



Contaminação, conservação e alteração da carne

Terezinha Feitosa



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Marcos Vinícius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Elza Ângela B. Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical

Chefe-Geral

João Pratagil Pereira de Araújo

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Lucas Antônio de Sousa Leite

Chefe Adjunto de Administração

José Ednilson de Oliveira Cabral

Documentos Nº 34

ISSN 0103 - 5797
Novembro, 1999

CONTAMINAÇÃO, CONSERVAÇÃO E ALTERAÇÃO DA CARNE

Terezinha Feitosa



© Embrapa-CNPAT, 1999

Embrapa-CNPAT. Documentos, 34

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270

Planalto Pici

Caixa Postal 3761

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Tel. (085) 299-1800

Fax: (085) 299-1803 / 299-1833

Endereço eletrônico: marketing@cpnat.embrapa.br

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Raimundo Braga Sobrinho

Secretário: Marco Aurélio da Rocha Melo

Membros: Ervino Bleicher

Francisco das Chagas O. Freire

Francisco Fábio de A. Paiva

Janice Ribeiro Lima

José Luiz Mosca

Tânia da Silveira Agostini

Coordenação Editorial: Marco Aurélio da Rocha Melo

Acompanhamento gráfico: Arilo Nobre de Oliveira

Arte da capa: Nicodemos Moreira dos Santos Júnior

Normalização bibliográfica: Rita de Cassia Costa Cid

Revisão: Mary Coeli Grangeiro Ferrer

FEITOSA, T. **Contaminação, conservação e alteração da carne.** Fortaleza:
Embrapa-CNPAT, 1999. 24p. (Embrapa-CNPAT. Documentos, 34).

Carne; Contaminação; Conservação; Microbiologia; Qualidade.

Meat; Contamination; Conservation; Microbiology; Quality.

CDD 664.929

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE	6
3 CONTAMINAÇÃO	7
4 FATORES QUE INFLUENCIAM A MULTIPLICAÇÃO DA FLORA INICIAL	8
4.1 ATIVIDADE DE ÁGUA	8
4.2 pH	9
4.3 POTENCIAL REDOX	9
4.4 TEMPERATURA	10
5 ALTERAÇÃO	10
5.1 ALTERAÇÕES EM TEMPERATURAS ELEVADAS	12
5.2 ALTERAÇÕES EM TEMPERATURAS INTERMEDIÁRIAS	12
5.3 ALTERAÇÕES EM TEMPERATURAS BAIXAS	13
6 CONSERVAÇÃO	14
6.1 ASSEPSIA	14
6.2 EMPREGO DE TEMPERATURAS BAIXAS	15
6.2.1 Refrigeração	15
6.2.2 Congelamento	16
6.3 EMPREGO DE CALOR	17
6.4 RADIAÇÃO	18
6.5 DESIDRATAÇÃO	19
6.6 EMPREGO DE CONSERVANTES	19
6.6.1 Cura	20
6.6.2 Defumação	20
6.6.3 Condimentos	21
6.6.4 Antibióticos	21
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
8 REFERÊNCIAS	22

CONTAMINAÇÃO, CONSERVAÇÃO E ALTERAÇÃO DA CARNE

Terezinha Feitosa ¹

1 INTRODUÇÃO

A carne constitui uma fonte básica de proteína de alta qualidade. Além de sua riqueza em aminoácidos, contém umidade, gordura, vitaminas do complexo B e minerais, sobretudo o ferro (Rice, 1976; Pardi et al., 1995).

Por causa das suas características intrínsecas, é também um excelente meio de cultura para os microrganismos (Landgraf, 1996). A quantidade e os tipos de microrganismos que se desenvolverão na carne dependerão da carga microbiana do trato intestinal do animal e das condições fisiológicas deste antes do abate, do método de sacrifício a que for submetido e da velocidade de resfriamento (Frazier, 1993).

Como a maioria dos alimentos perecíveis, a conservação da carne pode ser feita através da combinação de vários métodos. Entretanto, devido ao elevado teor de umidade, pH próximo à neutralidade e abundância em nutrientes, somado ao fato de que alguns microrganismos se encontram nos gânglios linfáticos, ossos e músculos e que a contaminação por microrganismos deteriorantes é quase inevitável, a conservação da carne torna-se mais difícil do que a conservação dos demais alimentos (Frazier, 1993).

As deteriorações que podem ocorrer estão relacionadas com a atmosfera que envolve os produtos cárneos e com a temperatura de conservação destes, e são provocadas por bactérias, bolores e leveduras.

¹ Enga. de Alimentos, M.Sc., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici, CEP 60511-110 Fortaleza, CE.

Por constituir um veículo potencial de contaminantes de natureza biológica, física ou química nas diversas fases - desde a produção primária, ou desde sua origem até a transformação, armazenagem, transporte e distribuição para consumo - a carne deve, via de regra, submeter-se ao controle de qualidade higiênico-sanitária, tecnológica e comercial.

2 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE

Após a morte do animal, seus músculos, tecidos e células passam por um complexo sistema de transformações conhecidas pelo nome de *rigor-mortis* e maturação, em que podem ser observadas mudanças físicas, bioquímicas e microbiológicas. O músculo perde água por evaporação e exsudação em torno de 2% a 5% (Lawrie, 1974). Embora modificadas, as atividades enzimáticas do músculo permanecem. Cessa a circulação sanguínea, é suprimida a fonte de glicose e oxigênio. Há uma transformação de condições aeróbias para condições anaeróbias, com acúmulo de resíduos metabólicos. Estas mudanças são exteriorizadas porque o músculo flexível, elástico e contrátil torna-se rígido em primeiro lugar e porque aparecem as características organolépticas, em particular, a dureza. As modificações bioquímicas afetam três componentes que constituem a principal fonte de energia renovável que são: o glicogênio, a adenosina trifosfato ou ATP e a fosfocreatina ou PC, que desaparecem liberando ácidos, contribuindo, assim, para diminuir o pH da carne, e liberando precursores do aroma (Rosset, 1994).

A glicose e o glicogênio são compostos que durante o seu catabolismo produzem uma acidificação da carne (pH cai de 7,0 para 5,5 - 5,7), que tem influência direta em diversas reações bioquímicas e microbiológicas. A redução do pH retarda o desenvolvimento dos microrganismos, especialmente os responsáveis pela putrefação. Quando o animal é abatido em estado de fadiga muscular, observa-se uma pequena diminuição do pH (em torno de 6,0), a carne mostra-se escura, dura, seca e com aspecto pegajoso e, nestas condições, apresenta tendência de entrar em estado de putrefação em um curto espaço de tempo (Rosset, 1994).

As reservas de oxigênio do músculo são rapidamente consumidas e o tecido entra em anaerobiose, o que facilita a multiplicação dos microrganismos anaeróbios putrefativos. Uma anaerobiose muito rápida

(2 - 3 horas *post-mortem*) em um músculo mantido em temperaturas elevadas (35 - 40 °C) traduz-se em uma putrefação profunda. Este risco é o que justifica a refrigeração precoce e rápida das carnes (Rosset, 1994).

3 CONTAMINAÇÃO

Geralmente, admite-se que a massa interna da carne de mamíferos não contém micróbios. Com exceção da superfície externa e dos tratos digestivo e respiratório, os demais tecidos dos animais contêm poucos microrganismos, uma vez que os mecanismos de defesa animal controlam com eficiência os agentes infectivos (Hayes, 1993). A contaminação mais importante da carne é de origem externa, durante o abate, a manipulação e os tratamentos aos quais é submetida. O abate dos animais e as operações subseqüentes como sangria, desossagem, evisceração e despeliculagem, comuns a todos os animais, dão origem à contaminação dos tecidos subjacentes que antes eram estéreis (Frazier, 1993). Obviamente, a superfície do corte do músculo abrigará a maioria dos microrganismos contaminantes e com o tempo os tecidos mais internos se contaminarão a partir da evisceração. As contagens bacterianas totais da superfície do corte dos músculos variam entre 10^3 a 10^5 microrganismos por cm^2 , procedentes, principalmente, das partes externas do animal (pêlo, pele e casco) e do trato digestivo. A superfície externa do animal contém, além da sua flora normal, grande número de contaminantes provenientes do solo, água, ração e esterco. As facas, os tecidos, o ar, as mãos e as vestimentas dos operários são importantes fontes de contaminação intermediária. Durante a manipulação posterior da carne, podem haver novas contaminações a partir do transporte, recipientes, outras carnes contaminadas, ar e manipuladores. É especialmente perigosa a contaminação com bactérias psicrófilas de qualquer procedência, por exemplo, outras carnes conservadas por refrigeração (Rosset, 1994).

Pela sua rica composição em nutrientes e pela grande variedade de fonte de contaminação, vários são os tipos de microrganismos encontrados na carne. Entre as espécies de mofo encontram-se os gêneros *Cladosporium*, *Sporotrichum*, *Thamnidium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Alternaria* e *Monilia*. As leveduras encontradas são do tipo não esporuladas. Entre as bactérias, as mais importantes são dos gêneros:

Pseudomonas, Achromobacter, Micrococcus, Streptococcus, Sarcina, Leuconostoc, Lactobacillus, Proteus, Flavobacterium, Bacillus, Clostridium, Escherichia, Salmonella e Streptomices. Muitas dessas bactérias crescem à temperatura de refrigeração. A contaminação da carne também pode ocorrer a partir de patógenos do homem, especialmente os de origem entérica (Lechowich, 1976).

4 FATORES QUE INFLUENCIAM A MULTIPLICAÇÃO DA FLORA INICIAL

4.1 ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa)

A atividade de água (Aa) mede a disponibilidade de água livre do meio em que se encontram os microrganismos. De modo geral, quanto maior a Aa, ou seja, quanto mais próxima de 1 mais intenso é o desenvolvimento microbiano. A maioria das bactérias necessita de uma Aa maior que as leveduras e os mofos, sendo esta próxima da unidade (0,998). O gênero *Staphylococcus* é mais resistente e cresce numa Aa igual a 0,86. Já em relação aos mofos, Aa mínima em que ocorre a germinação de esporos é de 0,62, embora existam espécies que necessitam de Aa igual a 0,93. No entanto, uma Aa inferior a 0,70 é suficiente para evitar o desenvolvimento de mofos nos alimentos. As leveduras crescem numa faixa de Aa de 0,94 a 0,88 (ICMSF,1980).

A carne fresca apresenta uma Aa de 0,990 ou superior, portanto, ótima para uma grande variedade de espécies bacterianas. Entretanto, praticamente todas as bactérias estão localizadas na superfície da carne e a conseqüente desidratação da superfície restringe progressivamente o crescimento da maior parte dos microrganismos deteriorantes. À medida que o produto se desseca, diminui continuamente o número de espécie de bactérias que podem crescer (Lechowich,1976).

O armazenamento da carne, para melhor conservação, deve ser feito em condições de umidade ambiente, que provoque uma Aa na carne compatível com a perda de massa limite, evitando grande perda de peso, portanto, perda econômica, de maneira que a carne apresente um aspecto bom e qualidade higiênica satisfatória (Rosset, 1994).

4.2 pH

O pH do músculo vivo é aproximadamente 7,0. Dependendo fundamentalmente da alimentação e dos procedimentos de manipulação antes do abate, o pH da carne fresca pode variar de 5,3 a 6,5. A grande maioria dos microrganismos pode iniciar o crescimento dentro desta faixa de pH. Entretanto, os microrganismos são muito sensíveis a variações de pH. Quando há uma diminuição deste, ocorre um decréscimo na velocidade de crescimento microbiano, afetando principalmente as bactérias, em seguida as leveduras e, por último, os mofos. Do ponto de vista prático, isto significa que toda carne com pH elevado (igual ou superior a 6,0) está mais suscetível às ações microbianas, sobretudo, à putrefação, que a carne com pH inferior a 6,0. Assim sendo, é favorável que a redução do pH do músculo transcorra corretamente, para maior vida útil da carne (Lechowich, 1976; Rosset, 1994).

4.3 POTENCIAL REDOX

Em nível biológico molecular, a classificação dos microrganismos como aeróbios, anaeróbios e facultativos é baseada no potencial redox crítico (Eh) para seu metabolismo e multiplicação, ou seja, o potencial redox de um sistema biológico é um índice do seu grau de oxidação, que está diretamente relacionado a sua tendência intrínseca à oxidação, a concentrações relativas de substâncias oxidantes e redutoras nele presentes e do seu pH. Por conseguinte, o Eh de um alimento está relacionado com a sua composição química e com a tensão ou pressão parcial do oxigênio durante o armazenamento (Mossel & Moreno Garcia, 1994; Obbinger & Kraft, 1973; Urbain, 1976).

Imediatamente, após a morte do animal, o músculo contém reservas de oxigênio no seu interior, favorecendo um Eh positivo e elevado (+ 250 mV), desta forma, favorável ao crescimento de microrganismos aeróbios. Em seguida, as reservas de oxigênio esgotam-se devido a não renovação pela corrente sanguínea, assim, o Eh no interior do músculo diminui rapidamente e torna-se negativo, alcançando cifras de -200 mV, em torno de 4 a 6 horas. As condições redutoras que se formam no interior da carne são propícias para o desenvolvimento de microrganismos

mos anaeróbios, responsáveis pela putrefação. Carnes com o pH ácido (5,7) não favorecem o desenvolvimento microbiano, no entanto, o mesmo não ocorre com carnes DFD ('Dark, Firm, Dry'), onde o pH é elevado (6,3 a 6,7) (Rosset, 1994).

4.4 TEMPERATURA

A utilização de tratamentos térmicos na preservação de alimentos constitui-se em uma das práticas mais difundidas na indústria de alimentos. De modo geral, as formas vegetativas de microrganismos evidenciam pequena resistência térmica, sendo facilmente destruídas por tratamentos em temperatura inferior a 100 °C, como na pasteurização. Por outro lado, os esporos, geralmente, apresentam elevada resistência à ação de agentes físicos e químicos, variável principalmente em função da espécie ou linhagem do microrganismo e do substrato de aquecimento (Leitão, 1978).

A resistência térmica de células ou esporos é geralmente expressa por valores "D" e "z". O valor "D" pode ser definido como sendo o tempo em minutos, a determinada temperatura, capaz de destruir 90% de uma população de células ou esporos. Enquanto que o valor "z", é definido como sendo o número de graus (Celsius ou Fahrenheit) necessários para reduzir dez vezes o tempo de destruição térmica (Frazier, 1993; Sofos et al., 1979). Na Tabela 1 estão relacionados alguns valores de "D" e "z" para células e esporos de bactérias patogênicas.

5 ALTERAÇÃO

A carne crua começa a sofrer alterações desde o momento em que se abate o animal, através de suas enzimas tissulares, por ação das enzimas microbianas ou por oxidação dos lipídeos. As enzimas atuam durante a autólise dando origem a certo grau de proteólise dos tecidos musculares e conjuntivos, hidrolisando ligeiramente as gorduras. Quando a autólise é muito intensa, as mudanças ocorridas são diferentes daquelas produzidas pela ação microbiana. Se a autólise é menos intensa, a carne torna-se mais susceptível à ação microbiana, devido à produção de peptídeos e aminoácidos que são mais facilmente utilizados pelos microrganismos do que as proteínas intactas (Frazier, 1993; Lechowich, 1976).

TABELA 1. Valores de “D” e “z” para células e esporos de bactérias patogênicas.

Bactérias	Temperatura (°C)	“D” (min)	“z” (°C)
Esporos de <i>C. botulinum</i> tipos A e B	121,1	0,1 - 0,2	7,7 - 10,0
Esporos de <i>C. botulinum</i> tipo E	82,2	0,1 - 3,0	5,0 - 8,8
Esporos de <i>C. perfringens</i> ATCC 3624	100,0	0,3 - 0,4	10,0
<i>Salmonella</i> spp.	65,5	0,02 - 0,25	4,4 - 5,5
<i>Staphylococcus aureus</i>	65,5	0,2- 2,0	4,4 - 6,6
Bactérias não esporogênicas em geral	65,5	0,5 - 3,0	4,4 - 6,6

Fonte: *Stumbo* (1965)

Após o abate, os tecidos são invadidos por microrganismos contaminantes e esta invasão é afetada por vários fatores como: a) carga microbiana do trato intestinal do animal. Quanto maior for esta carga, maior será a invasão. Por esta razão, recomenda-se um jejum de 24 horas antes do abate; b) condição fisiológica do animal antes do abate. Quando o animal está excitado ou fatigado, as bactérias penetram com maior facilidade nos tecidos e a sangria pode ser incompleta, favorecendo a expansão bacteriana. Durante a fadiga, ocorre o consumo de glicogênio, reduzindo a queda no pH, que em condições normais cai de 7,0 para 5,7; c) método de sacrifício e sangria. Quando a sangria é feita adequadamente e em boas condições sanitárias, a capacidade de con-

servação da carne é maior; e d) velocidade de resfriamento. O resfriamento rápido reduz a velocidade de invasão dos microrganismos nos tecidos (Frazier, 1993).

As alterações produzidas por esta flora contaminante depende, fundamentalmente, da temperatura de conservação.

5.1 ALTERAÇÕES EM TEMPERATURAS ELEVADAS (25 - 40 °C)

A condição de temperatura elevada favorece o desenvolvimento da putrefação profunda, que é produzida na massa muscular interna da carne, devido à ausência de refrigeração após o abate e deve-se ao desenvolvimento muito rápido de bactérias anaeróbias, procedentes do trato intestinal do animal, sobretudo *Clostridium* (Ingram, 1972).

No início, a putrefação manifesta-se pela produção de gás, sem odor desagradável, associado à presença, em número elevado, de *Clostridium perfringens*, que degrada o glicogênio residual do músculo e libera CO₂, dilacerando-o, tornando-o macio e esponjoso. Numa segunda etapa, a carne torna-se verde e com odor desagradável devido à multiplicação de outras bactérias anaeróbias como *Clostridium histolyticum*, *Clostridium sporogenes* e *Clostridium oedematiens*. A proteólise conduz à liberação de compostos com odor amoniacal ou sulfídrico muito desagradáveis e de aminas por descarboxilação. Estas últimas tornam perigoso o consumo desta carne, embora ela seja, naturalmente, rejeitada pelo odor e pelo aspecto que apresenta (Rosset, 1994).

Considera-se que os primeiros sinais de putrefação aparecem quando o número de *Clostridium perfringens* alcança a cifra de 10⁷ germes por grama, considerando uma contaminação inicial de 10² germes/grama. A refrigeração rápida evita estas duplicações fatídicas e a conseqüente putrefação profunda (Rosset, 1994).

5.2 ALTERAÇÕES EM TEMPERATURAS INTERMEDIÁRIAS (10-25 °C)

No resfriamento lento podem ocorrer alterações tanto na superfície como na porção mais interna da carne. A flora que se desenvolve na superfície pode ser constituída por grande variedade de espécies, entre

as quais anaeróbios facultativos e, em particular, enterobactérias. *Pseudomonas* sp. convertem-se rapidamente na flora majoritária, produzindo um limo superficial com odor desagradável. Pode ocorrer também o aparecimento de uma coloração esverdeada, que se origina por ação de microrganismos produtores de peróxido de hidrogênio ou de sulfeto de hidrogênio, que formam pigmentos verdes a partir da mioglobina. Os germes envolvidos pertencem aos gêneros (*Proteus*), *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Brochothrix* (Lawrie, 1974).

5.3 ALTERAÇÕES EM TEMPERATURAS BAIXAS (<10 °C)

Dependendo da natureza da atmosfera, as carnes refrigeradas podem apresentar dois tipos de alterações:

- **Em atmosfera seca:** O processo de multiplicação das bactérias é bastante reduzido, no entanto, os mofos proliferam, embora lentamente, sobre a superfície da carne. Os gêneros que participam do processo de hidrólise e oxidação dos lipídeos são, principalmente: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Sporotrichum*, *Penicillium* e *Mucor*. Entre os gêneros de leveduras isoladas em processos de deterioração citam-se: *Candida*, *Monilia* e *Torula* (Gill & Newton, 1980).

- **Em atmosfera úmida:** Em condições de umidade relativa elevada, as alterações nas carnes refrigeradas podem ocorrer por ação de suas próprias enzimas ou por ação de enzimas microbianas. Inicialmente, as bactérias degradam a glicose, os aminoácidos e outros compostos de baixo peso molecular. Destas mudanças resulta uma elevação do pH, de 5,7 a aproximadamente 8,5, devido à formação de amoníaco por degradação bacteriana dos aminoácidos (Gray & Randal, 1979).

A proteólise por ação bacteriana só ocorre nos últimos estágios de armazenamento, produzindo alteração na superfície caracterizada por um limo viscoso. *Pseudomonas* sp. são as principais responsáveis por essa alteração, que se manifesta quando a contagem atinge cifras de 10^9 por cm^2 . A carne apresenta coloração marrom e odor pútrido devido à produção de compostos voláteis. Muitas espécies de *Pseudomonas* são também produtoras ativas de lipases em baixas temperaturas, favorecendo a oxidação dos ácidos insaturados conhecida, comumente, como rancidez oxidativa (Forrest et al., 1975; Gill & Newton, 1980).

6 CONSERVAÇÃO

Como a carne constitui um excelente meio de cultura, a sua conservação é mais difícil que a maioria dos alimentos e, geralmente, é feita pela combinação de vários métodos, entre os quais citam-se:

6.1 ASSEPSIA

Consiste em evitar, ao máximo possível, que os microrganismos cheguem à carne durante o abate e manipulação posterior, facilitando, assim, a sua conservação por qualquer método. Inicia-se evitando a contaminação da carne pelos microrganismos da superfície externa do animal, através da utilização de duchas antes do abate, eliminando o máximo possível sujeiras da pele, pêlos e patas. Apesar destas precauções, a pele e o pêlo constituem fontes importantes de contaminação durante o processo de esfolagem, além da contaminação através de utensílios utilizados na sangria e através dos manipuladores. Durante a evisceração pode haver contaminação a partir do trato intestinal, do ar, da água usada na lavagem, dos manipuladores, dos pisos e das paredes. Na sala de refrigeração, a carne pode contaminar-se a partir do ar, da parede, do piso e dos manipuladores. Pode haver uma contaminação adicional durante o esquartejamento do animal a partir de utensílios, transporte, mesa, ar, água e pessoal. As embalagens usadas previnem a contaminação e retardam o crescimento das bactérias existentes na carne. Estas embalagens diferem quanto à permeabilidade ao oxigênio, CO₂ e água. A carne fresca conserva melhor sua cor vermelha em embalagens permeáveis ao oxigênio e sem vácuo. Com uma embalagem impermeável aos gases, reter-se-á mais o CO₂ produzido pelas bactérias. Isto pode provocar uma perda na coloração, mas favorecerá o crescimento das bactérias lácticas sobre as demais (Frazier, 1993).

O fato de os microrganismos adicionados à carne, a partir das procedências citadas, incluírem todos aqueles que intervêm na produção de suas alterações ressalta a importância dos métodos assépticos, visto que a eliminação destes, uma vez presentes na carne, é difícil. O emprego de água sob pressão à temperatura elevada ou de aerossóis anti-sépticos é um sistema eficaz para reduzir o número de bactérias da superfície e prolongar a vida útil da carne sob refrigeração (Frazier, 1993).

As embalagens utilizadas em carnes evitam a chegada de novas bactérias e têm influência no crescimento daquelas que já se encontravam nas carnes antes de serem embaladas. Estas embalagens diferem quanto à permeabilidade à água, oxigênio e dióxido de carbono. Tem-se observado que as carnes apresentam menor vida útil quando envolvidas em embalagens menos permeáveis à água e que as carnes frescas conservam melhor sua cor vermelha quando envolvidas em embalagens permeáveis ao oxigênio sem o uso de vácuo. Por outro lado, a utilização do vácuo contribui para diminuir a multiplicação dos microrganismos aeróbios, sobretudo, os mofos, reduz a velocidade de multiplicação dos *Staphylococcus* e estimula a multiplicação das bactérias produtoras de ácido láctico (Frazier,1993).

6.2 EMPREGO DE TEMPERATURAS BAIXAS

6.2.1 Refrigeração

A refrigeração é o método mais utilizado para a conservação da carne e torna-se necessária, por um lado, para minimizar alterações, principalmente a putrefação, e, por outro, para eliminar os riscos produzidos pelo desenvolvimento de microrganismos patogênicos, responsáveis por toxiiinfecções, além de controlar a velocidade com que aparecem as características organolépticas *post mortem* da carne (Rosset, 1994).

Nos métodos modernos de preparo e embalagem de carne utiliza-se o resfriamento rápido em temperaturas próximas a zero, seguido de armazenamento em salas refrigeradas com temperatura ligeiramente acima da temperatura de congelamento. Quanto mais rápido for o resfriamento da carne, menor será a possibilidade de multiplicação de bactérias mesófilas. As temperaturas de armazenamento variam de -1,4 °C a 2,2 °C. O tempo máximo de conservação é de aproximadamente 30 dias, dependendo da carga microbiana presente, da temperatura e da umidade relativa. A adição de dióxido de carbono e ozônio na atmosfera prolonga o período de armazenamento, no entanto, apesar de muitos estudos realizados sobre a preservação de carne com gás, tal método não é utilizado em escala industrial. De acordo com a literatura, a conservação da carne com a utilização de gases é duas vezes maior que a obtida pelo uso exclusivo de refrigeração (Rosset, 1994).

Os microrganismos que causam problemas no armazenamento de carnes refrigeradas são bactérias psicrófilas, principalmente do gênero *Pseudomonas*, além dos gêneros *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Flavobacterium* e *Proteus*, algumas espécies de leveduras e mofos que podem crescer em temperaturas baixas (Frazier, 1993).

6.2.2 Congelamento

O congelamento é o método utilizado para conservação de carnes que serão transportadas a longas distâncias, ou para armazenamento em congeladores domésticos. Normalmente, este método não é utilizado para conservação de carnes destinadas à venda imediata.

Uma das condições mais críticas do processo de congelamento de produtos perecíveis surge quando o período que antecede o congelamento propriamente dito é longo, isto é, o pré-resfriamento, pois, em geral, as matérias-primas vêm acompanhadas de microrganismos contaminantes. Por esse motivo, é recomendável que a carne não seja mantida por mais de duas horas em temperaturas entre 5 °C e 60 °C, principalmente entre 15 °C e 45 °C, que é o intervalo ideal para o desenvolvimento de patógenos mesófilos. Nestes intervalos, desde que as demais condições sejam favoráveis, o tempo de geração pode ser igual ou superior a 30 minutos, ou seja, a população microbiana inicial pode dobrar a cada meia hora (Gonçalves, 1998).

Outro fator importante na conservação da carne congelada é a velocidade de congelamento, que varia de acordo com o método empregado, temperatura, circulação de ar ou do refrigerante, tamanho e forma dos pedaços de carne a serem congelados (Frazier, 1993).

A conservação da carne por congelamento rápido apresenta algumas vantagens sobre o congelamento lento, tais como: 1- formação de cristais de gelo menores e, portanto, menor destruição mecânica das células; 2- menor tempo de solidificação, portanto, menor tempo para a difusão dos materiais solúveis; 3- previne mais rapidamente o crescimento bacteriano; 4- retarda mais rapidamente a ação enzimática. Portanto, supõe-se que a carne rapidamente congelada, ao descongelar, apresenta características mais semelhantes às das carnes frescas do que aquelas congeladas lentamente (Frazier, 1993).

O congelamento destrói, aproximadamente, a metade das bactérias presentes, cujo número diminui lentamente durante o armazenamento. As bactérias psicrófilas, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium* e *Proteus*, que crescem durante a refrigeração, continuam seu crescimento durante o descongelamento, se este for realizado lentamente. No entanto, se o descongelamento for tão rápido quanto o congelamento, não ocorre o crescimento bacteriano de forma apreciável. Se a carne descongelada permanecer por muito tempo em temperaturas acima de 15 °C, pode haver crescimento e produção de toxinas pelo *Clostridium botulinum* tipo A e B. As salmonelas sobrevivem ao congelamento e podem permanecer viáveis durante meses em baixas temperaturas (Mossel & Moreno Garcia, 1994).

6.3 EMPREGO DE CALOR

O tratamento térmico da carne e de produtos cárnicos constitui o procedimento mais importante utilizado pela moderna tecnologia, sendo o mais eficaz para destruir os microrganismos toxigênicos e os causadores de deterioração (Mossel & Moreno Garcia, 1994; Tanaka, 1982).

A maioria dos produtos cárnicos são alimentos de baixa acidez, que constituem bom meio de cultura para as bactérias que sobrevivem ao tratamento térmico. A velocidade de penetração do calor varia de acordo com o estado físico do produto (sopa, pasta, pedaço, etc). As substâncias químicas adicionadas às carnes, como sal, nitrato ou nitrito, têm influência no processo, tornando-o mais efetivo. Os nitratos auxiliam na destruição dos esporos de bactérias anaeróbias pela ação do calor e inibem a germinação dos que sobrevivem ao tratamento térmico (Frazier, 1993).

De acordo com o tratamento térmico empregado, as carnes industrializadas dividem-se em dois grupos: 1- carnes que são tratadas termicamente com a finalidade de tornarem-se comercialmente estéreis, não necessitando de armazenamento especial e 2- carnes que recebem um tratamento térmico suficiente para destruir os germes causadores de deterioração e que necessitam de refrigeração para evitar sua alteração, por exemplo, os presuntos (Frazier, 1993)

O calor pode ser aplicado na conservação de produtos cárneos independente do processo de apertização. Tem sido proposto um tra-

tamento da superfície das carnes com água quente para prolongar seu tempo de conservação, no entanto, esse procedimento pode diminuir a quantidade de substâncias nutritivas e ocasionar mudanças na cor. O cozimento da salsicha e o calor aplicado nos defumados reduzem a carga microbiana e ajudam na sua conservação. O cozimento das carnes para consumo imediato reduz de forma considerável a carga microbiana e desta forma aumenta seu período de conservação (Frazier, 1993).

6.4 RADIAÇÃO

O tratamento da carne por radiações ionizantes, especialmente por raios gama, apresenta algumas vantagens fundamentais ante os tratamentos térmicos, devido à capacidade de destruir os microrganismos sem elevar a temperatura do produto, razão pela qual o processo é, às vezes, denominado de esterilização a frio (Mossel & Moreno Garcia, 1994).

Para esterilizar um produto cárneo, ou qualquer outro alimento, é necessário destruir todos os microrganismos que podem alterá-lo ou produzir toxinas durante o subsequente armazenamento à temperatura ambiente. O microrganismo mais perigoso para a saúde pública é o *Clostridium botulinum*, cujos esporos são resistentes a determinados níveis de radiação. Se sobrevivem em um produto cárneo irradiado, os esporos podem germinar, crescer e produzir uma toxina extraordinariamente potente. As doses esterilizantes seguras têm de ser suficientemente altas para evitar possível sobrevivência dos esporos botulínicos. A dose recomendada para os alimentos não ácidos é de 4,5 megarrads, a qual é deduzida do valor D dos esporos botulínicos, que é de 0,375 megarrads, e da premissa de que a dose esterilizante tem de ser capaz de destruir 10^{12} esporos de *C. botulinum* (Tanaka, 1982).

O emprego de doses menores que as de esterilização, para prolongar a vida útil em refrigeração, é denominado de pasteurização por irradiação. Uma vez que o principal grupo de microrganismo responsável pela alteração da carne fresca, *Pseudomonas*, é muito sensível às radiações, a alteração microbiana pode ser evitada eficazmente, com doses de radiação na ordem de 50.000 a 100.000 rads, e se forem associados outros métodos de conservação que impeçam as alterações do tipo químico e físico (por exemplo, atmosfera controlada e fosfatos), a carne fresca pode ser conservada em boas condições durante três semanas (Tanaka, 1982).

6.5 DESIDRATAÇÃO

É o método mais antigo de conservação; consiste em eliminar ou reduzir a quantidade de água disponível em um alimento, podendo ser realizada de diversas maneiras. Ao eliminar parte dessa água, os nutrientes hidrossolúveis concentram-se na água residual, evitando, assim, o crescimento de microrganismos deteriorantes e toxigênicos (Hayes, 1993).

A dessecação pode ser associada a um processo de salga e defumação, ou ainda adicionada de um processo de cura com nitrato ou nitrito antes da dessecação e adição de lecitina como antioxidante e estabilizante. O produto final não necessita de refrigeração (Urbain, 1976).

A carne destinada à desidratação deve ser de boa qualidade microbiológica, sem apresentar quantidades apreciáveis de microrganismos ou sabores desagradáveis.

Atualmente, devido à grande aceitabilidade, são produzidos embutidos secos e semi-secos de carne bovina. A fermentação que ocorre nestes embutidos produz uma acidificação que contribui para a sua estabilidade (Frazier, 1993).

6.6 EMPREGO DE CONSERVANTES

Denominam-se conservantes todas as substâncias não consumidas normalmente como alimento e que são incorporadas a um produto alimentício com a finalidade de aumentar sua segurança e estabilidade ante os microrganismos (Bourgeois, 1994).

A adição de conservantes aos alimentos em concentrações aceitáveis promove a inibição dos microrganismos, até que sejam eliminados por volatilização, metabolismo, degradação ou por meio de interações químicas com outros componentes do alimento (Araújo, 1995).

Entre os métodos de conservação da carne que utilizam conservantes químicos, citam-se:

6.6.1 Cura

O processo de cura de produtos cárneos constitui uma prática tradicional na indústria de alimentos. Basicamente, o processo consiste na aplicação, através de várias técnicas, de nitrito, nitrato, cloreto de sódio e açúcar às carnes. Estes componentes, por uma ação combinada, exercem um efeito pronunciado nas características e estabilidade dos produtos cárneos. Destes compostos, os nitritos merecem um destaque especial, sendo a eles atribuídas três funções principais: estabilização da cor vermelha típica, melhoria das características organolépticas e principalmente a inibição de *C. botulinum* (Leitão, 1978). Entretanto, o emprego destas substâncias como conservante químico em alimentos apresenta a inconveniência de reagirem com aminas secundárias formando nitrosaminas, que são, na sua maioria, carcinogênicas (Landgraf, 1996).

Apesar de tudo, os nitritos são insubstituíveis como agente antibotulínico em se tratando de produtos cárneos salgados e, por outro lado, tem-se comprovado que os nitritos e as nitrosaminas que podem estar no organismo humano têm múltiplas origens (cigarro, bebidas, diversos alimentos), por isso não tem sido proibida sua utilização. No entanto, devido ao risco à saúde pública decorrente da formação desses compostos carcinogênicos, várias combinações do nitrito com outros conservantes foram avaliadas com o intuito de reduzir o mínimo necessário no alimento. Entre essas associações, a de 0,26% de sorbato com 40 ou 80 ppm de NO_2 mostrou-se eficiente na prevenção da formação da toxina botulínica. A eficácia dessa associação, no entanto, é dependente de outros ingredientes da solução de cura e de parâmetros do produto, como pH, conteúdo de NaCl, número e tipo de microrganismo presente (Bowen et al., 1974; Landgraf, 1996).

6.6.2 Defumação

A conservação da carne pelo processo de defumação consiste em impregná-la com componentes químicos, resultantes da fumaça produzida na combustão de madeira, desenvolvendo nela, além da ação conservante, sabores agradáveis (Bard, 1976).

Durante a defumação, os produtos cárneos sofrem um aquecimento, cuja intensidade varia de um produto para outro. Normalmente, a

ação combinada do calor e da fumaça reduz eficazmente a população bacteriana da superfície do produto. Além do mais, esta superfície defumada se converte em uma barreira química e física bastante eficaz diante do crescimento e penetração de microrganismos, devido à desidratação, à coagulação das proteínas e à deposição de material resinoso por condensação dos formaldeídos e fenóis derivados da fumaça (Bard, 1976).

Nos métodos antigos de defumação, quando se usavam grandes concentrações de sal durante a cura e uma grande desidratação era aplicada, os produtos obtidos (presunto, carne seca, etc.) podiam ser conservados sem refrigeração. No entanto, muito dos métodos modernos originam produtos que necessitam ser conservados sob refrigeração. Os presuntos pré-cozidos e os embutidos de alto conteúdo de umidade são exemplos desses métodos (Bard, 1976; Frazier, 1993).

6.6.3 Condimentos

As concentrações de condimentos e especiarias normalmente utilizadas nos produtos cárneos não são suficientemente altas para atuar como conservantes. No entanto, os seus efeitos podem ser somados aos de outros conservadores. Certos produtos, como mortadela de Bolonha, salsicha de Frankfurt e outros embutidos, podem ser conservados pela combinação de condimentos, cura, defumação (dessecação), cocção e refrigeração (Frazier, 1993; Tanaka, 1982).

6.6.4 Antibióticos

Os antibióticos apresentam características que os aproximam de um conservante ideal. Em concentrações adequadas, não conferem odor, cor ou sabor estranho ao alimento. Assim, vários trabalhos têm sido feitos, referindo-se ao uso de diversos antibióticos como conservadores de alimentos. Entretanto, a *Food and Drug Administration* opõe-se ao uso dessas substâncias, baseando-se no princípio de que elas podem sensibilizar o consumidor a criar resistência e interferir no seu uso terapêutico (Tanaka, 1982).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento tecnológico alcançado no processamento, conservação e manipulação de alimentos tem contribuído de forma significativa para a manutenção da qualidade da carne e derivados. Entretanto, ressalta-se que não é possível elaborar produtos finais de boa qualidade microbiológica, se a matéria-prima utilizada não for também de boa qualidade e esta, por sua vez, deve ser assegurada em toda a cadeia de produção.

8 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.M.A. Conservantes químicos. In: ARAÚJO, J.M.A., ed. **Química de alimentos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.143-158.
- BARD, J.; TOWNSEND, W.E. Curado de la carne. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S., ed. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1976. p.462-492.
- BOURGEOSIS, C.M. Conservantes químicos. In: BOURGEOIS, C.M.; MESCLE, J.F.; ZUCCA, J. org., **Microbiología alimentaria**. 1. Aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria. Zaragoza: Acribia, 1994. p.423-434.
- BOWEN, V.G.; CERVENY, J.G.; DEIBEL, R.H Effect of sodium ascorbate and sodium nitrite on toxin formation of *Clostridium botulinum* in wicners. **Applied Microbiology**, n.25, p.605-606, mar., 1974.
- FORREST, S.C; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. San Francisco: W.H. Freeman and Co., 1975. 546p.
- FRAZIER, W.C. **Microbiologia de los alimentos**. 4 ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 511p.
- GILL, C.O.; NEWTON, K.G. Development of bacterial spoilage at adipose tissue surface of fresh meat. **Applied and Environmental Microbiology**, n.39, p.1076-1077, 1980.
- GONÇALVES, J.R. O pré-resfriamento e a qualidade da carne congelada. **Revista Nacional da Carne**, n.255, p.18, 1998.
- GRAY, J.I.; RANDAL, C.J. The nitrite /N - nitrosamine in meats. **Journal of Food Protection**, v.42, p.168, 1979.

- HAYES, P.R. **Microbiologia y higiene de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 369p.
- INGRAM, M. Meat chilling. The first reason why. **Meat chilling - why and how?**, Longford, v.1, n.1, p.1-13, 1972.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMFS). **Microbial Ecology of Foods**. v.2. New York: Academic Press, 1980.
- LANDGRAF, M. Deterioração microbiana de alimentos. In: FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M., ed. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. p.93-107.
- LAWRIE, R. **Meat Science**. 2nd. ed. Oxford: Pergamon Press, 1974. 149p.
- LECHOWICH, R.V. Microbiologia de la carne. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S., ed. **Ciência de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1976. p.235-94.
- LEITÃO, M.F.F. Microrganismos patogênicos na carne e derivados. **Boletim ITAL**, Campinas, n. 59, p.15-48, set./out, 1978.
- MOSSEL, D.A.A.; MORENO GARCIA, B. **Microbiologia de los alimentos - Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, [1994]. 375p.
- OBBINGER, J.L.; KRAFT, A.A. Oxidation - reduction potencial and growth of *Salmonella* and *Pseudomonas fluorescens*. **Journal of Food Science**, v.38, p.1108, 1973.
- PARDI, M.C; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. v.1. Goiânia: EDUFF, 1995. p.586.
- RICE, E.E. Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne e productos cárnicos. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S., ed. **Ciência de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1976. p.295-338.
- ROSSET, R. Otras carnes y productos cárnicos. In: BOURGEOIS, C.M.; MESCLE, J.F.; ZUCCA, J., org. **Microbiología Alimentaria: aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria**. Zaragoza: Acribia, 1994. p.247-261.
- SOFOS, J.N.; BUSTA, F.F.; ALLEN, C.E Sodium nitrite and sorbic acid effects on *Cl. botulinum* spore germination and total microbial growth in chicken frankfurter emulsion during temperature abuse. **Applied Environmental Microbiology**, v.37, n.6, p.1103-1109, 1979.

- STUMBO, C.R. **Thermobacteriology in food processing**. New York: Academic Press, 1965. 329p.
- TANAKA, N. Effect of dl-tocopherol on antibotulinal effectiveness of sodium nitrite in bacon. **Journal of Food Science**, v.47, p.1797-1807, 1982.
- URBAIN, W.M. Conservação de la carne. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S., ed. **Ciência de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1976. p.413-461.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Rua Dra. Sara Mesquita, 2270 Pici 60511-110 Fortaleza - Ceará
Telefone (0-85) 299.1800 Fax (085) 299.1833
www.cnpat.embrapa.br



**MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E DO
ABASTECIMENTO**

