N-1- naftiletilenodiamina sob condições ácidas para formar um composto de coloração vermelha. Isto é a base para determinação de nitrito em carnes curadas e outros produtos (MASSEY, 1991).

Pérez-Rodríguez, Bosch-Bosch e Garcíá-Mata (1996) estudaram o monitoramento de nitrito e nitrato residuais em embutidos durante o processamento e estocagem. Os embutidos foram preparados com 75, 125 ou 250 mg de nitrito/Kg de produto combinados ou não com 200 mg de nitrato/Kg de produto. Aproximadamente 50% do nitrito adicionado pôde ser detectado nesta forma no produto embalado. Com duas semanas de estocagem, o nível de nitrito caiu lentamente. Após 18 dias de estocagem, o nitrito foi rapidamente esgotado e baixos níveis foram alcançados.

A partir dos dados de Roberts e Dainty (1991), a detecção de baixos níveis de nitrito não dariam indícios se um produto foi recentemente processado com um nível inicialmente baixo de nitrito, ou se é um produto que foi estocado por vários meses a baixas temperaturas com um nível inicialmente moderado de nitrito, ou se trata de um produto que continha inicialmente níveis altos e ilegais de nitrito e nitrato, mas que continham também ascorbato e isoascorbato. Assim, o monitoramento residual do nitrito é de valor limitado, a menos que realizado logo após o processamento.

#### 2.2.5. Nitrosaminas

Durante os anos 70, o uso do nitrito foi questionado devido às preocupações com as possíveis ocorrências de pré-formação de nitrosaminas, que são cancerígenas, e com a presença do nitrito residual que seria acrescido ao nitrito total produzido naturalmente pelo organismo dos consumidores. Estas preocupações foram deixadas de lado no final da década em função de debates, pesquisas e regulamentação. Mas essa preocupação ressurgiu em meados da década de 90, quando resultados de estudos epidemiológicos

mostraram relação entre o consumo de cachorro quente e algumas formas de câncer (CASSENS, 1997a).

N-nitrosaminas são agentes químicos com propriedades carcinogênicas, fazendo parte do grupo de compostos N-nitrosos. São formadas através da interação do nitrito residual com aminas secundárias e são detectadas em diferentes alimentos, incluindo produtos cárneos curados submetidos ao aquecimento (CASSENS et al., 1979). Estas podem ser formadas tanto no alimento em si como no estômago do consumidor (JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO; COFRADES, 2001).

Segundo Toledo (1996), a formação de N-nitrosaminas em alimentos ocorre através da reação química entre agentes nitrosantes e aminas nitrosáveis, como apresentado a seguir:



O anidrido nitroso (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) é, provavelmente, o agente nitrosante mais importante que participa da formação de nitrosaminas em alimentos. É formado facilmente a partir de nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), em solução aquosa a pH ácido.

Muitos fatores, tais como modo de aquecimento, temperatura e tempo envolvidos nesta etapa, concentração de nitrito, concentração de sal, pH, e presença e concentração de ascorbatos, afetam o potencial de formação de N-nitrosaminas. Traços (cerca de 1µg/Kg) de N-nitrosodimetilamina são ocasionalmente detectados em produtos cárneos curados, enquanto N-nitrosopirrolidina é consistentemente detectada em bacon frito em níveis de até 20 µg/Kg. A concentração de compostos N-nitrosos total (isto é, voláteis e não voláteis) em carnes curadas tem sido estimada estar entre 0,5 a 5,0 mg/Kg.

A taxa de formação de N-nitrosaminas é proporcional ao quadrado da concentração de nitrito residual em carnes. Devido à isso, a redução no nível de adição de nitrito vem sendo uma medida efetiva na redução do risco de formação de N-nitrosaminas (PEGG; SHAHIDI, 1997).

No Brasil, tolera-se nos produtos prontos, a presença de nitritos na proporção máxima de 150 mg/Kg e de nitratos até 300 mg/Kg, separadamente (BRASIL, 1998).

Cassens (1997b) mostrou uma redução aproximada de 80% no conteúdo de nitrito residual de carnes curadas desde a década de 70.

É difícil tirar conclusões sobre a toxicologia de um grupo tão diversificado de substâncias como os compostos N-nitrosos. Estes representam claramente uma classe de carcinógenos que quase certamente contribuem para a incidência de tumores no homem. Contudo, seu intervalo de potência, a especificidade para com as diferentes espécies e afinidade com o organismo, torna difícil avaliar a extensão do perigo ao homem (ROWLAND, 1988).

### **2.3. Oxidação lipídica e “Warmed-over flavor” (WOF)**

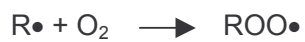
A oxidação lipídica é um dos mecanismos primários de deterioração da qualidade em alimentos, especialmente em produtos cárneos, limitando sua estabilidade e aceitação (GRAY; GOMAA; BUCKLEY, 1996). As alterações na qualidade destes produtos incluem deterioração do sabor, descoloração, destruição de nutrientes e formação de compostos tóxicos (KANNER, 1994). Segundo Quiñones (1995 apud MENDES, 1999), a mais notável dessas alterações é a rancidez, que resulta em modificações no sabor e aroma, implicando, sem dúvida alguma, na redução da aceitabilidade do consumidor.

Estas modificações nos produtos cárneos ocorrem em seus ácidos graxos principalmente através de um mecanismo autocatalítico de “radicais livres”, chamado autooxidação, que envolve três etapas:

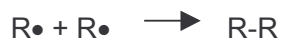
1. Iniciação:



2. Propagação:



3. Terminação:



Onde:

RH = ácido graxo insaturado

R• = radical livre formado

ROO• = radical peróxido

ROOH = hidroperóxido

Os hidroperóxidos (ROOH) são considerados os produtos mais importantes da reação inicial obtidos da oxidação lipídica. Sua quebra leva à formação de produtos secundários como pentanal, hexanal e malonaldeídos (LOVE, 1987).

A oxidação dos lipídeos é considerada um risco para a saúde humana. Alguns produtos da oxidação lipídica e alguns óxidos de colesterol, em particular, parecem ter

propriedades carcinogênicas, mutagênicas e citotóxicas. Além disso, estes óxidos de colesterol parecem ser capazes de substituir as moléculas de colesterol nas biomembranas, perturbando a permeabilidade, estabilidade e outras propriedades (SAHOO; VERMA, 1999).

Osada e outros (2000) examinaram os níveis de derivados da oxidação do colesterol em produtos cárneos. A oxidação do colesterol foi inibida pela adição de nitrito de sódio de um modo dependente da dose e pareceu ser consideravelmente promovida pela oxidação de ácidos graxos polinsaturados coexistentes.

A susceptibilidade dos produtos cárneos às reações oxidativas são devidas ao seu alto teor de catalisadores (ferro, mioglobina) e à natureza e composição dos lipídeos (DECKER et al., 1995). A carne suína possui de 55 a 57% de ácidos graxos insaturados (JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO; COFRADES, 2001) e, das carnes vermelhas, é a que possui maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados na fração fosfolipídica (YAMAUCHI; NAGAI; OHASHI, 1980)

Os metais podem promover a oxidação lipídica por facilitar a iniciação ou por promover a decomposição dos hidroperóxidos. O ferro, em algumas formas, promove a oxidação dos lipídeos da carne. A mioglobina e a hemoglobina têm sido consideradas catalisadores da reação (LOVE, 1987).

Um dos aspectos mais importantes relativo ao papel do ferro no processo de oxidação lipídica está no estabelecimento de sua forma mais ativa: se ferro hemínico ou não-hemínico. Tichivangana e Morrissey (1985) concluíram que, em carne fresca e em emulsões modelo, pigmentos no estado férrico são potentes catalisadores da oxidação lipídica, enquanto que em carnes aquecidas, o sistema é mais complexo e ferro não-hemínico parece desempenhar um papel mais importante.

Algumas etapas envolvidas no processamento como moagem, trituração, dentre outras, aceleram as reações de oxidação em carnes, aves e pescados pela introdução do oxigênio molecular e por promover o contato dos catalisadores com os lipídeos presentes nos tecidos. Algumas formas de energia como luz e calor parecem também ser prováveis elementos iniciadores da peroxidação (MENDES, 1999).

Em produtos cárneos curados, nitrito, fosfatos e ascorbatos têm um papel importante na inibição da oxidação. O efeito antioxidante do nitrito é bem documentado e muitos mecanismos têm sido sugeridos (GRAY; PEARSON; MONAHAN, 1994). Igene e outros (1985) propuseram que o nitrito deve formar um complexo com os compostos heme deste modo prevenindo a liberação de ferro durante o cozimento, estabilizar lipídeos insaturados nas membranas, ou interagir com íons metálicos para prevenir sua catálise pela oxidação.

Uma pequena quantidade de nitrito, como 50 mg de nitrito/Kg de produto, é capaz de inibir efetivamente a oxidação lipídica (FOX; BENEDICT, 1987). Han e Yamauchi (2000) mostraram que a adição de 100 mg de nitrito/Kg de produto à carne suína moída produziu um extraordinário efeito antioxidante durante a estocagem refrigerada.

Mac Donald e outros (1980) mostraram que 50 mg de nitrito/Kg de produto é tão efetivo quanto 500 mg de nitrito/Kg de produto para retardar o desenvolvimento de sabores rançosos durante estocagem sob oxigênio de presuntos por 7 dias a 4°C.

Cheng e Ockerman (1998) estudaram o efeito de alguns aditivos, entre eles nitrito de sódio, usados na cura de “roast beef” sobre suas características de qualidade. Os valores de TBA, entre 0,66 e 0,75 no décimo dia de estocagem refrigerada, indicaram que 150 mg de nitrito/Kg de produto retardou a oxidação lipídica e inibiu o desenvolvimento de “warmed-over flavor”.

A demanda por produtos cárneos prontos para o consumo, pré-cozidos e refrigerados é esperada aumentar tanto nos serviços de bufê quanto no setor de varejo. Nestes produtos, a velocidade com que o “warmed-over flavor” se desenvolve determina sua vida-de-prateleira (MIELCHE; BERTELSEN, 1994).

“Warmed-over flavor” (WOF) foi cientificamente reconhecido como uma alteração organoléptica em produtos cárneos por Tims e Watts (1958). O termo WOF foi usado para descrever o rápido desenvolvimento de sabor oxidado em carnes cozidas refrigeradas, nas quais um sabor rançoso ou velho aparecia após 48 horas quando estocadas a 4°C, ao contrário das carnes cruas que podiam levar várias semanas para desenvolver esse

sabor característico. Há evidências que o WOF se desenvolva também em carne crua que tenha sido moída e exposta ao oxigênio.

O processamento de carnes está relacionado com WOF devido à adição de alguns ingredientes e etapas do processo de manufatura. O sal, por exemplo, é um potente pró-oxidante, acelerando a reação de oxidação dependendo da umidade do sistema. A separação da carne do osso, a emulsificação e o processo de moer são etapas que incorporam oxigênio nos tecidos contribuindo também para o desenvolvimento da autooxidação. Durante o cozimento, ocorre a conversão do ferro, do anel porfirina da mioglobina, de ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) a férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) e isso parece ser uma das causas da rápida oxidação em carnes cozidas (CROSS; LEU; MILLER, 1987).

Igene e outros (1979) atribuíram o fenômeno do “warmed-over flavor” em carne cozida à liberação do  $\text{Fe}^{2+}$  provenientes dos pigmentos heme. Assim, seriam os íons  $\text{Fe}^{2+}$  liberados da mioglobina e não a mioglobina por si, os responsáveis pela catálise da oxidação.

Muitos estudos têm sido realizados sobre os aspectos de cozimento (por exemplo, método, temperatura, tempo e temperatura final) e seu efeito sobre o desenvolvimento do WOF.

A extensão da oxidação lipídica em carnes cozidas está relacionada com a intensidade do tratamento térmico. O desenvolvimento da rancidez não é tão rápido em carne aquecida a  $70^{\circ}\text{C}$  por uma hora quanto em carne aquecida a menores temperaturas. O valor de TBA de carnes cozidas diminui quando as temperaturas de cozimento são aumentadas acima de  $80^{\circ}\text{C}$ . A desnaturação de lipoproteínas nos microssomos e mitocôndria pelo aquecimento a baixas temperaturas presumidamente causa uma maior susceptibilidade dos ácidos graxos insaturados à oxidação lipídica, enquanto o aquecimento a maiores temperaturas produz efeito antioxidativo (CROSS; LEU; MILLER, 1987).

Altas temperaturas de cozimento têm sido relatadas como efetivos inibidores do fenômeno. Este efeito preventivo tem sido atribuído aos produtos da reação de Maillard,

uma reação entre açúcares e aminoácidos que é induzida a altas temperaturas (BYRNE et al., 2001a).

Melanoidinas ou premelanoidinas, produtos resultantes da reação de Maillard, têm fortes propriedades antioxidantes em certas misturas lipídicas. Os ingredientes da reação, aminoácidos e açúcares, ocorrem naturalmente em produtos cárneos, tanto na forma livre ou como precursores. Eles poderiam ser utilizados em processamentos apropriados e cozimento para produzir melanoidinas de alto peso molecular ou seus precursores com tremendo potencial, como antioxidantes úteis para a prevenção do WOF da carne (BAILEY et al., 1987).

Para avaliar o estado oxidativo dos alimentos cárneos, o método mais utilizado é o do teste do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). O malonaldeído é o produto de decomposição dos peróxidos formados nas carnes. Ele está geralmente ligado a materiais biológicos e por isso, antes de sua determinação, deve ser liberado dos tecidos através de tratamento ácido.

O método de extração por destilação de Tarladgis e outros (1960) é o mais popular (ST. ANGELO; VINYARD; BETT, 1994). Apesar disso, não significa que ele seja o método mais preciso ou reprodutível. Os valores de TBA em produtos cárneos são geralmente mais altos do que aqueles obtidos em amostras cuja extração é feita diretamente, porém altas correlações entre os dois métodos de extração são verificadas por alguns autores (MELTON, 1983).

O cromóforo de coloração rósea formado entre o reagente TBA e o malonaldeído na proporção de 2:1 tem uma absorção máxima em 532 nm. Assim, o teste de TBA é geralmente utilizado para quantificar o conteúdo de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) (SHAHIDI, 1994).

Apesar de ser um dos métodos mais largamente aceitos, alguns problemas têm sido relacionados com o teste de TBA. Sua sensibilidade e segurança têm sido questionadas; compostos que exercem algum tipo de interferência estão sendo identificados, o que leva a uma modificação para superar seu efeito. Mais recentemente, uma limitação para o teste de TBA para lipídios oxidados que contêm 2,4-dienal foi

confirmado já que foi encontrado que o teste não é específico para o malonaldeído. Todavia, mesmo com os problemas relacionados à reação, o método é ainda utilizado pela indústria de alimentos.

Em produtos curados, o uso da sulfanilamida é recomendado por Zipser e Watts (1962). A sulfanilamida reage com o nitrito residual presente na amostra, levando à formação de um sal de diazônio, prevenindo assim a nitrosação do malonaldeído que, caso contrário, não seria reativo ao TBA (SHAHIDI, 1994).

A avaliação sensorial é necessária para a quantificação e descrição de sabores como WOF. Um de seus objetivos é medir a magnitude da intensidade do sabor oxidado (MELTON; DAVIDSON; MOUNT, 1987).

O fenômeno do WOF é complexo e seu mecanismo de explicação não é completamente entendido. A elucidação do WOF requer uma terminologia para descrever as características sensoriais que aumentam com o seu desenvolvimento. Tais descritores, com definições e referências através de análise sensorial, têm um potencial muito grande nas futuras elucidações sobre WOF e efeitos da oxidação lipídica em geral. A formação do perfil sensorial, método pelo qual uma equipe usa um vocabulário sensorial desenvolvido para descrever características sensoriais de uma amostra, tem sido o mais utilizado. O perfil resultante é um mapa de percepção da variação em um certo tipo de amostra que pode ser trabalhado sozinho ou em combinação com medidas químicas/instrumentais na explicação e elucidação das relações químicas e sensoriais (BYRNE et al., 2001b).

Um estudo realizado por St. Angelo e outros (1990) envolvendo amostras de hambúrguer de carne bovina tratada com diferentes antioxidantes e examinadas através de análises químicas e sensoriais para WOF, mostrou que um painel sensorial treinado é essencial. Uma avaliação sensorial completa das amostras deveria ser incluída com análises química ou instrumental quando se avaliam compostos com potencial inibição do WOF.

Nassu (1999) estudou a estabilidade oxidativa de embutido fermentado de carne de caprinos, tipo salame, com dois níveis de antioxidante natural (alecrim – *Rosmarinus*

*officinalis*) através de análises periódicas de TBARS e painel sensorial descritivo de atributos relacionados à oxidação, durante 90 dias. Não foram encontradas correlações significativas entre valores de TBARS e análise sensorial, com exceção do atributo “aroma oxidado” para amostra controle.

St. Angelo e outros (1987) avaliaram a qualidade do sabor em amostras de carne bovina crua, recentemente cozida, estocada e reaquecida, através de análises químicas, instrumentais e sensoriais com particular ênfase sobre o “warmed-over flavor”. Os produtos secundários voláteis da reação de oxidação lipídica aumentaram com o desenvolvimento do WOF e o aumento em muitos destes compostos acompanhou o aumento no número de TBARS. Estes aumentos foram correlacionados com as avaliações sensoriais.

Byrne e outros (2001b) avaliando o desenvolvimento de WOF em hambúrguer de carne suína cozida, estocada sob refrigeração e reaquecida, encontraram que valores de TBARS e dienos conjugados podem predizer significativamente termos sensoriais relacionados com oxidação lipídica.

Greene e Cumuze (1981) mostraram a importância de um estudo envolvendo análise sensorial ser realizado por uma equipe treinada. Utilizando 52 provadores não treinados, obtiveram baixos coeficientes de correlação entre as notas sensoriais e o número de TBARS. A variabilidade nas notas dos provadores pareceu contar parcialmente pelos baixos valores. Após a eliminação de provadores não consistentes, os valores dos coeficientes de correlação aumentaram significativamente. Neste mesmo trabalho, os autores determinaram que os provadores começaram a perceber as alterações organolépticas no aroma de hambúrgueres de carne bovina quando o valor de TBARS atingiu o intervalo entre 0,6 e 2,0. Já Tarladgis e outros (1960) determinaram como “treshhold” sensorial de aroma rançoso, valores de TBARS entre 0,5 e 1,0.

Igene e Pearson (1979) avaliaram os efeitos dos triglicerídeos e fosfolipídeos sobre o desenvolvimento de “warmed-over flavor” em carnes cozidas, e sugeriram que lipídeos neutros em associação com lipídeos polares devem prender produtos voláteis de decomposição de lipídeos polares e assim reduzir seu efeito sobre o aroma. Isso foi

conluído após os autores observarem uma diminuição das notas sensoriais para os atributos referentes à oxidação lipídica ao longo do tempo de estocagem.

Enfim, são muitos os fatores que determinam a qualidade de produtos alimentícios e conclusões efetivas sobre a estabilidade de produtos cárneos, de uma forma geral, exige uma análise multivariada.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARNETH, W. Chemistry of curing meat flavour. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 81, n. 3, p. 85-87, mar., 2001.
2. BAILEY, M. E.; SHIN-LEE, S. Y.; DUPUY, H. P.; ANGELO, A. J. S.; VERCELLOTTI, J. R. Inhibition of warmed-over flavor by maillard reaction products. In: ANGELO, A. J. S.; BAILEY, M. E. **Warmed-over flavor of meat**. S. ed., 1987. S. v., p. 237-266.
3. BARBUT, S.; MITTAL, G. S. Use of carragenans and xanthan gum in reduced fat breakfast sausage. **Food Science and Technology**, Sheffield, v. 25, n. 6, p. 509-513, 1992.
4. BARBUT, S.; MITTAL, G. S. Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. **Meat Science**, Barking, v. 35, n. 1, p. 93-103, aug., 1993.
5. BERRY, B. W. Fat level, high temperature cooking and degrees of doneness affect sensory, chemical and physical properties of beef patties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 1, p. 10-14, 19, jan-feb., 1994.
6. BRASIL, 1998. Portaria nº 1004 – Secretaria de Vigilância Sanitária – Ministério da Saúde, de 11.12.98 – DOU 14.12.98 – Listar os produtos comercializados no país, enquadrando-os nas sub-categorias que fazem parte da categoria 8 – carnes e produtos cárneos.
7. BRASIL, 2000. Instrução normativa nº20 – DOU de 03.08.2000. Fixa o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer.
8. BREWER, M. S.; HARBERS, C. A. Z. Effect of packaging on physical and sensory characteristics of ground pork in long-term frozen storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 3, p. 627-631, may/jun., 1991.

9. BREWER, M. S.; McKEITH, F. K.; BRITT, K. Fat, soy and carrageenan effects on sensory and physical characteristics of ground beef patties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 5, p. 1051-1055, sep./oct., 1992.
10. BYRNE, D.V.; O'SULLIVAN, M. G.; DIJKSTERHUIS, G. B.; BREDIE, W. L. P.; MARTENS, M. Sensory panel consistency during development of a vocabulary for warmed-over flavour. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 12, n. 4, p. 171-187, apr., 2001a.
11. BYRNE, D. V.; BREDIE, W. L. P.; BAK, L. S.; BERTELSEN, G.; MARTENS, H.; MARTENS, M. Sensory and chemical analysis of cooked porcine meat patties in relation to warmed-over flavour and pre-slaughter stress. **Meat Science**, Barking, v. 59, n. 3, p. 229-249, nov., 2001b.
12. CAMMACK, R.; JOANNOU, C. L.; CUI, X. Y.; MARTINEZ, C. T.; MARAJ, S. R.; HUGHES, M. N. Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. **Biochimica et Biophysica ACTA-Bioenergetics**, Amsterdam, v. 1411, n. 2-3, p. 475-488, may, 1999.
13. CAMPBELL, J. F.; MANDIGO, R. W. Properties of restructured pork patties as affected by cooking method, frozen storage and reheating method. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 6, p. 1648-1651, nov./dec., 1978.
14. CASSENS, R. G.; GREASER, M. L.; ITO, T.; LEE, M. Reactions of nitrite in meat. **Food Technology**, Chicago, v. 33, n. 7, p. 46-57, jul., 1979.
15. CASSENS, R. G. Use of sodium nitrite in cured meats today. **Food Technology**, Chicago, v. 47, n. 7, p. 72-80, jul., 1995.
16. CASSENS, R. C. Composition and safety of cured meats in the USA. **Food Chemistry**, Oxford, v. 59, n. 4, p. 561-566, aug., 1997a.
17. CASSENS, R. C. Residual nitrite in cured meats. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 53-55, feb., 1997b.

18. CHEN, H.; SINGH, R. P.; REID, D.S. Quality changes in hamburger meat during frozen storage. **International Journal of Refrigeration**, Surrey, v. 12, n. 2, p. 88-94, mar., 1989.
19. CHENG, J. H.; OCKERMAN, H. W. Effects of anka rice, nitrite and phosphate on warmed-over flavor and palatability characteristics in roast beef. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 1, p. 65-78, may, 1998.
20. CORNFORTH, D. Color – its basis and importance. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. 1. ed. London: Blackie, 1994. V. 9, cap. 2, p. 34-78. Advances in meat research.
21. CROSS, H. R.; STANFIELD, M. S.; GREEN, E. C.; HEINEMEYER, J. M.; HOLLICK, A. B. Effect of fat and textured soy protein content on consumer acceptance of ground beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 6, p. 1331-1332, nov./dec., 1975.
22. CROSS, H. R.; BERRY, B. W.; WELLS, L. H. Effects of fat level and source on the chemical, sensory and cooking properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 4, p. 791-793, jul./aug., 1980.
23. CROSS, H. R.; LEU, R.; MILLER, M. F. Scope of warmed-over flavor and its importance to the meat industry. In: ANGELO, A. J. S.; BAILEY, M. E. **Warmed-over flavor of meat**. S. ed., 1987. S. v., p. 1-18.
24. DECKER, E. A.; CHAN, W. K. M.; LIVISAY, S. A.; BUTTERFIELD, D. A.; FAUSTMAN, C. Interactions between carnosine and the different redox states of mioglobin. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, n. 6, p. 1201-1204, nov./dec., 1995.
25. EGBERT, W. R.; HUFFMAN, D. L.; CHEN, C-M.; DYLEWSKI, D. P. Development of low-fat ground beef. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 6, p. 64-73, jun., 1991.

26. FLORES, J. Mediterranean vs northern European meat products. Processing technologies and main differences. **Food Chemistry**, Oxford, v. 59, n. 4, p. 505-510, aug., 1997.
27. FOX, J. B.; BENEDICT, R. C. The role of heme pigments and nitrite in oxidative process in meat. In: ANGELO, A. J. S.; BAILEY, M. E. **Warmed-over flavor of meat**. S. ed., 1987. S. v., p. 119-140.
28. GOUTEFONGEA, R.; DUMONT, J. P. Developments in low-fat meat and meat products. In: WOOD, J. D.; FISHER, A. V. **Reducing Fat in Meat Animals**. S. ed. New York: Elsevier Science Publishers LTD, 1990. S. v., cap. 9, p. 398-458.
29. GRAY, J. I.; PEARSON, A. M.; MONAHAN, F. J. Flavor and aroma problems and their measurement in meat, poultry and fish products. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. 1. ed. London: Blackie, 1994. V. 10, cap. 2, p. 250-260. Advances in meat research.
30. GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Barking, v. 43, p. S111-S123, 1996. Supplementary Issue.
31. GREENE, B. E.; CUMUZE, T. H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, n. 1, p. 52-54, 58, jan./feb., 1981.
32. HAN, S. K.; YAMAUCHI, K. The effects of nitrite treatment on the lipid composition, fatty acid composition, and susceptibility to oxidation of pork biceps femoris muscle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Sonapat, v. 13, n.12, p. 1764-1769, dec., 2000.
33. HOUBEN, J. H.; VAN DIJK, A. Effects of dietary vitamin E supplementation and packaging on the colour stability of sliced pasteurized beef ham. **Meat Science**, Barking, v. 58, n. 4, p. 403-407, aug., 2001.

34. IGENE, J. O.; KING, S. A.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. Influence of heme pigments, nitrite and non-heme iron in development of warmed-over flavor (WOF) in cooked meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 27, n. 4, p. 838-842, jul./aug., 1979.
35. IGENE, J. O.; PEARSON, A. M. Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 1285-1290, sep./oct., 1979.
36. IGENE, J. O.; YAMAUCHI, K.; PEARSON, A. M.; GRAY, J.I. Mechanisms by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavour (WOF) in cured meats. **Food Chemistry**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 1-18, sep., 1985.
37. INGRAM, M. The microbiological effects of nitrite. In: KROL, B.; TINBERGEN, B. J (Ed.). **Proceedings of the International Symposium on Nitrite in Meat Products**. S. ed., 1974. S. v., p. 63-76.
38. JENSEN, C.; FLENSTED-JENSEN, M.; SKIBSTED, L. H.; BERTELSEN, G. Warmed-over flavour in chill-stored pre-cooked pork patties in relation to dietary rapeseed oil and vitamin E supplementation. **Zeitschrift fur Lebensmittel- Untersuchung und - Forschung A - Food Research and Technology**, Berlin, v. 207, n. 2, p. 154-159, aug., 1998.
39. JEREMIAH, L. E. Effect of frozen storage and protective wrap upon the cooking losses, palatability, and rancidity of fresh and cured pork cuts. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 2, p. 187-196, mar./apr., 1980.
40. JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 11, n. 2, p. 56-66, feb., 2000.
41. JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, Barking, v. 59, n. 1, p. 5-13, sep., 2001.

42. KANNER, J. Oxidative process in meat and meat products – Quality implications. **Meat Science**, Barking, v. 36, n. 1-2, p. 169-189, feb., 1994. Special Issue.
43. KRAMLICH, W. E.; PEARSON, A. M.; TAUBER, F. W. **Processed meats**. S. ed. Westport: AVI, 1973. S. v., cap. 4, p. 40-60.
44. LOVE, J. Mechanism of iron catalysis of lipid oxidation in warmed-over flavor of meat. In: ANGELO, A. J. S.; BAILEY, M. E. **Warmed-over flavor of meat**. S. ed., 1987. S. v., p. 19-40.
45. MAC DONALD, B.; GRAY, J. I.; STANLEY, D. W.; USBORNE, W. R. Role of nitrite in cured meat flavor: sensory analysis. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 4, p. 885-888, 904, jul./aug., 1980.
46. MANDIGO, R. Novas tecnologias para o processamento de produtos cárneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais**. Campinas: CTC/ITAL, 2001. p. 212-217.
47. MASSEY, R. C. Methods for the analysis of nitrate and nitrite in food and water. In: HILL, M. J. **Nitrates and nitrites in food and water**. 1. ed. England: Ellis Horwood Limited, 1991. S. v., cap. 1, p. 13-32.
48. MELTON, S. L. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v. 37, n. 7, p. 105-111, 116, jul., 1983.
49. MELTON, S. L.; DAVIDSON, P. M.; MOUNT, J. R. Sensory analysis of undesirable flavors. In: ANGELO, A. J. S.; BAILEY, M. E. **Warmed-over flavor of meat**. S. ed., 1987. S. v., p. 141-164.
50. MENDES, A. C. R. Transformações bioquímicas na fração lipídica de produtos cárneos durante o armazenamento. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, s. v., n. 265, p. 30-37, mar., 1999.
51. MIELCHE, M. M.; BERTELSEN, G. Approaches to the prevention of warmed-over flavour. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 5, n. 10, p. 322-327, oct., 1994.

52. MILLER, A. J.; ACKERMAN, S. A.; PALUMBO, X. Effect of frozen storage and functionality of meat for processing. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 6, p. 1466-1471, nov./dec., 1980.
53. NASSU, R. T.; **Utilização de carne de caprinos no processamento de embutido fermentado, tipo salame**. Campinas, 1999. 137p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
54. OSADA, K.; HOSHINA, S.; NAKAMURA, S.; SUGANO, M. Cholesterol oxidation in meat products and its regulation by supplementation of sodium nitrite and apple polyphenol before processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, n. 9, p. 3823-3829, sep., 2000.
55. PAPADIMA, S. N. A.; BLOUKAS, J. G. A. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. **Meat Science**, Barking, v. 51, n. 2, p. 103-113, feb., 1999.
56. PEARSON, A. M.; GILLET, T. A. **Processed meats**. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 1996. 448 p.
57. PEGG, R. B.; SHAHIDI, F. Unraveling the chemical identity of meat pigments. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 37, n. 6, p. 561-589, nov., 1997.
58. PÉREZ-RODRÍGUEZ, M. L.; BOSCH-BOSCH, N.; GARCÍA-MATA, M. Monitoring nitrite and nitrate residues in frankfurters during processing and storage. **Meat Science**, Barking, v. 44, n. 1-2, p. 65-73, sep./oct., 1996.
59. REINECCIUS, G. Flavor and aroma chemistry. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. 1. ed. London: Blackie, 1994. V. 9, cap. 7, p. 193-196. Advances in meat research.

60. REITMEIER, C. A.; PRUSA, K. J. Addition of corn gluten meal and zein to ground pork of various fat percentages. **Journal of Food Quality**, Weastport, v. 13, n. 4, p. 271-281, aug., 1990.
61. ROBERTS, T. A.; DAINITY, R. H. Nitrite and nitrate as food additives: rationale and mode of action. In: HILL, M. J. **Nitrates and nitrites in food and water**. 1. ed. England: Ellis Horwood Limited, 1991. S. v., cap. 6, p. 113-130.
62. ROWLAND, I. R. The toxicology of *N*-nitroso compounds. In: HILL, M. J. **Nitrosamines: toxicology and microbiology**. S. ed. Chinchester: VCH, 1988. S. v., cap. 6, p. 117-141.
63. SAHOO, J.; VERMA, S. P. Oxidative problems in meat and meat products and use of antioxidant vitamins. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 36, n. 6, p. 487-499, nov./dec., 1999.
64. SANZ, Y. A.; VILA, R. A.; TOLDRÁ, F. A.; NIETO, P. A.; FLORES, J. A. Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of rapid ripened sausages. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 47, n. 2-3, p. 225-229, jul., 1997.
65. SHAHIDI, F. Assesment of lipid oxidation and off-flavour development in meat and meat products. In: SHAHIDI, F. **Flavor of meat and meat products**. 1. ed., London: Blackie, 1994. S. v., cap. 14, p. 247-266.
66. SPECK, M. L.; RAY, B. Effects of freezing and storage on microorganisms in frozen foods: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 40, n. 5, p. 333-336, may, 1977.
67. St. ANGELO, A. J.; VERCELLOTTI, J. R.; LEGENDRE, M. G.; VINNETT, C. H.; KUAN, J. W.; JAMES JR., C.; DUPUY, H. P. Chemical end instrumental analysis of warmed-over flavor in beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 5, p. 1163-1168, sep./oct., 1987.

68. St. ANGELO, A. J.; CRIPPEN, K. L.; DUPUY, H. P.; JAMES JR., C. Chemical and sensory studies of antioxidant – treated beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 6, p. 1501-1505, nov./dec., 1990.
69. St. ANGELO, A. J.; VINYARD, B. T.; BETT, K. L. Sensory and statistical analysis in meat flavour research. In SHAHIDI, F. **Flavor of meat and meat products**. 1. ed. London: Blackie, 1994. S. v., cap. 15, p. 267-290.
70. TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNNATHAN, M. T; DUGAN, L. A. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 37, n. 1, p. 44-48, jan., 1960.
71. TARRANT, V. Prioridades na pesquisa para a indústria da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais**. Campinas: CTC/ITAL, 2001. p. 380-401.
72. TICHIVANGANA, J. Z.; MORRISSEY, P. A. Metmyoglobin and inorganic metals as pro-oxidants in raw to cooked muscles systems. **Meat Science**, Barking, v. 15, n. 2, p. 107-116, nov., 1985.
73. TIMS, M. J.; WATTS, B. M. Protection of cooked meats with phosphates. **Food Technology**, Chicago, v. 12, n. 5, p. 240-243, may, 1958.
74. TOLEDO, M. C. F. Nitratos e nitritos: presença em alimentos e riscos de sua ingestão. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, s. v., n. 230, p. 54-58, abr., 1996.
75. WALSH, M. M.; KERRY, J. F.; MORRISSEY, P. A.; LYNCH, P. B.; ARENDT, E. The effect of dietary supplementation with alpha-tocopheryl acetate on the stability of low nitrite cured pork products. **Food Research International**, Essex, v. 31, n. 1, p. 59-63, jan., 1998.
76. YAMAUCHI, K.; NAGAI, Y.; OHASHI, T. Quantitative relationship between alpha-tocopherol and polyunsaturated fatty acids and its connection to development of oxidative rancidity in porcine skeletal muscle. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 44, n. 5, p. 1061-1067, may, 1980.

77. ZIPSER, M. W.; WATTS, B. M. A modified 2-thiobarbituric acid (TBA) method for the determination of malonaldehyde in cured meats. **Food Technology**, Chicago, v. 16, n. 7, p. 102-104, jul., 1962.

## **CAPÍTULO 1**

### **ESTUDO DA ACEITAÇÃO GLOBAL E DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO HAMBÚRGUER TIPO CALABRESA FORMULADO COM REDUZIDOS TEORES DE NITRITO E DIFERENTES % DE GORDURA DURANTE ARMAZENAMENTO CONGELADO.**

#### **RESUMO**

Neste trabalho, investigou-se a aceitação global de um novo produto cárneo, denominado hambúrguer tipo calabresa, elaborado a partir de carne suína como matéria-prima principal e a redução proposta do nível de nitrito dessa formulação, através de análises sensoriais. Após essa etapa, foram preparadas quatro formulações: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F1), 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F2), 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F3) e 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F4), nas quais foram determinadas as características químicas (umidade, proteínas, lipídeos e cinzas) e o nível de nitrito residual após o processamento e após o cozimento. O nível de nitrito residual também foi monitorado durante 8 semanas nas amostras cozidas. Em geral, o produto teve uma boa aceitação pelos consumidores, confirmada pelo teste sensorial em que 89,19% dos provadores atribuíram notas maiores ou iguais a 7, que corresponde a gostei moderadamente e nenhum provador atribuiu nota inferior a 4, que corresponde a desgostei ligeiramente. Observou-se que é possível reduzir o nível de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto sem que as características organolépticas dos produtos curados sejam modificadas a ponto de serem percebidas pelos consumidores. Após o processamento e o cozimento, aproximadamente 34% do nitrito adicionado inicialmente pôde ser detectado no produto e assim como o teor de lipídeos e proteínas, esses valores se encontraram dentro dos limites estabelecidos pela legislação. A quantidade de nitrito adicionada foi rapidamente diminuída até a primeira semana, permanecendo estável até a quarta semana, quando voltou novamente a cair. Com 8 semanas não se pôde mais detectar a presença de nitrito nas amostras.

**STUDY OF GLOBAL ACCEPTANCE AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF  
“CALABRESA” SAUSAGE – STYLE HAMBURGER WITH REDUCED NITRITE  
LEVELS AND DIFFERENT FAT LEVELS DURING FROZEN STORAGE.**

**SUMMARY**

The overall acceptability of a new meat product denominated “calabresa” sausage - style hamburger from pork meat and the proposal reduction on nitrite levels were investigated in this work through sensory analysis. After that, four formulations were elaborated: 50 mg/Kg nitrite and 10% fat (F1), 50 mg/Kg nitrite and 20% fat (F2), 150 mg/Kg nitrite and 10% fat (F3) and 150 mg/Kg nitrite and 20% fat (F4). The chemical characteristics (moisture, protein, fat and ash) were determined and residual nitrite was measured after processing and after cooking. The residual nitrite was also monitored during 8 weeks of frozen storage in the cooked samples. The results showed that, in general, consumers approved the new product. According to sensory analysis, 89,19% of the scores were greatest or equal 7 (like moderately) and no one judged below 4 (dislike swiftly). The nitrite levels reduction from 150 to 50 mg/Kg is possible without losses of cured meat characteristics. After processing and thermal treatment, only 34% of the ingoing nitrite was detected and, as well as fat and protein, these values are in agreement with the Brazilian legislation. The detectable nitrite amount decreased rapidly in the first week, remained stable up to fourth week, and then decreased again. It was not possible to detect nitrite in the cooked samples with 8 weeks.

## 1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo da pesquisa em carnes é aumentar a competitividade da indústria. Para isso, é essencial estar atento às atitudes dos consumidores porque elas determinam o sucesso comercial ou não dos produtos alimentares. Nos mercados de hoje, a competitividade do negócio agro-alimentar tem se concentrado tradicionalmente no fator preço, mas existem outras forças altamente competitivas como a qualidade do alimento, o valor nutricional, a segurança alimentar, a sustentabilidade ambiental e o bem estar animal.

Um bom entendimento das preferências dos consumidores e de estilos de vida é essencial para direcionar a inovação de produtos, que é o principal interesse da pesquisa das empresas de alimentos. O Big Mac é provavelmente o item mais bem sucedido na área de alimentos rápidos de conveniência de todos os tempos e, assim como ele, outros produtos de conveniência bem sucedidos são necessários (TARRANT, 2001).

O hambúrguer, antes mesmo do fenômeno da globalização, já se firmava como um alimento popular em muitos países e o desenvolvimento de um hambúrguer com características de calabresa seria mais uma diversificação desse produto, combinando dois produtos de boa aceitação pelos consumidores brasileiros, ou seja, o hambúrguer e a lingüiça calabresa.

Segundo Cassens (1997a), a quantidade de gordura e o teor de nitrito de carnes curadas têm sofrido muitas críticas nos últimos anos. As preocupações com relação à gordura tem sido sua possível associação com doenças do coração e sistema circulatório e também sua ligação com algumas formas de câncer. Isto tem aumentado o interesse no desenvolvimento de uma nova geração de produtos cárneos com baixo teor de gordura. Com relação ao nitrito, tais críticas estão associadas ao seu potencial em provocar câncer, após a formação das nitrosaminas.

Por outro lado, a gordura confere propriedades sensoriais importantes aos produtos cárneos, principalmente com relação à palatabilidade. O nitrito, por sua vez, é o ingrediente principal para conferir a cor e o sabor característicos dos produtos curados,

além de exercer efeito antioxidante e proteção contra o crescimento e produção de toxina do *Clostridium botulinum*.

Por essas razões, esse trabalho teve como objetivos desenvolver uma formulação para um novo produto, denominado hambúrguer tipo calabresa e avaliar sua aceitação entre potenciais consumidores, estabelecer um nível reduzido de nitrito suficiente para conferir as características organolépticas desejáveis de produtos curados e estudar a influência da redução do nível de nitrito e do teor de gordura sobre algumas características químicas, bem como fazer uma avaliação do nitrito residual do produto ao longo de um período sob estocagem congelada.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este experimento foi realizado em 3 etapas. A tecnologia de processamento foi a mesma para todas elas e encontra-se descrita no item 2.2.1. Os objetivos e as alterações nas formulações de cada etapa estão descritas a seguir:

Etapa 1: consistiu de uma avaliação da formulação proposta para hambúrguer tipo calabresa através de um teste de aceitação global e intenção de compra do produto. Foi utilizada a formulação da Tabela 1, que corresponde a uma adição de 150 mg de nitrito/Kg de produto.

Etapa 2: teve como objetivo verificar qual o nível reduzido de nitrito que seria utilizado na próxima etapa. Para verificar a influência da redução do nitrito nas características globais, tais como cor, sabor, aroma e textura, foram elaborados 3 produtos de acordo com a mesma formulação da Tabela 1, mas adicionado-se 50, 100 e 150 mg de nitrito/Kg de produto.

Etapa 3: foram elaboradas 4 formulações, para avaliar os efeitos da redução do teor de nitrito e da % de gordura sobre as características químicas dos produtos e sobre o conteúdo de nitrito residual. As formulações se encontram a seguir, onde X é o nível de nitrito determinado na etapa 2.

- Formulação 1 (F1): X mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura
- Formulação 2 (F2): X mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura
- Formulação 3 (F3): 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura
- Formulação 4 (F4): 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura

## **2.1. Material**

### **2.1.1. Matéria-prima**

**Carne suína:** utilizou-se pernil suíno resfriado como matéria-prima principal, adquirido no comércio local.

**Toucinho:** utilizou-se o toucinho da região costal-lombar da carcaça suína, resfriado, adquirido no comércio local.

### **2.1.2. Ingredientes da formulação**

Os ingredientes utilizados na formulação do hambúrguer tipo calabresa estão descritos na Tabela 1. Esta formulação foi desenvolvida baseada em uma formulação de lingüiça calabresa e em uma formulação de hambúrguer convencional de carne bovina.

TABELA 1: Formulação do hambúrguer tipo calabresa.

| <b>MATÉRIA-PRIMA</b> | <b>%</b> |
|----------------------|----------|
| Carne suína          | 82,00    |
| Toucinho             | 8,00     |

| <b>INGREDIENTES</b>                | <b>%</b> |
|------------------------------------|----------|
| Gelo em flocos                     | 6,000    |
| Condimento para linguiça calabresa | 1,000    |
| Proteína texturizada de soja       | 1,000    |
| Sal refinado                       | 1,230    |
| Eritorbato de sódio                | 0,250    |
| Tripolifosfato de sódio            | 0,250    |
| Cebola em pó                       | 0,200    |
| Pimenta calabresa                  | 0,050    |
| Nitrito de sódio                   | 0,015    |

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Processamento dos hambúrgueres

O produto foi desenvolvido a partir de carne de pernil suíno e toucinho, de qualidade assegurada pela indústria, através de serviço de inspeção sanitária, processado em condições de higiene, com um rígido controle de temperatura em todas as etapas de processamento. Sua vida-de-prateleira relativamente longa e baixa contagem bacteriana são garantidas pela tecnologia de obstáculos representada pela seleção da matéria-prima, boas práticas de fabricação, adição de conservante (nitrito) e pelo

congelamento. Na Figura 1 é apresentado o fluxograma geral do processamento de hambúrguer tipo calabresa.

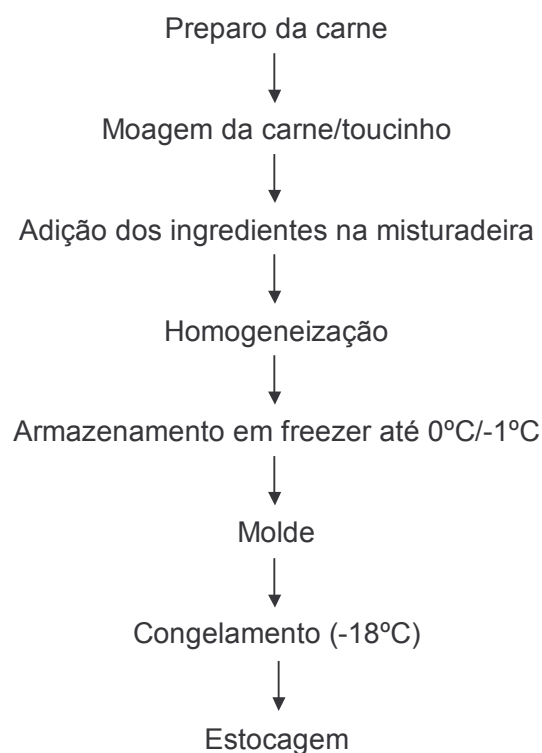


FIGURA 1: Fluxograma geral do processamento de hambúrguer.

#### 2.2.1.1. Descrição das etapas de processamento

- **Preparo da carne:** as porções de carne com maior quantidade de tecido adiposo foram separadas das porções magras e moídas separadamente, a fim de serem utilizadas no ajuste do teor de gordura das formulações.

- **Moagem da carne/toucinho:** tanto a carne quanto o toucinho, com temperatura em torno de 4°C, foram moídos uma vez em moedor de carnes, em disco de 3 mm. Após a

moagem, cada matéria-prima foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenadas em freezer (-18°C) até a homogeneização na misturadeira.

- **Adição dos ingredientes:** a carne e toucinho (temperatura entre 6 e 7°C) foram previamente misturados na misturadeira. A seguir, os ingredientes foram adicionados na seguinte ordem: metade do gelo e nitrito de sódio, condimentos (cebola em pó, pimenta calabresa e condimento para lingüiça calabresa), eritorbato de sódio e o restante do gelo, tripolifosfato de sódio, sal e por último a proteína texturizada de soja. A massa foi misturada até completa homogeneização.

- **Molde:** após a homogeneização, a massa obtida na misturadeira foi embalada em sacos plásticos de PEBD na forma de camadas finas de aproximadamente 2 cm de espessura e levada ao freezer até atingir -1°C. Nesta temperatura, a perda de massa durante o molde foi menor. Cada unidade de aproximadamente 100 gramas foi moldada em hamburgueira manual de 10 cm de diâmetro, entre duas folhas de papel perolado e em seguida levadas à câmara frigorífica (temperatura de -18°C) onde foram congeladas.

- **Estocagem:** as amostras congeladas foram acondicionadas em sacos plásticos de PEBD (6 unidades em cada saco, dispostas uma ao lado da outra), codificadas e armazenadas em freezer à temperatura de -18°C, durante o período de 120 dias do experimento. Dentro das gavetas do freezer, os sacos plásticos com as amostras foram dispostos em pilhas de 10 unidades.

#### *2.2.1.2. Cozimento das amostras*

Todas as amostras, tanto utilizadas para análises químicas quanto para análise sensorial, seguiram o mesmo procedimento de cozimento.

Os hambúrgueres foram grelhados no estado congelado em chapa elétrica, aquecida a 200°C. A cada 1 minuto eles eram virados até que atingissem 75°C no centro. A temperatura interna foi controlada com termômetro. O tempo de fritura era em média de 9 minutos e variava de acordo com o teor de gordura das amostras.

### 2.2.2. Análises Químicas

Com o objetivo de analisar os efeitos da redução do nível de nitrito e da variação do teor de gordura, bem como realizar uma avaliação das características químicas do hambúrguer tipo calabresa e um monitoramento do nível de nitrito residual, foram realizadas as seguintes análises neste trabalho:

#### *2.2.2.1. Umidade*

Foi determinada em estufa a 100-105°C até peso constante, de acordo com método descrito pela AOAC (1984).

#### *2.2.2.2. Proteínas*

O conteúdo de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldhal, de acordo com método padrão da AOAC (1984) e a proteína total expressa com %N x 6,25.

#### *2.2.2.3. Lipídeos*

Foi determinado conforme o método de Bligh e Dyer (1959).

#### *2.2.2.4. Cinzas*

A % de cinzas foi determinada em mufla a 525°C, segundo método padrão da AOAC (1984).

#### *2.2.2.5. Determinação de nitrito*

O método utilizado para a determinação da quantidade de nitrito residual foi o descrito por Follett e Ratcliff (1963). Após a desproteínização da amostra, os filtrados obtidos foram submetidos à reação de cor com alfa-naftol e lidos em espectrofotômetro a 474 nm. O monitoramento de nitrito residual foi realizado nos tempos 0, 7, 14, 21, 28, 42 e 56 dias.

Para as análises de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas, foram coletadas aleatoriamente 3 unidades de amostra para cada tratamento. As análises foram realizadas no produto cru, logo após o término do processamento. Para determinação de nitrito também foram coletadas 3 unidades de cada tratamento. No tempo zero, as análises foram realizadas no produto cru e submetido à cocção. Nos demais tempos, somente no produto submetido à cocção. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### 2.2.3. Análise sensorial

A análise sensorial deste trabalho teve como objetivos:

- Avaliar a aceitação de uma formulação proposta para hambúrguer tipo calabresa pelo consumidor.
- Definir o nível reduzido de nitrito de sódio para a avaliação global do produto.

Todos os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do DEPAN, FEA – UNICAMP, em cabines individuais, no período da manhã e da tarde.

Após o cozimento das amostras, realizado como descrito no item 2.2.1.2., cada hambúrguer foi cortado como uma pizza em 16 pedaços. As amostras eram então acondicionadas em recipiente hermético para serem servidas sempre a mesma temperatura. Quando a temperatura das amostras era menor que 45°C, estas eram descartadas e substituídas por outras recentemente cozidas.

A cada provador foram entregues 2 pedaços (aproximadamente 10g) de amostra, em pratos plásticos brancos, codificados com números de três dígitos, em ordem completamente casualizada, acompanhados de um copo de água e um biscoito tipo água e sal para ser utilizado pelo provador entre as amostras. Foram coletadas aleatoriamente amostras suficientes para a realização dos testes.

#### *2.2.3.1. Teste de aceitação*

Este teste foi utilizado para avaliar o grau de aceitação do produto e intenção de compra e também para possíveis correções na formulação inicial. Nesta etapa, apenas uma amostra processada com 150 de nitrito/Kg de produto foi avaliada através de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de desgostei extremamente (nota 1) a gostei extremamente (nota 9). O teste de intenção de compra foi aplicado através de escala hedônica estruturada de 5 pontos variando de certamente compraria (nota 5) a certamente não compraria (nota 1). Foram utilizados 50 provadores não treinados para a avaliação das amostras, escolhidos entre alunos e funcionários da FEA – UNICAMP. A ficha de aplicação deste teste encontra-se na Figura 2.

#### *2.2.3.2. Teste de diferença-do-controle*

Neste teste, foram avaliadas três formulações elaboradas com 50, 100 e 150 de nitrito/Kg de produto com relação às características globais. A amostra de 150 de nitrito/Kg de produto, considerada o controle, foi comparada com as outras, com o objetivo de determinar qual a amostra (50 ou 100 de nitrito/Kg de produto) teria o menor grau de diferença em relação ao controle. Este teste foi utilizado para determinar o nível reduzido de nitrito que seria utilizado na próxima etapa do experimento. Foram utilizados 24 provadores não treinados para a avaliação das amostras, escolhidos entre alunos e funcionários da FEA – UNICAMP. A ficha de aplicação deste teste encontra-se na Figura 3.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

**1.** Você está recebendo uma amostra codificada de hambúrguer tipo calabresa. Por favor, **PROVE** a amostra , indicando o quanto você gostou ou desgostou **DE UM MODO GERAL**, utilizando a escala abaixo.

- 9. gostei extremamente
- 8. gostei muito
- 7. gostei moderadamente
- 6. gostei ligeiramente
- 5. nem gostei / nem desgostei
- 4. desgostei ligeiramente
- 3. desgostei moderadamente
- 2. desgostei muito
- 1. desgostei extremamente

| Amostra | Valor |
|---------|-------|
| _____   | _____ |

**2.** Comente o que você mais gostou e menos gostou na amostra **DE UM MODO GERAL**:

+ GOSTOU: \_\_\_\_\_

- GOSTOU: \_\_\_\_\_

**3.** Se você encontrasse este produto a venda você:

- ( ) 5. certamente compraria
- ( ) 4. possivelmente compraria
- ( ) 3. talvez comprasse / talvez não comprasse
- ( ) 2. possivelmente não compraria
- ( ) 1. certamente não compraria

FIGURA 2: Ficha de aplicação para teste de aceitação.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recendo uma amostra padrão (P) e 3 amostras codificadas de hambúrguer tipo calabresa. Avalie a aparência da amostra padrão e das amostras codificadas, prove a amostra padrão e em seguida, prove cada uma das amostras codificadas da esquerda para a direita e, de acordo com a escala abaixo, expresse o quanto cada amostra codificada difere, em **TERMOS GLOBAIS**, da amostra padrão.

0 = nenhuma diferença  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9 = extremamente diferente

| Amostra | Grau de Diferença |
|---------|-------------------|
|---------|-------------------|

|       |       |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
|-------|-------|

|       |       |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
|-------|-------|

|       |       |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
|-------|-------|

Comentários: \_\_\_\_\_

FIGURA 3: Ficha de aplicação para o teste de diferença-do-controle.

#### 2.2.4. Análise Estatística

Os dados obtidos na análise sensorial de aceitação do produto foram avaliados na forma de histogramas. No teste de diferença-do-controle e nas análises químicas, os resultados foram tratados estatisticamente no software STATISTICA 5.0 (StaSoft, Inc.) por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, em nível de significância a 5% ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Aceitação global do produto e intenção de compra

Com relação à primeira etapa do experimento que objetivou avaliar a primeira impressão de um produto diferenciado e novo no mercado, conduziu-se uma análise sensorial da aceitação global e intenção de compra do produto, realizada com 50 provadores, entre alunos e funcionários da FEA – Unicamp. O histograma de frequência referente às notas de aceitação global atribuídas pelos provadores encontra-se na Figura 4.

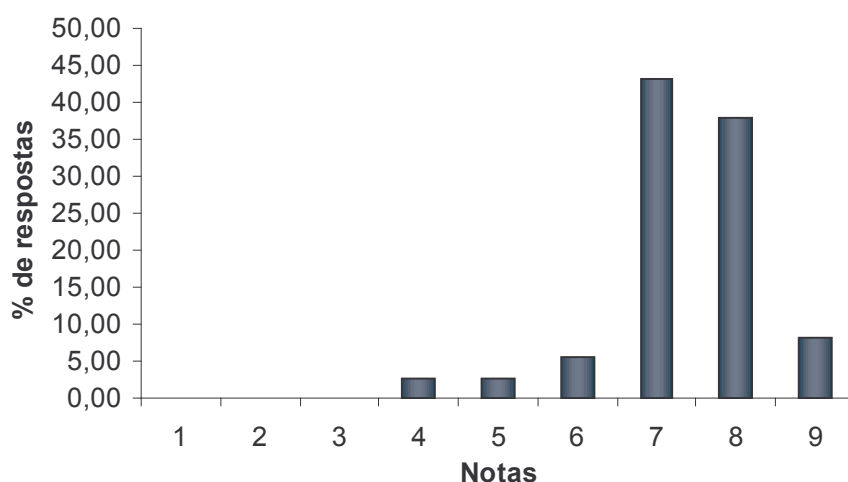


FIGURA 4: Histograma de frequência das notas de aceitação global para o hambúrguer tipo calabresa.

A maioria dos provadores (43,24%) gostou moderadamente do produto (nota 7), mas a aceitação geral foi boa: 89,19% dos provadores atribuíram notas maiores ou iguais a 7 e nenhum provador atribuiu nota inferior a 4 ao produto.

Os comentários feitos pelos provadores foram muito variados. De um modo geral, o sabor, a cor, o aroma e a textura do produto agradaram bastante. Dentre os comentários positivos citados estão incluídos o tempero, o sabor suave, mas característico de calabresa e o gosto salgado e picante ideal. Por outro lado, alguns provadores consideraram a textura do produto dura, o sabor um pouco mais salgado que o ideal e a cor um pouco mais clara que a considerada ideal. Estas diferenças estão baseadas nas diferentes percepções dos provadores com relação aos seus gostos pessoais. Também deve ser considerado que nenhum dos provadores conhecia o produto, até então não disponível nos supermercados, e que devem ter tirado suas conclusões a partir de uma comparação com a própria lingüiça calabresa, sendo que algumas características deveriam ser comparadas com a lingüiça, como por exemplo, o aroma e o sabor e outras características são próprias de hambúrguer, como a aparência e a textura. O histograma de freqüência referente às notas de intenção de compra atribuídas pelos provadores encontra-se na Figura 5.

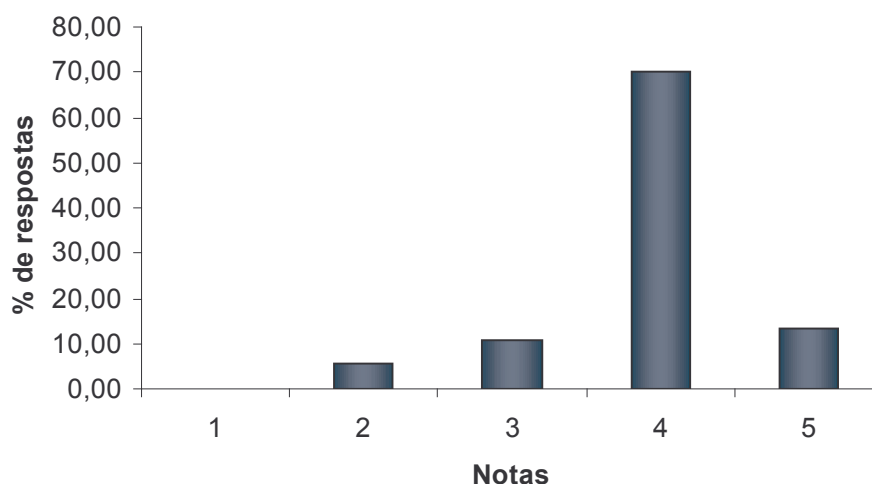


FIGURA 5: Histograma de freqüência das notas de intenção de compra para o hambúrguer tipo calabresa.

De acordo com a Figura 5, a maioria dos provadores (70,27%) possivelmente compraria o produto (nota 4) e nenhum provador certamente não compraria (nota 1).

Portanto, o produto hambúrguer tipo calabresa elaborado a partir da formulação proposta, sugere potenciais chances de industrialização e comercialização pelas indústrias de carnes brasileiras, já que foi um produto que apresentou boa aceitação e elevado índice de intenção de compra.

### **3.2. Definição do nível reduzido de nitrito**

Com a formulação padrão definida, partiu-se então para a avaliação da redução do teor de nitrito sobre as características globais do produto. Os níveis testados foram 50 e 100 mg de nitrito/Kg de produto, que foram comparados com o padrão (formulação com 150 mg de nitrito/Kg de produto) através de um teste de diferença-do-controle.

As notas atribuídas pelos provadores encontram-se no Anexo 1. Após o tratamento estatístico dos dados, a análise de variância indicou que o valor de F não foi significativo ( $p > 0,05$ ) e que, portanto, não houve diferença entre as amostras testadas e a amostra padrão.

Dessa forma, como não houve diferença entre as amostras testadas e o padrão, de uma maneira geral, optou-se por formular o produto com o menor teor de nitrito testado, ou seja, 50 mg de nitrito/Kg de produto, por todas as razões já discutidas anteriormente com relação à pré-formação de nitrosaminas nos produtos cárneos processados.

### **3.3. Composição química e nível de nitrito residual do hambúrguer tipo calabresa formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes % de gordura**

Após a definição do nível reduzido de nitrito, foram elaboradas quatro formulações a fim de se investigar a redução do teor de nitrito de 150 para 50 mg/Kg e a redução da %

de gordura de 20 para 10% sobre as características químicas e nitrito residual do produto. As formulações foram as seguintes:

- Formulação 1 (F1): 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura
- Formulação 2 (F2): 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura
- Formulação 3 (F3): 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura
- Formulação 4 (F4): 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura

Os resultados da composição química dos tratamentos no 1º dia pós-processamento encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2: Composição química do hambúrguer tipo calabresa formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes % de gordura.

| (%)        | Tratamentos |        |        |         |
|------------|-------------|--------|--------|---------|
|            | F1          | F2     | F3     | F4      |
| Umidade**  | 68,78a      | 63,52b | 68,47a | 62,97b  |
| Proteínas* | 18,57ab     | 16,31c | 19,38a | 17,07bc |
| Lipídeos** | 9,54b       | 17,38a | 9,46b  | 17,10a  |
| Cinzas     | 3,40a       | 3,17a  | 3,40a  | 3,22a   |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

De acordo com a Tabela 2, os teores de proteínas e lipídeos de todas as amostras se encontram dentro dos limites permitidos pela legislação (BRASIL, 2000), ou seja, máximo de 23% de lipídeos e mínimo de 15% de proteínas. O teor de umidade não está estabelecido na legislação, mas nota-se valores inferiores ao valor de umidade da carne *in natura*. Os teores de cinzas, entre 3,17% e 3,40%, refletem a adição dos ingredientes da formulação.

Como esperado, a variação entre os parâmetros foi grande devido à quantidade de gordura adicionada. Para os teores de umidade e lipídeos, as amostras F1 e F3, com menor quantidade de gordura (10%) foram estatisticamente iguais entre si e diferentes ( $p < 0,01$ ) das amostras F2 e F4 com maior quantidade de gordura (20%), também estatisticamente iguais entre si. Além disso, o teor de lipídeos encontra-se muito próximo ao esperado para as amostras com 10% de gordura (9,54% e 9,46%) e para amostras com 20% de gordura (17,38% e 17,10%). Quanto maior o teor de lipídeos, menores foram os teores de umidade e proteína. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os valores de cinzas, já que não houve alteração na formulação com relação aos ingredientes adicionados.

Os resultados da determinação de nitrito residual no 1º dia pós-processamento encontram-se na Tabela 3. O nível de nitrito nas amostras que possuíam um conteúdo inicial de 150 mg de nitrito/Kg de produto caiu para 63 (F3) e 65 (F4) mg de nitrito/Kg de produto e nas amostras com 50 mg de nitrito/Kg de produto, o valor de nitrito residual atingiu 22 mg de nitrito/Kg de produto. Muitos trabalhos citam que nos produtos prontos encontra-se ao redor de 50% do nitrito inicialmente adicionado (PÉREZ-RODRIGUEZ; BOSCH-BOSCH; GARCÍA-MATA, 1996; WALSH et al., 1998). Segundo Cassens (1997b), pode-se detectar nos produtos prontos de 10 a 20% do nitrito inicialmente adicionado. Neste trabalho, houve uma redução média de 57% durante o processamento. Após o tratamento térmico, a quantidade de nitrito residual caiu mais ainda. Essa redução variou de 14 a 27% em relação ao nitrito encontrado após o processamento, segundo a Tabela 3. Embora os valores das amostras cozidas estejam bem abaixo dos valores das amostras cruas, essa diferença não foi significativa para os tratamentos F1, F2 e F3. Somente para F4 houve diferença ( $p < 0,01$ ) entre a quantidade de nitrito das amostras cruas e cozidas. Após o tratamento térmico, detectou-se aproximadamente 34% do nitrito inicialmente adicionado na formulação, conforme mostra a Tabela 3.

TABELA 3: Nitrito residual logo após o processamento e logo após o cozimento do hambúrguer tipo calabresa.

| tratamento  | nitrito (mg de nitrito/Kg de produto) |        |                                   |                               |                 |
|-------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------|
|             | crua                                  | cozida | % redução durante o processamento | % redução durante o cozimento | % redução total |
| <b>F1</b>   | 22a                                   | 17a    | 56                                | 23                            | 66              |
| <b>F2</b>   | 22a                                   | 16a    | 56                                | 27                            | 68              |
| <b>F3</b>   | 63a                                   | 54a    | 58                                | 14                            | 64              |
| <b>F4**</b> | 65a                                   | 51b    | 57                                | 22                            | 66              |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ( $p>0.05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

Os valores de nitrito residual encontrados estão de acordo com a legislação, que estabelece um limite máximo de 150 mg de nitrito/Kg de produto pronto (BRASIL, 1998). Sendo assim, este produto apresenta-se seguro sob o ponto de vista toxicológico, considerando a literatura e aspectos de legislação, possuindo quantidade suficiente de nitrito para conferir alguns atributos desejáveis dos produtos curados, como por exemplo, a cor rósea característica.

O nível de nitrito residual nas amostras cozidas foi monitorado nos tempos zero, 7, 14, 21, 28, 42 e 56 dias. O gráfico de nitrito residual em função do tempo de estocagem encontra-se na Figura 6.

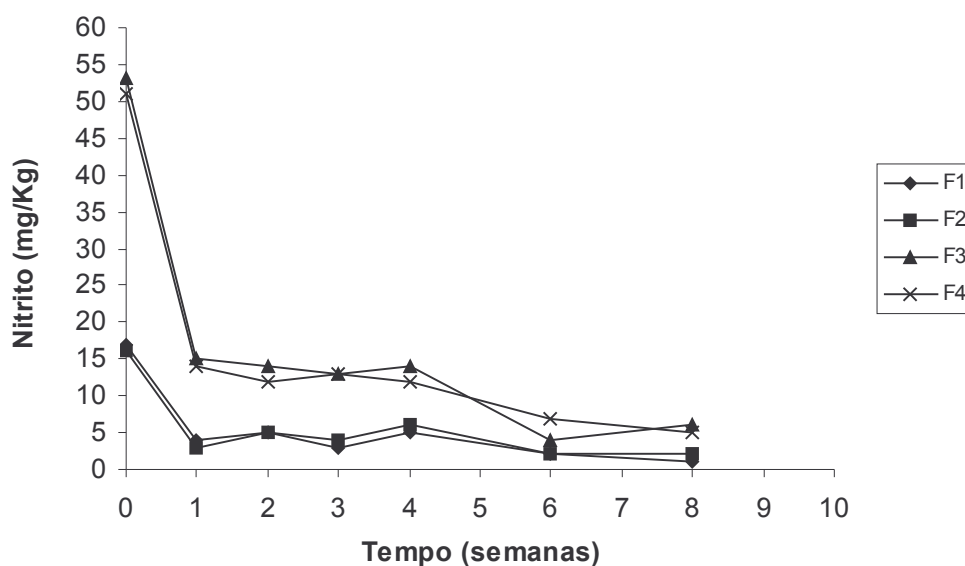


FIGURA 6: Nitrito residual nas amostras cozidas em função do tempo de estocagem congelada.

Foram observadas diferenças significativas entre as amostras cozidas dos tratamentos até 28 dias. Até a quarta semana, os valores de F3 e F4 foram significativamente iguais, mais altos e diferentes dos valores de F1 e F2, que também foram estatisticamente iguais entre si e cujos tratamentos provinham de uma formulação com um conteúdo inicial de nitrito menor (50 mg de nitrito/Kg de produto). Após a quarta semana, não foram mais encontradas diferenças significativas entre tratamentos. Os valores observados já estavam muito baixos. A quantidade de nitrito sofreu uma grande redução durante o processamento e durante a primeira semana, ficando relativamente estável até a quarta semana, quando voltou novamente a cair. Segundo Nordin (1969 apud KILIC; CASSENS; BORCHET, 2001), o nitrito residual continua a diminuir com o tempo.

Para todos os tratamentos, somente os valores da primeira semana foram estatisticamente diferentes ( $p < 0,01$ ) dos valores dos demais tempos analisados (Anexo 2). A partir da segunda semana, não foram observadas diferenças entre tempos para nenhum tratamento. Após a oitava semana, não foi possível mais detectar a presença de nitrito nas amostras. De acordo com Olsman (1974), o nitrito desaparece por meio de um

processo de redução em que grupos sulfidrílicos das proteínas da carne desempenham este papel. Este é o mecanismo geralmente aceito, já que a oxidação a nitrato, que ocorre somente em altos potenciais de óxido-redução antes do aquecimento, e a formação de óxidos de nitrogênio, óxido nítrico e óxido nitroso como produtos de decomposição, não podem contar pela perda completa de nitrito.

A redução no teor de gordura de 20 para 10% não exerceu influência sobre a quantidade de nitrito residual, que foi proporcional à quantidade de nitrito inicialmente adicionada. Como era de se esperar, as amostras em que foram adicionados 150 mg de nitrito/Kg de produto apresentaram um valor de nitrito residual maior do que aquelas em que foram adicionados 50 mg de nitrito/Kg de produto até o final das análises.

Pérez-Rodríguez, Bosch-Bosch e Garcíá-Mata (1996) encontraram aproximadamente 50% do nitrito adicionado inicialmente no processamento de salsichas após o cozimento. Com duas semanas de estocagem a 3°C em embalagem a vácuo, a quantidade de nitrito diminuiu lentamente. Após 18 dias de estocagem, o nitrito foi rapidamente esgotado e baixos níveis foram atingidos. Kilic, Cassens e Borchert (2001) encontraram valores de nitrito residual em salsichas após 49 dias de estocagem que variavam de 2 a 9 mg de nitrito/Kg de produto, dependendo da quantidade inicialmente adicionada e da % de carne de peru na formulação. Além disso, no início do experimento, os níveis residuais foram proporcionais à concentração inicial de nitrito e após 49 dias o nitrito esgotou-se rapidamente até atingir um nível relativamente constante e então continuou a diminuir mais lentamente. A concentração inicial de nitrito tornou-se um fator não significante em condições de estocagem mais longa.

Além da concentração inicial de nitrito, muitos outros fatores afetam o nível de nitrito residual em produtos curados. Segundo Lee, Cassens e Fennema (1981), estes fatores são pH, temperaturas de cozimento e estocagem, conteúdo de carne, propriedades da carne, substâncias redutoras e íons metálicos.

#### 4. CONCLUSÕES

- Foi definida uma formulação padrão para hambúrguer tipo calabresa que agradou os consumidores, comprovado pelo alto índice de aceitação e intenção de compra e que sugere potenciais chances de industrialização e comercialização pelas indústrias brasileiras como um novo produto de conveniência.
- A redução do nível de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto é possível, pois ainda assim garante as características organolépticas de um produto curado.
- As características químicas dos produtos com diferentes % de gordura atendem às especificações com relação à legislação brasileira.
- Após o processamento e cozimento, as amostras perderam em média de 64 a 68% do nitrito adicionado inicialmente, mostrando que o produto é seguro do ponto de vista toxicológico.
- O estudo realizado não verificou a possibilidade de germinação de esporos de *Clostridium botulinum*, fato este que deve ser ainda pesquisado.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC, 1984. Official Methods of Analysis, 14<sup>th</sup> ed. Association Of Official Analytical Chemists. Washington. D. C.
2. BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v. 37, p. 911-917, 1959. In: CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999. 212 p.
3. BRASIL, 1998. Portaria nº 1004 – Secretaria de Vigilância Sanitária – Ministério da Saúde, de 11.12.98 – DOU 14.12.98 – Listar os produtos comercializados no país,

enquadrando-os nas sub-categorias que fazem parte da categoria 8 – carnes e produtos cárneos.

4. BRASIL, 2000. Instrução normativa nº20 – DOU de 03.08.2000. Fixa o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer.
5. CASSENS, R. C. Composition and safety of cured meats in the USA. **Food Chemistry**, Oxford, v. 59, n. 4, p. 561-566, aug., 1997a.
6. CASSENS, R. C. Residual nitrite in cured meats. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 53-55, feb., 1997b.
7. FOLLETT, M. J.; RATCLIFF, P. W. Determination of nitrite and nitrate in meat products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 14, n. 3, p. 138-144, mar., 1963.
8. KILIC, B.; CASSENS, R. G.; BORCHERT, L. L. Influence of turkey meat on residual nitrite in cured meat products. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 64, n. 2, p. 235-239, feb., 2001.
9. LEE, M.; CASSENS, R. G.; FENNEMA, O. R. Effect of metal ions on nitrite residual. **Journal of Food Processing and Preservation**, Weastport, v. 5, n. 4, p. 191-205, dec., 1981.
10. OLSMAN, W. J. About the mechanism of nitrite loss during storage of cooked meat products. In: KROL, B.; TINBERGEN, B. J (Ed.). **Proceedings of the International Symposium on Nitrite in Meat Products**. S. ed., 1974. S. v., p. 129-138.
11. PÉREZ-RODRÍGUEZ, M. L.; BOSCH-BOSCH, N.; GARCÍA-MATA, M. Monitoring nitrite and nitrate residues in frankfurters during processing and storage. **Meat Science**, Barking, v. 44, n. 1-2, p. 65-73, sep./oct., 1996.
12. TARRANT, V. Prioridades na pesquisa para a indústria da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais**. Campinas: CTC/ITAL, 2001. p. 380-401.

13. WALSH, M. M.; KERRY, J. F.; MORRISSEY, P. A.; LYNCH, P. B.; ARENDT, E. The effect of dietary supplementation with alpha-tocopheryl acetate on the stability of low nitrite cured pork products. **Food Research International**, Essex, v. 31, n. 1, p. 59-63, jan., 1998.

## **CAPÍTULO 2**

### **EFEITO DA REDUÇÃO DO NÍVEL DE NITRITO E DO CONTEÚDO DE GORDURA SOBRE A QUALIDADE SENSORIAL DO HAMBÚRGUER TIPO CALABRESA DURANTE ESTOCAGEM CONGELADA.**

#### **RESUMO**

A qualidade sensorial de quatro formulações de hambúrguer tipo calabresa foi monitorada através de testes sensoriais de escala hedônica realizados por uma equipe de provadores não treinados formada por alunos e funcionários da FEA – Unicamp, num total de 30 provadores, durante o período de armazenamento congelado (-18°C) de 120 dias. Foram avaliados a aparência, o sabor, o aroma e a textura de produtos elaborados com 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F1), 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F2), 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F3) e 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F4). Os resultados indicaram que a redução do teor de nitrito e da quantidade de gordura não causou alterações significativas nos atributos estudados e, em geral, todas as formulações apresentaram atributos sensoriais satisfatórios durante o tempo de estocagem. O tratamento F3 recebeu, na maioria dos tempos, as notas mais altas para a aparência. Houve uma diminuição significativa nas notas atribuídas ao sabor ao longo do tempo de estocagem enquanto que para o atributo aroma não foram encontradas diferenças significativas nem com relação aos tratamentos, nem com relação ao tempo de estocagem. Para a textura, foi observada uma diminuição significativa nas notas dos tratamentos F2 e F3 ao longo do armazenamento congelado. As médias de todas as notas atribuídas pelos provadores, em todos os tempos estudados, foram maiores que 6, que de acordo com a escala hedônica utilizada corresponde à gostei ligeiramente.

**EFFECT OF REDUCED NITRITE LEVELS AND DIFFERENT FAT CONTENTS ON  
SENSORY QUALITY OF “CALABRESA” SAUSAGE - STYLE HAMBURGER DURING  
FROZEN STORAGE.**

**SUMMARY**

The sensory quality of four formulations for “calabresa” sausage - style hamburger was monitored through hedonic scales testings. Thirty inexperienced sensory panelists evaluated the samples during 120 days under frozen storage (-18°C). The appearance, taste, smell and texture were measured in products elaborated with 50 mg/Kg nitrite and 10% fat (F1), 50 mg/Kg nitrite and 20% fat (F2), 150 mg/Kg nitrite and 10% fat (F3) and 150 mg/Kg nitrite and 20% fat (F4). The results indicated that sensory attributes were not affected by the reduction on nitrite levels and fat contents and all formulations showed satisfactory sensory attributes during the storage time. The treatment F3 had the highest scores for appearance, in most of times. A significant decrease of taste scores were observed along the storage time. The smell was not affected by changes in formulation and storage time. The panelists perceived a significant decrease of texture for the treatments F2 and F3 during the period of analysis. The panelists average scores, between all treatments and all times studied were greater 6, corresponding to like swiftly in accordance with the hedonic scale used.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade sensorial de um alimento é um fator de grande importância na decisão de escolha do consumidor. A vida-de-prateleira sensorial é determinada pelo consumidor através da recusa em adquirir novamente um produto se as suas propriedades sensoriais observadas no primeiro consumo do alimento não atenderam completamente suas expectativas.

O final da vida-de-prateleira sensorial de um produto só pode ser estabelecido através de testes com consumidores, pois não há nenhum valor na literatura provado que determine este tempo. Muitas indústrias de alimentos usam uma perda na escala hedônica igual a 1,5 ponto como o final da vida-de-prateleira (LABUZA; SCHMIDL, 1988).

Alguns ingredientes podem afetar de modo significativo as propriedades sensoriais dos alimentos. O conteúdo de gordura, por exemplo, tem um efeito sobre várias características sensoriais. A gordura deve melhorar a palatabilidade pelo aumento da maciez e suculência. De acordo com um teste realizado em um produto de carne moída bovina contendo de 5 a 20% de gordura, utilizando um painel sensorial de consumidores, a máxima aceitação foi encontrada ao redor de 20%. No caso de lingüiças frescas suínas, este valor passou para 40%, onde o teor de gordura dos produtos analisados variava de 10 a 60% (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000). Segundo Cross, Berry e Wells (1980), o teor de gordura do hambúrguer é um fator de grande importância para a maciez, suculência e intensidade do sabor e aroma do produto.

Vários estudos foram realizados visando reduzir o teor de gordura do hambúrguer bovino de 20 para 10% ou menos através da adição de novos ingredientes ou manobras tecnológicas. Entretanto, uma depreciação das características sensoriais foi observada nos produtos com teores reduzidos de gordura (BERRY, 1994).

O nitrito também é um ingrediente que provoca muitas alterações desejáveis nas propriedades sensoriais dos produtos curados. Por exemplo, nitrito é responsável pela coloração rósea e desenvolvimento do sabor característico das carnes curadas assim como a prevenção da sua deterioração, devido ao seu efeito antioxidante.

Sabe-se que o congelamento e a estocagem congelada causam profundas alterações em alimentos à base de carne, podendo provocar uma redução significativa nas características de qualidade. Durante o congelamento, a cristalização do gelo e a mudança iônica de minerais podem resultar em perda de solubilidade da proteína muscular, provocando uma diminuição na capacidade de retenção de água e aumento nas perdas por descongelamento e cozimento (MILLER; ACKERMAN; PALUMBO, 1980). Estas mudanças podem afetar as propriedades sensoriais, principalmente a suculência e a maciez (JEREMIAH, 1980).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da redução do teor de nitrito e da % de gordura sobre as características sensoriais do hambúrguer tipo calabresa e verificar a estabilidade dos atributos aparência, sabor, aroma e textura durante o período de 120 dias de estocagem congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material**

#### **2.1.1. Matéria-prima**

**Carne suína:** utilizou-se pernil suíno resfriado como matéria-prima principal, adquirido no comércio local.

**Toucinho:** utilizou-se o toucinho da região costal-lombar da carcaça suína, resfriado, adquirido no comércio local.

#### **2.1.2. Ingredientes da formulação**

Os ingredientes utilizados na formulação do hambúrguer tipo calabresa estão descritos na Tabela 1. Esta formulação foi desenvolvida baseada em uma formulação de lingüiça calabresa e em uma formulação de hambúrguer convencional de carne bovina.

Os teores de gordura e de carne suína foram ajustados de modo a obter produtos finais com 10 e 20% de gordura. O teor de nitrito também foi ajustado para 50 e 150 mg de nitrito/Kg de produto.

TABELA 1: Formulação do hambúrguer tipo calabresa.

| <b>MATÉRIA-PRIMA</b>               | <b>%</b> |
|------------------------------------|----------|
| Carne suína                        | -        |
| Toucinho                           | -        |
| <b>INGREDIENTES</b>                | <b>%</b> |
| Gelo em flocos                     | 6,000    |
| Condimento para linguiça calabresa | 1,000    |
| Proteína texturizada de soja       | 1,000    |
| Sal refinado                       | 1,230    |
| Eritorbato de sódio                | 0,250    |
| Tripolifosfato de sódio            | 0,250    |
| Cebola em pó                       | 0,200    |
| Pimenta calabresa                  | 0,050    |
| Nitrito de sódio                   | -        |

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Processamento dos hambúrgueres

O produto foi desenvolvido a partir de carne de pernil suíno e toucinho, de qualidade assegurada pela indústria, através de serviço de inspeção sanitária, processado em condições de higiene, com um rígido controle de temperatura em todas as etapas de processamento. Sua vida-de-prateleira relativamente longa e baixa contagem bacteriana são garantidas pela tecnologia de obstáculos representada pela seleção da

matéria-prima, boas práticas de fabricação, adição de conservante (nitrito) e pelo congelamento. Na Figura 1 é apresentado o fluxograma geral do processamento de hambúrguer tipo calabresa.

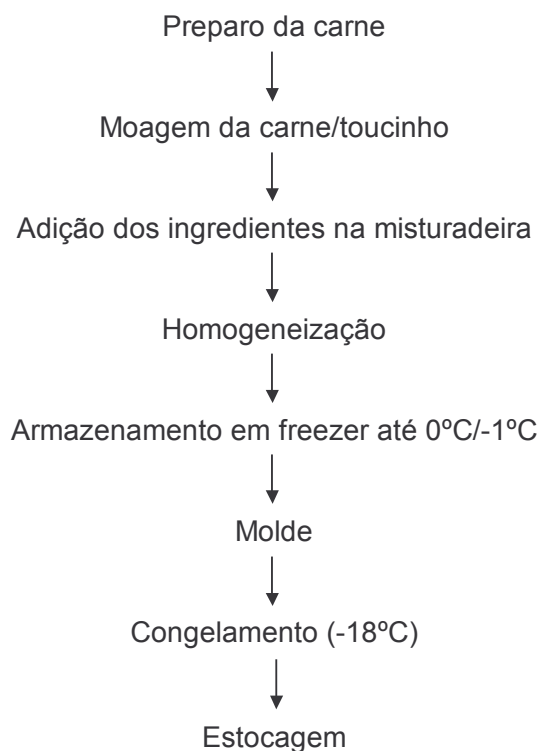


FIGURA 1: Fluxograma geral do processamento de hambúrguer.

#### *2.2.1.1. Descrição das etapas de processamento*

- **Preparo da carne:** as porções de carne com maior quantidade de tecido adiposo foram separadas das porções magras e moídas separadamente, a fim de serem utilizadas no ajuste do teor de gordura das formulações.

- **Moagem da carne/toucinho:** tanto a carne quanto o toucinho, com temperatura em torno de 4°C, foram moídos uma vez em moedor de carnes, em disco de 3 mm. Após a

moagem, cada matéria-prima foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenadas em freezer (-18°C) até a homogeneização na misturadeira.

- **Adição dos ingredientes:** a carne e toucinho (temperatura entre 6 e 7°C) foram previamente misturados na misturadeira. A seguir, os ingredientes foram adicionados na seguinte ordem: metade do gelo e nitrito de sódio, condimentos (cebola em pó, pimenta calabresa e condimento para lingüiça calabresa), eritorbato de sódio e o restante do gelo, tripolifosfato de sódio, sal e por último a proteína texturizada de soja. A massa foi misturada até completa homogeneização.

- **Molde:** após a homogeneização, a massa obtida na misturadeira foi embalada em sacos plásticos de PEBD na forma de camadas finas de aproximadamente 2 cm de espessura e levada ao freezer até atingir -1°C. Nesta temperatura, a perda de massa durante o molde foi menor. Cada unidade de aproximadamente 100 gramas foi moldada em hamburgueira manual de 10 cm de diâmetro, entre duas folhas de papel perolado e em seguida levadas à câmara frigorífica (temperatura de -18°C) onde foram congeladas.

- **Estocagem:** as amostras congeladas foram acondicionadas em sacos plásticos de PEBD (6 unidades em cada saco, dispostas uma ao lado da outra), codificadas e armazenadas em freezer à temperatura de -18°C, durante o período de 120 dias do experimento. Dentro das gavetas do freezer, os sacos plásticos com as amostras foram dispostos em pilhas de 10 unidades.

#### *2.2.1.2. Cozimento das amostras*

Todas as amostras, tanto utilizadas para análises químicas quanto para análise sensorial, seguiram o mesmo procedimento de cozimento.

Os hambúrgueres foram grelhados no estado congelado em chapa elétrica, aquecida a 200°C. A cada 1 minuto eles eram virados até que atingissem 75°C no centro. A temperatura interna foi controlada com termômetro. O tempo de fritura era em média de 9 minutos e variava de acordo com o teor de gordura das amostras.

### 2.2.2. Análise Sensorial

A qualidade sensorial dos produtos resultantes das quatro formulações foi monitorada através de testes sensoriais afetivos, com utilização de escala hedônica, realizados por uma equipe de provadores não treinados formada por alunos e funcionários da FEA – Unicamp, num total de 30 provadores, durante o período de armazenamento congelado de 120 dias. As análises foram realizadas nos tempos zero, 30, 60, 90 e 120 dias e os atributos avaliados foram aparência, sabor, aroma e textura das amostras cozidas. Foram coletadas aleatoriamente amostras suficientes para a realização dos testes.

Todos os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do DEPAN, FEA – UNICAMP, em cabines individuais, no período da manhã e da tarde.

Após o cozimento das amostras, realizado como descrito no item 2.2.1.2., cada hambúrguer foi cortado como uma pizza em 16 pedaços. As amostras eram então acondicionadas em recipiente hermético para serem servidas sempre a mesma temperatura. Quando a temperatura das amostras atingia menos de 45°C, estas eram descartadas e substituídas por outras recentemente cozidas.

A cada provador foram entregues 2 pedaços (aproximadamente 10g) de amostra, em pratos plásticos brancos, codificados com números de três dígitos, em ordem completamente casualizada, acompanhados de um copo de água e um biscoito tipo água e sal para ser utilizado pelo provador entre as amostras.

#### 2.2.2.1. Teste de diferença utilizando escala para avaliação da qualidade global

Para esta avaliação utilizou-se uma escala estruturada de 9 pontos, variando de desgostei muitíssimo (nota 1) a gostei muitíssimo (nota 9). Foram utilizados 30 provadores não treinados para a avaliação das amostras, escolhidos entre alunos e funcionários da FEA – UNICAMP. Este teste foi aplicado nos tempos 0, 30, 60, 90 e 120 dias. A ficha de aplicação encontra-se na Figura 2.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1. Avalie cada uma das amostras codificadas de hambúrguer tipo calabresa da esquerda para a direita e utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra quanto à **APARÊNCIA, SABOR, AROMA e TEXTURA**.

9. gostei muitíssimo  
 8. gostei muito  
 7. gostei moderadamente  
 6. gostei ligeiramente  
 5. nem gostei/nem desgostei  
 4. desgostei ligeiramente  
 3. desgostei moderadamente  
 2. desgostei muito  
 1. desgostei muitíssimo

| Nº da Amostra | APARÊNCIA | SABOR | AROMA | TEXTURA |
|---------------|-----------|-------|-------|---------|
|               |           |       |       |         |
|               |           |       |       |         |
|               |           |       |       |         |
|               |           |       |       |         |

Comentários: \_\_\_\_\_

FIGURA 2: Ficha de aplicação para o teste de qualidade global.

### 2.2.3. Análise Estatística

Os dados obtidos nas análises sensoriais dos diferentes atributos foram tratados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey em nível de significância a 5% ( $p \leq 0,05$ ). Além disso, os dados foram analisados em função do tempo através de regressão linear.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Aparência

O gráfico das médias das notas sensoriais para o atributo aparência em função do tempo de estocagem está ilustrado na Figura 3.

Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamentos somente no tempo zero. O maior valor médio atribuído às amostras nesse tempo foi 7,47 para F1 e o menor foi 6,80 para F2. O tratamento F3 recebeu as maiores notas para a aparência, nos tempos 60, 90 e 120 dias e isso pode estar associado ao menor conteúdo de gordura. Já entre tempos, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para nenhum tratamento (Anexo 3). Em geral, as médias das notas no tempo zero foram ligeiramente maiores que as médias nos tempos 30, 60, 90 e 120 dias. Os valores médios variaram de 6,60 (para F1 em 30 dias) a 7,53 (para F3 em 60 dias).

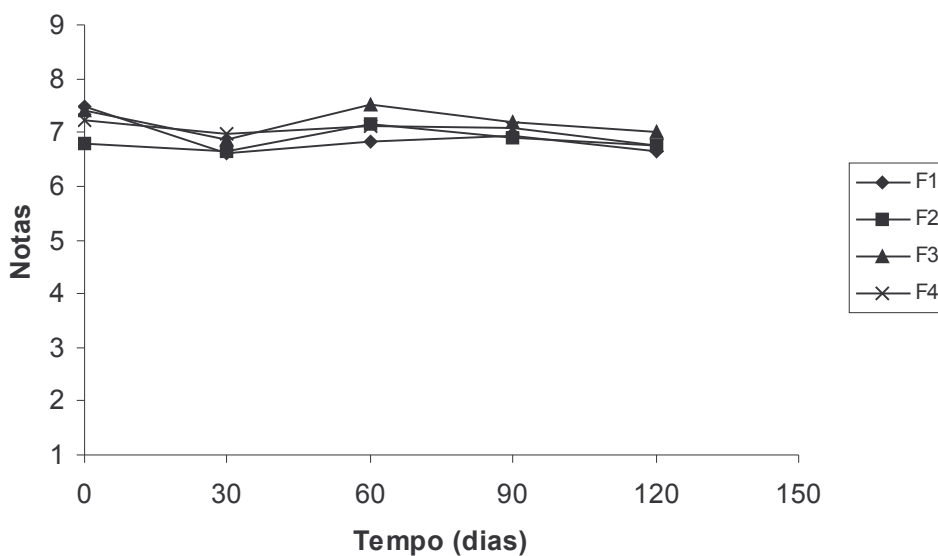


FIGURA 3: Médias das notas sensoriais atribuídas à aparência das amostras em função do tempo de estocagem congelada.

### 3.2. Sabor

O gráfico das notas sensoriais médias para o atributo sabor em função do tempo de estocagem está ilustrado na Figura 4.

Com relação ao sabor, diferenças entre os tratamentos foram significativas somente em 90 e 120 dias, sendo as maiores médias atribuídas ao tratamento F4. É interessante destacar que nesses tempos, foram registrados os maiores valores de TBARS para o tratamento F4, segundo os resultados apresentados no capítulo 4. Apesar dos valores mais elevados de TBARS, é possível que a concentração de substâncias reativas ao TBA ainda não se apresentem de forma a gerar uma percepção depreciativa em relação ao atributo sabor. As médias variaram de 6,37 a 7,70. Já entre tempos, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos F1, F2 e F3 (Anexo 4). Para todos os tratamentos, as médias das notas diminuíram em função do tempo de estocagem.

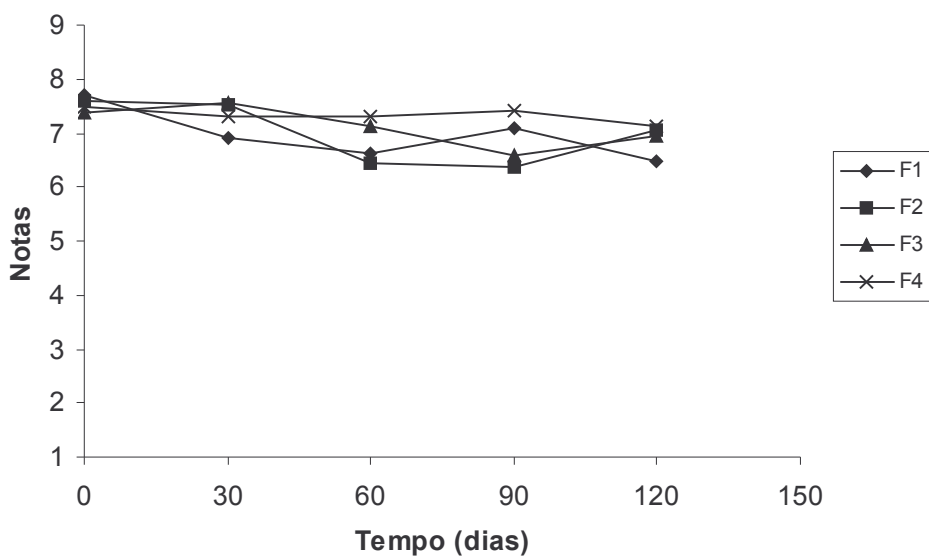


FIGURA 4: Médias das notas sensoriais atribuídas ao sabor das amostras em função do tempo de estocagem congelada.

### 3.3. Aroma

O gráfico das médias das notas sensoriais para o atributo aroma em função do tempo de estocagem está ilustrado na Figura 5. Não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre as médias dos tratamentos com relação ao aroma em nenhum tempo. O maior valor médio foi 7,40 para F3 no tempo zero e o menor foi 6,47 para F1 em 120 dias e para F2 em 60 dias. Também não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre tempos de nenhum tratamento para o aroma (Anexo 5). Este atributo foi o que menos apresentou alteração para os provadores, tanto em relação aos tratamentos quanto em relação ao tempo de estocagem. Isso pode ter acontecido devido à rápida eliminação de compostos voláteis intermediários quando submetidos a um breve e brando aquecimento. É possível então que os compostos responsáveis pelo aroma tenham sido exauridos durante o procedimento de aquecimento. Brewer, Ikins e Harbers (1992), em um estudo sobre características sensoriais de carne moída suína congelada e estocada por 13, 26 e 39 semanas em diferentes tipos de embalagem, concluíram que a perda de voláteis durante o cozimento devem ter afetado as avaliações sensoriais.

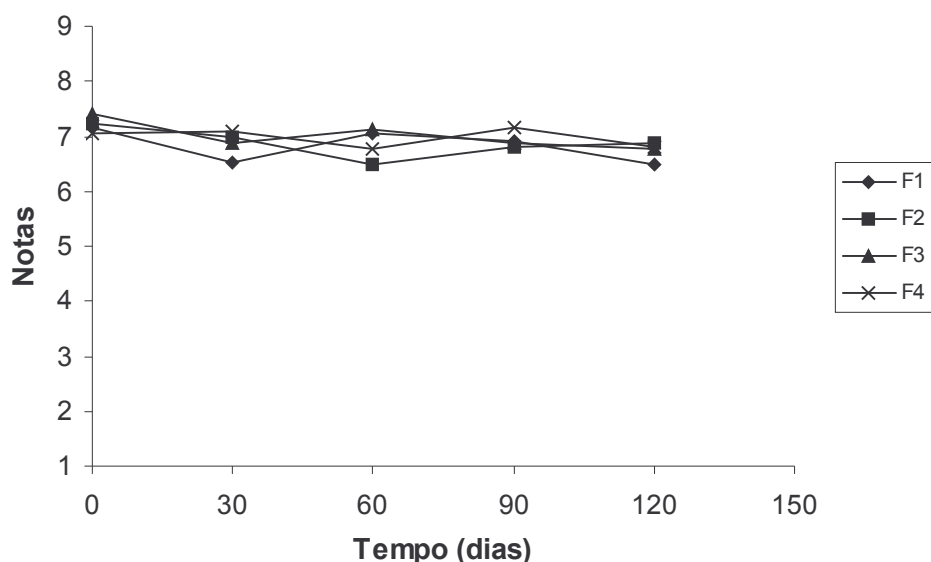


FIGURA 5: Médias das notas sensoriais atribuídas ao aroma das amostras em função do tempo de estocagem congelada.

### 3.4. Textura

O gráfico das notas sensoriais médias para o atributo textura em função do tempo de estocagem está ilustrado na Figura 6.

Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos somente com 90 dias de estocagem, onde a amostra F1, com menor conteúdo de gordura e menor teor de nitrito teve a maior média, 7,23. As médias das notas variaram de 6,20 a 7,30 e não houve uma tendência clara de preferência quanto à textura por amostras com maior quantidade de gordura. Entre tempos, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos F2 (50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura) e F3 (150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura), observando-se uma depreciação da textura ao longo do tempo de estocagem, principalmente para F3 (Anexo 6). É possível que a perda da capacidade de retenção de água causada pela desnaturação das proteínas miofibrilares durante a estocagem congelada, provoque uma desidratação superficial, colaborando para a diminuição observada nas médias das notas sensoriais para o atributo textura. Em um estudo sobre carne suína moída congelada por 13, 26 e 39 semanas, Brewer e Harbers (1991) observaram uma diminuição na capacidade de retenção de água com o tempo de estocagem congelada, relacionada com a desidratação e desnaturação das proteínas do músculo, ou interações de produtos de quebra da autooxidação com estas proteínas. Além disso, a textura borrachenta aumentou com o tempo de congelamento enquanto a suculência diminuiu.

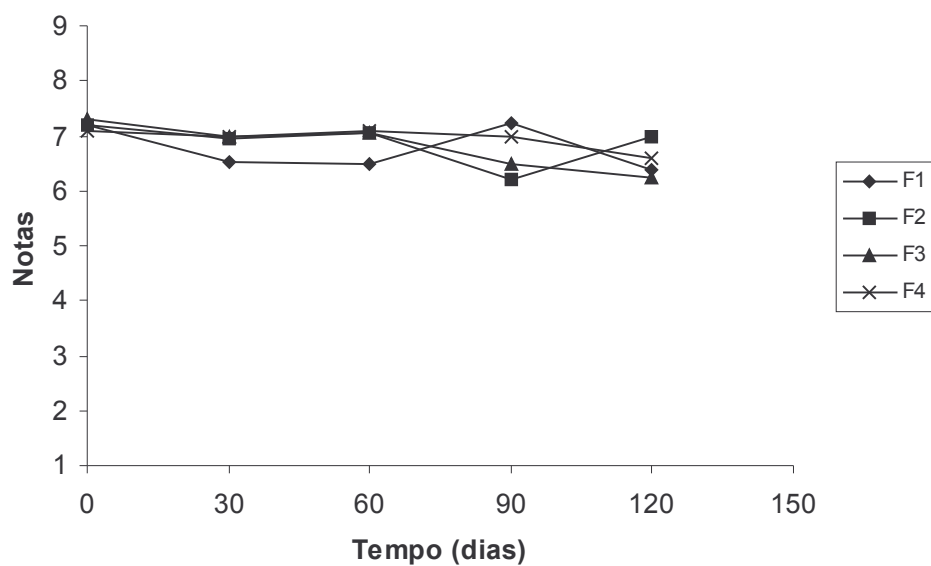


FIGURA 6: Médias das notas sensoriais atribuídas à textura das amostras em função do tempo de estocagem congelada.

Quando os resultados foram analisados estatisticamente em função do tempo de estocagem, não foram encontradas correlações significativas ( $p > 0,05$ ) para os atributos aparência, sabor e aroma. Somente a amostra F3 (150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura) apresentou correlação significativa ( $p < 0,01$ ) para o atributo textura. As equações das retas obtidas por regressão linear das notas médias de avaliação do atributo textura encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2: Retas obtidas por regressão linear das médias das notas para o atributo textura em função do tempo de estocagem, onde x = tempo em dias e y = nota sensorial média do atributo.

| Textura           |                        |                      |
|-------------------|------------------------|----------------------|
| <i>Tratamento</i> | <i>Equação da reta</i> | <i>r<sup>2</sup></i> |
| <i>F1</i>         | $y = 6,95 - 0,0032 x$  | n. s.                |
| <i>F2</i>         | $y = 7,11 - 0,004 x$   | n. s.                |
| <i>F3</i>         | $y = 7,34 - 0,0088 x$  | 0,887**              |
| <i>F4</i>         | $y = 7,16 - 0,0033 x$  | n. s.                |

\*\*significativo,  $p < 0,01$ ; \*significativo,  $p < 0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

Em geral, neste trabalho não houve evidências de que o conteúdo de gordura melhora a textura, o sabor e o aroma dos produtos. De acordo com Kregel, Prusa e Hughes (1986), produtos elaborados a partir de carne bovina moída contendo 21,0 e 28,5% de gordura foram mais suculentos que as amostras que continham 9,5%. A maciez aumentou com conteúdo de gordura, mas nenhuma diferença foi observada no aroma entre os tratamentos. Cross, Berry e Wells (1980) também não encontraram diferenças significativas com relação ao aroma em hambúrgueres de carne bovina que continham de 16 a 28% de gordura e concluíram que diferenças no conteúdo de gordura em produtos cozidos não é o principal fator responsável pelas alterações no aroma. Já Mittal e Barbut (1994) ao analisarem salsichas com teor de gordura de 10 a 23%, concluíram que os produtos com menos gordura foram mais macios e atribuíram isso ao maior teor de umidade que esses produtos possuem.

Berry (1990 apud MANDIGO; OSBURN, 1995) observou que hambúrgueres de carne bovina estocados a  $-7^{\circ}\text{C}$  por 6 meses apresentaram uma redução significativa na cor, aroma e sabor. Maiores períodos de estocagem produziram uma gradual, mas contínua, deterioração nos atributos sensoriais de qualidade.

Levando-se em consideração todos os atributos avaliados, o sabor das amostras F1 e F2 (aquelas com menor teor de nitrito) teve uma redução de 1,23 ponto na escala hedônica, a maior redução observada entre os atributos. O produto, portanto, apresentou uma boa qualidade sensorial durante sua vida-de-prateleira. Além disso, nenhum atributo teve queda de 1,5 ponto na escala hedônica, que de acordo com Labuza e Schmidl (1998) significa que o final da vida-de-prateleira não foi atingido. De acordo com a escala hedônica utilizada pelos provadores, foi observado que o produto permaneceu dentro do intervalo satisfatório, variando de gostei ligeiramente (nota 6) a gostei muito (nota 8).

Mas como as amostras apresentaram valores de TBARS que indicaram alterações organolépticas com relação à rancidez, o final do experimento foi definido com 120 dias.

#### 4. CONCLUSÕES

- A redução do teor de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto não causou alterações significativas nos atributos aparência, sabor, aroma e textura.
- A redução no conteúdo de gordura também não afetou as propriedades sensoriais.
- Todas as formulações apresentaram atributos sensoriais satisfatórios durante o tempo de estocagem.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERRY, B. W. Fat level, high temperature cooking and degrees of doneness affect sensory, chemical and physical properties of beef patties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 1, p. 10-14, 19, jan-feb., 1994.
2. BREWER, M. S.; HARBERS, C. A. Z. Effect of packaging on physical and sensory characteristics of ground pork in long-term frozen storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 3, p. 627-631, may/jun., 1991.

3. BREWER, M. S.; IKINS, W. G.; HARBERS, C. A. Z. TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: effects of packaging. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 3, p. 558-563, 580, may/jun., 1992.
4. CROSS, H. R.; BERRY, B. W.; WELLS, L. H. Effects of fat level and source on the chemical, sensory and cooking properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 4, p. 791-793, jul./aug., 1980.
5. JEREMIAH, L. E. Effect of frozen storage and protective wrap upon the cooking losses, palatability, and rancidity of fresh and cured pork cuts. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 2, p. 187-196, mar./apr., 1980.
6. JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 11, n. 2, p. 56-66, feb., 2000.
7. KREGEL, K.K.; PRUSA, K. J.; HUGHES, K. V. Cholesterol content and sensory analysis of ground beef as influenced by fat level, heating, and storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n. 5, p. 1162-1165, 1190, sep./oct., 1986.
8. LABUZA, T. P.; SCHMIDL, M. K. Use of sensory data in the shelf life testing of foods: principles and graphical methods for evaluation. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 33, n. 2, p. 193-206, feb., 1988.
9. MANDIGO, R. W.; OSBURN, W. N. Cured and processed meats. In: JEREMIAH, L. E. (Ed.). **Freezing effects on food quality**. S. ed. New York: Marcel Dekker, 1995. Cap. 5, p. 135-182.
10. MILLER, A. J.; ACKERMAN, S. A.; PALUMBO, X. Effect of frozen storage and functionality of meat for processing. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 6, p. 1466-1471, nov./dec., 1980.

11. MITTAL, G. S.; BARBUT, S. Effects of fat reduction on frankfurters' physical and sensory characteristics. **Food Research International**, Essex, v. 27, n. 5, p. 425-431, sep./oct., 1994.

### **CAPÍTULO 3**

#### **AVALIAÇÃO DA COR DO HAMBÚRGUER TIPO CALABRESA FORMULADO COM REDUZIDOS TEORES DE NITRITO E DIFERENTES % DE GORDURA DURANTE ARMAZENAMENTO CONGELADO.**

#### **RESUMO**

Quatro formulações de hambúrguer tipo calabresa foram avaliadas com relação aos parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha) e  $b^*$  (intensidade da cor amarela) durante o período de estocagem congelada de 120 dias para verificar a influência da redução do teor de nitrito e do conteúdo de gordura sobre a cor das amostras cruas e cozidas. As formulações foram as seguintes: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F1), 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F2), 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F3) e 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F4). Observou-se que uma diminuição no conteúdo de gordura deixou as amostras cruas mais escuras (menor  $L^*$ ) e mais vermelhas (maior  $a^*$ ) e não provocou modificações nas amostras cozidas. A redução do teor de nitrito não causou alterações significativas nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das amostras cruas e nos parâmetros  $L^*$  e  $b^*$  das amostras cozidas. O valor  $a^*$  das amostras cozidas geralmente foi maior para as amostras com mais nitrito. Foi observado que, com o cozimento, as amostras ficaram mais claras, menos vermelhas e menos amarelas. Durante o tempo em que o produto permaneceu armazenado, o parâmetro  $L^*$  diminuiu significativamente tanto nas amostras cruas quanto nas cozidas. O valor  $a^*$  sofreu alteração durante a estocagem somente nas amostras cozidas dos tratamentos com 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura e com 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura e para valor  $b^*$  observou-se uma redução ao longo dos 120 dias para as amostras cruas de todos os tratamentos.

**COLOR EVALUATION OF “CALABRESA” SAUSAGE - STYLE HAMBURGER  
FORMULATED WITH REDUCED NITRITE LEVELS AND DIFFERENT FAT CONTENTS  
DURING FROZEN STORAGE.**

**SUMMARY**

Four formulations of “calabresa” sausage – style hamburger were evaluated regarding L\* (lightness), a\* (redness) and b\* (yellowness) parameters during the period of 120 days under frozen storage to verify the influence of nitrite levels and fat contents reduction on color of raw and cooked hamburgers. The formulations were elaborated as following: 50 mg/Kg nitrite and 10% fat (F1), 50 mg/Kg nitrite and 20% fat (F2), 150 mg/Kg nitrite and 10% fat (F3) and 150 mg/Kg nitrite and 20% fat (F4). The results indicated that raw samples were darker and more red when fat content decreased and no changes were observed in cooked samples. The L\*, a\* and b\* parameters of raw hamburgers and L\* and b\* of cooked hamburgers were not affected by the changes in nitrite level. In general, cooked samples with 150 mg/Kg nitrite had highest values a\*. After cooking, samples were lighter, least red and least yellow. During the storage time, the lightness (L\*) decreased as much in the raw hamburgers as in the cooked hamburgers, the redness (a\*) were affected in the cooked samples of 2 treatments (50 mg/Kg nitrite, 20% fat and 150 mg/Kg nitrite, 10% fat) and the yellowness (b\*) were reduced along 120 days for raw samples.

## 1. INTRODUÇÃO

A cor de produtos alimentícios possui uma significativa força de decisão, levando até mesmo ao esquecimento momentâneo das características nutricionais dos alimentos, pois é o primeiro estímulo recebido pelo consumidor ao adquirir ou rejeitar os produtos. A cor de um produto cárneo poderá ser tanto resultante de um processo de cura como da adição de um corante ou fruto de um defeito conseqüente a um processamento incorretamente dirigido (TERRA, 1998).

O uso do nitrito de sódio em carnes curadas é responsável pelas características da coloração rósea da carne e depende principalmente das modificações químicas devidas à sua reação com os pigmentos naturais da carne. O aparecimento da coloração característica é resultante da reação do óxido nítrico (NO) com o principal pigmento da carne, a mioglobina. O NO é formado a partir do nitrito com a participação de várias reações de redução. No meio cárneo, o NO irá reagir com a mioglobina originando a nitrosomioglobina (NOMb, de coloração vermelha instável) e, posteriormente, por aquecimento ocorrerá desnaturação da globina produzindo nitroso-hemocromo (de coloração rósea, estável) (CASSENS et al., 1979; CHASCO; LIZASO; BERIAN, 1996).

O conteúdo de gordura também pode afetar a cor dos produtos cárneos. Sabe-se que a luminosidade ( $L^*$ ) é diretamente proporcional e a intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura.

Segundo Papadima e Bloukas (1999), o tempo de estocagem pode afetar significativamente a luminosidade, a intensidade de cor vermelha e a intensidade da cor amarela dos produtos. A perda de água durante a estocagem provoca um escurecimento nos produtos, ou seja, uma diminuição do valor  $L^*$ . Uma diminuição no valor  $a^*$  pode ser atribuída à oxidação da nitrosomioglobina.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a influência da redução do teor de nitrito e da % de gordura sobre a cor de amostras cruas e cozidas do hambúrguer tipo calabresa e verificar a estabilidade dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  durante o período de 120 dias de estocagem congelada.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material

#### 2.1.1. Matéria-prima

**Carne suína:** utilizou-se pernil suíno resfriado como matéria-prima principal, adquirido no comércio local.

**Toucinho:** utilizou-se o toucinho da região costal-lombar da carcaça suína, resfriado, adquirido no comércio local.

#### 2.1.2. Ingredientes da formulação

Os ingredientes utilizados na formulação do hambúrguer tipo calabresa estão descritos na Tabela 1. Esta formulação foi desenvolvida baseada em uma formulação de lingüiça calabresa e em uma formulação de hambúrguer convencional de carne bovina. Os teores de gordura e de carne suína foram ajustados de modo a obter produtos finais com 10 e 20% de gordura. O teor de nitrito também foi ajustado para 50 e 150 mg de nitrito/Kg de produto.

TABELA 1: Formulação do hambúrguer tipo calabresa.

| <b>MATÉRIA-PRIMA</b> | <b>%</b> |
|----------------------|----------|
| Carne suína          | -        |
| Toucinho             | -        |

| <b>INGREDIENTES</b>                | <b>%</b> |
|------------------------------------|----------|
| Gelo em flocos                     | 6,000    |
| Condimento para linguiça calabresa | 1,000    |
| Proteína texturizada de soja       | 1,000    |
| Sal refinado                       | 1,230    |
| Eritorbato de sódio                | 0,250    |
| Tripolifosfato de sódio            | 0,250    |
| Cebola em pó                       | 0,200    |
| Pimenta calabresa                  | 0,050    |
| Nitrito de sódio                   | -        |

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Processamento dos hambúrgueres

O produto foi desenvolvido a partir de carne de pernil suíno e toucinho, de qualidade assegurada pela indústria, através de serviço de inspeção sanitária, processado em condições de higiene, com um rígido controle de temperatura em todas as etapas de processamento. Sua vida-de-prateleira relativamente longa e baixa contagem bacteriana são garantidas pela tecnologia de obstáculos representada pela seleção da matéria-prima, boas práticas de fabricação, adição de conservante (nitrito) e pelo congelamento. Na Figura 1 é apresentado o fluxograma geral do processamento de hambúrguer tipo calabresa.

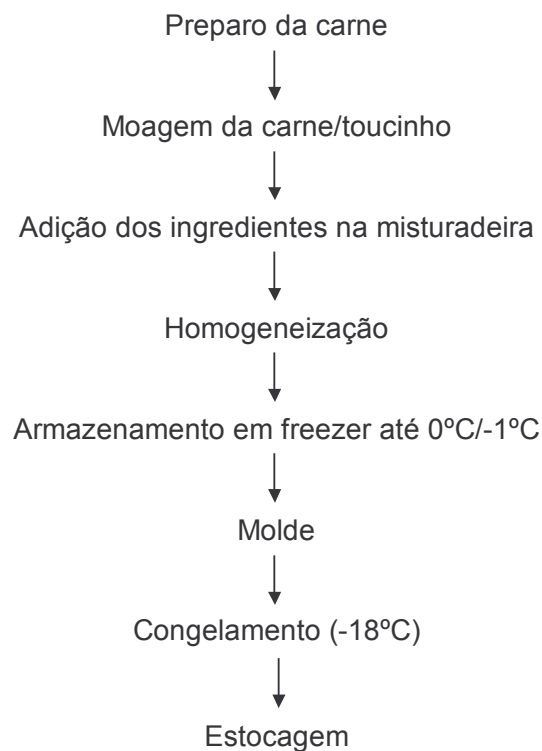


FIGURA 1: Fluxograma geral do processamento de hambúrguer.

#### *2.2.1.1. Descrição das etapas de processamento*

- **Preparo da carne:** as porções de carne com maior quantidade de tecido adiposo foram separadas das porções magras e moídas separadamente, a fim de serem utilizadas no ajuste do teor de gordura das formulações.

- **Moagem da carne/toucinho:** tanto a carne quanto o toucinho, com temperatura em torno de 4°C, foram moídos uma vez em moedor de carnes, em disco de 3 mm. Após a moagem, cada matéria-prima foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenadas em freezer (-18°C) até a homogeneização na misturadeira.

- **Adição dos ingredientes:** a carne e toucinho (temperatura entre 6 e 7°C) foram previamente misturados na misturadeira. A seguir, os ingredientes foram adicionados na seguinte ordem: metade do gelo e nitrito de sódio, condimentos (cebola em pó, pimenta calabresa e condimento para lingüiça calabresa), eritorbato de sódio e o restante do gelo, tripolifosfato de sódio, sal e por último a proteína texturizada de soja. A massa foi misturada até completa homogeneização.

- **Molde:** após a homogeneização, a massa obtida na misturadeira foi embalada em sacos plásticos de PEBD na forma de camadas finas de aproximadamente 2 cm de espessura e levada ao freezer até atingir -1°C. Nesta temperatura, a perda de massa durante o molde foi menor. Cada unidade de aproximadamente 100 gramas foi moldada em hamburgueira manual de 10 cm de diâmetro, entre duas folhas de papel perolado e em seguida levadas à câmara frigorífica (temperatura de -18°C) onde foram congeladas.

- **Estocagem:** as amostras congeladas foram acondicionadas em sacos plásticos de PEBD (6 unidades em cada saco, dispostas uma ao lado da outra), codificadas e armazenadas em freezer à temperatura de -18°C, durante o período de 120 dias do experimento. Dentro das gavetas do freezer, os sacos plásticos com as amostras foram dispostos em pilhas de 10 unidades.

#### *2.2.1.2. Cozimento das amostras*

Todas as amostras, tanto utilizadas para análises químicas quanto para análise sensorial, seguiram o mesmo procedimento de cozimento.

Os hambúrgueres foram grelhados no estado congelado em chapa elétrica, aquecida a 200°C. A cada 1 minuto eles eram virados até que atingissem 75°C no centro. A temperatura interna foi controlada com termômetro. O tempo de fritura era em média de 9 minutos e variava de acordo com o teor de gordura das amostras.

### 2.2.2. Análises Colorimétricas

A cor dos produtos resultantes das quatro formulações foi monitorada através de medidas de luminosidade ( $L^*$ ), intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) e intensidade da cor amarela ( $b^*$ ) durante o período de armazenamento congelado de 120 dias. As medidas foram feitas nas amostras cruas congeladas e amostras cozidas, pois os produtos devem ser expostos ao varejo congelados e devem ser consumidos após cozimento. Sendo por isso mesmo, importante conhecer os atributos de cor para as duas formas de apresentação.

#### *2.2.2.1. Determinação de cor*

A cor objetiva foi determinada em equipamento espectrofotômetro para cor Colorquest II (Hunter Lab) calibrado previamente, operando com iluminante D65, ângulo  $10^\circ$  no modo RSIN, no espaço CIE (Comissão Internacional de L'Eclairage)  $L^*a^*b^*$ , onde  $L^*$  = luminosidade,  $a^*$  = intensidade da cor vermelha e  $b^*$  = intensidade da cor amarela. As análises foram realizadas nos tempos 0, 30, 60, 90 e 120 dias. Foram feitas 3 medidas na superfície de cada lado de 3 amostras, coletadas aleatoriamente. Nas amostras cruas, tomou-se o cuidado para que não ocorresse o fenômeno de sublimação do gelo na superfície. Nas amostras cozidas, cujo procedimento de cozimento está descrito no item 2.2.1.2., retirou-se a parte externa que ficou em contato com a chapa e as leituras foram feitas na camada logo abaixo da parte que foi retirada, sempre à temperatura ambiente.

### 2.2.3. Análise Estatística

Os dados obtidos nas análises de cor foram tratados estatisticamente no software STATISTICA 5.0 (StaSoft, Inc.) por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey em nível de significância a 5% ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Luminosidade (L\*)

O gráfico do valor L\* das amostras cruas e cozidas em função do tempo de estocagem encontra-se na Figura 2.

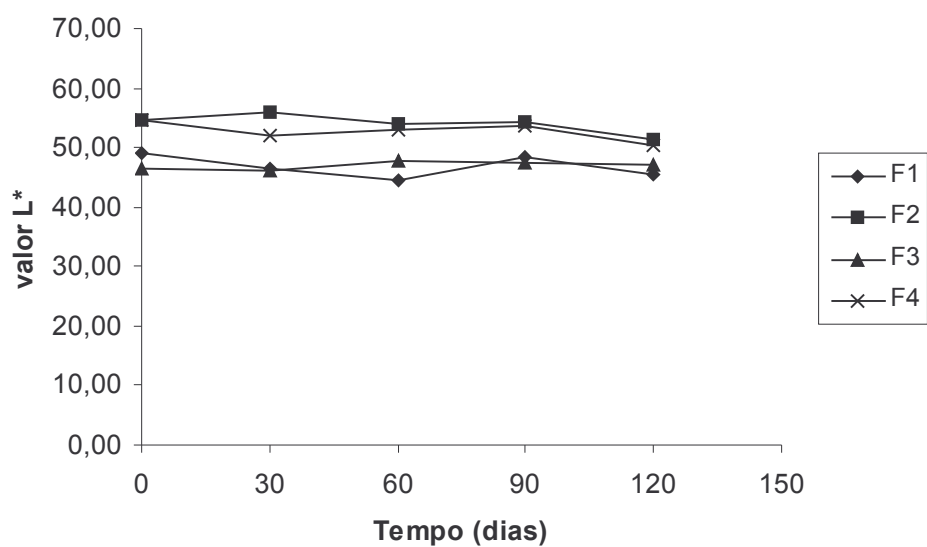
Para as amostras cruas, foram observadas diferenças entre os tratamentos em todos os tempos, sendo os valores de F2 e F4 sempre superiores aos valores de F1 e F3. Visivelmente, as amostras com menor quantidade de gordura, ou seja, F1 e F3, foram mais escuras, e apresentaram valores L\* menores, variando de 44,45 a 49,01, enquanto as amostras com maior quantidade de gordura, ou seja, F2 e F4, foram mais claras, apresentando maiores valores L\*, variando de 50,22 a 56,05. Nos tempos zero, 60 e 90 dias as amostras F1 e F3 foram estatisticamente iguais entre si e diferentes das amostras F2 e F4, também estatisticamente iguais entre si. Entre os tempos estudados, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos F1, F2 e F4, com o valor de L\* diminuindo em função do período de estocagem, ou seja, ao longo de 120 dias as amostras F1, F2 e F4 cruas ficaram mais escuras (Anexo 7). Isto também foi observado por Papadima e Bloukas (1999) num estudo sobre estabilidade de lingüiças tradicionais gregas e foi atribuído à perda de água que as amostras sofreram durante o período de estocagem.

A redução na quantidade de gordura de 20 para 10%, exerceu um forte efeito sobre a luminosidade das amostras cruas, reduzindo o valor L\* e tornando as amostras mais escuras. Isto confirma que os dois parâmetros são diretamente proporcionais. Este resultado também foi observado em vários outros estudos (MITTAL; BARBUT, 1994; PAPADIMA; BLOUKAS, 1999). Já a redução do teor de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto não foi relevante para explicar as variações na luminosidade das amostras.

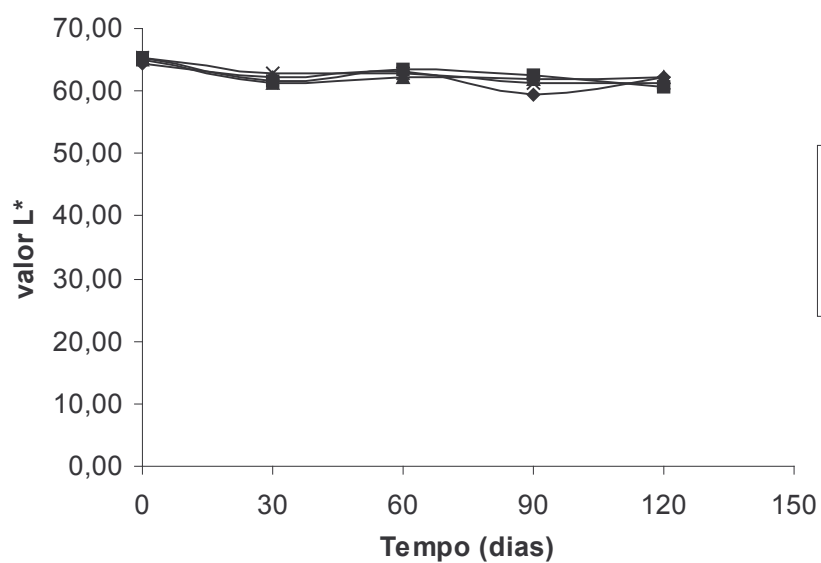
Para as amostras cozidas, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos somente em 90 dias onde F1 foi ligeiramente mais escura que as outras amostras. Os valores de L\* variaram de 59,32 para F1 em 90 dias a 65,45 para F2 no tempo zero, portanto uma menor variação foi observada entre os tratamentos após o

cozimento. Em geral, nem a % de gordura e nem a quantidade de nitrito inicialmente adicionada interferiu no parâmetro  $L^*$  das amostras cozidas. Já entre tempos, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos F1, F3 e F4, com uma diminuição no valor de  $L^*$ , ou seja, ao longo de 120 dias de estocagem, as amostras cozidas ficaram mais escuras (Anexo 8).

Comparando-se a luminosidade das amostras cruas e cozidas pôde-se perceber que houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) para todos os tratamentos em todos os tempos. Todas as amostras tiveram aumento significativo no parâmetro  $L^*$  após o cozimento. Isso significa que, durante o cozimento, as amostras se tornaram mais claras, pois o pigmento nitrosomioglobina (vermelho) passou a nitrosohemocromo (rosa).



(a)



(b)

FIGURA 2: Variação da luminosidade (valor  $L^*$ ) em função do tempo de estocagem congelada para amostras cruas (a) e amostras cozidas (b).

### 3.2. Intensidade da cor vermelha (a\*)

O gráfico do valor a\* das amostras cruas e cozidas em função do tempo de estocagem encontra-se na Figura 3.

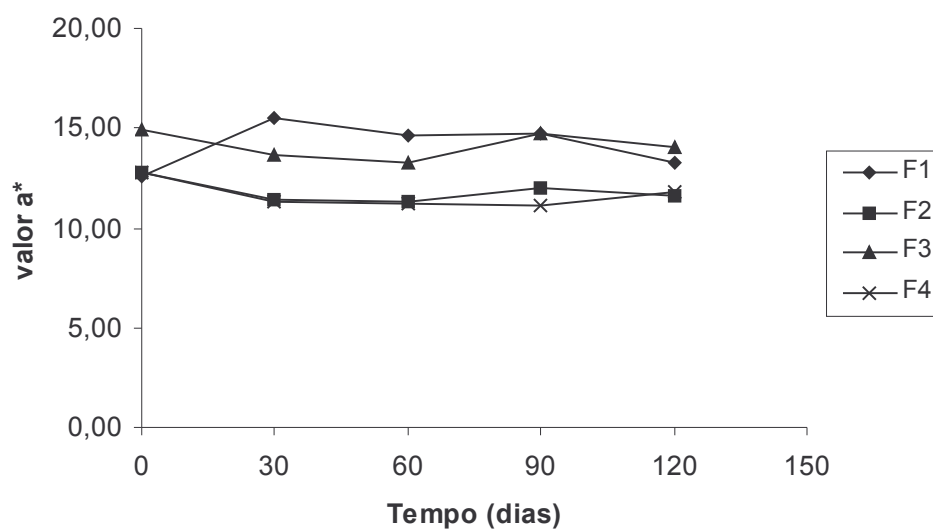
Para as amostras cruas, houve diferença entre os tratamentos nos dias 30, 60 e 90. No tempo zero e 120 dias não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Como já esperado, as diferenças foram muito perceptíveis visualmente nas amostras cruas. As amostras com menor quantidade de gordura (F1 e F3) foram mais vermelhas, apresentaram valores a\* mais altos, variando de 12,60 a 15,56 e as amostras com maior quantidade de gordura (F2 e F4) foram menos vermelhas, apresentaram valores a\* mais baixos, variando entre 11,09 e 12,80. Estes valores de a\*, relativamente altos comparados ao de uma carne *in natura*, refletem a adição de nitrito e posterior formação do pigmento nitrosomioglobina, resultante da reação entre óxido nítrico e mioglobina. Entre tempos, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para nenhum tratamento (Anexo 9). A cor vermelha das amostras cruas se manteve estável durante 120 dias de estocagem congelada. Isto sugere que o pigmento nitrosomioglobina não sofreu um processo de oxidação significativo. Sakata e outros (1995) estudaram a cor e o conteúdo de nitrito residual de lombo suíno curado e estocado sob congelamento durante 6 meses. Foi observado que o pigmento nitrosomioglobina formado permaneceu estável ao longo do período de armazenamento congelado, e nitrito residual não pôde ser detectado após tal período. Os resultados indicaram que o pigmento da carne curada pareceu ser estável durante o congelamento, como também foi observado neste trabalho.

A redução na quantidade de gordura de 20 para 10% provocou um aumento significativo na intensidade da cor vermelha das amostras cruas, concluindo-se que os dois parâmetros são inversamente proporcionais. Isto era esperado já que um maior conteúdo de gordura resulta em um envolvimento de mais pedaços de carne magra responsáveis pela coloração vermelha. A redução do teor de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto não exerceu um efeito relevante no valor a\* das amostras cruas.

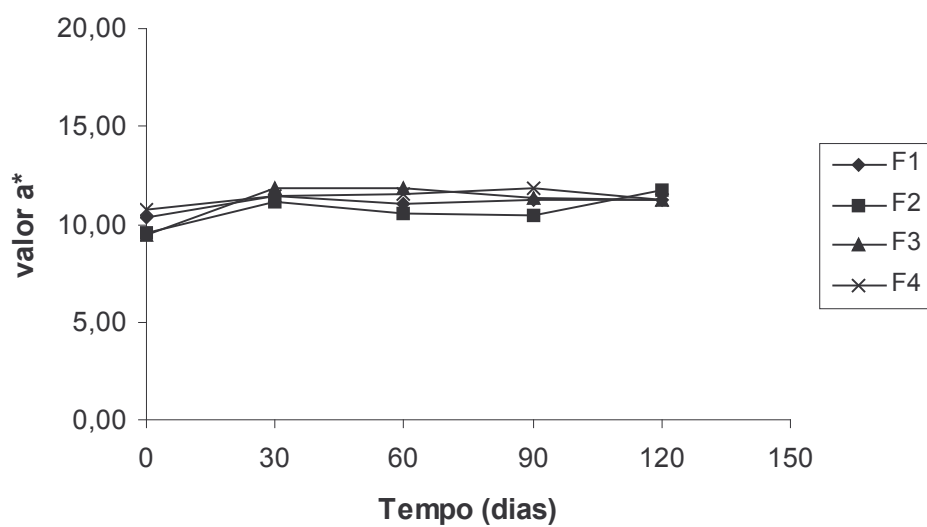
Com relação ao parâmetro a\* das amostras cozidas, só não houve diferença entre tratamentos em 120 dias. O maior valor registrado foi 11,89 e o menor valor foi 9,42. Nota-se, portanto, menor variação entre os valores nas amostras cozidas. Em geral, a

intensidade da cor vermelha das amostras com menos gordura (F1 e F3) foi maior que a das amostras com mais gordura (F2 e F4), mas as diferenças não foram significativas. Comparando-se as médias do valor  $a^*$  entre os tempos para cada tratamento, observou-se diferença significativa somente nos tratamentos F2 (50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura) e F3 (150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura) (Anexo 10). Para F1 e F4, pode-se dizer que a cor vermelha se manteve estável durante 120 dias nas amostras cozidas, assim como nas amostras cruas. A redução do teor de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto influenciou o valor  $a^*$  e, na maioria das vezes, os tratamentos com maior teor de nitrito apresentaram um maior valor  $a^*$  para amostras cozidas, como já poderia ser esperado.

Em geral, as amostras que apresentaram maior alteração no valor  $a^*$  devido ao cozimento foram F1 e F3, ou seja, aquelas que tinham um conteúdo menor de gordura. Somente com 120 dias não houve diferença significativa entre as amostras cruas e cozidas. Para os tratamentos F2 e F4, com maior conteúdo de gordura, foram encontradas poucas diferenças entre cruas e cozidas, porque estas, quando cruas, já apresentavam um valor mais baixo de  $a^*$ . Com o cozimento as amostras ficaram mais claras e menos vermelhas, apresentando a cor rósea característica de carnes curadas, confirmando que ocorreu a passagem do pigmento nitrosomioglobina para nitroso hemocromo, o pigmento das carnes curadas após tratamento térmico.



(a)



(b)

FIGURA 3: Variao da intensidade da cor vermelha (valor  $a^*$ ) em funo do tempo de estocagem congelada para amostras cruas (a) e amostras cozidas (b).

### 3.3. Intensidade da cor amarela ( $b^*$ )

O gráfico do valor  $b^*$  das amostras cruas e cozidas em função do tempo de estocagem encontra-se na Figura 4.

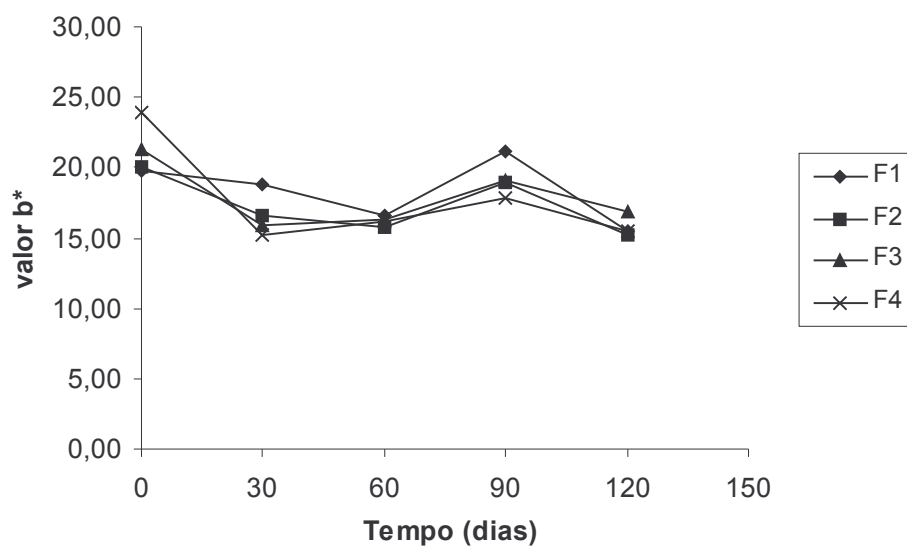
Para as amostras cruas, não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) no valor  $b^*$  entre os tratamentos em nenhum tempo do experimento. O maior valor registrado foi 23,87 e o menor valor foi 15,16. Apesar do intervalo ser grande, num mesmo tempo, todos os tratamentos seguiram a mesma tendência de estarem próximos do mesmo valor. Já entre tempos, foram observadas diferenças significativas ( $p<0,05$ ) para todos os tratamentos (Anexo 11). Este foi o parâmetro mais instável, que mais se alterou com o tempo, indicando uma diminuição no valor  $b^*$  das amostras cruas, ou seja, as amostras tornaram-se menos amarelas.

A redução na quantidade de gordura de 20 para 10% em geral aumentou o valor  $b^*$ , mas esse aumento não foi significativo. A redução do teor de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto não provocou variações na intensidade da cor amarela entre os tratamentos.

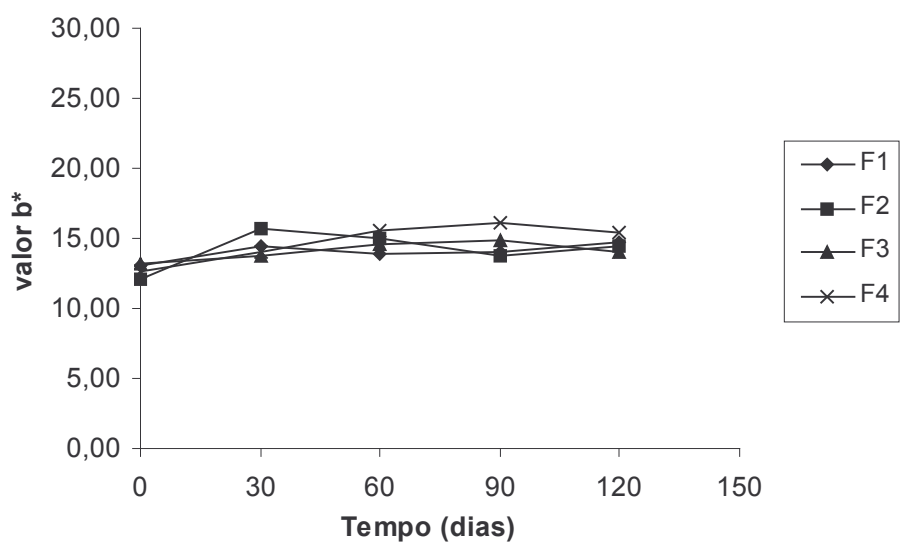
Para as amostras cozidas, houve diferença significativa entre tratamentos somente nos tempos 30 e 90 dias. Não houve uma tendência clara de o parâmetro  $b^*$  se alterar com a quantidade de gordura ou com a quantidade de nitrito adicionada nos tratamentos. Em geral, esses dois parâmetros não influenciaram a intensidade da cor amarela nas amostras cozidas. O maior valor registrado foi 16,06 e o menor foi 12,12. Após o cozimento, a cor amarela também se tornou mais homogênea como ocorreu com o valor  $L^*$  e o valor  $a^*$ , confirmado pela diminuição no intervalo dos valores. Entre tempos, houve diferença significativa somente para as amostras cozidas dos tratamentos F2 e F3 e observou-se um leve aumento no parâmetro  $b^*$  de todos os tratamentos (Anexo 12).

A tendência que se nota é que a cor amarela diminui com o cozimento, ou seja, as amostras ficam menos amarelas. Em todos os tratamentos foram observadas diferenças significativas entre amostras cruas e cozidas em pelo menos dois tempos do experimento. Mittal e Barbut (1994) também observaram uma diminuição do valor  $b^*$  com o cozimento de salsichas de 15,50 para 13,10 em média e não observaram diferenças entre os

tratamentos antes e após o cozimento. A diminuição do valor  $b^*$  durante o cozimento pode estar relacionada com a fusão da gordura que ocorre a temperaturas elevadas.



(a)



(b)

FIGURA 4: Variação da intensidade da cor amarela (valor  $b^*$ ) em função do tempo de estocagem congelada para amostras cruas (a) e amostras cozidas (b).

De acordo com Brewer (1990 apud MANDIGO; OSBURN, 1995), hambúrgueres com 8 a 20% de gordura estocados a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 8 ou 12 semanas apresentaram uma redução nos valores  $a^*$  e  $b^*$ . Valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de hambúrgueres de carne bovina contendo 15 ou 30% de gordura diminuíram durante o tempo de estocagem congelada de 20 semanas para amostras de ambos conteúdos de gordura. O aumento do tempo de estocagem resultou em perda de cor e as amostras tenderam a ficar com coloração acinzentada.

#### 4. CONCLUSÕES

- A redução do teor de nitrito de 150 para 50 mg/Kg não causou alterações significativas nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das amostras cruas e nos parâmetros  $L^*$  e  $b^*$  das amostras cozidas. O valor  $a^*$  das amostras cozidas geralmente foi maior para as amostras com mais nitrito.
- Já o conteúdo de gordura exerceu um forte efeito sobre os parâmetros  $L^*$  e  $a^*$  das amostras cruas. Este pode ser diretamente relacionado com a luminosidade e inversamente relacionado com a intensidade da cor vermelha. Nas amostras cozidas, a redução de gordura de 20 para 10% não exerceu efeito significativo.
- O parâmetro  $L^*$  diminuiu significativamente ao longo do tempo de estocagem tanto nas amostras cruas quanto nas cozidas. O valor  $a^*$  sofreu alteração durante a estocagem somente nas amostras cozidas dos tratamentos com 50 mg/Kg de nitrito e 20% de gordura e com 150 mg/Kg de nitrito e 10% de gordura e para o valor  $b^*$  observou-se uma redução ao longo dos 120 dias para as amostras cruas de todos os tratamentos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CASSENS, R. G.; GREASER, M. L.; ITO, T.; LEE, M. Reactions of nitrite in meat. **Food Technology**, Chicago, v. 33, n. 7, p. 46-57, jul., 1979

2. CHASCO, J.; LIZASO, G.; BERIAN, M. J. Cured colour development during sausage processing. **Meat Science**, Barking, v. 44, n. 3, p. 203-211, nov., 1996.
3. MANDIGO, R. W.; OSBURN, W. N. Cured and processed meats. In: JEREMIAH, L. E. (Ed.). **Freezing effects on food quality**. S. ed. New York: Marcel Dekker, 1995. Cap. 5, p. 135-182.
4. MITTAL, G. S.; BARBUT, S. Effects of fat reduction on frankfurters' physical and sensory characteristics. **Food Research International**, Essex, v. 27, n. 5, p. 425-431, sep./oct., 1994.
5. PAPADIMA, S. N. A.; BLOUKAS, J. G. A. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. **Meat Science**, Barking, v. 51, n. 2, p. 103-113, feb., 1999.
6. SAKATA, R.; HONIKEL, K. O.; MORITA, H.; NAGATA, Y. The effect of freezing on the stability of color and the nitrite residual in cured meat. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 75, n. 7, p. 917-919, jul., 1995.
7. TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. S. ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1998, 216 p.

## **CAPÍTULO 4**

### **AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO HAMBÚRGUER TIPO CALABRESA FORMULADO COM REDUZIDOS TEORES DE NITRITO E DIFERENTES % DE GORDURA DURANTE ARMAZENAMENTO CONGELADO.**

#### **RESUMO**

A avaliação da estabilidade oxidativa de quatro formulações de hambúrguer tipo calabresa foi investigada neste trabalho. A influência da redução do nível de nitrito e do conteúdo de gordura foi monitorada através do teste do número de TBARS e de testes sensoriais com equipe treinada para os atributos sabor oxidado e aroma oxidado durante 120 dias de estocagem congelada nas seguintes formulações: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F1), 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F2), 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura (F3) e 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura (F4). De acordo com os resultados obtidos pôde-se verificar um aumento significativo no valor de TBARS ao longo do tempo nas amostras cruas e cozidas de todos os tratamentos, sendo que esse aumento foi mais significativo após 30 de estocagem congelada. Tanto 150 quanto 50 mg de nitrito/Kg de produto foram suficientes para exercer um bom efeito antioxidante até esse período. Com 60 dias, amostras cozidas que continham inicialmente 150 mg de nitrito/Kg de produto, se mostraram menos oxidadas, com menores valores de TBARS. Os tratamentos com 20% de gordura apresentaram maiores valores de TBARS em 90 e 120 dias para as amostras cozidas. Observou-se também que o cozimento não alterou de modo significativo o valor de TBARS das amostras e foram encontradas correlações significativas positivas entre os dados de TBARS e análise sensorial para o atributo sabor oxidado considerando-se todos os pares de dados ( $r=0,6398$ ) e dados entre tempos para cada tratamento (somente para as amostras com 10% de gordura). A amostra F3 apresentou os menores valores de TBARS a partir de 30 dias para as amostras cozidas e as notas mais baixas, na maioria das vezes, para sabor oxidado e aroma oxidado.

**OXIDATIVE STABILITY EVALUATION OF “CALABRESA” SAUSAGE - STYLE  
HAMBURGER FORMULATED WITH REDUCED NITRITE LEVELS AND DIFFERENT  
FAT CONTENTs DURING FROZEN STORAGE.**

**SUMMARY**

This work investigated the oxidative stability of four formulations for “calabresa” sausage - style hamburger. The influence of nitrite levels and fat contents reduction was monitored through TBARS number test and sensory analysis with a trained panel for oxidized taste and smell during 120 days in the following formulations: 50 mg/Kg nitrite and 10% fat (F1), 50 mg/Kg nitrite and 20% fat (F2), 150 mg/Kg nitrite and 10% fat (F3) and 150 mg/Kg nitrite and 20% fat (F4). According to results, the TBARS values had a significantly increase during the storage time, more intense after 30 days in raw and cooked samples. During that period, 50 mg/Kg nitrite showed to be a good antioxidant. With 60 days, cooked samples (150 mg/Kg) showed the lowest TBARS values. Formulations with 20% fat showed the highest TBARS values at 90 and 120 days for cooked samples. The TBARS values were not affected by cooking. Significant correlations were found between TBARS values and sensory analysis only for oxidized taste pooling information within treatments and storage times ( $r=0,6398$ ) and within time (only for treatments of 10% fat). The formulation F3 showed the lowest TBARS values from 30 days for cooked samples and, in most of times, the lowest scores for oxidized taste and smell.

## 1. INTRODUÇÃO

A aceitação de produtos cárneos depende em uma larga extensão da aceitação de seu sabor. Por isso, a oxidação lipídica é um fator limitante na vida-de-prateleira desses produtos. Segundo Quiñones (1995 apud MENDES, 1999), a mais notável alteração é a rancidez, que resulta em modificações no sabor e aroma, implicando, sem dúvida alguma, na redução da aceitabilidade do consumidor.

A susceptibilidade dos produtos cárneos às reações oxidativas são devidas ao seu alto teor de catalisadores (ferro, mioglobina) e à natureza e composição dos lipídeos (Decker et al., 1995). Em carnes processadas, este processo é acelerado pela ruptura das membranas, que facilita uma maior interação entre os lipídeos e os pró-oxidantes (CROSS; LEU; MILLER, 1987).

O hambúrguer é um produto que tem como principal componente a carne moída. Durante o processo de moagem, ocorre a incorporação de grande quantidade de oxigênio devido à ruptura dos tecidos, acelerando, portanto, o processo de oxidação lipídica. Com a estocagem congelada e a etapa de cozimento (fritura ou forno), é um tipo de produto susceptível ao desenvolvimento do “warmed-over flavor” (WOF), ou sabor de requentado, caracterizado por um tipo especial de rancidez oxidativa. WOF foi primeiramente descrito por Tims e Watts (1958) como o rápido desenvolvimento de um sabor oxidado em carnes cozidas refrigeradas durante a estocagem.

O nitrito tem um papel importante na inibição da oxidação lipídica. Seu efeito antioxidante é bem documentado e muitos mecanismos têm sido sugeridos (GRAY; PEARSON; MONAHAN, 1994). Igene e outros (1985b) propuseram que o nitrito deve formar um complexo com os compostos heme deste modo prevenindo a liberação de ferro durante o cozimento, estabilizar lipídeos insaturados nas membranas, ou interagir com íons metálicos para prevenir sua catálise pela oxidação. Segundo Fox e Benedict (1987), uma pequena como 50 mg de nitrito/Kg de produto, é capaz de inibir efetivamente a oxidação lipídica.

O teste do ácido 2-Tiobarbitúrico é o teste químico utilizado mais freqüentemente para a avaliação da oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos. Tarladgis e outros

(1960) encontraram que o número de TBA foi altamente correlacionado com notas sensoriais de uma equipe treinada para aroma rançoso em carne suína moída e que o número de TBA em que este aroma foi percebido pela equipe estava entre 0,5 e 1,0. Este “treshhold” serve como guia para interpretação dos resultados do teste de TBA. Segundo Igene e outros (1985a) o malonaldeído e/ou TBARS pode ser utilizado para acompanhar a oxidação lipídica em produtos cárneos, mas a avaliação sensorial também é um passo necessário no estudo do “warmed-over flavor” em carnes.

A partir do exposto acima, buscou-se neste trabalho avaliar a influência da redução do teor de nitrito e da % de gordura sobre a estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa através do teste de TBARS e de análise sensorial durante o período de 120 dias de estocagem congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Além disso, verificar a influência do cozimento sobre o número de TBARS e correlacionar os dados de TBARS e as notas dos testes sensoriais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material**

#### **2.1.1. Matéria-prima**

**Carne suína:** utilizou-se pernil suíno resfriado como matéria-prima principal, adquirido no comércio local.

**Toucinho:** utilizou-se o toucinho da região costo-lombar da carcaça suína, resfriado, adquirido no comércio local.

#### **2.1.2. Ingredientes da formulação**

Os ingredientes utilizados na formulação do hambúrguer tipo calabresa estão descritos na Tabela 1. Esta formulação foi desenvolvida baseada em uma formulação de

lingüiça calabresa e em uma formulação de hambúrguer convencional de carne bovina. Os teores de gordura e de carne suína foram ajustados de modo a obter produtos finais com 10 e 20% de gordura. O teor de nitrito também foi ajustado para 50 e 150 mg de nitrito/Kg de produto.

TABELA 1: Formulação do hambúrguer tipo calabresa.

| <b>MATÉRIA-PRIMA</b> | <b>%</b> |
|----------------------|----------|
| Carne suína          | -        |
| Toucinho             | -        |

| <b>INGREDIENTES</b>                | <b>%</b> |
|------------------------------------|----------|
| Gelo em flocos                     | 6,000    |
| Condimento para lingüiça calabresa | 1,000    |
| Proteína texturizada de soja       | 1,000    |
| Sal refinado                       | 1,230    |
| Eritorbato de sódio                | 0,250    |
| Tripolifosfato de sódio            | 0,250    |
| Cebola em pó                       | 0,200    |
| Pimenta calabresa                  | 0,050    |
| Nitrito de sódio                   | -        |

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Processamento dos hambúrgueres

O produto foi desenvolvido a partir de carne de pernil suíno e toucinho, de qualidade assegurada pela indústria, através de serviço de inspeção sanitária, processado em condições de higiene, com um rígido controle de temperatura em todas as etapas de processamento. Sua vida-de-prateleira relativamente longa e baixa contagem

bacteriana são garantidas pela tecnologia de obstáculos representada pela seleção da matéria-prima, boas práticas de fabricação, adição de conservante (nitrito) e pelo congelamento. Na Figura 1 é apresentado o fluxograma geral do processamento de hambúrguer tipo calabresa.

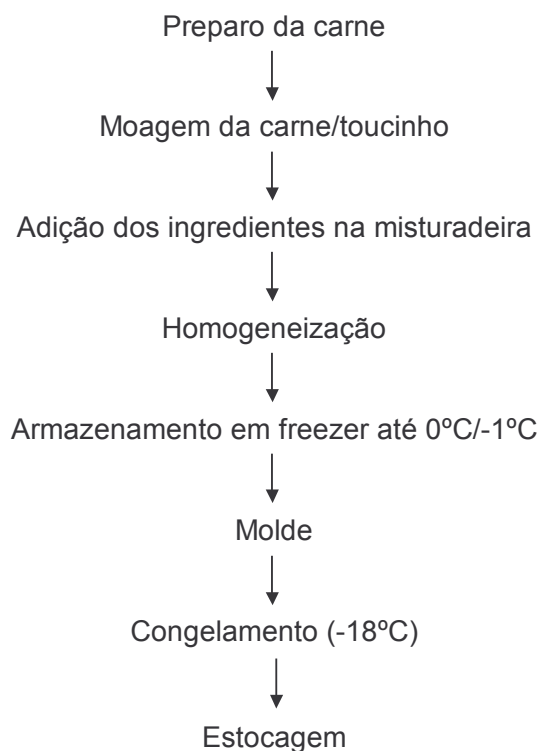


FIGURA 1: Fluxograma geral do processamento de hambúrguer.

#### *2.2.1.1. Descrição das etapas de processamento*

- **Preparo da carne:** as porções de carne com maior quantidade de tecido adiposo foram separadas das porções magras e moídas separadamente, a fim de serem utilizadas no ajuste do teor de gordura das formulações.

- **Moagem da carne/toucinho:** tanto a carne quanto o toucinho, com temperatura em torno de 4°C, foram moídos uma vez em moedor de carnes, em disco de 3 mm. Após a moagem, cada matéria-prima foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenadas em freezer (-18°C) até a homogeneização na misturadeira.

- **Adição dos ingredientes:** a carne e toucinho (temperatura entre 6 e 7°C) foram previamente misturados na misturadeira. A seguir, os ingredientes foram adicionados na seguinte ordem: metade do gelo e nitrito de sódio, condimentos (cebola em pó, pimenta calabresa e condimento para lingüiça calabresa), eritorbato de sódio e o restante do gelo, tripolifosfato de sódio, sal e por último a proteína texturizada de soja. A massa foi misturada até completa homogeneização.

- **Molde:** após a homogeneização, a massa obtida na misturadeira foi embalada em sacos plásticos de PEBD na forma de camadas finas de aproximadamente 2 cm de espessura e levada ao freezer até atingir -1°C. Nesta temperatura, a perda de massa durante o molde foi menor. Cada unidade de aproximadamente 100 gramas foi moldada em hamburgueira manual de 10 cm de diâmetro, entre duas folhas de papel perolado e em seguida levadas à câmara frigorífica (temperatura de -18°C) onde foram congeladas.

- **Estocagem:** as amostras congeladas foram acondicionadas em sacos plásticos de PEBD (6 unidades em cada saco, dispostas uma ao lado da outra), codificadas e armazenadas em freezer à temperatura de -18°C, durante o período de 120 dias do experimento. Dentro das gavetas do freezer, os sacos plásticos com as amostras foram dispostos em pilhas de 10 unidades.

#### *2.2.1.2. Cozimento das amostras*

Todas as amostras, tanto utilizadas para análises químicas quanto para análise sensorial, seguiram o mesmo procedimento de cozimento.

Os hambúrgueres foram grelhados no estado congelado em chapa elétrica, aquecida a 200°C. A cada 1 minuto eles eram virados até que atingissem 75°C no centro.

A temperatura interna foi controlada com termômetro. O tempo de fritura era em média de 9 minutos e variava de acordo com o teor de gordura das amostras.

### 2.2.2. Análises Químicas e Sensoriais

A estabilidade oxidativa dos produtos resultantes das quatro formulações foi monitorada através do teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e de testes sensoriais de escala hedônica realizados por uma equipe de provadores treinados formada por alunos e funcionários da FEA – Unicamp, durante o período de armazenamento congelado de 120 dias. Os atributos avaliados foram sabor oxidado e aroma oxidado. O teste de TBARS foi realizado nas amostras cruas e nas amostras submetidas ao processo de cocção para verificar a influência do cozimento no valor de TBARS. Foram coletadas aleatoriamente 3 amostras de cada tratamento e a análise foi realizada em triplicata. A análise sensorial foi realizada apenas nas amostras cozidas e o número de amostras coletadas foi o suficiente para a realização dos testes.

#### *2.2.2.1. Determinação do número de TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico*

Os valores de TBARS das amostras cruas e cozidas foram determinados de acordo com Tarladgis e outros (1960), pelo método de extração por destilação. Segundo Zipser e Watts (1962), foi acrescentado o reagente de sulfanilamida 0,5% em HCl 20% v/v para minimizar o efeito da presença de nitrito, que pode causar uma redução significativa do número de TBARS. Os destilados obtidos foram submetidos à reação de cor com ácido 2-tiobarbitúrico e lidos em espectrofotômetro a 532 nm. O número de TBARS foi determinado nos tempos 0, 30, 60, 90 e 120 dias.

#### *2.2.2.2. Teste de diferença utilizando escala para avaliação da estabilidade oxidativa*

Todos os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do DEPAN, FEA – UNICAMP, em cabines individuais, no período da manhã e da tarde.

Após o cozimento das amostras, realizado como descrito no item 2.2.1.2., cada hambúrguer foi cortado como uma pizza em 16 pedaços. As amostras eram então acondicionadas em recipiente hermético para serem servidas sempre a mesma temperatura. Quando a temperatura das amostras atingia menos de 45°C, estas eram descartadas e substituídas por outras recentemente cozidas.

A cada provador foram entregues 2 pedaços (aproximadamente 10g) de amostra, em pratos plásticos brancos, codificados com números de três dígitos, em ordem completamente casualizada, acompanhados de um copo de água e um biscoito tipo água e sal para ser utilizado pelo provador entre as amostras.

Foram avaliadas, durante 120 dias de vida-de-prateleira, as amostras dos 4 tratamentos descritas no item 2.1.2 com relação ao sabor oxidado e odor oxidado para o estudo da estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa. Utilizou-se uma escala estruturada de 9 pontos, variando de nenhum (nota 1) a muito forte (nota 9). As análises foram realizadas pelos provadores da equipe treinada. Este teste foi aplicado nos tempos zero, 30, 60, 90 e 120 dias. A ficha de aplicação deste teste encontra-se na Figura 2.

*Seleção e treinamento dos provadores:* Os provadores que comporiam a equipe final foram selecionados dentre alguns provadores que já haviam sido treinados com relação aos atributos referentes à oxidação lipídica, para um estudo anterior sobre “warmed-over flavor”. O número inicial de provadores foi de 12. Foram realizadas 6 sessões de treinamento, nas quais foram aplicados testes duo-trio que solicitavam ao provador escolher qual amostra era igual à amostra padrão com relação ao grau de oxidação. A ficha utilizada para o teste encontra-se na Figura 3. As amostras utilizadas foram: amostra de hambúrguer tipo calabresa recentemente processada, com 150 mg/Kg de nitrito e amostra de hambúrguer tipo calabresa processada há 4 meses, com 150 mg/Kg de nitrito. Para a seleção dos provadores, foram rejeitados aqueles que não conseguiram acertar as respostas corretas em 3 sessões ou mais, ou seja, os provadores selecionados deveriam ter pelo menos 65% de acerto (4 acertos) dentre os 6 testes realizados (STONE; SIDEL, 1993).

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1. Por favor, avalie o **GRAU DE OXIDAÇÃO** de cada uma das amostras codificadas e expresse a intensidade do sabor oxidado e do aroma oxidado de cada amostra utilizando a escala abaixo:

- 9. muito forte
- 8.
- 7. forte
- 6.
- 5. moderado
- 4.
- 3. fraco
- 2.
- 1. nenhum

| Nº da Amostra | SABOR<br>OXIDADO | AROMA<br>OXIDADO |
|---------------|------------------|------------------|
|               |                  |                  |
|               |                  |                  |
|               |                  |                  |
|               |                  |                  |

Comentários: \_\_\_\_\_

FIGURA 2: Ficha de aplicação para o teste de estabilidade oxidativa.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |             |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|--|
| Nome: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Data: _____ |  |
| <p><b>1.</b> Você está recebendo uma amostra padrão (P) e duas amostras codificadas de hambúrguer tipo calabresa. Uma amostra codificada é igual ao padrão e a outra diferente do padrão. Primeiramente, <b>PROVE</b> a amostra padrão (P) e então prove as amostras codificadas da esquerda para a direita, Identifique com um círculo a amostra codificada que for igual ao padrão com relação ao <b>grau de oxidação</b>.</p> |  |             |  |
| 421                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | 703         |  |
| Comentários: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |             |  |

FIGURA 3: Ficha de aplicação do teste duo-tri para seleção dos provadores.

### 2.2.3. Análise Estatística

Os dados obtidos nas análises de TBARS foram tratados estatisticamente no software STATISTICA 5.0 (StaSoft, Inc.) por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey em nível de significância a 5% ( $p \leq 0,05$ ). Os resultados da análise sensorial também foram analisados através da ANOVA e teste de Tukey para a diferença entre as médias de cada tratamento. Além disso, os dados foram analisados em função do tempo através de regressão linear. Valores médios obtidos na análise sensorial e TBARS foram correlacionados entre os tratamentos, entre os tempos de estocagem e entre todos os pares de dados.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Número de TBARS**

O gráfico do número de TBARS das amostras cruas e cozidas em função do tempo de estocagem encontra-se na Figura 4.

Observou-se que, para as amostras cruas, houve diferença significativa no valor de TBARS entre os tratamentos em 60 e 90 dias. O tratamento F3 sempre apresentou o menor valor, indicando que a amostra com menos gordura e mais nitrito sofreu menor oxidação. O valor máximo de TBARS registrado para F3 foi 1,581 com 120 dias. O máximo valor observado entre todas as amostras foi 1,924 para a amostra F4 (com mais nitrito e mais gordura) em 120 dias. No início do experimento, o processo de oxidação foi lento e não se observaram diferenças entre os tratamentos até um período de 30 dias de estocagem. Isto sugere que o nitrito exerceu um forte papel antioxidante durante o processamento e o início do tempo de estocagem. Já entre tempos, houve diferença significativa para todos os tratamentos nas amostras cruas (Anexo 13). Até 60 dias de estocagem congelada, os valores de TBARS das amostras cruas foram estatisticamente iguais. Com 30 dias, os valores de TBARS foram ligeiramente menores comparados com os valores do início do experimento. A diminuição no valor de TBARS, segundo Buttkus (1967 apud IGENE et al., 1985a), pode ser atribuída às reações do malonaldeído com proteínas durante o período de estocagem. Grandes diferenças entre os valores de TBARS das amostras foram notadas a partir de 60 dias, indicando que as reações de oxidação passaram a ser mais intensas após dois meses de estocagem congelada. Nesse período, o tratamento F4 (150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura) teve um aumento muito significativo no valor de TBARS.

As diferenças entre os tratamentos em 60 e 90 dias são explicadas pela redução no teor de gordura de 20 para 10%, que em geral provocou uma diminuição no valor de TBARS, e pela redução na quantidade inicial de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto, que em geral provocou um aumento no valor de TBARS das amostras cruas. Muitos mecanismos têm sido sugeridos para explicar este efeito antioxidante do nitrito. De

acordo com Igene e outros (1985b), o nitrito deve formar um complexo com os compostos heme deste modo prevenindo a liberação de ferro durante o cozimento, estabilizar lipídeos insaturados nas membranas, ou interagir com íons metálicos para prevenir sua catálise pela oxidação. A diminuição do conteúdo de gordura obviamente diminui a intensidade da oxidação por reduzir a quantidade de compostos com ligações insaturadas responsáveis por estarem envolvidos na formação dos radicais livres.

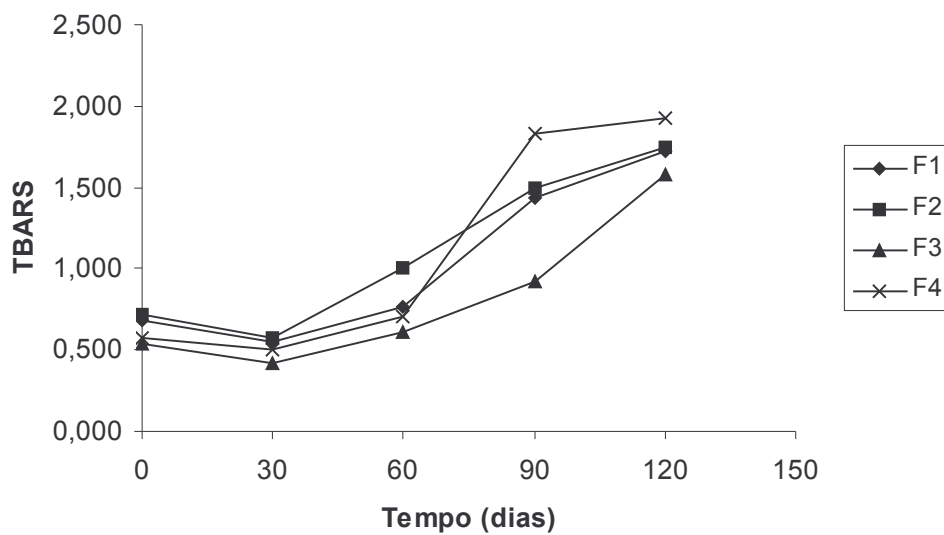
Para amostras cozidas, houve diferença significativa no valor de TBARS entre os tratamentos a partir de 60 dias, sendo que o tratamento F3 apresentou os menores valores, com exceção do tempo zero, semelhante ao que ocorreu com as amostras cruas, indicando que a amostra com menos gordura e mais nitrito sofreu menor oxidação mesmo após tratamento térmico. O valor máximo de TBARS registrado para F3 foi 1,526 com 120 dias. O máximo valor observado entre todas as amostras foi 2,012 para a amostra F4 em 120 dias. O valor de TBARS das amostras cozidas seguiu a mesma tendência dos valores das amostras cruas. Entre tempos, houve diferença significativa para todos os tratamentos (Anexo 14). Com 30 dias, os valores de TBARS foram ligeiramente menores comparados com os valores do início do experimento. As maiores diferenças no TBARS foram notadas a partir de 60 dias, assim como para as amostras cruas.

As diferenças observadas em 60 e 90 dias podem ser explicadas pela redução do teor de nitrito e % de gordura. Já em 120 dias, o conteúdo de gordura foi o responsável pelas diferenças encontradas entre os tratamentos. Aqueles com maior quantidade de gordura apresentaram maior valor de TBARS (F2 e F4). Ang e Young (1992), ao estudarem o efeito do conteúdo de gordura (5 a 20%) sobre a estabilidade oxidativa de hambúrgueres de carne de frango cozidos e congelados por 0, 3, 6 e 9 meses, observaram que, quando o tempo de estocagem atingiu 9 meses, os valores de TBARS aumentaram nos produtos com 15 ou 20% de gordura. O número de TBARS variou de 2,35 a 3,10 e concluíram que o tempo de estocagem foi um fator significativo na oxidação lipídica de hambúrgueres cozidos de carne de frango.

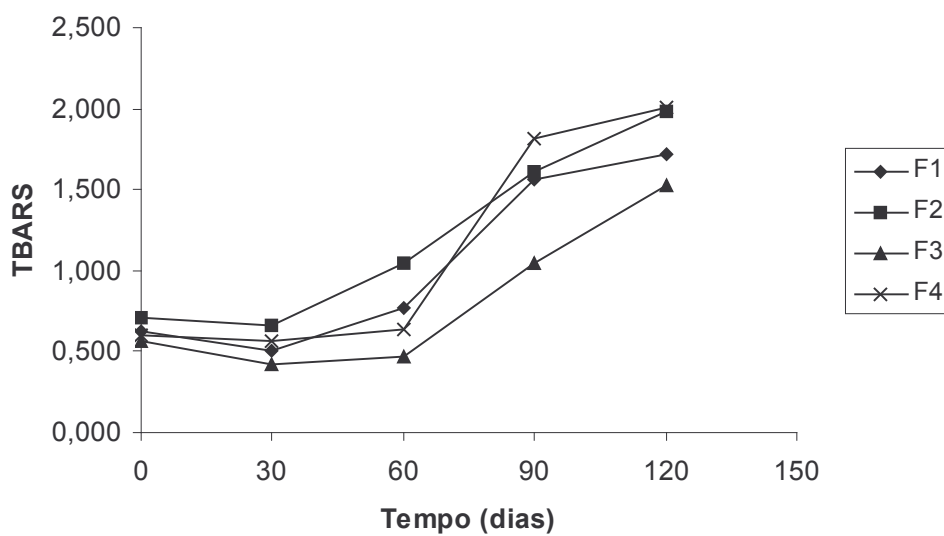
É importante observar que, durante o monitoramento do nitrito residual nas amostras cozidas de acordo com o Capítulo 1, após 8 semanas de estocagem (aproximadamente 60 dias) não foi mais possível detectar a presença de nitrito. Foi justamente nesse período que as reações de oxidação passaram a ser mais intensas e as

diferenças entre os tratamentos começaram a aparecer. Segundo Tarladgis e outros (1960), este produto estaria inaceitável do ponto de vista sensorial, já que foi considerado que o “threshold” sensorial de uma equipe treinada ocorre quando o valor de TBARS atinge de 0,5 a 1,0. Com 60 dias, os valores variaram de 0,464 para F3 a 1,040 para F2.

Comparando-se os resultados das amostras cruas e cozidas para verificar a influência do cozimento no valor de TBARS, pode-se dizer que o cozimento não alterou o valor de TBARS de maneira significativa e que tanto 50 quanto 150 mg de nitrito/Kg de produto de nitrito exerceram um bom efeito antioxidante durante o cozimento das amostras. Após o cozimento, algumas amostras apresentaram valores menores que as suas respectivas amostras cruas, e outras apresentaram valores maiores. Siu e Draper (1978) concluíram que em algumas carnes, o cozimento leva a um aumento substancial no conteúdo de malonaldeído enquanto nenhuma mudança consistente foi observada em outras. Em geral, carnes que necessitam de um longo tempo de cozimento, tais como carne assada bovina, suína e de frango, mostraram maiores aumentos no valor de TBARS após o cozimento. Uma correlação entre tempo de cozimento e conteúdo de malonaldeído foi confirmada por amostragens periódicas de carne assada bovina e suína a cada 30 minutos de intervalo. A oxidação resultante do aquecimento aparentemente não foi promovida nas amostras de carnes que necessitaram tempos de cozimentos relativamente pequenos (menos que 30 minutos); contudo, o cozimento por 3 horas leva a um aumento significativo no conteúdo de malonaldeído. Igene e outros (1979) atribuíram o fenômeno do “warmed-over flavor” em carne cozida à liberação do  $\text{Fe}^{2+}$  provenientes dos pigmentos heme. Assim, seriam os íons  $\text{Fe}^{2+}$  liberados da mioglobina e não a mioglobina por si, os responsáveis pela catálise da oxidação.



(a)



(b)

FIGURA 4: Variação do TBARS em função do tempo de estocagem congelada para amostras cruas (a) e amostras cozidas (b).

### 3.2. Análise sensorial

#### 3.2.1. Seleção e treinamento dos provadores

Na Tabela 2 encontra-se o número de repostas corretas de cada provador nas 6 sessões realizadas. As sessões em que os provadores acertaram a resposta estão assinaladas com x. O número de provadores selecionados foi 10 (em negrito), mas a equipe chegou ao final do experimento com 7 provadores.

TABELA 2: Respostas corretas dos provadores para os testes duo-trio realizados durante a seleção

| <i>Provador</i> | Sessões  |          |          |          |          |          |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                 | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
| <b>1</b>        | x        | x        | x        | -        | x        | x        |
| <b>2</b>        | x        | x        | x        | x        | x        | x        |
| <b>3</b>        | x        |          | x        | -        | x        | x        |
| <b>4</b>        | x        | x        | x        | -        | x        | x        |
| 5               | x        | -        | -        | -        | x        | -        |
| <b>6</b>        | x        | x        | -        | x        | x        | x        |
| <b>7</b>        | x        | x        | x        | x        | x        | x        |
| <b>8</b>        | x        | x        | x        | x        | x        | x        |
| 9               | -        | -        | x        | -        | x        | -        |
| <b>10</b>       | x        | x        | x        | x        | x        | x        |
| <b>11</b>       | x        | x        | x        | x        | -        | x        |
| <b>12</b>       | x        | x        | x        | x        | x        | x        |

### 3.2.2. Sabor oxidado

O gráfico das médias das notas sensoriais para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem está ilustrado na Figura 5.

Não foram encontradas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamentos em nenhum tempo. Verificou-se que na maioria dos tempos (30, 60 e 90 dias) a amostra F3, com mais nitrito e menos gordura, apresentou as médias mais baixas para o atributo sabor oxidado. A média mais alta foi atribuída à amostra F1 (50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura) com 120 dias. O valor 5,00 na escala hedônica que os provadores utilizaram para o julgamento corresponde a um sabor oxidado moderado, o que nos leva a concluir que com 120 dias as amostras não desenvolveram sabor oxidado intenso. Somente a amostra F1 apresentou diferença significativa nas médias entre os tempos durante os 120 dias de experimento (Anexo 15). De uma maneira geral, observou-se um aumento no sabor oxidado à medida que se passou o tempo. Somente F2 apresentou um decréscimo no valor com 120 dias. Com 60 dias, F2 teve um grande aumento na sua nota média, embora não significativo, confirmado pelo seu comportamento com relação ao valor de TBARS, que também apresentou um grande aumento nesse tempo. Com exceção de F1, os tratamentos F2, F3 e F4 chegaram ao final do experimento com sabor oxidado por volta de 3,00, que de acordo com a escala hedônica utilizada pelos provadores, corresponde a um fraco sabor oxidado.

Com 30 dias de experimento, a maior média observada foi 2,50 para a amostra F4 (150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura). Segundo a escala utilizada no teste, este valor corresponde a um produto que ainda não desenvolveu um sabor oxidado fraco (nota 3). Nesse tempo, o intervalo de valores de TBARS foi de 0,416 a 0,662. Segundo Tarladgis e outros (1960), o “threshold” sensorial de uma equipe treinada ocorre quando o valor de TBARS atinge de 0,5 a 1,0. Neste estudo, amostras que receberam nota média maior que 3, possuíam valor de TBARS maior que 0,637 e isso ocorreu com 60 dias de experimento.

Os valores de TBARS no final do experimento ficaram na faixa de 1,526 a 2,012 que, segundo as médias das notas recebidas na avaliação sensorial, denotaram ao produto um sabor oxidado de fraco a moderado.

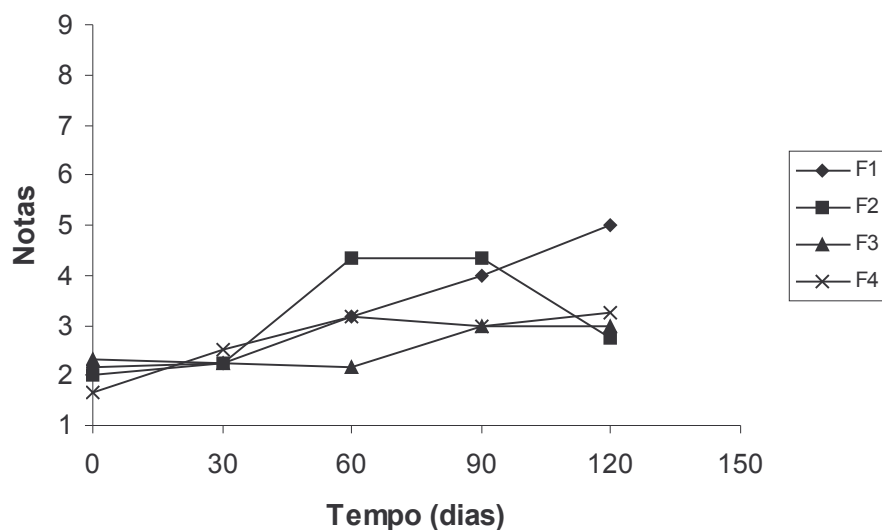


FIGURA 5: Médias das notas sensoriais atribuídas ao sabor oxidado das amostras em função do tempo de estocagem congelada.

### 3.2.3. Aroma oxidado

O gráfico das médias das notas sensoriais para o atributo aroma oxidado em função do tempo de estocagem está ilustrado na Figura 6.

Não foram encontradas diferenças significativas entre tratamentos em nenhum tempo. A maior média observada para aroma oxidado foi 4,00 para F1 e F2 em 90 dias, o que corresponde a um aroma oxidado de fraco a moderado. Em geral, os menores valores foram atribuídos a F3 (150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura). Já entre tempos, houve diferença significativa somente para o tratamento F3 (Anexo 16). Observou-se que, para todos os tratamentos, os valores aumentaram gradualmente até

90 dias e depois diminuíram. Segundo um estudo realizado por Igene e Pearson (1979) em que foram avaliados os efeitos dos triglicerídeos e fosfolipídeos sobre o desenvolvimento de “warmed-over flavor” em carnes cozidas, foi sugerido que lipídeos neutros em associação com lipídeos polares devem prender produtos voláteis de decomposição de lipídeos polares e assim reduzir seu efeito sobre o aroma. O mesmo comportamento foi observado para a amostra F2 (50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura) com relação ao sabor oxidado.

Assim como o atributo sabor oxidado, os valores de TBARS com 120 dias de estocagem denotaram ao produto um aroma oxidado de fraco a moderado. O mesmo comportamento também foi observado com relação ao “treshhold” sensorial de uma equipe treinada nos tempos 30 e 60 dias.

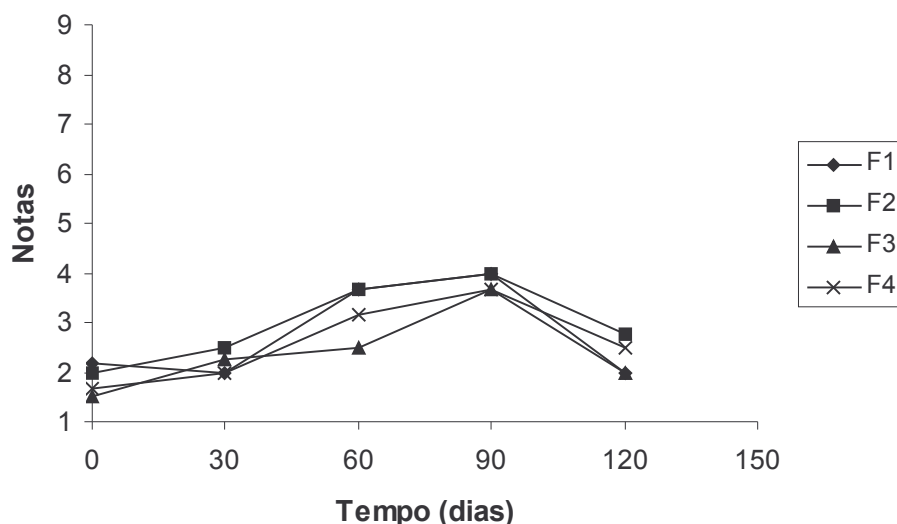


FIGURA 6: Médias das notas sensoriais atribuídas ao aroma oxidado das amostras em função do tempo de estocagem congelada.

Quando os resultados foram analisados estatisticamente em função do tempo de estocagem, não foram encontradas correlações significativas ( $p > 0,05$ ) para o atributo aroma oxidado. Somente as amostras F1 (50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura) e F4 (150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura) apresentaram

correlação significativa ( $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ) para o atributo sabor oxidado. As equações das retas obtidas por regressão linear das notas médias de avaliação do atributo sabor oxidado encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3: Retas obtidas por regressão linear das médias das notas para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem, onde  $x$  = tempo em dias e  $y$  = nota sensorial média do atributo.

| Sabor oxidado     |                        |                      |
|-------------------|------------------------|----------------------|
| <i>Tratamento</i> | <i>Equação da reta</i> | <i>r<sup>2</sup></i> |
| <i>F1</i>         | $y = 1,84 + 0,0247 x$  | 0,951**              |
| <i>F2</i>         | $y = 2,42 + 0,0119 x$  | n. s.                |
| <i>F3</i>         | $y = 2,13 + 0,007 x$   | n. s.                |
| <i>F4</i>         | $y = 1,99 + 0,0122 x$  | 0,782*               |

\*\*significativo,  $p < 0,01$ ; \*significativo,  $p < 0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

### 3.2. Correlação entre o número de TBARS e a análise sensorial

Com o objetivo de verificar a relação entre o número de TBARS e as notas médias de análise sensorial atribuídas pela equipe treinada aos atributos relativos à oxidação, calculou-se os coeficientes de correlação referentes aos dados obtidos entre tratamentos para cada tempo, aos dados obtidos entre tempos para cada tratamento e a todos os pares de dados.

Para os dados obtidos entre tratamentos para cada tempo, não foram encontradas correlações significativas ( $p > 0,05$ ). Já para os dados obtidos entre tempos para cada tratamento e para todos os pares de dados, foram observadas correlações significativas. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

TABELA 4: Coeficientes de correlação entre o número de TBARS e as notas sensoriais obtidos entre tempos para cada tratamento.

| Correlação TBARS x Análise Sensorial<br>Entre tempos para cada tratamento |             |             |             |             |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Variável                                                                  | F1          | F2          | F3          | F4          |
| Sabor oxidado                                                             | 0,9571*     | 0,4344 n.s. | 0,9140*     | 0,8416 n.s. |
| Odor oxidado                                                              | 0,2393 n.s. | 0,4980 n.s. | 0,0842 n.s. | 0,5012 n.s. |

\*significativo,  $p < 0,05$ ; n.s. = não significativo

De acordo com a Tabela 4, foram encontradas correlações significativas ( $p < 0,05$ ) somente para o atributo sabor oxidado e, com relação a este, somente para os tratamentos F1 e F3, ou seja, aqueles que possuem menor quantidade de gordura (10%). Para esses casos, o coeficiente de correlação foi alto e positivo, sugerindo que as alterações organolépticas indesejáveis no produto foram percebidas pela equipe sensorial à medida que o número de TBARS foi aumentando durante o tempo de estocagem. Os valores dos coeficientes de correlação indicam que as mudanças no TBARS contam para aproximadamente 91 e 83% da variação no sabor oxidado das amostras F1 e F3 respectivamente.

Segundo Igene e Pearson (1979), quanto mais lipídeos presentes na amostra, mais acelerado será o processo de oxidação e mais altos serão os valores de TBARS. Os autores sugeriram que valores relativamente altos de TBARS diminuem sua relação com as notas do painel sensorial e encontraram coeficientes de correlação baixos e não significativos para amostras que apresentaram TBARS alto comparado com as outras amostras do experimento. Neste estudo, as amostras F2 e F4 (com maior conteúdo de gordura) em geral apresentaram valores de TBARS superiores aos das amostras F1 e F3 (com menor conteúdo de gordura) e isto pode explicar porquê somente o último par de amostras obteve alta correlação com o valor de TBARS.

Para o atributo aroma oxidado, não foram encontradas correlações significativas ( $p > 0,05$ ) para nenhum dos tratamentos. Baixos coeficientes de correlação podem ser

atribuídos a um mascaramento do “warmed-over flavor” exercido pelos condimentos do produto resultando em uma avaliação imprecisa da equipe.

TABELA 5: Coeficientes de correlação entre o número de TBARS e as notas sensoriais obtidos para todos os pares de dados.

| <b>Variável</b>      | <b><i>Entre todos os pares de dados</i></b> |
|----------------------|---------------------------------------------|
| <i>Sabor oxidado</i> | 0,6398*                                     |
| <i>Odor oxidado</i>  | 0,3770 n.s.                                 |

\*significativo,  $p < 0,05$ ; n.s. = não significativo

Considerando-se todos os pares de dados, foi encontrada correlação significativa ( $p < 0,05$ ) somente para o atributo sabor oxidado. Stoick e outros (1991) também encontraram correlação significativa entre todos os pares de dados num estudo de estabilidade oxidativa de produtos reestruturados de carne bovina, porém os valores dos coeficientes de correlação, 0,37 para amostras cruas e 0,49 para amostras cozidas, foram mais baixos que os encontrados nesse trabalho. Mas os autores citam que altos coeficientes de correlação entre notas sensoriais e valores de TBARS variando de 0,50 a 0,98 têm sido relatados. Igene e outros (1985a) encontraram um coeficiente de correlação de  $-0,87$  em um estudo com carne de frango cozida. Já Nassu (1999) não encontrou correlações significativas entre o número de TBARS e os atributos sensoriais, para todos os pares de dados, num estudo de estabilidade oxidativa de embutido fermentado de carne de caprinos.

O malonaldeído e/ou TBARS podem ser utilizados para acompanhar a oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos, mas a avaliação sensorial é também um passo necessário no estudo do “warmed-over flavor” nesses produtos, confirmado pelos dados obtidos neste experimento.

#### 4. CONCLUSÕES

- O valor de TBARS aumentou significativamente com o tempo nas amostras cruas e cozidas de todos os tratamentos, sendo que esse aumento foi mais significativo após 30 dias de estocagem congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ .
- A redução de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto é viável, mas 50 mg de nitrito/Kg de produto exerceu um bom efeito antioxidante até 30 dias. Com 60 dias, amostras com 150 mg de nitrito/Kg de produto se mostraram menos oxidadas.
- A redução do conteúdo de gordura de 20 para 10% é importante principalmente em produtos com longo tempo de estocagem, pois este fator explicou a redução no número de TBARS após 60 dias de estocagem.
- O cozimento não alterou de modo significativo o valor de TBARS das amostras. Tanto as baixas temperaturas e o curto tempo empregado no processo de cozimento quanto a presença de nitrito impediram o aumento do valor de TBARS.
- A equipe treinada começou a perceber alterações organolépticas no produto a partir de 60 dias de estocagem, quando o valor de TBARS estava entre 0,637 e 1,040.
- Foram encontradas correlações positivas entre os dados de TBARS e análise sensorial para o atributo sabor oxidado considerando-se todos os pares de dados e dados entre tempos para cada tratamento. Neste último, as correlações foram significativas somente para as amostras com menor conteúdo de gordura.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANG, C. Y. W.; YOUNG, L. L. Influence of fat-content on oxidative stability of cooked chicken thigh patties during frozen storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 1794-1796, oct., 1992.

2. CROSS, H. R.; LEU, R.; MILLER, M. F. Scope of warmed-over flavor and its importance to the meat industry. In: ANGELO, A. J. S.; BAILEY, M. E. **Warmed-over flavor of meat**. S. ed., 1987. S. v., p. 1-18.
3. DECKER, E. A.; CHAN, W. K. M.; LIVISAY, S. A.; BUTTERFIELD, D. A.; FAUSTMAN, C. Interactions between carnosine and the different redox states of mioglobin. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, n. 6, p. 1201-1204, nov./dec., 1995.
4. FOX, J. B.; BENEDICT, R. C. The role of heme pigments and nitrite in oxidative process in meat. In: ANGELO, A. J. S.; BAILEY, M. E. **Warmed-over flavor of meat**. S. ed., 1987. S. v., p. 119-140.
5. GRAY, J. I.; PEARSON, A. M.; MONAHAN, F. J. Flavor and aroma problems and their measurement in meat, poultry and fish products. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. 1. ed. London: Blackie, 1994. V. 10, cap. 2, p. 250-260. Advances in meat research.
6. IGENE, J. O.; KING, S. A.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. Influence of heme pigments, nitrite and non-heme iron in development of warmed-over flavor (WOF) in cooked meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 27, n. 4, p. 838-842, jul./aug., 1979.
7. IGENE, J. O.; PEARSON, A. M. Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 1285-1290, sep./oct., 1979.
8. IGENE, J. O.; YAMAUCHI, K.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; AUST, S. D. Evaluation of 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in relation to warmed-over flavor (WOF) development in cooked chicken. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 33, n. 3, p. 364-367, may/jun., 1985a.
9. IGENE, J. O.; YAMAUCHI, K.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. I. Mechanisms by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavour (WOF) in cured meats. **Food Chemistry**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 1-18, sep., 1985b.

10. MENDES, A. C. R. Transformações bioquímicas na fração lipídica de produtos cárneos durante o armazenamento. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, s. v., n. 265, p. 30-37, mar., 1999.
11. NASSU, R. T. **Utilização de carne de caprinos no processamento de embutido fermentado, tipo salame**. Campinas, 1999. 137p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
12. SIU, G. M.; DRAPER, H. H. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 4, p. 1147-1149, jul./aug., 1978.
13. STOICK, S. M.; GRAY, J. L.; BOOREN, A. M.; BUCKLEY, D.J. Oxidative stability of restructured beef steaks processed with oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone, and sodium tripoliphosphate. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 3, p. 597-600, may/jun., 1991.
14. STONE, H.; SIDEL, J. L.. Descriptive analysis. **Sensory Evaluation Practices**. 2 ed. London: Academic Press, 1993. 338p.
15. TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNNATHAN, M. T; DUGAN, L. A. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 37, n. 1, p. 44-48, jan., 1960.
16. TIMS, M. J.; WATTS, B. M. Protection of cooked meats with phosphates. **Food Technology**, Chicago, v. 12, n. 5, p. 240-243, may, 1958.
17. ZIPSER, M. W.; WATTS, B. M. A modified 2-thiobarbituric acid (TBA) method for the determination of malonaldehyde in cured meats. **Food Technology**, Chicago, v. 16, n. 7, p. 102-104, jul., 1962.

## CONCLUSÕES

No estudo da avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos níveis de nitrito e diferentes % de gordura ao longo do armazenamento sob congelamento, chegou-se às seguintes conclusões:

- Foi definida uma formulação padrão para um novo produto de conveniência denominado hambúrguer tipo calabresa que agradou os consumidores, comprovado pelo alto índice de aceitação e intenção de compra, sugerindo possíveis chances de industrialização e comercialização pelas indústrias brasileiras.
- Houve uma redução no nível de nitrito após o processamento e o cozimento de em média 66%, considerando-se níveis iniciais de 150 e 50 mg de nitrito/Kg de produto, mostrando que o produto é seguro do ponto de vista toxicológico, segundo o que estabelece a Portaria 1004 da ANVISA/MS.
- Todas as formulações apresentaram atributos sensoriais satisfatórios durante o tempo de estocagem.
- O parâmetro L\* diminuiu significativamente ao longo do tempo de estocagem tanto nas amostras cruas quanto nas cozidas. O valor a\* sofreu alteração durante a estocagem somente nas amostras cozidas dos tratamentos com 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura e com 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura e para valor b\* observou-se uma redução ao longo dos 120 dias para as amostras cruas de todos os tratamentos.
- O valor de TBARS aumentou significativamente com o tempo nas amostras cruas e cozidas de todos os tratamentos, sendo que esse aumento foi mais significativo após 30 dias de estocagem congelada.
- O cozimento não alterou de modo significativo o valor de TBARS das amostras. Tanto as baixas temperaturas e o curto tempo empregado no processo de cozimento quanto a presença de nitrito impediram o aumento do valor de TBARS.

- Foram encontradas correlações significativas positivas entre os dados de TBARS e análise sensorial para o atributo sabor oxidado considerando-se todos os pares de dados e dados entre tempos para cada tratamento. Neste último, as correlações foram significativas somente para as amostras com menor conteúdo de gordura. A equipe treinada começou a perceber alterações organolépticas no produto a partir de 60 dias de estocagem, quando o valor de TBARS estava entre 0,637 e 1,040.

Com relação à redução do nível de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto:

- A redução do teor de nitrito não provocou alterações significativas nos atributos aparência, sabor, aroma e textura, nem entre os tratamentos e nem entre os tempos de estocagem.
- Também não causou alterações significativas nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das amostras cruas e nos parâmetros  $L^*$  e  $b^*$  das amostras cozidas. O valor  $a^*$  das amostras cozidas geralmente foi maior para as amostras com mais nitrito.
- É possível reduzir o nível de nitrito de 150 para 50 mg de nitrito/Kg de produto, considerando-se que as características organolépticas de um produto curado foram mantidas. Mas 50 mg de nitrito/Kg de produto exerceu um bom efeito antioxidante até 30 dias. Com 60 dias, amostras com 150 mg de nitrito/Kg de produto se mostraram menos oxidadas.

Com relação à redução no conteúdo de gordura de 20% para 10%:

- A redução no conteúdo de gordura não afetou as propriedades sensoriais ao longo do período de estocagem congelada.
- O conteúdo de gordura exerceu um forte efeito sobre os parâmetros  $L^*$  e  $a^*$  das amostras cruas. Este pode ser diretamente relacionado com a luminosidade e inversamente relacionado com a intensidade da cor vermelha. Nas amostras cozidas, a redução de gordura de 20 para 10% não exerceu efeito significativo sobre os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

- A redução do conteúdo de gordura é importante principalmente em produtos com longo tempo de estocagem, pois este fator explicou a redução no TBARS após 60 dias de estocagem. Os tratamentos com maior % de gordura apresentaram maior valor de TBARS em 90 e 120 dias.

## ANEXOS

ANEXO 1. Notas atribuídas pelos provadores no teste de diferença-do-controle para definição do nível reduzido de nitrito do hambúrguer tipo calabresa

| <i>Provador</i> | <b>Tratamentos</b> |                  |                  |
|-----------------|--------------------|------------------|------------------|
|                 | <i>50 mg/Kg</i>    | <i>100 mg/Kg</i> | <i>150 mg/Kg</i> |
| 1               | 4                  | 3                | 2                |
| 2               | 2                  | 3                | 3                |
| 3               | 7                  | 5                | 1                |
| 4               | 0                  | 4                | 6                |
| 5               | 4                  | 2                | 2                |
| 6               | 1                  | 3                | 2                |
| 7               | 3                  | 2                | 2                |
| 8               | 3                  | 7                | 0                |
| 9               | 1                  | 8                | 2                |
| 10              | 8                  | 5                | 6                |
| 11              | 3                  | 3                | 2                |
| 12              | 6                  | 1                | 7                |
| 13              | 1                  | 2                | 6                |
| 14              | 3                  | 5                | 1                |
| 15              | 0                  | 2                | 1                |
| 16              | 2                  | 4                | 4                |
| 17              | 2                  | 6                | 8                |
| 18              | 0                  | 6                | 3                |
| 19              | 1                  | 1                | 0                |
| 20              | 7                  | 0                | 4                |
| 21              | 6                  | 4                | 4                |
| 22              | 4                  | 2                | 3                |
| 23              | 2                  | 6                | 8                |
| 24              | 3                  | 1                | 1                |

ANEXO 2. Nitrito residual do hambúrguer tipo calabresa em função do tempo de estocagem

| <i>semanas</i> | Nitrito (mg de nitrito/Kg de produto) |             |             |             |
|----------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                | <i>F1**</i>                           | <i>F2**</i> | <i>F3**</i> | <i>F4**</i> |
| 0              | 17a                                   | 16a         | 53a         | 51a         |
| 1              | 4b                                    | 3b          | 15b         | 14b         |
| 2              | 5b                                    | 5b          | 14b         | 12b         |
| 3              | 3b                                    | 4b          | 13b         | 13b         |
| 4              | 5b                                    | 6b          | 14b         | 12b         |
| 6              | 2b                                    | 2b          | 4b          | 7b          |
| 8              | 1b                                    | 2b          | 6b          | 5b          |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 3. Médias das notas sensoriais para o atributo aparência do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito e diferentes % de gordura em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>Aparência</b> |           |           |           |
|---------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
|                     | <i>F1</i>        | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 7,47a            | 6,80a     | 7,40a     | 7,23a     |
| 30                  | 6,60a            | 6,63a     | 6,87a     | 6,97a     |
| 60                  | 6,83a            | 7,17a     | 7,53a     | 7,13a     |
| 90                  | 6,93a            | 6,90a     | 7,20a     | 7,07a     |
| 120                 | 6,63a            | 6,77a     | 7,00a     | 6,77a     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 4. Médias das notas sensoriais para o atributo sabor em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>Sabor</b> |            |            |           |
|---------------------|--------------|------------|------------|-----------|
|                     | <i>F1*</i>   | <i>F2*</i> | <i>F3*</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 7,70a        | 7,60a      | 7,37ab     | 7,50a     |
| 30                  | 6,90ab       | 7,530a     | 7,57a      | 7,30a     |
| 60                  | 6,63b        | 6,43b      | 7,13ab     | 7,30a     |
| 90                  | 7,10ab       | 6,37b      | 6,60b      | 7,40a     |
| 120                 | 6,47b        | 7,07ab     | 6,93ab     | 7,13a     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 5. Médias das notas sensoriais para o atributo aroma em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>Aroma</b> |           |           |           |
|---------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
|                     | <i>F1</i>    | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 7,17a        | 7,23a     | 7,40a     | 7,07a     |
| 30                  | 6,53a        | 6,97a     | 6,87a     | 7,10a     |
| 60                  | 7,07a        | 6,47a     | 7,13a     | 6,77a     |
| 90                  | 6,90a        | 6,80a     | 6,87a     | 7,17a     |
| 120                 | 6,47a        | 6,87a     | 6,77a     | 6,80a     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 6. Médias das notas sensoriais para o atributo textura em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>Textura</b> |            |            |           |
|---------------------|----------------|------------|------------|-----------|
|                     | <i>F1</i>      | <i>F2*</i> | <i>F3*</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 7,20a          | 7,20a      | 7,30a      | 7,10a     |
| 30                  | 6,53a          | 6,93ab     | 6,97ab     | 7,00a     |
| 60                  | 6,47a          | 7,07ab     | 7,07ab     | 7,10a     |
| 90                  | 7,23a          | 6,20b      | 6,47ab     | 7,00a     |
| 120                 | 6,37a          | 6,97ab     | 6,23b      | 6,60a     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 7. Luminosidade (valor L\*) das amostras cruas em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>L* (amostras cruas)</b> |            |           |            |
|---------------------|----------------------------|------------|-----------|------------|
|                     | <i>F1*</i>                 | <i>F2*</i> | <i>F3</i> | <i>F4*</i> |
| 0                   | 49,01a                     | 54,62a     | 46,55a    | 54,57a     |
| 30                  | 46,42ab                    | 56,05a     | 46,07a    | 52,01ab    |
| 60                  | 44,45b                     | 54,12ab    | 47,61a    | 52,89ab    |
| 90                  | 48,56ab                    | 54,32ab    | 47,52a    | 53,76a     |
| 120                 | 45,58ab                    | 51,41b     | 47,20a    | 50,22b     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 8. Luminosidade (valor L\*) das amostras cozidas em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>L* (amostras cozidas)</b> |           |            |            |
|---------------------|------------------------------|-----------|------------|------------|
|                     | <i>F1*</i>                   | <i>F2</i> | <i>F3*</i> | <i>F4*</i> |
| 0                   | 64,25a                       | 65,45a    | 64,96a     | 65,36a     |
| 30                  | 62,11ab                      | 61,63a    | 61,35b     | 62,93b     |
| 60                  | 63,05a                       | 63,44a    | 62,17b     | 62,90b     |
| 90                  | 59,32b                       | 62,66a    | 62,06b     | 61,30b     |
| 120                 | 62,29ab                      | 60,67a    | 62,15b     | 61,40b     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 9. Intensidade da cor vermelha (valor a\*) das amostras cruas em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>a* (amostras cruas)</b> |           |           |           |
|---------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                     | <i>F1</i>                  | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 12,60a                     | 12,80a    | 14,97a    | 12,76a    |
| 30                  | 15,56a                     | 11,38a    | 13,67a    | 11,33a    |
| 60                  | 14,63a                     | 11,31a    | 13,23a    | 11,18a    |
| 90                  | 14,69a                     | 12,02a    | 14,71a    | 11,09a    |
| 120                 | 13,25a                     | 11,62a    | 14,05a    | 11,76a    |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 10. Intensidade da cor vermelha (valor a\*) das amostras cozidas em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>a* (amostras cozidas)</b> |            |             |           |
|---------------------|------------------------------|------------|-------------|-----------|
|                     | <i>F1</i>                    | <i>F2*</i> | <i>F3**</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 10,34a                       | 9,51c      | 9,42b       | 10,70a    |
| 30                  | 11,47a                       | 11,16ab    | 11,89a      | 11,44a    |
| 60                  | 11,06a                       | 10,54bc    | 11,88a      | 11,52a    |
| 90                  | 11,24a                       | 10,42bc    | 11,39a      | 11,89a    |
| 120                 | 11,26a                       | 11,71a     | 11,24a      | 11,24a    |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 11. Intensidade da cor amarela (valor b\*) das amostras cruas em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>b* (amostras cruas)</b> |            |            |            |
|---------------------|----------------------------|------------|------------|------------|
|                     | <i>F1*</i>                 | <i>F2*</i> | <i>F3*</i> | <i>F4*</i> |
| 0                   | 19,78ab                    | 20,07a     | 21,33a     | 23,87a     |
| 30                  | 18,78ab                    | 16,61ab    | 15,87b     | 15,16c     |
| 60                  | 16,59ab                    | 15,74b     | 16,31b     | 16,18bc    |
| 90                  | 21,12a                     | 18,91ab    | 19,09ab    | 17,87b     |
| 120                 | 15,49b                     | 15,22b     | 16,89b     | 15,51bc    |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 12. Intensidade da cor amarela (valor b\*) das amostras cozidas em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>b* (amostras cozidas)</b> |            |            |           |
|---------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|
|                     | <i>F1</i>                    | <i>F2*</i> | <i>F3*</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 13,12a                       | 12,12b     | 13,20b     | 12,70a    |
| 30                  | 14,50a                       | 15,73a     | 13,72ab    | 13,99a    |
| 60                  | 13,90a                       | 14,96a     | 14,65a     | 15,58a    |
| 90                  | 14,04a                       | 13,77ab    | 14,85a     | 16,06a    |
| 120                 | 14,68a                       | 14,45a     | 13,98ab    | 15,38a    |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 13. Número de TBARS das amostras cruas do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos níveis de nitrito e diferentes % de gordura em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>TBA (amostras cruas)</b> |            |            |             |
|---------------------|-----------------------------|------------|------------|-------------|
|                     | <i>F1**</i>                 | <i>F2*</i> | <i>F3*</i> | <i>F4**</i> |
| 0                   | 0,681b                      | 0,719b     | 0,535c     | 0,577b      |
| 30                  | 0,548b                      | 0,572b     | 0,416c     | 0,497b      |
| 60                  | 0,752b                      | 1,009b     | 0,606c     | 0,709b      |
| 90                  | 1,435a                      | 1,496a     | 0,925b     | 1,825a      |
| 120                 | 1,724a                      | 1,750a     | 1,581a     | 1,924a      |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 14. Número de TBARS das amostras cozidas em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>TBA (amostras cozidas)</b> |            |            |             |
|---------------------|-------------------------------|------------|------------|-------------|
|                     | <i>F1*</i>                    | <i>F2*</i> | <i>F3*</i> | <i>F4**</i> |
| 0                   | 0,630bc                       | 0,715d     | 0,562c     | 0,602b      |
| 30                  | 0,508c                        | 0,662d     | 0,416c     | 0,563b      |
| 60                  | 0,771b                        | 1,040c     | 0,464c     | 0,637b      |
| 90                  | 1,558a                        | 1,615b     | 1,045b     | 1,810a      |
| 120                 | 1,720a                        | 1,986a     | 1,526a     | 2,012a      |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 15. Médias das notas sensoriais para o atributo sabor oxidado dadas pela equipe em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>Sabor oxidado</b> |           |           |           |
|---------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
|                     | <i>F1*</i>           | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 2,17b                | 2,00a     | 2,33a     | 1,67a     |
| 30                  | 2,25b                | 2,25a     | 2,25a     | 2,50a     |
| 60                  | 3,17ab               | 4,33a     | 2,17a     | 3,17a     |
| 90                  | 4,00ab               | 4,33a     | 3,00a     | 3,00a     |
| 120                 | 5,00a                | 2,75a     | 3,00a     | 3,25a     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.

ANEXO 16. Médias das notas sensoriais para o atributo aroma oxidado dadas pela equipe em função do tempo de estocagem

| <i>Tempo (dias)</i> | <b>Aroma oxidado</b> |           |            |           |
|---------------------|----------------------|-----------|------------|-----------|
|                     | <i>F1</i>            | <i>F2</i> | <i>F3*</i> | <i>F4</i> |
| 0                   | 2,17a                | 2,00a     | 1,50b      | 1,67a     |
| 30                  | 2,00a                | 2,50a     | 2,25b      | 2,00a     |
| 60                  | 3,67a                | 3,67a     | 2,50ab     | 3,17a     |
| 90                  | 4,00a                | 4,00a     | 3,67a      | 3,67a     |
| 120                 | 2,00a                | 2,75a     | 2,00b      | 2,50a     |

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*\*significativo,  $p<0,01$ ; \*significativo,  $p<0,05$

F1: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F2: 50 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura; F3: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 10% de gordura; F4: 150 mg de nitrito/Kg de produto e 20% de gordura.