

ISSN 0104-1509

## NESTE NÚMERO:

- 2** Nitrogênio líquido como meio refrigerante no "cutter"
- 3** Opinião do Frigorífico Ceratti S/A
- 3** Defumação: origem e composição da fumaça
- 5** Extensão de vida-de-prateleira de carnes resfriadas – Parte 1 – cortes primários desossados
- 7** Umidade relativa em processamento de carne

### Comissão Editorial

Eunice A. Yamada  
Expedito T. F. Silveira  
Hana K. Arima  
Jussara C. M. Della Torre  
Maria Teresa E. L. Galvão  
Nelson José Beraquet  
Tânia Mara Jucá Lopes

### Revisão

Vera Maria Barbosa Luporini  
Cristina Helena R.C. Gonçalves

**CENTRO DE TECNOLOGIA  
DE CARNES**

**ITAL**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**CTC**

# TECNOCARNES

Vol. III – N° 1

Jan-Fev/1993

**BOLETIM DE CONEXÃO INDUSTRIAL DO  
CENTRO DE TECNOLOGIA DA CARNE DO ITAL**

## Meio ambiente

O assunto meio ambiente atingiu plenamente o interesse do público brasileiro durante a ECO/92 realizada no Rio de Janeiro, mas a repercussão do evento ficou diluída por acontecimentos como o "impeachment" do Presidente e pelo aceleramento da recessão econômica.

O que o público percebe como tópico mais importante em relação ao assunto meio ambiente muda com o tempo e é obviamente direcionado pelos meios de comunicação: queimadas na floresta amazônica, demarcação de terras indígenas, deflorestamento para criação de áreas de pastagem, liberação de animais em cativeiro, etc. O que é definitivo é que o assunto meio ambiente veio para ficar. E o que a indústria da carne tem a ver com isso? Muito.

Cada vez mais o assunto meio ambiente está ligado ao tema segurança alimentar ou mais claramente ao tema contaminação dos alimentos. O consumidor que protesta contra o deflorestamento é o mesmo que protesta contra o manejo e abate não humanitário de animais, contra o uso de hormônios, contra a poluição de rios e lagos pela emissão de efluentes

das indústrias. Assim, há necessidade da indústria passar informação para os consumidores do que está sendo feito a favor da ecologia para que, sem agressão ao meio ambiente, sejam manufaturados produtos cárneos de alta qualidade e seguros do ponto de vista nutricional e saúde pública.

A cadeia começa com o manejo adequado dos animais na fazenda, transporte apropriado, abate humanitário, uso de ingredientes que não ofereçam risco à saúde humana, tratamento adequado de efluentes, utilização de embalagens recicláveis. Esses são termos de interesse permanente dos ambientalistas nos países mais desenvolvidos e que deverão vir à tona no Brasil num futuro próximo. Para informar e melhor preparar nossos associados, usuários e leitores, nos próximos números o TECNOCARNES estará abordando temas do setor carnes relacionados com o meio ambiente.

O CTC dá o exemplo inicial passando a partir deste número a imprimir o TECNOCARNES em papel reciclado.

N.J. Beraquet

# Nitrogênio líquido como meio refrigerante no “cutter”

## Por quê refrigerar com nitrogênio líquido?

Para a fabricação de uma pasta não objectionável, do ponto de vista tecnológico, o manuseio da temperatura no “cutter” é um fator fundamental. Se for empregado gelo, o frio que desprende pode esgotar-se antes de haver alcançado a trituração desejada da pasta ou de se obter uma solubilização protéica.

Com N<sub>2</sub> pode-se manusear a temperatura da pasta, na faixa desejada, de maneira cômoda e sensível, mantendo-a, assim, sem temer uma influência negativa sobre a composição ou qualidade da pasta.

O nitrogênio líquido é muito útil quando não se dispõe de gelo para a refrigeração ou quando deve ser reduzido. Uma aplicação adicional é que o nitrogênio introduzido na pasta para refrigeração desaloja o oxigênio existente, obtendo-se, a princípio, o mesmo efeito que no processo com “cutter” a vácuo.

## Efeito do nitrogênio líquido

Devido à rápida transmissão de calor durante a evaporação e a elevada diferença de temperatura do N<sub>2</sub> incorporado, na zona de corte do “cutter” produz-se uma rápida eliminação de calor, impedindo-se praticamente o risco de dano pelo calor.

## Carga

A refrigeração com nitrogênio pode efetuar-se à adição de gelo, reduzindo a quantidade de gelo ou retirando-o totalmente. Neste caso, a quantidade de gelo que falta compensa-se com água em relação à capacidade total de carga.

## Balanço térmico no “cutter”

O aumento da temperatura na pasta origina-se, fundamentalmente, pela elevada velocidade das facas durante a fase de trituração.

Por meio de medições efetuadas durante um ensaio com o “cutter”, calculou-se um consumo de 42kg de N<sub>2</sub> por 200kg de pasta ou seja, 0,21kg de N<sub>2</sub>/kg de pasta.

## Vantagens da refrigeração com N<sub>2</sub> para o embutido cozido

As vantagens da refrigeração com N<sub>2</sub> no “cutter”, para elaboração de pasta de embutido cozido, em relação à refrigeração com gelo, podem-se indicar:

- estabilidade boa e homogênea por ótima solubilização protéica;
- textura fina e homogênea;
- muito boa fixação de água e emulsão da gordura;
- conservação constante do calor.

## Trituração de toucinho fresco

Outra possibilidade de aplicação para o N<sub>2</sub> é a trituração de toucinho fresco, por exemplo, para a elaboração de embutidos secos. O toucinho fresco é cortado em pedaços, refrigerado com N<sub>2</sub> na marcha de mistura e logo triturado até o tamanho desejado. Com

---

*Em virtude de convênio do CTC/ITAL com a White Martins, os equipamentos “cutter” e misturadeira da planta piloto do CTC possuem dispositivos para a injeção de nitrogênio líquido. O CTC oferece aos seus usuários e associados esses equipamentos para testes na forma de prestação de serviços.*

---

este método pode-se obter uma trituração homogênea e com pouco desgaste por fricção.

## Processo de refrigeração com N<sub>2</sub> e tipos de “cutter”

Basicamente qualquer tipo de “cutter” do mercado pode ser equipado com um dispositivo de entrada para a refrigeração com N<sub>2</sub>.

## Obtenção e propriedades do nitrogênio líquido

O nitrogênio líquido é obtido por destilação por contracorrente, a partir do ar liquefeito.

A uma pressão de 1,013bar, a temperatura de ebulição do N<sub>2</sub> é de -195,8°C. Quando o nitrogênio líquido se evapora, retira do ambiente uma quantidade de calor da ordem de 198,7kJ/kg. O gás frio que se forma durante a evaporação também retira temperatura da ordem de 182,5kJ/kg a uma temperatura de gás de escape de -20°C depois do processo de resfriamento.

Desta maneira, durante um processo de resfriamento pode-se extrair do produto aproximadamente 380kJ de calor por cada kg de N<sub>2</sub> empregado. Por outro lado, o nitrogênio é um gás incolor, inodoro, não combustível e atóxico, que está contido no ar com 78,09% vol.

O nitrogênio já foi incorporado na tecnologia de alimentos há tempos (embalagem, congelamento rápido) e é aceito do ponto de vista legal.

## Referência bibliográfica

GARNREITER, F. Nitrógeno líquido como medio refrigerante en la cuter. Método - LINKUT. Fleischwirtsch, español (1), 63-64. 1989.

*Tradução e Adaptação:*  
YAMADA, E.A.

## Opinião do Frigorífico Ceratti S/A

Fundado em 1932 pelo imigrante italiano Giovanni Ceratti, o **Frigorífico Ceratti** produzia, inicialmente, embutidos destinados apenas à colônia italiana. Os produtos obtiveram boa aceitação e a Empresa, desde então, vem se expandindo gradualmente. A mortadela Ceratti, sinônimo de excelência em mortadelas, é ainda o principal produto, mas manufacturamos também rosbife, apresuntado, linguiças frescas, bacon e embutidos típicos italianos, como codeguim, zampone e panceta enrolada. A expansão da companhia deve continuar e embora isso se deva a boas práticas de gerenciamento, a introdução de novas tecnologias e novos produtos,

adequados às necessidades do mercado, tem papel preponderante.

Quando o **Frigorífico Ceratti** buscou a oportunidade de fornecer um novo produto fermentado a uma cadeia de “fast food”, o Centro de Tecnologia da Carne-CTC do ITAL forneceu o atendimento que buscávamos. Realizar o desenvolvimento completo do produto, atendendo às especificações de composição do cliente, significaria investir em equipamentos e infra-estrutura talvez de uso efêmero. No CTC encontramos a infra-estrutura, equipamentos e principalmente a boa vontade do seu pessoal técnico para desenvolver o produto. A grande

vantagem do CTC é contar com abatedouro, câmaras frias e planta piloto, que permitem o desenvolvimento de quase todos os tipos de produtos cárneos. Para nós significou economia de tempo, dinheiro e energia.

Esperamos que o CTC/ITAL continue firme no propósito de trabalhar em cooperação com o setor privado.

  
Mário Ceratti  
Diretor/Presidente

## Umidade relativa em processamento de carne

### O que é umidade relativa?

Umidade relativa é a razão da quantidade de vapor de água presente no ar a uma dada temperatura e a maior quantidade possível àquela temperatura. Esta razão é geralmente expressa como percentagem. Assim, quando dizemos 40% de umidade relativa significa que o ar contém 40% da quantidade máxima de vapor de água que poderia manter a uma temperatura específica.

### Como é controlada a umidade relativa no defumador?

A umidade relativa em defumador de ar condicionado é geralmente controlada pela injeção de vapor e chaminés de exaustão. Estes dois sistemas provêm capacidade adequada para controlar a umidade relativa na maior parte das situações. Entretanto,

a baixas temperaturas, um sistema de desumidificação pode também ser necessário, uma vez que o defumador pode ser afetado pelo teor de umidade do ar fora do defumador.

A fim de manter uma eficiência energética, somente 10 a 15% de ar são exauridos na maioria dos defumadores. O ar restante é reaquecido e recirculado. No início do ciclo, quando o produto fresco é colocado no defumador, é comum ter-se umidade relativa de 50% ou mais devido à rápida perda de umidade do produto. Um controle adequado de umidade pode ser atingido usando chaminés exaustoras. Para um controle preciso, pode ser desejável um sistema de desumidificação.

A umidade relativa no defumador é determinada indiretamente, medindo e comparando as temperaturas de bulbo seco e úmido. A temperatura de bulbo seco é medida usando um termômetro

convencional. A temperatura de bulbo úmido é medida usando um termômetro com o bulbo coberto por uma mecha úmida. Quanto menor a umidade presente no defumador, mais rapidamente a água evaporará da mecha úmida. Esta evaporação causa resfriamento e abaixa a leitura da temperatura no termômetro de bulbo úmido. Existem nomógrafos que permitem a determinação do percentual de umidade relativa graficando as temperaturas de bulbo seco e úmido.

### Quais os principais efeitos da umidade relativa no defumador?

Os efeitos da umidade relativa no processamento térmico incluem:

- à medida que a umidade relativa aumenta, a taxa de transferência de calor do ar aumenta, o qual por sua vez aumenta tanto a taxa

de aquecimento do produto como a eficiência do defumador;

- os componentes de fumaça de geradores de fumaça de serragem são dissolvidos e carregados para a carne pelo vapor úmido. As tripas celulósicas úmidas são mais permeáveis aos componentes da fumaça da madeira que tripas relativamente secas;
- a umidade afeta a formação de película no produto e dessa maneira na depelagem;
- a umidade afeta a firmeza do produto, textura e aparência;
- a umidade afeta as perdas do cozimento.

### **O que acontece quando a umidade relativa do defumador é muito alta?**

Umidades relativas extremamente elevadas mantêm a tripa em uma condição muito úmida e relativamente elástica. As tripas úmidas não limitam a expansão do produto como poderia limitar uma tripa mais seca, dessa maneira reduzindo a pressão na emulsão. Devido a essa reduzida pressão não conseguir segurar a matriz da emulsão obtida como fazem as

pressões mais elevadas, a gordura pode sair do produto.

Elevada umidade reduz a perda de água pelo produto e pode resultar num produto relativamente macio, com a pouca formação de película. Isto pode afetar a depelagem dos embutidos. Elevada umidade pode resultar em má coloração devido à diluição do pigmento na superfície do produto e dificuldade de secagem que, por sua vez, impede o desenvolvimento de cor escura.

### **O que acontece quando a umidade relativa do defumador é muito baixa?**

Uma película dura, resistente, pode ser formada quando a taxa de evaporação de água da superfície do produto excede a taxa de migração de água para a superfície do interior do produto, uma condição induzida pela baixa umidade relativa.

Baixa umidade relativa promove evaporação excessiva da umidade da carne, diminuindo o rendimento do defumador.

Baixa umidade relativa pode tornar as tripas fibrosas quebradiças e isto levar à quebra da tripa durante o processamento térmico.

### **Boas práticas no controle da umidade relativa do defumador**

Um erro comum na determinação da umidade relativa resulta quando a mecha do termômetro de bulbo úmido é deixada secar. O reservatório do termômetro de bulbo úmido deve ser mantido cheio e a mecha deve ser trocada diariamente para assegurar o funcionamento.

Os indicadores de temperatura do defumador e registradores devem ser periodicamente inspecionados e recalibrados, quando necessário.

A circulação de ar no defumador deve ser suficiente para evitar bolsões quentes. Densidade de pendura e arranjo do produto têm um efeito significativo na circulação de ar.

A troca de ar no defumador afeta a taxa de cozimento do produto, assim como a umidade relativa. Por isso, a manutenção apropriada dos ventiladores, tubulações e chaminés é importante.

### **Referência bibliográfica**

UNION CARBIDE CORPORATION. Technical Data Sheet. Illinois. 1983.

*Tradução e Adaptação:*  
YAMADA, E.A.

## **Defumação: origem e composição da fumaça**

A defumação é um dos métodos mais antigos empregados para conservação dos alimentos. Entretanto, com o avanço de outras técnicas de preservação como refrigeração, congelamento, enlatamento, etc., o processo de defumação é realizado atualmente com o objetivo maior de conferir cor e sabor ao produto.

O conhecimento da composição da fumaça é um pré-requisito para o

estudo do desenvolvimento de sabor e cor, assim como o entendimento das propriedades bacteriostáticas e antioxidantes dos alimentos defumados.

### **Composição e degradação térmica da madeira**

Para se obter uma qualidade de fumaça adequada durante o processo de defumação é necessário conhecer a composição da madeira utilizada e as

características de sua degradação térmica.

Os principais constituintes da madeira são: 40-60% celulose; 20-30% hemicelulose e 20-30% de ligninas (Figura 1), existindo também uma pequena quantidade de substâncias químicas complexas, de baixo peso molecular (particularmente em madeiras moles) e uma quantidade variável de água.



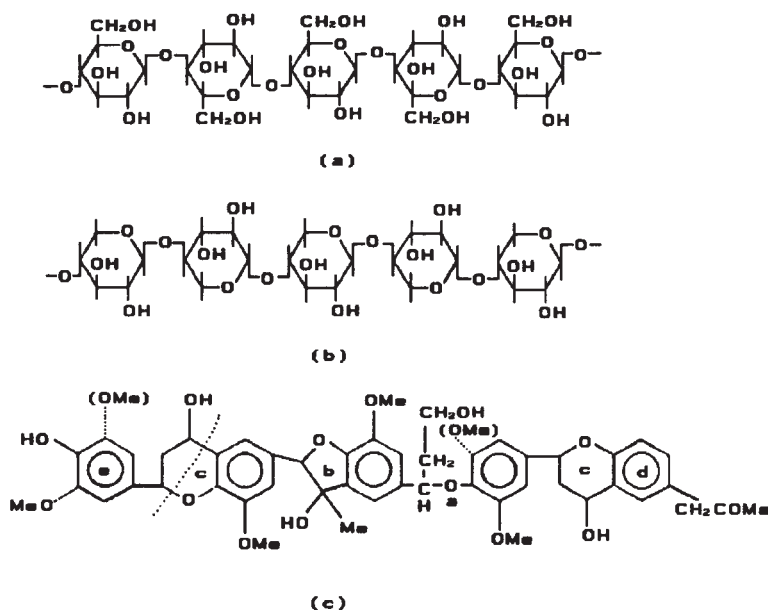


FIGURA 1. Principais constituintes da madeira. (a) celulose; (b) hemicelulose; (c) fórmula estrutural esquemática para lignina.

As madeiras são comumente classificadas em duras e moles, dependendo de sua origem botânica. Em geral, as madeiras duras têm um maior conteúdo de hemicelulose que as moles, conseqüentemente, uma maior quantidade de pentoses.

O comportamento da madeira durante sua degradação térmica (pirólise) pode ser resumido pela decomposição térmica dos 3 principais componentes (celulose, hemicelulose e lignina). Na pirólise da celulose ocorre primeiramente um desdobramento em glicose por hidrólise e mediante desidrogenação forma-se 1,6 dihidroglicose. Na etapa seguinte ocorre a formação de ácido acético e seus homólogos, água e ocasionalmente pequenas quantidades de furanos e fenóis, embora esses últimos compostos sejam mais característicos da degradação da hemicelulose e lignina.

A fórmula estrutural da hemicelulose depende de sua origem. A hemicelulose resiste muito pouco ao calor e se decompõe rapidamente, produzindo derivados de furano junto com ácidos carboxílicos aromáticos. Esses compostos são produtos da decomposição das pentoses que existem, em maior proporção, nas

madeiras duras. Assim sendo, a proporção de ácidos na madeira mole é menor. Hexoses se decompõem de maneira similar à celulose.

Na pirólise da lignina são produzidos os componentes de maior importância no desenvolvimento do aroma dos produtos defumados. A fórmula estrutural da lignina se caracteriza pelo predomínio de compostos fenólicos polissubstituídos. A Figura 2 indica os mecanismos de desdobramento aplicados nos anéis heterocíclicos; assim se originam, por exemplo, o guaiacol e seus homólogos.

### Composição da fumaça

A fumaça da madeira é constituída por um sistema complexo e pode ser definida como uma mistura de gases com partículas dispersas de diversos tamanhos. Estima-se que a fase gasosa é de 10% dos componentes da fumaça e os 90% restantes são constituídos por partículas dispersas. Muitos estudos têm sido realizados para identificar os componentes da fumaça da madeira. Nos últimos anos, com o avanço de técnicas analíticas mais sofisticadas (ex.: cromatografia gasosa, espectrofotômetro de massa) foram

identificados mais de 200 componentes na fumaça da madeira.

Pode-se citar os álcoois, ésteres, fenóis, benzaldeídos, como componentes importantes no desenvolvimento de aroma e cor; o formaldeído de grande importância sob o ponto de vista microbiológico, o ácido benzóico com ação contra esporos aeróbios do gênero *Bacillus*; glucoaldeído e acetal que interagem com proteínas desenvolvendo coloração marrom; já os ácidos dicarboxílicos saturados e insaturados influenciam na coloração.

Deve-se, portanto, destacar os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), que constituem a causa principal dos problemas relacionados com defumados. O número desses compostos encontrados na fumaça chega acima de 40. Entre eles pode-se destacar o 3,4 benzopireno, que foi o primeiro composto cancerígeno identificado; por essa razão é o HAP mais procurado nos produtos defumados. Sua presença pode ser observada somente como um indicador carcinogênico arbitrário; pois não foi demonstrada uma relação direta entre 3,4 benzopireno e o conteúdo total de HAP em alimentos defumados.

Para iniciar a formação desses compostos orgânicos são necessárias altas temperaturas, o que significa que a temperatura de decomposição da madeira é um fator importante na composição final da fumaça. Tem sido relatado que o uso de temperaturas inferiores a 425°C na queima da madeira produz uma fumaça sem 3,4 benzopireno e que uma queima da serragem em temperaturas entre 350-400°C leva a uma produção mínima de HAP. Um aumento linear na produção de HAP é verificado quando a temperatura de combustão situa-se entre 400-1000°C. Em conseqüência, recomenda-se que a defumação seja feita em temperaturas inferiores a 300°C.

Na defumação de produtos embutidos, pode-se reduzir significativamente os níveis de 3,4 benzopireno com o emprego de tripas artificiais que têm mostrado barreira efetiva aos HAP.

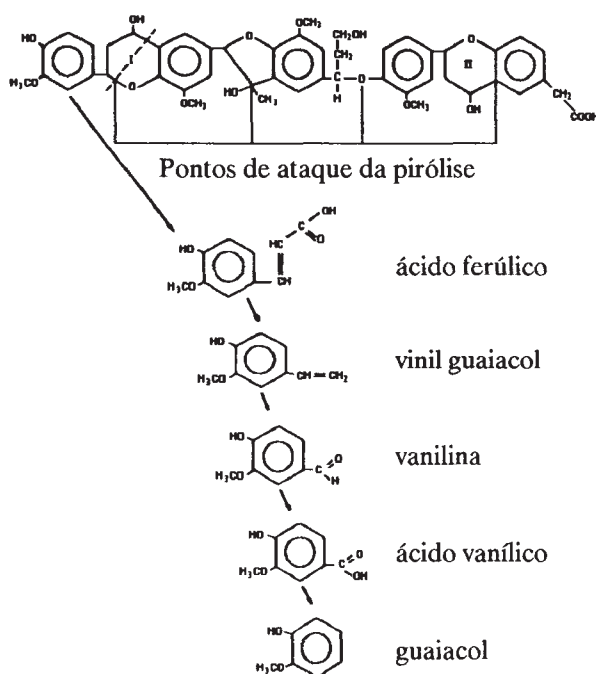


FIGURA 2. Decomposição da lignina e do ácido ferúlico.

Estudos têm verificado que os HAP se depositam na tripa e penetram no produto; com isso, produtos nos quais a tripa é removida após o processamento podem ser considerados como produtos livres de HAP. Porém, lingüiças defumadas em tripa natural de carneiro podem

apresentar alto nível de 3,4 benzopireno. Alguns trabalhos observaram que a substituição da tripa natural por tripa de celulose ou sintética ocasionou migração de somente 30% de HAP para o interior do produto, ao passo que em tripas naturais a migração foi de 70-80%.

Outro método para reduzir o nível de HAP em alimentos defumados é através da colocação de filtros antes da fumaça entrar em contato com o produto.

Em fumaça líquida ou em pó, o total de compostos indesejáveis são removidos durante o processamento; um problema na manufatura desses produtos é que componentes essenciais para o desenvolvimento de sabor acabam sendo removidos juntamente com os HAP, reduzindo as características dos defumados.

Estudos vêm sendo desenvolvidos para identificar os componentes mais importantes na contribuição do sabor de defumados, a fim de incorporar esses compostos purificados na fumaça líquida ou em pó, visando um aditivo seguro e mais eficiente.

#### Referência bibliográfica

GILBERT, J. & KNOWLES, M.E.  
The chemistry of smoked foods: a review. *J. Food Technol.*, 10, 245-261, 1975.

*Tradução e Adaptação:*  
BARRETO, G.

## Extensão de vida-de-prateleira de carnes resfriadas

### parte 1 - cortes primários desossados

#### Embalagem a vácuo

É uma prática comum armazenar e distribuir cortes cárneos resfriados bovinos em embalagens a vácuo (geralmente de 2 a 9kg) de **baixa permeabilidade** a gases.

Carne embalada desse modo é fácil de manusear, tem a sua cor preservada e a vida-de-prateleira aumentada. Dentro da embalagem a vácuo, o oxigênio residual é consumido, provavelmente pelo tecido e pelos microrganismos

presentes e dióxido de carbono é produzido. Na embalagem a vácuo, a atmosfera ainda remanescente dentro da embalagem, quando bem realizada, contém um teor menor que 1% de oxigênio, 20-40% de dióxido de carbono e o restante em nitrogênio.

A cor da carne bovina sob embalagem a vácuo em filmes de **baixa permeabilidade** deve ser púrpura, pois a mioglobina está na sua forma reduzida.

O desenvolvimento da cor marrom pela oxidação durante a estocagem indica que o excesso de oxigênio penetrou para dentro da embalagem. Isto é causado pelo uso de filme que é excessivamente **permeável** ou de uma embalagem que não estava bem selada ou com perfurações. Quando a embalagem é aberta, a cor púrpura pela oxidação da carne se altera para vermelha viva.

A Tabela 1 mostra o tempo estimado de comercialização à temperatura de

**TABELA 1. Estabilidade de cortes cárneos primários desossados embalados a vácuo armazenados a 0°C.**

| Carne  | pH do músculo      | Estabilidade (semanas) | Deterioração observada                       |
|--------|--------------------|------------------------|--|
| Bovino | 5,5-5,8            | 10-12                  | Sabor e aroma (ácido, de queijo e de fígado) |
| Suíno  | 5,5-5,8<br>6,0-6,3 | 6<br>4-6               | Sabor e aroma, cor (esverdeamento)           |
| Ovinos | Não aplicável      | 6-8                    | Cor, aparência de gordura                    |

Em filmes de permeabilidade ao oxigênio < 50ml/m<sup>2</sup>/24h/atm (medidos a 25°C e 98% de unidade relativa).

0°C de cortes primários desossados embalados a vácuo. Estes resultados são de carnes que foram produzidas sob boas práticas de manufatura (contagem inicial de microrganismos psicrótróficos < 10<sup>2</sup>UFC/cm<sup>2</sup>) e sob boas condições de controle de temperatura durante o período de estocagem.

Se a carne apresentar uma contagem inicial muito baixa (< 10<sup>2</sup>UFC/cm<sup>2</sup>) desenvolve, com a estocagem a 0°C, um sabor e aroma residuais de amargo ou de fígado que se tornam significativos após 14-16 semanas, com contagem na ordem de 2 a 5x10<sup>7</sup>UFC/cm<sup>2</sup>.

Quando o pH da carne é cerca de 6,0 ou maior, de outros tipos de bactérias podem atingir populações altas o suficiente para causar alterações na cor do exsudado e da superfície das gorduras (por exemplo, *Alteromonas putrefaciens*, *Aeromonas* e alguns tipos de *Enterobacteriaceae*). Este efeito deteriorativo é mais pronunciado na carne bovina, por causa da concentração maior de mioglobina, resultando em desenvolvimento da cor verde mais intensa. Este tipo de deterioração tem causado a rejeição de carnes embaladas a vácuo em mercados externos.

Uma estocagem a 5°C indica que a vida-de-prateleira é reduzida pela metade daquela obtida a 0°C. A estocagem a -1°C é recomendável quando for praticável. Estima-se que a

vida-de-prateleira de 50% possa ser atingido, melhorando-se as condições de higiene. Na Austrália considera-se que a vida-de-prateleira de 10 semanas seja suficiente para que um frigorífico tenha condições de exportar.

#### Múltiplas peças dentro de uma mesma embalagem a vácuo

O tempo de armazenamento de cortes menores embalados juntos sempre é menor que o de cortes individuais embalados, de mesmo peso e pH. A vida-de-prateleira mais curta é principalmente causada pela maior superfície em que a bactéria pode crescer quando vários músculos estão presentes, isto é, aumenta a razão superfície e volume. No caso de suínos, por exemplo, a embalagem múltipla deve ser estocada a 0°C (para vida-de-prateleira de 2 a 3 semanas) ou próxima. Se for usado 5°C a vida-de-prateleira será reduzida de 7 a 10 dias.

#### Estocagem em 100% dióxido de carbono

A principal função do dióxido de carbono é inibir o crescimento microbiano e a eficiência aumenta com a concentração. O princípio da ação do dióxido de carbono é atribuído à sua dissolução na água da carne (cerca de 75%) formando o ácido carbônico e a conseqüente queda do pH. Para ser completamente eficiente, o gás deve estar presente em excesso e ter acesso

à superfície da carne durante a estocagem.

A quantidade de dióxido de carbono que se dissolve no produto e vai ocupar o "head space" requerido depende de fatores como: 1) temperatura de estocagem; 2) natureza da superfície da carne (porção magra ou gordurosa) e da relação superfície e volume. Superfícies de carne magra têm maior teor de água portanto absorvem mais gás; e 3) temperatura da carne, pois a solubilidade do gás aumenta com a diminuição de temperatura.

De modo geral, a vida-de-prateleira de carne resfriada em atmosfera de 90 a 100% de dióxido de carbono deve ser, na pior das hipóteses, como a obtida por embalagem a vácuo. Pesquisadores suecos declararam que para armazenamento em atmosfera maior que 90% é viável uma vida-de-prateleira de 3 meses a 0°C. Para cortes cárneos armazenados a 0°C, pelo menos 2 meses podem ser alcançados. O gás deve estar presente num volume a mais, pois este excesso se dissolverá na carne. O volume de gás usado deve ser 1,5 litros por quilograma de carne para se ter um efeito máximo, sendo que a concentração de oxigênio deve ser a mais baixa possível. Isto pode ser conseguido incluindo uma etapa de "flushing" (introdução de corrente de gás inerte e conseqüente remoção do gás anterior) no processo.

O uso de atmosfera de CO<sub>2</sub> apresenta alguns problemas técnicos. Para se conseguir manter a carne em excesso de gás pode-se usar recipientes rígidos selados, mas isto apresenta problemas no uso comercial. A carne ainda pode ser armazenada selada em sacos plásticos feitos com filmes de baixa permeabilidade a gás. Após a embalagem, o CO<sub>2</sub> é absorvido pela carne, em quantidade que depende da temperatura de estocagem. Uma complicação é que demora algumas horas para que a contração no volume ocorra. O uso de recipientes rígidos ou o uso de filmes com demora na contração dificultam significativamente na etapa de embalagem final bem como no volume da estocagem. É



possível controlar a relação gás e superfície da carne tal que a quantidade do gás adicionado seja tão somente o absorvido durante os estágios iniciais do armazenamento, pois assim o filme pode contrair e apresentar uma mesma aparência do produto a vácuo. Porém, infelizmente, esta quantidade do gás não é a melhor sob o ponto de vista microbiológico, além de que, se houver um aumento de temperatura, o gás será liberado da carne e a embalagem se tornará larga, dando aparência de uma que perdeu a vedação.

Têm sido registrados problemas na cor, quando se utilizam altas concentrações de CO<sub>2</sub>. Entretanto, estudos recentes têm mostrado que as superfícies magras das carnes não alteram de cor se estiverem ausentes

de oxigênio. Se somente uma quantidade de 0,5 a 1% de oxigênio estiver presente, a velocidade de formação de metamioglobina é alta, causando a mudança para marrom. Em condições comerciais é difícil de excluir todo o oxigênio e o problema de cor permanece, especialmente na carne bovina que contém alto teor de pigmento. Outros problemas de cor podem ocorrer na superfície da carne ou da gordura como, por exemplo, a alteração para marrom-esverdeada.

Em ovinos ocorre uma alteração da superfície das carcaças para amarronzado, após várias semanas a 0°C, conferindo uma aparência de carne inferior. Na Nova Zelândia declarou-se que superaram o problema, embalando os cortes ovinos a vácuo em embalagem permeável e depois

encolhido termicamente. Estas unidades são depois embaladas com excesso de dióxido de carbono em sacos grandes ("master pack") de filme **bem impermeável**. A primeira embalagem, por ser permeável, permite o acesso do dióxido de carbono à carne. Reporta-se que a carne estocada a -1°C neste sistema tenha uma vida-de-prateleira de 16 semanas.

### Referência Bibliográfica

EGAN, A.F.; EUSTACE, I.J. & SHAY, B.J. Meat packaging maintaining the quality and prolonging the storage life of chilled beef, pork and lamb. **Meat Focus Int.**, Oct/90.

*Tradução e Adaptação:*  
ARIMA, H.K.

