



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição



Disciplina: LAN 0440 – Qualidade e Processamento de Alimentos

Profa. Carmen J. Contreras Castillo

Piracicaba – SP, 2022

1. MANEJO PRÉ E PÓS ABATE

É dever moral do homem, o respeito a todos os animais e evitar os sofrimentos inúteis àqueles destinados ao abate. Cada país deve estabelecer regulamentos em frigoríficos, com o objetivo de garantir condições para a proteção humanitária à diferentes espécies (CORTESE, 1994, LAURENT, 1997).

O manejo do gado no frigorífico é extremamente importante para a segurança dos operadores, qualidade da carne e bem-estar animal. As instalações dos matadouros-frigoríficos bem delineadas também minimizam os efeitos do estresse e melhoram as condições do abate (GRANDIN 1996, 1999a, 1999b, 1999d, 1999e, 1999f).

As etapas de transporte, descarga, descanso, movimentação, insensibilização e sangria dos animais são importantes para o processo de abate dos animais, devendo-se evitar todo o sofrimento desnecessário. Neste sentido, o treinamento, capacitação e sensibilidade dos magarefes são fundamentais (CORTESE, 1994).

Os problemas de bem-estar animal estão sempre relacionados com instalações e equipamentos inadequados, distrações que impedem o movimento do animal, falta de treinamento de pessoal, falta de manutenção dos equipamentos e manejo inadequado (GRANDIN, 1996).

Os produtos de origem animal, incluindo a carne e demais subprodutos originários do abate, constituem uma das principais fontes de alimento proteico da humanidade em seu estágio atual. Os países candidatos a exportar para União Europeia deverão estar aptos a satisfazer as Normas Europeias de Rastreabilidade, Proteção do Meio Ambiente e Bem Estar dos Animais.

1.1. Transporte de animais

No Brasil, o transporte também é realizado principalmente por via rodoviária, nos chamados "caminhões boiadeiros", tipo "truque", com carroçaria medindo 10,60 x 2,40 metros, com três divisões: anterior com 2,65 x 2,40 metros, intermediária com 5,30 x 2,40 metros e posterior com 2,65 x 2,40 metros. A capacidade de carga média é de 5 animais na parte anterior e posterior e 10 animais na parte intermediária, totalizando 20 bovinos.

O transporte rodoviário, em condições desfavoráveis, pode provocar a morte dos animais ou conduzir a contusões, perda de peso e estresse dos animais (KNOWLES, 1999). Os animais gordos são mais susceptíveis que os animais magros. As altas temperaturas, as maiores distâncias de transporte e a diminuição do espaço ocupado por animal também contribuem para que ocorram problemas de transporte (THORNTON, 1969).

A privação de alimento e água conduz à perda de peso do animal. A razão da perda de peso é extremamente variável, de 0,75% a 11% do peso vivo nas primeiras 24 horas. Tem razão direta com o tempo de transporte, variando de 4,6% para 5 horas a 7% para 15 horas, recuperada somente após

5 dias (WARRISS et al., 1995). A perda de peso é motivada inicialmente pela perda do conteúdo gastrointestinal e o acesso à água durante a privação de alimento reduz as perdas.

O principal aspecto a ser considerado durante o transporte de bovinos é o espaço ocupado por animal, ou seja, a densidade de carga, que pode ser classificada em alta (600kg/m^2), média (400kg/m^2) e baixa (200kg/m^2). Teoricamente, do ponto de vista econômico, procura-se transportar os animais empregando alta densidade de carga, no entanto, este procedimento tem sido responsável pelo aumento das contusões e estresse dos animais, sendo inadmissível densidade superior a 550kg/m^2 . No Brasil, a densidade de carga utilizada é em média de 390 a 410kg/m^2 (TARRANT et al., 1988, 1992).

O aumento do estresse durante o transporte é proporcionado pelas condições desfavoráveis como privação de alimento e água, alta umidade, alta velocidade do ar e densidade de carga. (SCHARAMA et al., 1996). As respostas fisiológicas ao estresse são traduzidas através da hipertermia e aumento da frequência respiratória e cardíaca. Com o estímulo da hipófise e adrenal, estão associados os aumentos dos níveis de cortisol, glicose e ácidos graxos livres no plasma. Estas respostas fisiológicas aumentam nos animais transportados no terço final do veículo, na razão direta com a movimentação dos animais durante a viagem em estradas precárias e em alta densidade de carga (WARRISS et al., 1995).

As operações de embarque e desembarque dos animais, se bem conduzidas, não produzem reações estressantes importantes. O ângulo formado pela rampa de acesso ao veículo em relação ao solo não deve ser superior a 20° , sendo desejável um ângulo de 15° (CORTESI, 1994).

A extensão das contusões nas carcaças representa uma forma de avaliação da qualidade do transporte, afetando diretamente a qualidade da carcaça, considerando que as áreas afetadas são aparadas da carcaça, com auxílio de faca, resultando em perda econômica e sendo indicativo de problemas com o bem-estar animal (JARVIS & COCKRAM, 1994). A extensão das contusões aumenta com o aumento da densidade de carga, principalmente com valores superiores a 600kg/m^2 (TARRANT et al., 1992).

A maior influência do transporte na qualidade da carne é a depleção do glicogênio muscular por atividade física ou estresse físico, promovendo uma queda anômala do pH *post-mortem*, originando a carne D.F.D. (*dark, firm, dry*). Estas condições estressantes são causadas pelo transporte prolongado (KNOWLES, 1999). Transporte por tempo superior a 15 horas é inaceitável do ponto de vista de comportamento e bem-estar animal (WARRISS, et al., 1995).

1.2. Descanso e dieta hídrica

De acordo com o artigo nº. 110 do RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1968), os animais devem permanecer em descanso, jejum e dieta hídrica nos currais por 24 horas, podendo este período ser reduzido em função de menor

distância percorrida. É necessário um período mínimo de 12 a 24 horas de retenção e descanso para que o gado que foi submetido a condições desfavoráveis durante o transporte por um curto período, se recupere rapidamente. Os animais submetidos a essas mesmas condições, mas por período prolongado, exigirão vários dias para readquirirem sua normalidade fisiológica (THORNTON, 1969).

O descanso tem como objetivo principal reduzir o conteúdo gástrico para facilitar a evisceração da carcaça (THORNTON, 1969) e também restabelecer as reservas de glicogênio muscular (BARTELS, 1980; SHORTHOSE, 1991; THORNTON, 1969), tendo em vista que as condições de estresse reduzem as reservas de glicogênio antes do abate (BRAY et al., 1989).

Durante o período que os animais permanecem em descanso e dieta hídrica, é realizada a inspeção *ante-mortem* com as seguintes finalidades: a) exigir e verificar os certificados de vacinação e sanidade do gado; b) identificar o estado higiênico-sanitário dos animais para auxiliar, com os dados informativos, a tarefa de inspeção *post-mortem*; c) identificar e isolar os animais doentes ou suspeitos, antes do abate, bem como vacas com gestação adiantada e recém-paridas; d) verificar as condições higiênicas dos currais e anexos (BRASIL, 1968; GIL & DURÃO, 1985; SNIJDERS, 1988; STEINER, 1983).

Basicamente há cinco causas de problemas do bem-estar animal nos matadouros-frigoríficos (GRANDIN, 1996, 1996b): a) estresse provocado por equipamentos e métodos impróprios que proporcionam excitação, estresse e contusões; b) transtornos que impedem o movimento natural do animal, como reflexo da água no piso, brilho de metais e ruídos de alta frequência; c) falta de treinamento de pessoal; d) falta de manutenção de equipamentos, como conservação de pisos e corredores; e) condições precárias pelas quais os animais chegam no estabelecimento, principalmente devido ao transporte. O bem-estar também é afetado pela espécie, raça, linhagem genética (GRANDIN, 1996) e pelo manejo inadequado como reagrupamento ou mistura de lotes de animais de origem diferente promovendo brigas entre os mesmos (KNOWLES, 1999; ABATE, 1997). As avaliações do estresse provocado no período *ante-mortem* deve ser realizada na rampa de acesso ao boxe de insensibilização, ou no espaço reservado para o banho de aspersão.

1.3. Banho de aspersão

No Brasil, os animais após o descanso regulamentar seguem comumente por uma rampa de acesso ao boxe de atordoamento dotado de comportas tipo guilhotina. Nessa rampa é realizado o banho de aspersão. O local deve dispor, segundo o Ministério da Agricultura (BRASIL, 1968, 1971), de um sistema tubular de chuveiros dispostos transversal, longitudinal e lateralmente, orientando os jatos para o centro da rampa. A água deve ter a pressão não inferior a 3 atmosferas (3,03 Kgf/cm²) e recomenda-se hipercloração a 15ppm de cloro disponível. No Brasil, o afunilamento final da rampa de acesso é denominado "seringa", onde também há canos perfurados ou borrifadores, conforme

artigo 146 do RIISPOA (BRASIL, 1968). A seringa simples ou dupla, até o boxe de atordoamento, deve ter, transversalmente, a forma "V", com a finalidade de permitir a passagem de apenas um animal por vez.

O objetivo do banho do animal antes do abate é limpar a pele para assegurar uma esfolagem higiênica, reduzir a poeira, tendo em vista que a pele fica úmida, e, portanto, diminuiria a sujeira na sala de abate (STEINER, 1983). O banho de aspersão antes do abate não afeta a eficiência da sangria nem o teor de hemoglobina retido nos músculos (ROÇA & SERRANO, 1995). É recomendável que os animais devam permanecer um pequeno espaço de tempo na rampa de acesso para secar a pele, tendo em vista que é impossível realizar uma esfolagem higiênica se o couro estiver úmido.

Na rampa de acesso ao boxe de atordoamento, deve ser realizadas as avaliações do estresse provocado no período *ante-mortem*. GRANDIN (1999k) propõe avaliação dos deslizamentos e quedas dos animais bem como das vocalizações ou mugidos dos animais na rampa de acesso ao boxe de insensibilização. A avaliação dos deslizamentos e quedas (quando o animal toca com o corpo no piso) deve ser realizada no mínimo em 50 animais com a seguinte pontuação: excelente: sem deslizamento ou quedas; aceitável: deslizamentos em menos de 3% dos animais; não aceitável: 1% de quedas; problema sério: 5% de quedas ou mais de 15% de deslizamentos.

Com um manejo tranquilo que proporcione bem-estar dos animais torna-se quase impossível que eles escorreguem ou sofram quedas. Todas as áreas por onde os animais caminham devem, obrigatoriamente, possuir pisos não derrapantes (GRANDIN, 1999k).

As vocalizações ou mugidos são indicativos de dor nos bovinos. O número de vezes que o bovino vocaliza durante o manejo estressante tem relação com o nível de cortisol plasmático. A utilização do bastão elétrico para conduzir os animais é um dos motivos do alto índice de mugidos. A avaliação deve ser realizada no mínimo em 100 animais, também na rampa de acesso ao boxe de insensibilização. O critério para avaliação, segundo GRANDIN (1999k) é: excelente: até 0,5% dos bovinos vocaliza; aceitável: 3% dos bovinos vocaliza; inaceitável: 4 a 10% vocaliza; problema sério: mais de 10% vocaliza.

A necessidade da utilização do bastão elétrico para conduzir os animais também constitui um sinal onde o manejo está inadequado. O bastão elétrico não deve ser utilizado nas partes sensíveis dos animais como olhos, orelhas e mucosas. Os bastões não devem ter mais que 50 volts. Ao reduzir o uso do bastão elétrico, melhorará o bem-estar animal. Os critérios para avaliar a utilização do bastão elétrico em bovinos, segundo GRANDIN (1999k) são (em % de bovinos conduzidos com a utilização do bastão):

	rampa de acesso ao boxe de insensibilização	entrada no boxe de insensibilização	total de bovinos
excelente	0%	≤ 5%	≤ 5%
aceitável	≤ 5%	≤ 20%	≤ 25%
problema sério	-	-	≥ 50%

BOVINOS

Insensibilização: Entre os métodos de insensibilização existe o denominado concussão ou comoção cerebral, o qual é caracterizado por fenômenos imediatos e reversíveis. O animal perde a consciência, entretanto normalmente não há fratura óssea, hemorragias, conseqüentemente não há laceração da massa craniana. Assim a concussão é produzida pela compressão das meninges em conseqüência a forte abalo ou golpe sobre a região do encéfalo.

Em decorrência de golpes muito violentos, e mesmo devido a outros métodos como as pistolas de dardo cativo, o efeito produzido é a contusão cerebral, caracterizada por fenômenos mediatos e irreversíveis. Nesses casos podem ocorrer fraturas ósseas, hemorragias, perfurações e lacerações dos tecidos atingidos.

Um atordoamento mecânico efetivo pode ser definido como aquele que torna o animal imediatamente inconsciente, exibindo exagerada reação tônica, seguida por gradual relaxamento e por patadas involuntárias. Os sinais físicos que devem ser evidenciados são:

- Ausência de respiração rítmica, expressão fixa vidrada, ausência de reflexo córneo, mandíbula relaxada e língua solta, caída para fora da boca.

Sangria: Deve ser imediata, logo após a insensibilização do animal e realizada em local apropriado: área de sangria ou canelotas de sangria. A morte do animal deve ser conseqüente à sangria completa, ininterrupta e tecnicamente bem realizada, e não devida aos métodos de insensibilização.

Inicialmente, com faca apropriada é feita a abertura sagital da barbela. Em seguida, o operador deve trocar de faca ou promover a sua esterilização para que se faça a secção dos grandes vasos do pescoço.

A sangria completa refere-se à retirada de cerca de 50% do sangue, devendo ser realizada por um tempo mínimo de 3 minutos. A contaminação microbiana inicial da carne resulta da introdução de microrganismos no sistema vascular durante a sangria. Como o sangue continua a circular por um período de tempo após o corte por sangria, os microrganismos introduzidos podem ser disseminados por todo o corpo animal. O sangue tem pH alto (7,35 – 7,45) e, devido ao grande teor proteico, tem uma rápida putrefação. Logo, a capacidade de conservação da carne mal sangrada é muito limitada.

Aos níveis desejáveis a sangria contribui para uma perfeita maturação das carnes, principalmente quando a ocorrência e intensidade das reações bioquímicas que se processam após abate, contribuindo sobremaneira com a durabilidade ou preservação das carnes e para com suas características organolépticas.

Esfola: Entende-se a retirada da pele, e seus anexos, dos animais abatidos. Na atualidade predomina a esfolagem aérea, ou seja, com o animal pendurado na trilhagem aérea, podendo esta, na sua progressão, ser automatizada (nória mecanizada) ou manual. Além dos cuidados higiênico sanitários, a esfolagem tende a ser uma tarefa especializada que, além de tecnicamente bem realizada, não deve mutilar a pele que está sendo retirada nem as partes musculares que passam a ficar expostas.

A esfolagem é o principal fator de contaminação, que incluirá a flora normal do couro como *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, mofos e leveduras, assim como organismos de origem fecal. As contaminações visíveis da superfície da carcaça pelo contato com o couro devem ser retiradas através do corte superficial com faca.

O número total de microrganismos no couro pode exceder de $10^9/\text{cm}^2$. As outras fontes de contaminação durante a esfolagem incluem facas, roupas, mãos e manuseio, água de lavagem e equipamento. O funcionário deve estar devidamente uniformizado, limpo e asseado e munido de todos os equipamentos necessários, que devem ser esterilizados sempre que passar para outro animal. Consequentemente é necessária a existência de lavatórios de acionamento indireto, com esterilizadores de instrumental, a cada ponto operacional.

Com exceção da superfície externa e trato gastrintestinais e respiratórios, os tecidos de animais sadios contêm um número muito baixo de microrganismos devido provavelmente, aos anticorpos desenvolvidos durante a vida do animal, que controlam com eficiência os agentes infecciosos no organismo sadio. Contudo, estes mecanismos de defesa começam a perder a eficiência algum tempo após o abate, podendo então haver uma rápida contaminação da carne pelo contato com o couro, conteúdo estomacal e intestinal, equipamentos, mãos e roupas do pessoal envolvido no processo. As práticas higiênicas nesta etapa podem reduzir esta contaminação a um nível mínimo.

Evisceração: É realizada a abertura da cavidade torácica, abdominal e pélvica através de um corte que passe em toda sua extensão. É realizada a serratagem do esterno. Corresponde à retirada dos órgãos ou vísceras internas, abdominais ou torácicas. É sempre uma operação problemática, principalmente nos ruminantes, seja pelo tamanho e peso dos compartimentos gástricos, seja pela delicadeza da operação, que pode levar a perfurações e contaminações com conteúdo gastrintestinal (contaminação fecal), essa última principalmente naqueles que não cumpriram devidamente com período de jejum e dieta hídrica, que facilita essa operação pelo esvaziamento do trato gastrintestinal.

A carne pode ser contaminada pelo contato da carcaça com as fezes, água, solo e vísceras durante o processo de evisceração senão se realiza esta operação de forma cuidadosa. Deve-se evitar lesões no trato gastrointestinal urinário durante a abertura do abdômen e a separação do esterno com a serra.

Inspecção pós-morte: A inspecção pós-morte, exame macroscópico de todas as partes da carcaça e suas vísceras correspondentes de responsabilidade do médico veterinário, é executada por funcionários treinados, chamados de auxiliares de linhas.

Toalete: Corresponde a limpeza de aparas, esquirolas ósseas decorrentes do processo de serragem, restos de medula espinhal e excessos de gordura aliada aos demais procedimentos higiênicos sanitários. Após evisceração as carcaças são lavadas com água quente e clorada que tem como objetivo reduzir a contagem microbiana da carne fresca. A utilização de aspersão com alta pressão pode reduzir a contaminação bacteriana.

Em outros países, outras práticas são ainda utilizadas:

- Banhos com soluções de ácidos orgânicos e pasteurização a vapor;
- Uso de cabine de vácuo com “spray” de vapor a 180°C/8s, seguido de banho de água fria. A contaminação bacteriana inicial e a temperatura de armazenamento são os principais fatores que determinam a durabilidade da carne.

Resfriamento: O resfriamento é necessário devido a que após o abate, a temperatura interna das carcaças varia geralmente entre 30 a 39°C. Este calor corporal deve ser eliminado durante o resfriamento inicial, para que a temperatura interna da carcaça se reduza a temperaturas próximas a 0°C. A temperatura da câmara é mantida entre 0 a 4°C. Carcaças bovinas atingem 10°C em 24 horas e de 0 a 4°C em 48 horas. A perda de peso estimada é de 2,0 a 2,5%.

O corte e desossa deve ser em sala a temperaturas de 12°C, os equipamentos e utensílios devem ser mantidos sempre limpos, evitando a contaminação da carne. A embalagem serve para proteger a carne da contaminação e impede a perda de umidade.

SUÍNOS

Jejum Alimentar: É caracterizado pela retirada de alimentos sólidos (ração) na fase final da terminação até o abate dos animais, entretanto os animais devem ter livre acesso a água de boa qualidade. Esta prática contribui para o bem-estar dos suínos no embarque, transporte e desembarque, evitando o vômito durante o transporte e reduzindo a taxa de mortalidade; melhora o controle relativo à segurança alimentar, pois previne a liberação e a disseminação de bactérias (principalmente

Salmonela) através das fezes, com o derramamento do conteúdo intestinal durante o processo de evisceração; proporciona maior velocidade e facilidade no processo de evisceração; reduz o volume de dejetos que chega ao frigorífico e contribui na uniformização da qualidade da carne das carcaças, principalmente através da manipulação da concentração do glicogênio muscular no momento do abate.

De um modo geral recomenda-se um período de jejum dos suínos na granja de 10 a 24 horas, porém, essas recomendações têm variado muito de acordo com o país e com o material genético.

Embarque: A condução dos animais para o veículo de transporte deve ser realizada através de corredores limitados lateralmente por paredes sólidas de 80 cm de altura. As mudanças de direção devem ser arqueadas ou formando ângulos maiores de 90°. A largura desse corredor deve permitir aos animais caminharem ou correrem lado a lado sem comprimirem-se excessivamente. O piso deve ser de material antiderrapante em toda sua extensão. Os animais embarcam com maior facilidade no veículo de transporte quando a rampa de acesso e carroceria está no mesmo nível.

Transporte: O abate de suíno é usualmente precedido pelo transporte o qual normalmente está associado a um esforço físico, que pode prejudicar o bem-estar animal. O transporte dos suínos da granja ao frigorífico é considerado a etapa mais estressante, devido à interação homem-suíno (deslocamento dos animais, embarque, desembarque).

As condições climáticas influenciam na intensidade do estresse a que o animal é submetido durante o transporte e também determina a condição na qual os animais iniciam o transporte, além de sua capacidade de recuperação nas instalações do abatedouro. Temperaturas acima de 18°C aumentam as perdas ocasionadas durante o transporte dos suínos.

A densidade durante o transporte dos suínos tem um papel fundamental sobre o bem-estar e a qualidade carne. Para as condições brasileiras não se tem nenhum estudo definindo a densidade adequada para o transporte dos suínos, a legislação europeia (95/29EC) especifica que a densidade durante o transporte dos suínos de aproximadamente 100 kg não deve exceder 235 Kg/m² (0,425 m²/100 Kg).

Desembarque/Recepção: Os animais deverão passar por um período de descanso que antecede o abate, diminuindo o estresse e melhorando a qualidade da carne, pois serão estabelecidos os níveis normais de adrenalina e de glicogênio presente no sangue. A água pode ser aspergida sobre os animais para auxiliar no processo antiestresse, bem como para efetuar uma pré-lavagem do couro. Os animais que foram separados na inspeção sanitária são tratados e processados separados dos animais saudáveis, de forma diferente.

Após a entrega dos animais os caminhões são limpos para retirada de fezes, urina, entre outros, sendo que a maioria dos abatedouros tem uma área especial para a lavagem dos caminhões. Os animais são conduzidos para o abate por lotes, e durante o percurso são lavados com jatos de água clorada que podem ser de cima para baixo, de baixo para cima ou pelas laterais. O banho de aspersão com água com 1 atm de pressão dura em média 3 minutos.

Insensibilização: A insensibilização consiste na instantânea e completa inconsciência do suíno antes do abate e no Brasil, geralmente é feita por choque elétrico de alta voltagem e baixa amperagem atrás das orelhas do animal (fossas temporais), mas pode ser realizada por pistola pneumática ou gás carbônico. O choque é efetuado por 6 a 10 segundos. Posteriormente o animal é preso, por uma das pernas, a um transportador aéreo.

Sangria: Deve ser realizada após a insensibilização em no máximo 30 segundos por meio de seccionamento dos grandes vasos ou punção diretamente no coração é feita retirada do sangue, que é recolhido para reaproveitamento. Os animais são pendurados em trilho aéreo, ou podem ser feitas em mesas ou bancadas apropriadas para a drenagem do sangue. Em média, o volume de sangue drenado por animal é de 3 litros. Parte deste sangue pode ser coletado de forma asséptica, caso seja direcionado para fins farmacêuticos ou ser totalmente enviado para tanques para ser posteriormente processado visando separação de seus componentes ou seu uso em rações animais. Terminada a sangria os animais passam novamente por um banho de aspersão e em seguida são encaminhados para escaldagem.

Escaldagem: Os animais saem do trilho e são imersos em banhos de água quente tratada aquecida à 65°C. A escaldagem é feita em tanques metálicos com renovação constante de água realizada e é facilita a remoção posterior dos pelos e das unhas ou cascos e para retirada de parte da sujidade presente no couro dos animais. A passagem pela escaldagem dura entre 2 a 5 minutos.

Toalete: Após a escaldagem é feita a remoção dos pêlos, inicialmente, em máquinas de depilação, que possuem um cilindro. A rotação deste cilindro provoca o impacto destas pás com o couro dos animais, removendo boa parte dos pêlos por atrito. Depois de passar pela máquina a depilação dos pêlos remanescentes são feitos manualmente com auxílio de facas. As unhas ou cascos dos suínos também são removidos pelo uso da faca. Posteriormente deve ser realizado o chamuscamento da carcaça com bico de gás.

Evisceração: É a abertura neutral da carcaça que vai desde o pescoço até a região inguinal. A abertura é feita com uma faca e as vísceras são removidas. Para que a carcaça não se contamine é necessário amarrar o ânus e a bexiga. As vísceras são retiradas em operação manual, à carcaça é lavada e encaminhada para câmaras frigoríficas. O osso do peito é aberto com serra e remove-se coração, pulmões e fígado. Neste ponto, pode haver ou não a remoção das cabeças. Normalmente, as vísceras são colocadas em bandejas da mesa de evisceração, onde são separadas, inspecionadas e encaminhadas para seu processamento, de acordo com o resultado da inspeção. O processamento dos intestinos gera a produção de tripas, normalmente salgadas, utilizadas para fabricação de embutidos ou para aplicações médicas.

Corte/Pesagem/Evisceração: As carcaças são serradas longitudinalmente após a retirada da cabeça e incisão do toucinho as carcaças são serradas ao meio pela coluna vertebral. Remove-se a medula e o cérebro dos animais e as carcaças são limpas com facas. Estas carcaças são então lavadas com água sob pressão, pesadas e encaminhadas para refrigeração em câmaras frias, com temperaturas controladas para seu resfriamento e sua conservação.

AVES

Jejum: O jejum pré-abate pode ser definido como a remoção da água e da comida das aves antes do início da apanha e é uma prática utilizada pelo setor avícola há muito tempo. Este período se refere ao tempo total em que as aves permanecerão sem alimentação antes do abate, englobando desde o momento da retirada do alimento na granja, o tempo de apanha e carregamento, o tempo de transporte até o tempo de espera no abatedouro.

O tempo de jejum está vinculado à logística de transporte dos animais entre a granja e o frigorífico e da capacidade de alojamento e taxa de abate nos abatedouros. O jejum pré-abate é necessário para evitar vômitos durante o transporte e prevenir a contaminação da carcaça pelo extravasamento do conteúdo intestinal e do papo, no momento da evisceração. Para esta finalidade, há a necessidade de um jejum entre 8 e 12h, antes do sacrifício. As aves não devem ser submetidas a longos períodos de jejum, considerando o tempo transcorrido entre o seu início e a hora do abate, porque ocorre aumento acentuado nas perdas quantitativas e qualitativas nas carcaças, originando perdas econômicas.

Apanha/Captura: No Brasil, esta etapa é realizada manualmente durante a retirada do lote da granja para o abate, por uma equipe formada de 12 a 14 pessoas. Esta etapa é crucial do ponto de vista de qualidade da carne, uma vez que a apanha das aves não for executada de forma correta ou por profissionais aptos para a função, poderá refletir em sérios danos à carcaça. Isso gera traumas e quebra de ossos, sem falar na dor e sofrimento a que são submetidos os animais. A mecanização ainda é

antieconômica em função dos elevados investimentos em equipamentos apropriados. O método mais tradicional e ainda mais utilizado em áreas onde a avicultura está em crescimento é pelas pernas, embora seja o que mais causa traumas, principalmente deslocamento de juntas entre o fêmur e a tíbia. A apanha pelas asas também eleva os índices de fraturas locais. O método de apanha pelo pescoço tem sido contra-indicado em função do aumento de lesões de pele e elevação do estresse para as aves.

O carregamento é feito com a preparação de pequenos círculos de captura, onde se prende de 150 a 200 frangos em cada um. Os círculos são feitos com as próprias caixas, facilitando a captura e evitando grandes movimentações das aves, propiciando uma apanha humanitária sem injuriar as aves. Deve-se trabalhar com seis a oito círculos destes, sendo que à medida que vão sendo liberados, seguem adiante da apanha para aprisionar novos grupos de aves.

Transporte: Embora a apanha e o carregamento sejam os processos que mais causam injúrias físicas às aves, o transporte também é reportado como um processo que afeta o bem-estar desta espécie. O transporte é realizado em caminhões comuns, utilizando-se caixas plásticas para contê-las. É necessário se atentar principalmente para os aspectos ambientais: temperatura e velocidade do vento, para que problemas como a morte de animais não ocorra durante a viagem.

Na fase de transporte, cuidados especiais deverão ser tomados, principalmente no que diz respeito às condições de bem-estar das aves durante o percurso da viagem. Deverão ser levados em conta como: tempo de viagem, tempo de restrição alimentar e água, período do dia (cedo, à tarde ou à noite), condições climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), densidade de aves nas caixas de transporte, tempo de espera no carregamento e no descarregamento e até as condições das estradas deverão ser consideradas, visto que isso implica em trepidação e solavancos nas caixas de transporte o que poderá causar lesões e estresse nas aves durante a viagem. A falta de ventilação para as aves que estão localizadas nas gaiolas no centro da carga, no caminhão, pode sofrer calor e hipertermia e as aves que se encontram em gaiolas localizadas nas extremidades da carga, no caminhão, podem sofrer frio excessivo provocando estresse e mudanças fisiológicas no pré-abate, assim como, mudanças bioquímicas no *post mortem*. As aves, quando transportadas, estarão sujeitas à ação direta da radiação solar, principalmente durante o verão, o que se agrava ainda mais pela ventilação irregular que possibilitará o acúmulo de calor na carga, piorando ainda mais a sensação de desconforto térmico das aves.

O transporte sob elevados valores de umidade relativa também poderá agravar a situação de estresse térmico das aves, devido ao fato destas não dissiparem calor de forma tão eficiente. Sabe-se que as aves normalmente controlam sua termorregulação através de mudanças nos seus comportamentos. Por exemplo, expondo uma área maior do corpo para favorecer a perda de calor, elas utilizam também o mecanismo de ofegar na tentativa de aumentar a perda de calor por evaporação. Acontece que,

quando a densidade de aves por caixa é alta, a grande concentração de umidade nas caixas reduz muito a eficiência deste mecanismo.

Recepção dos animais para abate: A plataforma da recepção deve ser protegida da incidência direta dos raios solares desde que o calor é um reconhecido agente de estresse em aves. Aves estressadas são mais susceptíveis à disseminação de microrganismos patogênicos. Temperaturas entre 25 a 27°C devem ser mantidas. Na espera, os galpões devem ser bem ventilados a partir do teto e dos laterais para se evitar o estresse pelo calor, além da necessidade de nebulização de água sobre as gaiolas com aves. Com este procedimento melhoram-se as condições ambientais na área de espera evitando a ruptura de vasos sanguíneos e capilares que provocaria defeitos na qualidade da carcaça. A continuação na Figura 6 encontra-se o fluxograma de abate de aves.

Atordoamento e Sangria: A operação do abate propriamente dita iniciam-se com o atordoamento que visa imobilizar a ave durante a sangria; evitando contusões, facilitando a depenagem, e evitando o sofrimento da ave na sangria. Nesta operação as aves são penduradas em ganchos individuais. Por meio de uma correia transportadora, as aves são conduzidas a um banho de água com corrente elétrica, de tal maneira que suas cabeças ficam submersas no mesmo, produzindo um circuito elétrico através dos ganchos que estão conectados ao fio terra. A corrente elétrica flui através da ave quando está sendo atordoada, também é recebida pelo cérebro e o coração.

A eficiência do processo envolve o controle de parâmetros como corrente, voltagem, frequência, forma de onda, e o tempo de imersão, além das variáveis biológicas que incluem o peso das aves, tamanho, impedância, composição e densidade das penas. Voltagens de 28 a 70V, para corrente alternada, são recomendadas. O tempo de atordoamento recomendado é de cerca de 7s e às vezes um pouco mais, quando se trata de atordoadores de baixa voltagem.

Escaldamento: A finalidade desta operação é facilitar a liberação das penas. O processo consiste na imersão das aves num tanque de água quente agitada pela injeção de ar comprimido. A água também adensa as penas e facilita a fricção posterior nas máquinas de depenagem. Considera-se a escaldagem rigorosa quando a temperatura da água está acima de 56°C. Neste caso, o tempo de imersão é de cerca de um minuto e meio. Já o escaldamento brando é aquele conduzido com água aquecida a 52 - 55°C, neste caso, o tempo de imersão requerido é de 2 minutos e meio.

Depenagem: As penas são removidas mecanicamente, imediatamente após escaldamento, por uma série de máquinas depenadoras “on line”. O processo de depenagem é realizado pela ação mecânica de dedos de borracha presos a tambores rotativos. A operação da depenagem deve ser monitorada

para que se possa obter uma carcaça de boa aparência, evitando-se a abrasão da pele e a quebra de ossos. A escaldagem e a depenagem têm sido reconhecidas como pontos críticos das carcaças por microrganismos. A depenagem é a operação que mais facilita a proliferação das bactérias na carcaça, pois durante a retirada das penas, a contaminação se espalha devido ao massageamento dos dedos de borracha e pela água suja presente nas penas e folículos abertos.

Evisceração: Esta etapa é o principal ponto de contaminação cruzada das carcaças de aves. Devido à possibilidade de rompimento de vísceras, durante a retirada mecânica ou manual, e o conteúdo exposto em contato com o equipamento pode ocasionar contaminação cruzada, a evisceração é considerada a operação com maior potencial de contaminação das carcaças. As carcaças são usualmente suspensas por ganchos da linha de evisceração. A primeira é a retirada da glândula de óleo (sambiquira). Em seguida, realizam-se o corte e a remoção da traqueia. A extração da cloaca é feita geralmente por meios mecânicos. Segue-se depois a abertura do abdômen e posteriormente realiza-se a eventração. No caso de evisceração automática, um instrumento em forma de colher é introduzido na cavidade, puxando as vísceras para fora.

Resfriamento: A vida-de-prateleira da carcaça depende da temperatura e da condição microbiológica da carne. A temperatura da ave viva é cerca de 41°C e pouco calor é perdido durante o processo de abate. A operação de resfriamento geralmente é feita por imersão em água gelada, em dois estágios. No primeiro estágio, denominado de pré-resfriamento, a temperatura da água situa-se entre 10 a 18°C, num segundo estágio, a temperatura é baixada para 0-2°C.

As carcaças são movimentadas por meios mecânicos, nos sistemas de resfriamento, através do fluxo de água. Este fluxo de água é promovido por bomba de circulação e a agitação por injeção de ar. O tempo de resfriamento é controlado para se atingir uma temperatura interna na carcaça de 4°C. O SIF (1988) exige que a temperatura máxima das carcaças após o resfriamento seja 8°C, nesta etapa, a carcaça adsorve água sem ligações químicas. Esta água pode ser liberada durante os processos de estocagem, transporte, comercialização, sendo visível, em muitos casos, na embalagem em torno da carcaça.

Gotejamento: Com propósito de reduzir o excesso de água adsorvido na etapa anterior. É efetuado por transporte das carcaças em uma nória, suspensas pela asa ou pela perna. O tempo de gotejamento é de 2,5 à 4min.

- Problemas freqüentes ocasionados pela alta temperatura:

Estresse Térmico: O termo estresse é uma expressão genérica referente a ajustes fisiológicos, tais como ritmo cardíaco e respiratório, temperatura corporal e pressão sanguínea, os quais ocorrem durante a exposição do animal a condições adversas. As condições climáticas são as que mais diretamente afetam as aves, por comprometer a manutenção da homeotermia, que é uma função vital. Os principais fatores, no período pré-abate, responsáveis por desencadear alterações fisiológicas características do estresse são: intervalo de jejum e dieta hídrica, transporte e temperaturas ambientais.

Um ambiente é considerado confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 16 a 23°C e UR do ar de 50 a 70%; porém, quando a temperatura ambiente se eleva acima da zona de termoneutralidade, a ave é submetida ao estresse térmico. A temperatura corporal e taxa de ventilação aumentam, provocando uma redução na pressão parcial de gás carbônico no sangue (PCO_2 , mmHg=49,34 em condições termoneutras e 46,03 sob estresse térmico) levando a uma queda na concentração de íons bicarbonato (HCO_3^-) devido ao aumento de sua excreção e hidrogênio (H^+) pelos rins, para que se mantenha o balanço ácido-básico no sangue, aumentando, dessa forma, o pH sanguíneo, o que caracteriza a alcalose metabólica. Frangos expostos a um estresse térmico, imediatamente antes do abate, apresentam alterações na qualidade de carne. Episódios de estresse podem ser vivenciados em uma produção comercial ou durante algumas das etapas da cadeia produtiva, como o transporte ou o tempo de espera no frigorífico antes do abate, em que podem ocorrer episódios de calor ou frio intensos, desafios estressantes que podem causar efeitos negativos na eficiência de produção, taxa de mortalidade e qualidade da carne. É possível que o estresse pré-abate cause, ao mesmo tempo, alterações na permeabilidade das membranas e mudanças no metabolismo do músculo dos frangos, influenciando a qualidade de carne no período *post mortem*.

A primeira reação de frangos submetidos a um ambiente de temperatura extremamente alta é a elevação de sua temperatura corporal, que pode ser usada como um indicador da extensão do esforço termoregulatório. Frangos expostos a altas temperaturas (43°C) mostram, logo no início (antes de 90 minutos), um aumento na concentração de corticosterona, depois, uma significativa queda, caracterizando a síndrome de insuficiência cortical adrenal aguda, que está associada à perda de glicose, colesterol, cálcio total, fosfato inorgânico e diminuição da razão sódio/potássio do plasma sanguíneo.

2. PROPRIEDADES DA CARNE – QUALIDADE

A qualidade de um produto pode ser definida como o conjunto de atributos que satisfaçam o consumidor ou até mesmo que superem suas expectativas iniciais. É um conceito complexo, porque varia conforme a região geográfica, classe sócio-econômica, cultura do consumidor e com o estágio de desenvolvimento tecnológico do setor. Esse conceito pode, portanto, sofrer variações de acordo com o mercado ao qual o produto se destina (Bliska, 2000).

A aceitação pelo consumidor é uma das formas mais eficientes de medir o sucesso do produto. De acordo com Castillo (2001), a maioria dos fatores que influenciam na qualidade de carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua produção. Fatores como idade, sexo, linhagem, nutrição, manejo, transporte, temperatura ambiente e tempo de jejum, afetam a composição da carcaça dos animais.

As propriedades da carne fresca determinam sua utilidade para o comerciante, a atração para o consumidor e a adequação para processamento posterior. Os principais atributos de qualidade ou propriedades da carne fresca considerados por Fletcher (2002) são capacidade de retenção de água, cor, textura, sabor, aroma e propriedades funcionais. De acordo com Aguiar (2006), em estudos realizados em São Paulo, a higiene e aparência foram os principais aspectos considerados importantes pelos consumidores no ato da compra.

2.1. Parâmetros de medição de qualidade

Carne Fresca: cor; capacidade de retenção de água; pH; solubilidade de proteínas; perdas por gotejamento; teor de sólidos totais; teor de lipídeos; teor de colesterol; valor nutricional; integridade; marmorização; sabor; maciez e suculência.

Carne Cozida: perda de peso por cozimento ou perda por cocção; teor de umidade; maciez objetiva; suculência; maciez; mastigabilidade; sabor ou “flavor” e sabor estranho ou “off flavor”.

2.2. Importância da água da carne

A água apresenta grande importância na carne, devido sua participação em quase todas as reações. Ela influencia na capacidade de retenção de água dos músculos, no aroma, sabor, textura e suculência, além da aparência, forma e coloração. Ainda pode conferir estabilidade às proteínas numa emulsão, sendo determinante na vida útil do produto.

Características da água nas carnes: A água constitui cerca de 75% da carne fresca, sendo o teor de água na carne variando inversamente com o teor de gordura. A razão água:proteína é relativamente

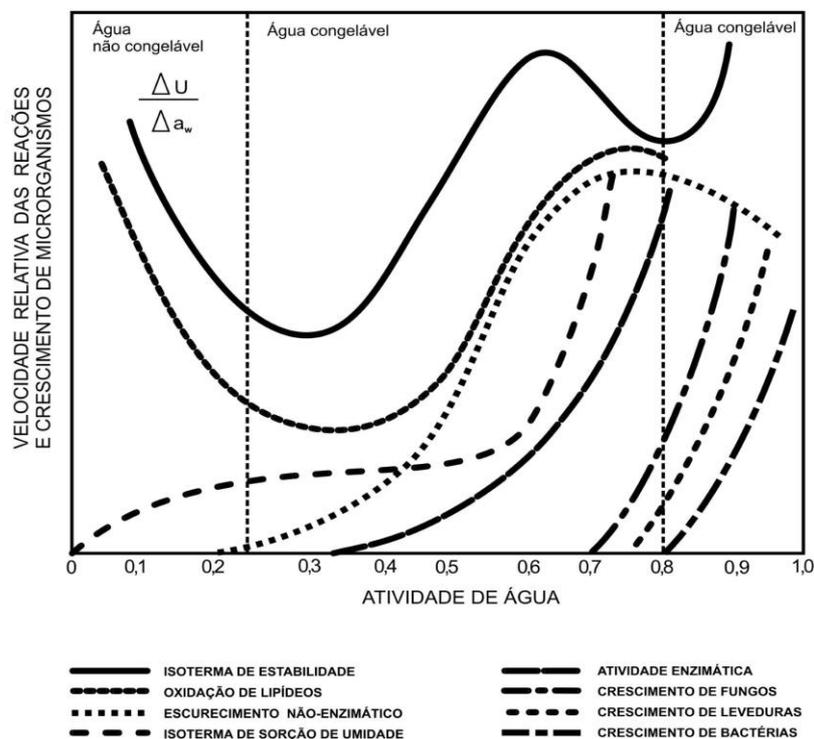
constante 3,6 a 3,7:1. Cerca de 70% de toda a água presente na carne *in natura* localiza-se entre as miofibrilas, 20% no sarcoplasma e 10% no tecido conjuntivo. **Estas** proteínas musculares tendem a ser hidrofílicas: ligam 300 - 360g de água/100g de proteína; a maior parte desta água está presente como molécula livre no interior das fibras e associada ao tecido conjuntivo.

A água nos alimentos: A água não está disponível aos microrganismos e as reações tendem a zero. Ela não é congelável, corresponde à monocamada ou zona de adsorção primária. Quando a atividade de água (A_w) está abaixo de 0,3, a água está nas seguintes formas: água ligada: fortemente conectada às proteínas, sofrendo poucas alterações no *rigor*

mortis. Cerca de 4 a 5% do total (1ª camada monomolecular) não está disponível aos microrganismos nem a maioria das reações; água imobilizada: presa por atração às moléculas de água ligada, mais afetada no *rigor*

mortis. Onde a água fica ligada por pontes de hidrogênio em quantidade aproximadamente igual a 1ª camada;

água livre: localizada superficialmente. É retida na carne por capilaridade, interagindo através da força de Van der Waals; quantificada pela A_w e utilizável pelos microrganismos e reações.



2.3. Propriedades funcionais das proteínas da carne

São propriedades físicas ou químicas das proteínas musculares que contribuem para a qualidade do alimento como: cor, CRA, maciez, capacidade de ligação, capacidade de emulsão da gordura e etc.

2.3.1. Capacidade de ligação ou Relação água: proteína ou *Binding*

É a capacidade de ligar ou unir pedaços ou fragmentos de carnes, capacidade de emulsificar gorduras (ex. salsicha) e conferir estabilidade à emulsão. Matérias-primas podem ser classificadas de acordo com sua capacidade de ligação:

Alta: dianteiro magro; paleta de porco (3,85); retalhos magros; carne de aves sem pele;

Média: carne de cabeça; ponta de agulha; músculo;

Baixa: retalhos gordos; peito bovino; coração (4,3); carne industrial;

Muito baixa: bucho bovino (5,9); beíço de boi; estômago de porco; fígado.

As carnes com baixa relação U:P possuem maior “binding”. Exemplo:

- Carne de touro: 70,7/20,8; U:P = 3,4;
- Peito de frango: 73,8/23,3; U:P = 3,16; • Coração bovino: 64,1/14,9; U:P = 4,3;
- Bucho bovino: 75,5/12,8; U:P = 5,9.

Se uma carne for proveniente de desossa pré-rigor apresentará maior índice de “binding”.

2.3.2. Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água é definida como a propriedade que a carne possui em reter sua umidade ou água própria durante subsequente manipulação ou ainda sob diferentes condições específicas, durante seu processamento. É uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade, tanto na carne destinada ao consumo direto, quanto na carne destinada à industrialização. De acordo com OFFER e KNIGHT (1988) os processamentos e manipulações mais usuais neste caso são: corte, moagem, prensagem, trituração e aquecimento, além da adição de substâncias como fosfato e sais. Durante uma aplicação suave de qualquer um desses tratamentos, há uma certa perda de umidade, devido parte da água presente na carne estar na forma livre, com exceção da adição de fosfato e sais, que apresentam como objetivo em aumentar a capacidade de água. Os produtos cárneos que necessitam de maior manipulação durante o seu processo, geralmente apresentam maior perda de exudato.

As proteínas miofibrilares são responsáveis por 75% da capacidade de retenção de água (JUDGE *et al.*, 1989). Cerca de 70% de toda a água presente na carne *in natura* localiza-se entre as miofibrilas, 20% no sarcoplasma e 10% no tecido conjuntivo. A desnaturação das proteínas miofibrilares pode ocorrer pela aplicação de calor ou de frio, interferindo, portanto na capacidade de retenção da água da carne (SHENOUDA, 1980).

A capacidade de retenção de água do tecido muscular tem grande importância durante o armazenamento. Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, as perdas de umidade e conseqüentemente de peso durante o armazenamento é grande. Esta perda ocorre geralmente nas superfícies musculares da carcaça exposta à atmosfera durante a estocagem. Uma vez realizado os

cortes para a venda, existe uma maior oportunidade de perda de água em consequência do aumento de superfície muscular exposta à atmosfera. Portanto, os cortes para a venda devem ser acondicionados em materiais com um coeficiente de transmissão de vapor baixo.

De maneira didática, podemos admitir que a água se apresenta sob três formas: ligada, imobilizada e livre (Figura 3).

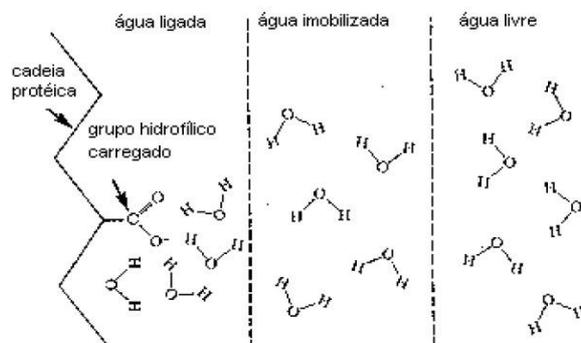


Figura 3. Esquema demonstrativo de água ligada, imobilizada e livre na carne (FORREST et al. 1979).

Devido à distribuição de elétrons, as moléculas de água possuem carga neutra, mas são polares e podem associar-se à grupos reativos das proteínas musculares carregadas eletricamente. Do total de água no músculo, 4 a 5% se apresentam ligada.

Os grupos hidrofílicos das proteínas musculares atraem água, formando uma capa de moléculas, fortemente unidas e que se orientam de acordo com sua polaridade e com o grupo carregado. Se forma uma capa imobilizada, cuja orientação molecular em direção do grupo carregado não é ordenada. As moléculas de água livre se mantêm unidas por forças capilares e sua orientação é independente do grupo carregado.

A formação de ácido lático e a consequente queda do pH *postmortem* são responsáveis pela diminuição da capacidade de reter água da carne. Essas reações causam uma desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares, ou seja, o número de cargas negativas.

Conseqüentemente, estes grupos não têm capacidade de atrair água, pois somente os grupos hidrofílicos carregados possuem esta capacidade. O efeito do pH na capacidade de retenção de água é denominado de *efeito de carga neutra*. A capacidade de retenção de água é menor em pH 5,2-5,3, ou seja, no ponto isoelétrico (pI) da maior parte das proteínas musculares.

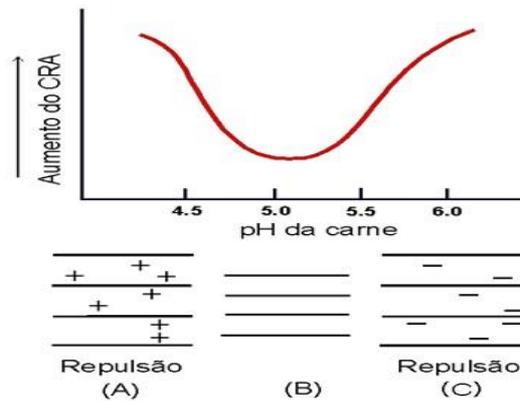


Figura 4. Efeito do pH na quantidade de água imobilizada da carne devido sua influência na distribuição dos grupos carregados da superfície dos miofilamentos e no tamanho dos espaços interfilamentosos. A= Predomínio das cargas positivas nos filamentos; B= Predomínio das cargas positivas e negativas e C= Predomínio das cargas negativas (PEDERSEN, 1975).

Se o pH fica acima do pI, desaparecem as cargas positivas ficando um excesso de cargas negativas que determinam a repulsão dos filamentos, deixando mais espaço para as moléculas de água (Figura 2). Várias pesquisas têm demonstrado que na carne normal, somente um terço da perda da capacidade de retenção de água se deve à queda do pH.

A instalação do *rigor-mortis* também afeta a capacidade de retenção de água. A queda do ATP e as interações proteicas associadas ao rigor mortis são responsáveis pela formação de uma rede espessa das proteínas contrácteis.

Certos íons, especialmente cátions bivalentes como o cálcio e o magnésio tem a propriedade de combinar-se com os grupos relativos das proteínas carregados negativamente, aproximando as cadeias proteicas entre si, impedindo que os grupos hidrofílicos liguem água. a falta de espaço para as moléculas de água na estrutura proteica é conhecida como *efeito estérico* da retenção de água. As proteínas musculares produzem efeitos elétricos em proporção direta com a degradação do ATP no *post-mortem*.

Maturação é o processo que consiste em manter a carne fresca a uma temperatura superior ao ponto de congelação (0°C), que torna a carne mais tenra e aromática. Durante a maturação da carne, aumenta levemente a capacidade de retenção de água, devido a uma pequena elevação do pH, degradação enzimática da estrutura miofibrilar e uma substituição de íons divalentes por íons monovalentes. O cloreto de sódio e polifosfatos aumentam o pH da carne, aumentando sua propriedade de retenção de água.

2.3.2.1. Métodos para determinar a CRA da carne

De acordo com SOUZA (2005) a capacidade de retenção de água pode ser determinada pela metodologia que utiliza a força de gravidade (perdas no gotejamento), por aplicação de força (pressão em papel filtro ou centrifugação) e por tratamento térmico (aquecimento).

Perda de Peso por Gotejamento (Drip loss): antes de iniciar deve-se padronizar as amostras segundo o tipo de músculo; lugar de amostragem; orientação da fibra muscular; área superficial relacionada com o peso; tempo *post mortem*; temperatura e pH. Além disso, a evaporação da superfície deve ser prevenida.

Os equipamentos utilizados para a realização da metodologia são: balança de padrão suficiente ($\pm 0,05g$); uma embalagem de plástico ou embalagem impermeável a água e suporte para as amostras que permita a saída do fluído. Procedimento: pesa-se as amostras com peso de 80-100g aproximadamente; coloca-se as amostras numa sacola tipo rede e suspende-se dentro de uma embalagem de plástico; o período de armazenamento pode ser de 24 a 72h (1 a 5°C); por fim, pesase as amostras (tudo deve ter sido realizado em triplicata). Depois deste período a amostra de carne é novamente pesada, sendo a perda de peso determinada em relação ao peso inicial. O resultado é expresso em percentagem.

Pressão em Papel de Filtro ou Centrifugação: é a medição de perda de água liberada, quando é aplicada uma força mecânica (pressão ou centrifugação) sobre o tecido muscular. Consiste em colocar cubos de carne de aproximadamente 0,5 g entre dois papéis de filtro circulares e estes entre duas placas de acrílico, sobre as quais é colocado um peso de 10 kg por um período de 2 minutos e pressão de 500lb/pol²; posteriormente a amostra é pesada novamente para o cálculo da água perdida: $G = A/T$ (A= área prensada; T= área total). O resultado é expresso em percentagem segundo HAMM (1960).

Perda de Peso por Cozimento: durante o cozimento as proteínas da carne desnaturam (37 – 75°C), ocorrendo mudanças estruturais; destruição das membranas celulares; encolhimento transversal e longitudinal das fibras musculares; agregação das proteínas sarcoplasmáticas e encolhimento do tecido conetivo.

Os equipamentos utilizados para a realização da metodologia são: balança de padrão suficiente ($\pm 0,05g$); temperatura controlada do banho de água; embalagens de polietileno e termoencolhíveis. Procedimento: amostras devem ser cortadas e pesadas (peso inicial); bifes padrões individual de 25 mm de espessura (50 mm, no máximo). Podem ser utilizados vários métodos, sendo que serão descritos aqui os mais usuais:

- Na metodologia descrita por BILGILI *et al* (1989) as amostras são assadas em chapa elétrica pré-aquecida a 150°C. Após atingir 35°C, as amostras são viradas e mantidas até a temperatura interna das mesmas atingir 72°C. Após o cozimento, as amostras são resfriadas em temperatura ambiente e

novamente pesadas. O resultado é expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial (*in natura*).

- Outra metodologia utilizada é a descrita por CASON *et al.* (1997) na qual as amostras são embaladas em sacos plásticos e cozidas em banho-maria a 85°C por 30 minutos, até atingirem a temperatura interna entre 75 a 80°C. Após o cozimento, as amostras são resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas. O resultado é expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial.

- Outro método utilizado de cocção da carne é realizado em forno a gás pré-aquecido à temperatura de 170° C. As amostras de carnes cruas são pesadas e colocadas em bandejas com grelhas de ferro. Em seguida transferidas para o forno, onde permanecem até a temperatura interna do centro da amostra atingir 75° C. Após, as bandejas com as grelhas e amostras são retiradas do forno e, quando esfriam, as carnes são pesadas novamente para o cálculo da porcentagem de perda de água durante o cozimento.

3.2.1.1. Métodos para melhorar a CRA

A utilização de fibra alimentar não é só desejável como propriedade nutricional, mas também como propriedade funcional e tecnológica. A fibra adicionada em produtos cárneos melhora o rendimento ao cozimento e aumenta a capacidade de retenção de água da carne, além de reduzir o custo da formulação e aumentar a textura limite do alimento.

O cloreto de sódio é largamente utilizado no processamento industrial ou caseiro da carne, seja como condimento (palatabilizante) ou como agente conservante. Dependendo da concentração salina e da temperatura, a adição de sal à carne faz com que essa ganhe ou perca água. Quanto maior a concentração de sal, maior será a perda. Em baixas concentrações, a adição de sal provoca, inicialmente, um aumento da capacidade de retenção de água, entretanto, com a difusão do sal pelo interior do músculo começa a ocorrer o efeito inverso. Uma importante função do sal na indústria de produtos cárneos é a extração das proteínas miofibrilares. A extração e a solubilização dessas proteínas musculares contribuem para a emulsificação das gorduras e para aumentar sua capacidade de retenção de água, reduzindo as perdas de peso ao cozimento, contribuindo para melhorar a qualidade do produto (SAÑUDO *et al.*, 1998).

Os compostos de fosfato são constituintes naturais de quase todos os alimentos, sendo impossível o consumo de qualquer tipo de alimentos sem que esses compostos estejam presentes (HALLIDAY, 1978). Os fosfatos têm por função aumentar a capacidade de retenção da água e proteger contra a rancidez oxidativa, o que se traduz por melhoria na qualidade do produto final, garantindo uma sensível melhora no sabor (SAMPAIO *et al.*, 2001). Os fosfatos permitidos para uso em carnes incluem: fosfato monossódico, fosfato monopotássico, fosfato dissódico, fosfato

dipotássico, pirofosfato ácido de sódio, pirofosfato tetrassódico, pirofosfato tetrapotássico, hexametáfosfato de sódio e suas misturas (SOFOS, 1986).

A preservação de alimentos pelos ácidos orgânicos, como na preparação de carnes marinadas com adição de vinagre e especiarias, envolve condições que aumentam a capacidade de retenção de água das proteínas musculares no meio ácido do seu ponto isoeletrico.

3.3. Cor

A cor da carne é um dos principais atributos sensoriais da carne fresca. Ela é determinada pela quantidade e estado de oxidação da mioglobina e propriedades de dispersão da luz. Alguns fatores exercem efeitos sobre a cor da carne, tais como:

Fatores intrínsecos: animal, raça, sexo, dieta, tipo de músculo, estresse, queda do pH e pH final;

Fatores extrínsecos: manejo pré-abate e durante o abate; estimulação elétrica e desossa à quente;

Fatores físicos (durante exposição no varejo): temperatura; tipo de luz; disponibilidade de oxigênio; desenvolvimento microbiano e atmosfera ao redor do produto.

Os pigmentos da carne estão formados em sua maior parte por proteínas: a hemoglobina que é o pigmento sangüíneo e a mioglobina, pigmento muscular que constitui 80 a 90% do total. Podese encontrar na carne outros pigmentos como catalase e citocromo-enzimas, mas sua contribuição na cor é muito menor.

A mioglobina é formada por uma porção proteica denominada globina e uma porção não proteica denominada grupo hemo (Figura 5). A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física, o que explica a grande variação de cor na carne. Bovinos e ovinos possuem uma quantidade maior de hemoglobina do que suínos, pescado e aves. As cores típicas da carne de algumas espécies são: bovino adulto: vermelho cereja brilhante equino: vermelho escuro; ovino: vermelho pálido a vermelho ladrilho; suíno: rosa acinzentado; aves: branco cinza a vermelho pálido.

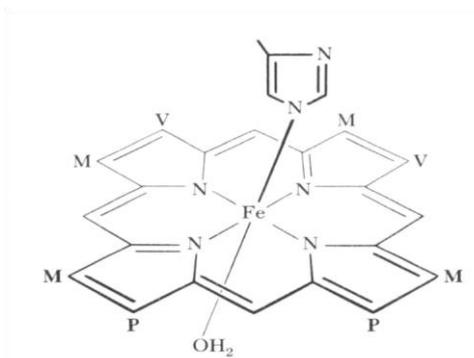


Figura 5. Molécula de mioglobina.

Ao cortarmos a carne proveniente de um bovino recém abatido, observamos a cor vermelho púrpura, devido principalmente à mioglobina. Quando a carne fica em contato com o ar, os pigmentos reagem com o oxigênio molecular e formam um pigmento relativamente estável denominado oximioglobina (Figura 6). Este pigmento é responsável pela cor vermelha brilhante, que proporciona um aspecto atraente para o consumidor. A oximioglobina se forma em 30-40 minutos de exposição ao ar, e esta reação é denominada oxigenação, que ocorre rapidamente porque a mioglobina tem grande afinidade pelo oxigênio. A reação é reversível e denomina-se desoxigenação causada pela dissociação do oxigênio devido ao baixo pH, aumento da temperatura, luz ultravioleta e baixa tensão de oxigênio.

A desoxigenação da oximioglobina resulta na mioglobina reduzida que é muito instável. As condições que causam desoxigenação também são responsáveis pela oxidação formando a metamioglobina, de coloração marrom, indesejável. A formação desta cor constitui um sério problema para a venda da carne, porque a maioria dos consumidores a associam com um longo período de armazenamento, embora que pode haver formação em poucos minutos. Na carne fresca, substâncias redutoras evitam o acúmulo de metamioglobina. A formação de metamioglobina é favorecida por baixas pressões de oxigênio, altas temperaturas (ativa enzimas que utilizam o oxigênio), sal (oxidante) e bactérias aeróbias (reduzem a tensão de oxigênio).

A redução da metamioglobina pode ocorrer pelo sistema redutor da carne, por enzimas presentes no músculo (*metmyoglobin reducing activity*), onde a forma trivalente do ferro passa para a forma divalente.

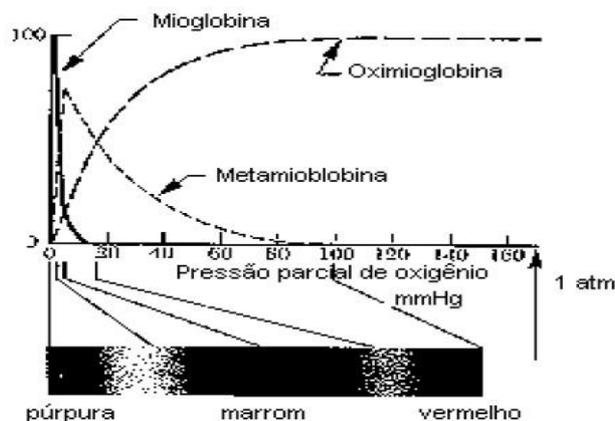
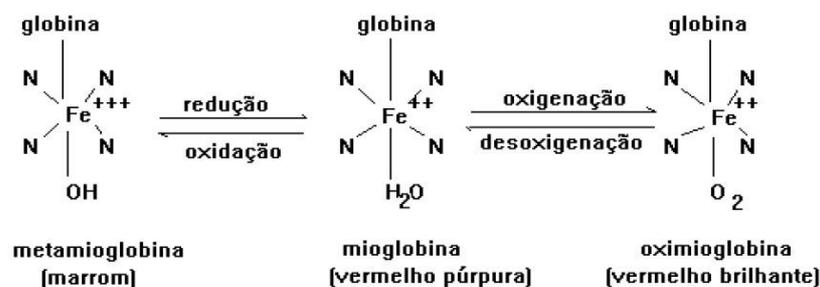
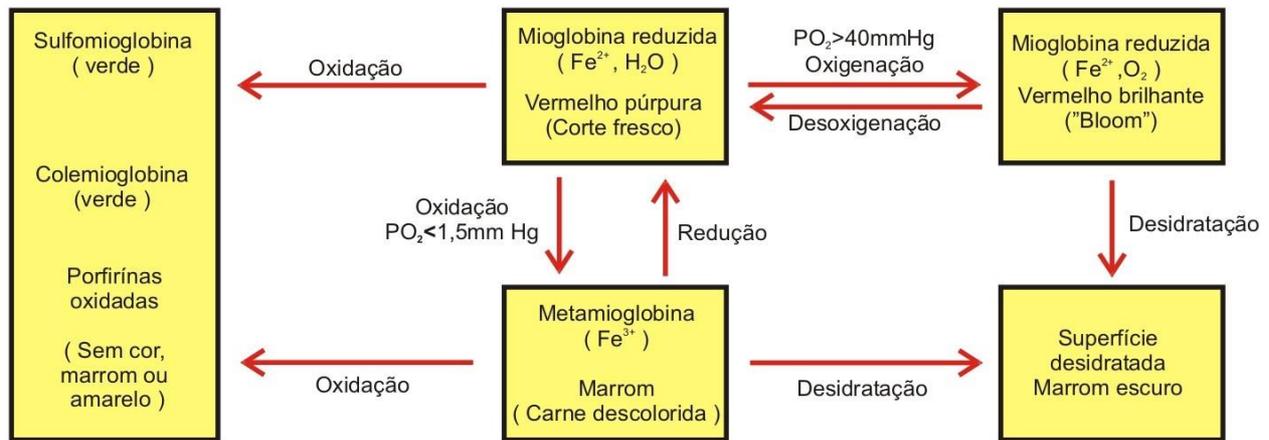


Figura 6. Oxigenação e oxidação da mioglobina.

Pode ocorrer a descoloração bacteriana, surgindo pigmentos de cor verde, como a sulfomioglobina devido ao desenvolvimento de bactérias produtoras de H_2S (*Pseudomonas mephitica*), e a coeglobina em decorrência do crescimento de bactérias produtoras de H_2O_2 .



Na carne cozida, o principal pigmento é um pigmento marrom, apresentando a parte protéica (globina) desnaturada e o ferro na forma de Fe^{+++} . A cor da carne cozida é determinada por outros fatores, como a caramelização de carboidratos e reação de Maillard.

As peças recentes de carne fresca mantêm sua cor atrativa aproximadamente por 72 horas, dependendo dos invólucros utilizados e do emprego de baixas temperaturas. A palidez da carne PSE de suíno ocorre devido a grande proporção de água livre nos tecidos, combinada com os efeitos de um baixo valor de pH nos pigmentos, causando também uma desnaturação da parte protéica.

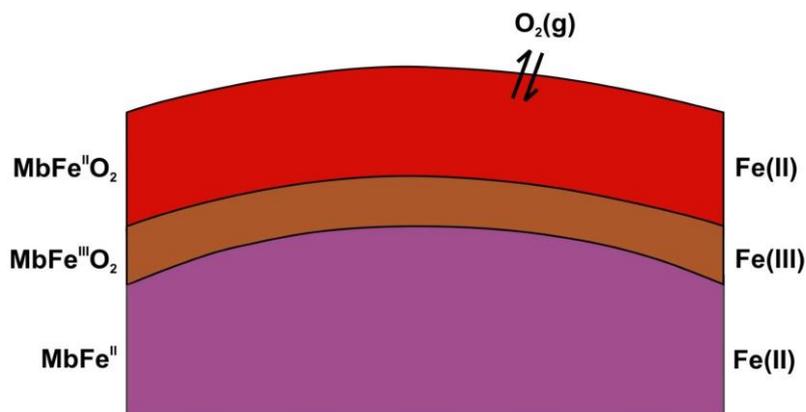


Ilustração esquemática das formas da mioglobina na carne fresca em equilíbrio com o oxigênio atmosférico (Moller & Skibsted, 2006)

Ciclo de cor da carne

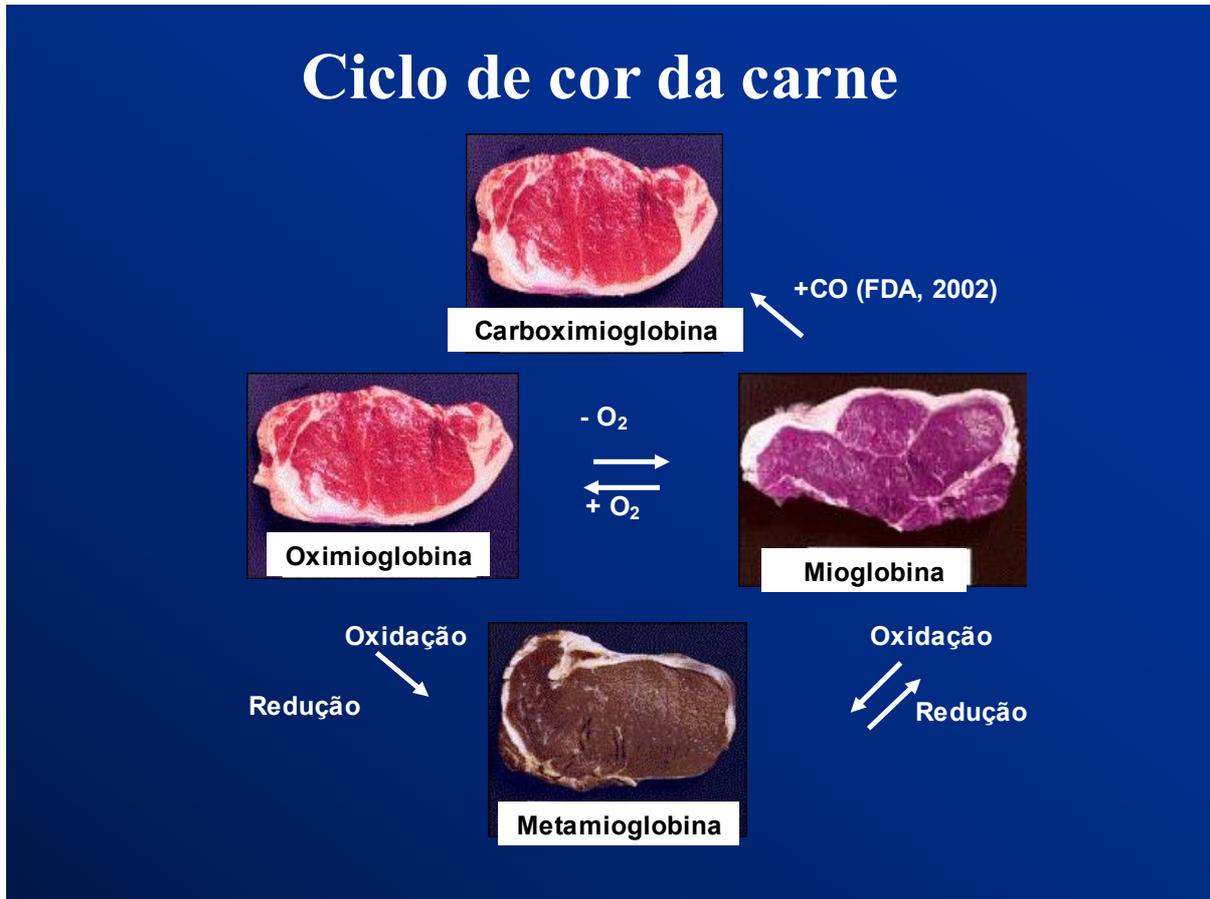
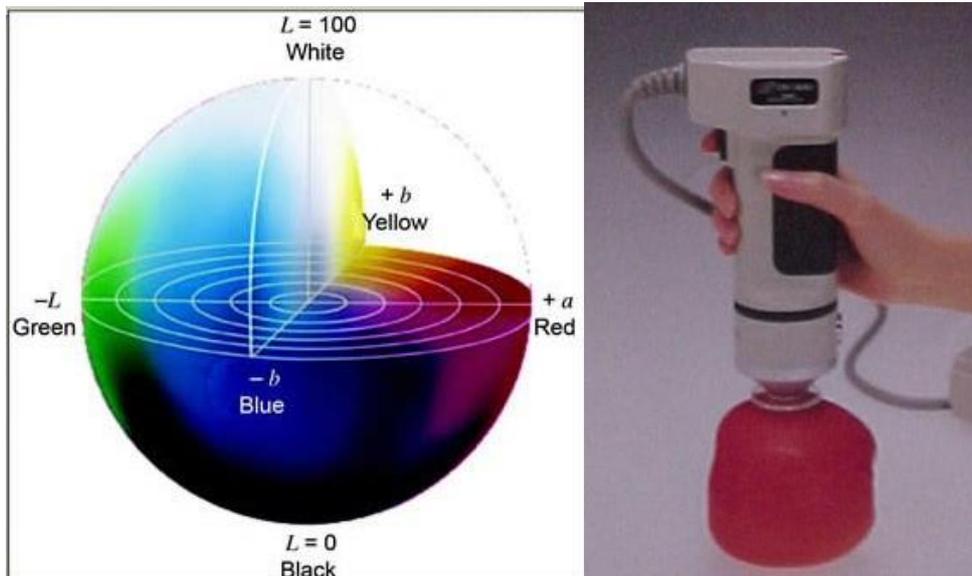


Figura 7. Ciclo de cor das carnes.

Para medir a cor em carnes: Trabalhar com o espaço CIELAB (L*,a*,b*); fornecer marca e modelo do colorímetro, abertura, fonte de luz e ângulo de observação; utilizar amostras de carne de pelo menos 1cm de espessura; padronizar tempo padrão de exposição ao ar, em ambiente refrigerado a 0-5°C; para a porcentagem de metamioglobina usar um espectrofotômetro.



3.3.1. Modificações na cor devido às condições PSE e DFD

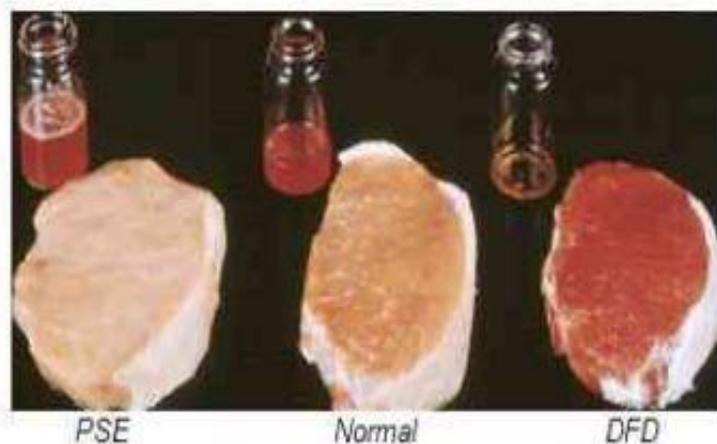
Carne PSE: Na década de 1960, por exigência do consumidor, houve o direcionamento da produção de suínos para um aumento na produção de carne magra acarretando modificações substanciais tanto na composição proximal como nas características bioquímicas do músculo. Posteriormente, constatou-se que essas alterações foram provocadas por uma mutação genética na proteína reguladora do fluxo de cálcio, rianodina, provocando o surgimento do PSS (sigla inglesa de *Pork Stress Syndrome*) ou Síndrome do Estresse Suíno com o conseqüente comprometimento na qualidade pela formação das carnes PSE (sigla inglesa de *Pale, Soft e Exudative*), o que significa Pálida, Macia e Exsudativa. Estas carnes apresentam variações em suas colorações e alterações de suas propriedades funcionais, sendo um dos maiores problemas enfrentados pela indústria processadora.

A carne PSE representa o principal problema de qualidade na indústria de carne suína, devido às suas características como baixa capacidade de retenção de água, textura flácida e cor pálida que levam às elevadas perdas de água durante o processamento. A carne PSE é indesejável tanto para os consumidores como para a indústria de processamento e a principal causa do desenvolvimento da condição carne PSE é uma decomposição acelerada do glicogênio após o abate, que causa um valor de pH muscular baixo, geralmente inferior a 5,8, enquanto a temperatura do músculo ainda está próxima do estado fisiológico (>38 °C), acarretando um processo de desnaturação protéica comprometendo as propriedades funcionais da carne.

A incidência de carnes PSE está relacionada com os fatores pré-abate como genética, nutrição e manejo. O gene da rianodina, também conhecido como gene halotano, destaca-se como o responsável pela produção de carcaças com maior percentagem de carne magra, porém este conduziu à maior predisposição ao estresse, levando à produção de carne PSE. As linhagens genéticas que foram melhoradas para o ganho de peso e produção de carne magra apresentaram ocorrência elevada para a síndrome do PSE, devido ao metabolismo energético insuficiente. Assim, as empresas de melhoramento genético têm procurado revertê-lo, tentando eliminar o gene halotano dos animais.

Com relação à nutrição, a suplementação na dieta com vitamina E e triptofano inibiu o desenvolvimento de carnes PSE. Dentro de manejo, alguns parâmetros merecem destaque como tempo de transporte dos animais da granja para o frigorífico, temperatura ambiental durante o transporte, apanha e coleta dos animais, destacando a inclinação da rampa que deve ser inferior a 20°, jejum pré-abate e tempo de descanso dos animais antes do abate. Os prejuízos econômicos da carne PSE estão relacionados com a sua utilização na elaboração de produtos cárneos, sendo que esta carne pode ser destinada até certo limite para a elaboração de alguns produtos fermentados e certos tipos de emulsionados, mas é inadequada para elaboração de presunto cozido e outros produtos curados cozidos devido ao comprometimento das propriedades funcionais das suas proteínas.

Carne PSE: O desenvolvimento da carne DFD também está relacionado com o manejo pré-abate. Os exercícios físicos, o transporte, a movimentação, o jejum prolongado e o contato com suínos estranhos ao seu ambiente acarretam o consumo das reservas de glicogênio, levando à lentidão da glicólise com relativa diminuição da formação de ácido láctico muscular. O pH reduz ligeiramente nas primeiras horas e depois se estabiliza, permanecendo em geral em níveis superiores a 6,0. Em decorrência do pH alto, as proteínas musculares conservam uma grande capacidade para reter água no interior das células e, como consequência, a superfície de corte do músculo permanece pegajosa e escura. A carne DFD pode ser utilizada para o processamento de produtos emulsionados como salsicha tipo Frankfurt e produtos curados cozidos, formulados com 60% de carne normal para que seja obtida uma coloração desejável, não sendo recomendada para o processamento de produtos fermentados e secos.



3.4. Textura

A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que possui os atributos primários: maciez, coesividade, viscosidade e elasticidade; secundários como gomosidade, mastigabilidade, suculência, fraturabilidade e adesividade; e residuais como velocidade de quebra, absorção de umidade e sensação de frio na boca.

Os atributos mais importantes para a textura da carne são a maciez, suculência e mastigabilidade.

3.4.1. Maciez

A maciez é o fator mais importante para o consumidor com relação à qualidade da carne, após a cor e o crescimento microbiano.

Fatores que influenciam na maciez: Os fatores podem ser de dois tipos:

- *Fatores pré-abate:* genética; sexo; espécie; idade; exercício; nutrição; promotores de crescimento; manejo; tipo de músculo; quantidade de marmorização; estresse antes do abate, presença de tecido conjuntivo, espessura e comprimento do sarcômero e nível de estresse.

- *Fatores pós-abate:* estado de contração do músculo; *rigor-mortis*; taxa de queda de pH e pH final; velocidade de resfriamento; tipo de cozimento; tecnologia de processamento: estimulação, maturação (processo enzimático), alta pressão, etc.

O grau de maciez é conferido pelas proteínas da carne do tecido conjuntivo, como o colágeno (epimísio, perimísio e endomísio), elastina e reticulina e do tecido muscular, como as proteínas miofibrilares (actina, miosina e tropomiosina) e sarcoplasmáticas.

O efeito do tratamento térmico sobre a maciez da carne é um reflexo da ação de temperaturas elevadas sobre o colágeno e proteínas miofibrilares. Considerando o comprimento do sarcômero, o aquecimento da carne até a temperatura de 45°C, não ocorre nenhuma modificação. Entre 45-55°C, há um leve aumento do sarcômero, devido, provavelmente a um relaxamento e intumescimento da estrutura do tecido conjuntivo. Acima de 55°C inicia o processo de encurtamento dos sarcômeros, podendo chegar até 25% da estrutura original. O aquecimento de uma miofibrila isolada não ocorre o aumento do sarcômero, onde conclui-se que o intumescimento à 45-55°C é devido ao tecido conjuntivo. As diferentes proteínas musculares se desnaturam a distintas temperaturas. As proteínas solúveis e a miosina são termolábeis e sua desnaturação começa a 45-50°C. As proteínas do tecido conjuntivo desnatura a temperaturas de 60-70°C, dependendo do grau de ligações cruzadas do colágeno.

A maciez ou “tenderness” é a resistência da carne à compressão e cisalhamento. “Sensory tenderness” ou maciez sensorial é a resistência à mastigação, as correlações medida física e avaliação sensorial são de média a alta. Entretanto, existe muita dificuldade para formar e manter um time de análise sensorial, assim, muitos optam pelos testes mecânicos de maciez.

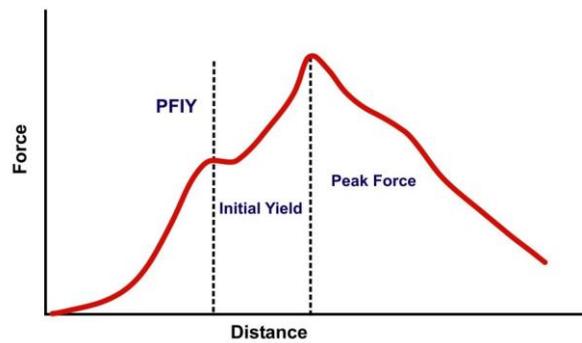
3.4.1.1. Métodos de Controle de Qualidade

Avaliação sensorial: impressão da maciez no palato. Relacionada com a facilidade de penetração dos dentes na carne; facilidade com que a carne se fragmenta e quantidade de resíduos remanecentes após a mastigação;

Físicos: força de cisalhamento; força de penetração; facilidade de cominuição (picar); compressão da carne crua através de orifícios pequenos.

Medida objetiva da força de cisalhamento: A força de cisalhamento é utilizada para avaliar a maciez da carne. Uma força maior para o cisalhamento indica maior dureza da carne. Durante o aquecimento até 50-60°C ocorre um aumento da força de cisalhamento. A 65°C ocorre uma queda brusca desta força, que aumenta novamente até chegar aos 80°C, para em seguida diminuir

novamente. Esta curva da força do cisalhamento durante o aquecimento pode variar conforme a idade do animal.



Force deformation curve of the Warner Eratzler shear force measurement.

Em princípios gerais, o músculo mais utilizado é o Longissimus dorsi, subdivido em *Longissimus thoracis e Longissimus lumborum*. Deve-se descrever a localização das amostras e o armazenamento ideal é imediatamente após amostragem sob congelamento (-18°C).

Inicialmente deve-se fazer o cozimento das amostras, sendo que a temperatura inicial e o tempo de cozimento afetam a força de deformação.

O equipamento mais utilizado para medir a força e obter a curva de deformação é com o chamado “Warner Bratzler”.

Procedimento Padrão a ser seguido por laboratórios certificados (Meat Animal Research Center, Clay Center, NE, do Dpto. de Agricultura dos EU): sempre que possível, registrar temperaturas de resfriamento; retirar um bife de 2,5 cm de espessura do contra-filé (*L. dorsi*) entre a 12^a costela e a 5^a vértebra lombar, sem osso; embalar o bife à vácuo e maturar por 14 dias (gado taurino) ou 21 dias (gado zebuino) a 0 a 3°C; congelar a -20°C até que se possa fazer a mensuração. Descongelar a amostra a 2 a 5°C, até que a temperatura interna seja de 2 a 5°C (24 a 36h); assar as amostras (no máximo 4 de cada vez) em forno elétrico até a temperatura interna atingir 71°C (forno pré-aquecido a 170°C); deixar resfriar à temperatura ambiente e colocar na geladeira de 2 a 5°C de um dia para outro; remover 6 a 8 amostras cilíndricas de 1,27cm de diâmetro paralelamente a orientação das fibras; utilizar o aparelho de Warner-Bratzler ou outro aparelho com célula de WB acoplada e velocidade fixada de 20cm/min.



As temperaturas de cocção no centro geométrico dos bifes podem ser: muito mal passado (55°C); mal passado (62-64°C/30min); no ponto (71°C); bem-passado (75-77°C/90min) ou muito bem passado (82°C):



Para a realização de força de cisalhamento para peças de carne de frango tem-se os seguintes critérios: permanecem armazenadas 24h a 2°C; são cozidas em chapa elétrica à temperatura interna de 82 a 85°C; as amostras são resfriadas em temperatura ambiente; cortadas em forma de paralelepípedo (2cm x 1,1cm²); as amostras são dispostas com fibras orientadas perpendicularmente às lâminas de corte; o equipamento utilizado é o TA-XT2i utilizando acessório Warner-Bratzler.

Químicos: os métodos químicos para a detecção da maciez em carnes podem ser: determinação de tecido conjuntivo; digestão enzimática ou índice de fragmentação; diminuição na solubilidade do colágeno ao aquecimento.

3.4.2. Suculência

A suculência da carne cozida é a sensação de umidade observada nos primeiros movimentos de mastigação, devido à rápida liberação de líquido pela carne e, também, da sensação de suculência mantida, devido principalmente à gordura que estimula a salivação. A gordura intermuscular funciona como uma barreira contra a perda do suco muscular durante o cozimento, aumentando portanto a retenção de água pela carne e aumento da suculência. A gordura intramuscular aumenta a sensação de suculência na carne. A maturação da carne a 0°C por 14 a 21 dias também aumenta a suculência da carne devido ao aumento da capacidade de retenção de água.

A suculência da carne depende também da perda de água durante o cozimento. Temperaturas de 80°C produzem maiores perdas no cozimento que temperaturas ao redor de 60°C.

3.4.3. Mastigabilidade

A mastigabilidade é um atributo secundário da textura que é avaliado pelo número de mastigadas necessário para deixar a carne em condições e ser deglutida. Apresenta alta correlação positiva com a maciez.

3.4.4. Sabor e aroma

Já foram identificados mais de 1000 componentes responsáveis pelo aroma e sabor da carne. O aroma e sabor da carne podem ser determinados por fatores pré-abate, como espécie, idade, sexo, raça, alimentação e manejo. Outros fatores como pH final do músculo, condições de esfriamento e armazenamento, e procedimento culinário também afetam este parâmetro sensorial.

PRINCIPIOS GERAIS DE CONSERVAÇÃO E PROCESSAMENTO DE CARNES

A carne e produtos derivados são extremamente perecíveis, portanto devem receber cuidado especial durante a sua manipulação, processamento e armazenamento. As características intrínsecas das carnes, como composição química, elevada disponibilidade de água ou atividade de água (A_w) e pH próximo à neutralidade, são fatores que favorecem o desenvolvimento de uma microbiota extremamente variada.

Além disso, ao longo do processamento industrial, inúmeros fatores contribuem, em maior ou menor intensidade, para o aumento e diversificação dessa microbiota contaminante.

Dentro de um conceito mais moderno de qualidade e segurança dos alimentos, admite-se que a carga microbiana do produto final, independente de sua natureza, é resultante da somatória de fatores atuantes nas inúmeras etapas do processo, as quais, no caso de carnes, poderiam ser assim sintetizadas:

Condições de criação, adequabilidade do transporte dos animais; Condições de manutenção pré-abate, sangria, esfolagem (bovinos), escaldagem e depenagem (frangos) e evisceração, lavagem das carcaças; Refrigeração, transporte das carcaças, corte e embalagem do produto final.

É evidente que, em função de sua adequabilidade como substrato para os microrganismos, do número elevado de operações inerentes ao processamento industrial e da intensidade do manuseio ao longo do processo, as carnes normalmente apresentem número elevado de contaminantes microbianos, potencialmente patogênicos ou não, ao lado da eventual contaminação por produtos químicos (anabolizantes, defensivos agrícolas, metais pesados, quimioterápicos, etc) e físicos.

CARNES VERMELHAS

1. Abate de Bovinos

Os produtos de origem animal, incluindo a carne e demais subprodutos originários do abate, constituem uma das principais fontes de alimento proteico da humanidade em seu estágio atual.

A contaminação mais importante da carne é de origem externa, pois se admite geralmente que a massa interna da carne bovina são e não contém microrganismos. Estes são muito escassos, porém podem ser encontrados nos gânglios linfáticos, medula óssea e no próprio músculo.

Como já visto no início desse material, a contaminação da carne começa no processo de sangria, como resultado de processos microbianos, químicos e físicos.

2. Conservação pelo Frio

O tecido muscular *in vivo* é praticamente estéril, mas é inevitável que durante as operações de abate, a carcaça seja contaminada. Essa contaminação proveniente dos operadores nas fases de sangria, esfolagem, pela própria água durante a lavagem fará com que a carne no decorrer do tempo se deteriore com maior ou menor rapidez dependendo das condições de conservação.

Quando o animal é sacrificado, a sua temperatura corporal encontra-se em torno de 40°C. Por essa razão, o resfriamento e congelamento são utilizados para diminuir a multiplicação microbiana e com isso aumentar a vida útil da carne.

Outros métodos utilizados para conservar a carne como a cura, defumação ou a combinação deles tem a desvantagem de alterar a aparência e o sabor da matéria prima original, quando comparado com os métodos acima.

3. Secagem e Desidratação

A redução de umidade em alimentos consiste na remoção física da água disponível parcial ou totalmente dos alimentos ou adição de sólidos com a finalidade de aumentar a sua conservação. No entanto, o abaixamento do teor de água no produto causa o endurecimento do produto. Este efeito é minimizado reduzindo-se a atividade de água (A_w) até um nível suficiente para prevenir o crescimento bacteriano e minimizar o crescimento de leveduras e mofo ($<0,85$).

Os métodos utilizados para a redução da atividade de água e conservação de carnes e produtos cárneos são os seguintes métodos:

- ação mecânica (ex. prensagem);
- evaporação da água ou secagem (natural ou forçada);
- evaporação da água pelo calor ou concentração;
- por osmose, aplicando-se soluto (ex. sal); - por sublimação (ex. liofilização).

As operações de secagem e desidratação visam atingir finalidades relacionadas à conservação dos alimentos, redução de peso e volume e praticidade no uso. Isto implica menores custos de transporte, embalagem e armazenamento podem ser feitos à temperatura ambiente e, após a reidratação, o alimento recupera suas características originais.

A conservação é obtida pela redução da atividade de água dos alimentos, com a conseqüente diminuição do crescimento microbiano, processos químicos de escurecimento, de oxidação e de atividade enzimática.

A eliminação da umidade dos alimentos sempre envolve a transferência de massa, que normalmente corresponde à água retirada obtida pela transmissão de calor ao produto. Para que essa ocorrência seja facilitada, alguns princípios físicos são utilizados como, os aumentos de temperatura e da superfície dos alimentos. Quando o ar é utilizado como meio de transferência, são importante a velocidade e umidade relativa.

A secagem refere-se:

- a remoção da água através da fase gasosa insaturada na forma de vapor;
- a uma extração térmica;
- a temperatura de trabalho abaixo da ebulição ou fusão da água;
- teor de umidade final entre 10 a 50%.

A secagem pode ser natural (solar) ou por aquecimento artificial, apresentando as seguintes vantagens: maior economia e o uso de tecnologias mais simples.

No entanto, podem ser encontradas as seguintes desvantagens: dependência do clima; tempo de secagem, devido à lentidão do processo, podendo demorar até 10 dias; requer área considerável para exposição e qualidade final do produto.

O processo de desidratação consiste em poder utilizar o ar como meio de aquecimento e de transporte de umidade, ou ser realizada pelo contato com superfície aquecida em tambores ou rolos. Se realiza a retirada da umidade das carnes por intermédio de equipamentos especiais para obter teores de umidade entre 3 a 5°C.

A desidratação pode ser realizada através de dois métodos: convecção de ar (uso de câmaras, túneis, atomizadores, leito fluidizado) e superfícies de contato (tambores ou rolos).

O charque é o produto resultante do processamento de carne bovina desossada, consistindo em salga e desidratação, de modo a permitir sua conservação à temperatura ambiente. Basicamente, o preparo do charque consiste na elaboração das mantas, seguindo-se a salmouragem, salga seca, tombagem ao sol e finalmente, a embalagem e comercialização.

<u>Tempo aproximado de processamento</u>	<u>Matéria prima (carne bovina - dianteiro)</u>
2 dias	Desossa e manteação ^a ↓ Injeção automática de salmoura (salga úmida) ^b ↓
3-5 dias	Salga seca ^c ↓ Tombos ^d ↓ Lavagem para retirada do excesso de sal superficial ↓
5-10 dias	Exposição ao sol/Abafamento ^e ↓ Embalagem a vácuo ↓
Validade: 4-6 meses	Comercialização

Figura 1. Fluxograma do processamento de charque.

3.1. Uso de Sal (NaCl)

A utilização do sal na conservação dos alimentos é um dos processos mais antigos da história. A ação do sal deve-se à diminuição da A_w do produto. Para que se tenha um efeito preservativo eficaz, é necessária uma concentração de sal no produto de 9 a 11%, além de uma umidade em torno de 50 a 55%.

Este valor é maior que as concentrações usadas atualmente, as quais variam de 2 a 3%. Alguns microrganismos são inibidos por essa concentração, mas a A_w neste caso é geralmente suficiente para o crescimento de bolores, leveduras e bactérias halofílicas. Assim sendo, o sal nos produtos comercializados atualmente tem somente um efeito preservativo limitado, sendo portanto, necessário combinar outros métodos de conservação para aumentar a vida útil do produto.

Originalmente, o sal ainda é usado em altas concentrações com ação conservante, como ainda ocorre no processamento de charque e salame.

4. Cura

Os princípios científicos não eram aplicados à cura até a segunda metade do século XIX. Os métodos atuais de cura, como a injeção de salmoura, são de aplicação mais recente.

Muitas inovações ocorreram no processo de cura da carne nos últimos anos, as quais, na sua maioria, foram conseqüentes de aperfeiçoamentos dos equipamentos.

A cura era utilizada, originariamente, como uma maneira de conservação da carne para os períodos de escassez. Mesmo com o surgimento da refrigeração, a cura continuou sendo um método de conservação da carne. Como a refrigeração se constituiu num método de conservação industrial, alteraram-se grandemente os motivos de cura. Atualmente, os produtos curados são mais suaves e necessitam de refrigeração para serem conservados.

Transformações da Cura – Segundo TERRA (2000), os produtos cárneos curados são os produtos em cuja elaboração são utilizados os sais de cura. Esses sais são constituídos de uma mistura de cloreto de sódio, nitrato e nitrito (de sódio ou potássio) ou de apenas cloreto de sódio e nitrito (de sódio ou potássio). Além de fornecerem a cor característica de produtos curados, funcionam como bacteriostático em meio ácido. O nitrito consumido em quantidades excessivas é tóxico. Uma dose única maior do que 15-20 mg/Kg de peso vivo pode ser letal. Entretanto, o nível máximo permitido em produtos cárneos é de 20 a 40 vezes abaixo da dose letal. Portanto, a utilização de nitrito em níveis recomendados não constitui nenhum problema de toxicidade.

Segundo ROÇA (2000), as reações mais importantes são do óxido nítrico (NO), que é derivado do ácido nitroso, com os pigmentos hemo da carne. O pigmento responsável pela cor da carne é a mioglobina. O óxido nítrico combina-se com a mioglobina produzindo então nitroso mioglobina, que por sua vez é instável. Durante o processo de cocção ela se transforma em nitrosohemocromo, que é estável. A cor do nitrosohemocromo é rosa, em contraste com o nitroso mioglobina que possui uma cor mais avermelhada. O nitrosohemocromo é estável ao calor, porém instável à luz e oxidações (ROÇA, 2000). A mioglobina é encontrada na carne, mas não na gordura, nem no tecido conectivo. É mais concentrada na carne de bovinos do que na de suínos. Geralmente, a quantidade desse pigmento aumenta conforme o animal se torna mais velho, e varia de músculo para músculo em uma mesma carcaça.

A cura pode ser mais rápida pela ação dos aceleradores de cura. Eles são compostos que aceleram o desenvolvimento da cor. Os principais aceleradores de cura são o ascorbato e o eritorbato de sódio. Ao serem adicionados a carne, eles aceleram a redução do nitrito a óxido nítrico, que vai interagir com o ferro da mioglobina e formar a nitroso mioglobina. Além de acelerar o processo de cura, esses componentes contribuem para a estabilização da cor da carne curada (ODERICH, 1995).

4.1. Métodos de Cura

A condição da carne e o produto a ser obtido devem ser considerados na seleção do método de aplicação dos agentes de cura, que podem ser preparados na forma líquida ou seca, e aplicados à superfície da carne ou internamente.

Agentes de cura aplicados superficialmente (secos ou líquidos)

A aplicação superficial dos agentes de cura secos é feita pela deposição e distribuição dos sais, de tal maneira a cobrir toda a superfície da carne, enquanto a aplicação dos agentes líquidos é feita pela imersão da carne em solução aquosa contendo os sais de cura.

No caso da aplicação superficial, a quantidade ou concentração dos agentes de cura influenciam na velocidade de penetração na carne, no desenvolvimento de microrganismos, na cor e sabor. Quanto maior a concentração, mais rápida é a penetração da cura. Outro fator que afeta sobremaneira a velocidade de penetração da cura é a temperatura: quanto mais alta, mais rápida é a penetração. Contudo, o desenvolvimento de microrganismos impede uso de altas temperaturas.

Nesse processo, dias ou até mesmo semanas, são necessárias para que os ingredientes de cura alcancem o equilíbrio e se apresentem uniformemente distribuídos, uma vez que a penetração está totalmente na dependência do fenômeno da osmose.

Agentes de cura secos aplicados internamente

Uma completa aplicação dos agentes de cura na forma seca é feita atualmente em produtos cuja matéria prima é moída ou emulsionada. Nesses tipos de produtos, os sais são totalmente homogêneos na mistura de carne e não apresentam problemas de penetração. A reação com os pigmentos da carne é adequada, desde que as condições de processos apropriados sejam utilizadas.

Existe um sistema de perfuração que pode ser usado em pedaços maiores de carne. Os agentes de cura são injetados por meio de um sistema de agulhas de aço inoxidável acoplado a uma prensa. O tempo de cura em relação a salga convencional (superficial) é extremamente reduzido.

Agentes de cura líquidos aplicados internamente

O processo da injeção apresenta duas versões: injeção via arterial e injeção por introdução de agulhas perfuradas no músculo.

No processo de introdução de agulhas, várias injeções são feitas através dos pedaços de carne. Usam-se agulhas contendo uma série de perfurações. Atualmente tem-se sistemas automáticos em que a função do operador é apenas a de alimentar uma esteira rolante que submete as peças de carne à ação das agulhas de injeção, que possuem movimento automático de sobe e desce. A injeção via arterial, que é usada especialmente para pernis e paletas de porco, utiliza o sistema vascular para promover a distribuição dos agentes de cura de maneira rápida e completa.

Qualquer um dos sistemas de injeção acelera a distribuição dos agentes de cura.

5. Conservação de Alimentos pelo Uso da Teoria de Obstáculos ou Barreiras

As deficiências na manutenção da cadeia do frio, em muitas regiões do Brasil, sugerem a procura de alternativas de produtos cárneos que precisam de refrigeração. Uma das formas de conservar produtos cárneos, sem aplicação de tratamentos térmicos como refrigeração ou esterilização, é a aplicação da denominada tecnologia de obstáculos ou barreiras.

Dois parâmetros bastante utilizados para a conservação de produtos cárneos à temperatura ambiente são a atividade de água e o pH. LEISTNER & RODEL (1975) conceituaram os produtos cárneos estáveis, como tendo um pH igual ou menor que 5,2 e uma A_w menor que 0,95; ou um pH menor que 5,0 e uma atividade de água menor que 0,91.

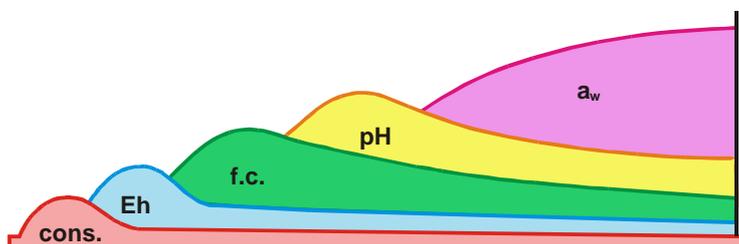


Figura 2. Sequência de obstáculos em produto fermentado cru; cons = conservação, Eh = potencial redox, f.c. = flora competitiva, pH = acidez, a_w = atividade de água.

6. Produtos Fermentados

O salame é uma especialidade que se originou no continente europeu. Existem indícios que há cerca de 260 anos, os salames foram produzidos primeiramente na Itália e depois em outros países. Ainda hoje, países como Alemanha, Itália, Espanha e Hungria produzem salames pelo método tradicional. A produção de salames no Brasil teve origem nos antigos processos de produção trazidos pelos imigrantes italianos, que ao se instalarem no Sul do Brasil, encontraram condições climáticas favoráveis e iniciaram a produção caseira, que com o passar do tempo, originaram as pequenas fábricas.

O salame fabricado na época era de alto grau de secagem, para suportar a conservação sem frio e o longo período de estocagem e transporte para os centros maiores. Nesses tipos de produtos enquadram-se, principalmente, os salames tipo “italiano” e tipo “Milano”, que requerem tempo de fabricação de 50 a 60 dias e apresentam perda de água de 32% a 40%.

Recentemente, a maior produção situa-se nos Estados Unidos, que o têm definido como um produto cárneo obtido por ação bacteriana, alcançando o pH de 5,3. O salame possui de 20 a 50% de umidade, chegando à relação de umidade/proteína inferior a 2,3 (Terra, 1990; Pardi, 1994). Os

embutidos fermentados, como os salames, são caracterizados pelas suas propriedades organolépticas, nutricionais, químicas e microbiológicas.

Dois fatores básicos tornam este produto diferente dos demais embutidos: baixo teor de umidade e presença de ácido láctico, que confere o sabor característico (Bacus, 1984). Várias culturas bacterianas têm sido desenvolvidas durante os últimos 40 anos, reduzindo o tempo de fermentação, assegurando um baixo residual no conteúdo de nitrato e nitrito, estabilizando as características organolépticas do produto final (Martins e Luchese, 1986).

Segundo o CÓDIGO SANITÁRIO (1978) entende-se por salame, a mistura de carne bovina, convenientemente condimentada, embutida em tripas finas de bovino, suíno, ovino, caprino ou vitelo e em seguida, conforme o tipo, submetido à defumação ou cozimento e dessecação a frio. As carnes usadas no preparo devem ser cortadas ou trituradas. Será permitida adição de toucinho na proporção de 5 a 10%.

O produto será designado salame seguido da especificação de seu tipo, como por exemplo salame tipo milânês, salame tipo italiano. A classificação em tipos é feita segundo o estilo de preparo e condimentação.

6.1. Matérias-primas

Carnes

As carnes utilizadas na produção de salame, tanto bovina quanto suína, devem possuir uma coloração avermelhada intensa. Sendo assim, uma maior quantidade de pigmento mioglobina pode ser encontrada em animais mais velhos, magros e sadios (TERRA, 1998).

Carnes manipuladas em condições higiênicas inadequadas e/ou com alto teor de umidade, facilitam o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, podendo causar problemas na fase de fermentação, na qual bactérias putrefativas e leveduras poderão se proliferar, resultando em mau cheiro pela produção de gás.

As carnes utilizadas devem ser resfriadas, pois o resfriamento inibe o crescimento de bactérias putrefativas, além de proporcionar uma secagem parcial da matéria-prima. Essa secagem reduz a atividade de água (A_w) da carne, promovendo a sua estabilidade nos primeiros dias de fermentação dos embutidos (YAMADA, 1995).

O valor do pH das carnes bovina e suína usadas para produção de salame deve ser de 5,8 e 6,0, respectivamente. Em valores acima destes a fermentação é prolongada devido à retenção de umidade. No entanto, o valor de pH das carnes pode oscilar entre 5,4 - 5,8, pois os espaços entre as fibras musculares são maiores, permitindo melhor penetração do sal, agentes de cura e secagem dos embutidos fermentados.

A gordura na produção do salame é tão importante quanto à composição da carne. De um modo geral, deve-se usar a gordura da região costal-lombar de suínos. As gorduras do ventre do suíno causam problemas durante a elaboração do produto embutido, pois se liquefazem durante a moagem, formando uma película gordurosa sobre as carnes, dificultando a perda de água e a solubilização das proteínas miofibrilares, responsáveis diretas pela consistência do salame.

Culturas lácticas

Várias culturas bacterianas têm sido desenvolvidas durante os últimos 40 anos, diminuindo o tempo de fermentação, assegurando um baixo residual no conteúdo de nitrato e nitrito e estabilizando as características organolépticas do produto final.

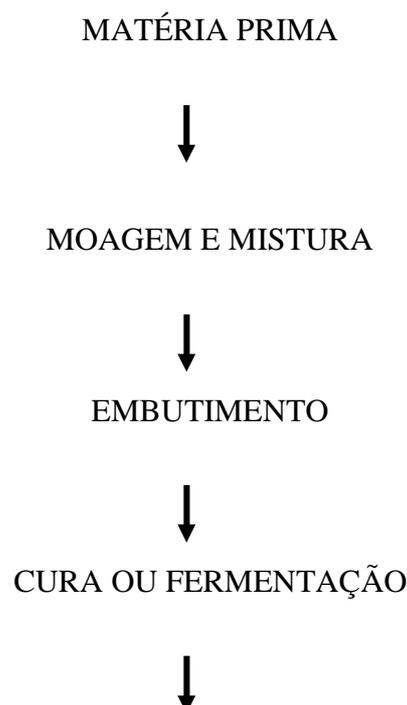
Fermentação Láctea

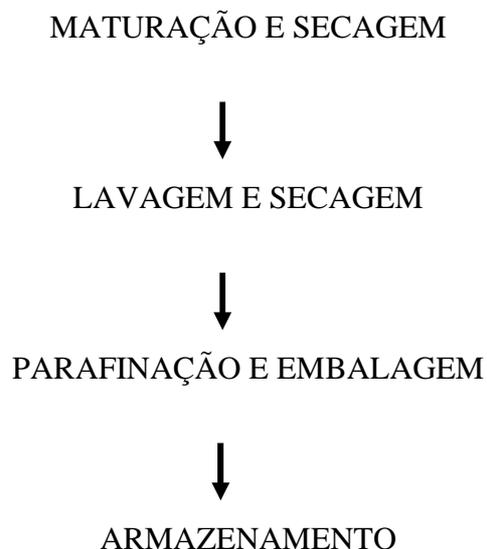
O mais significativo efeito da fermentação é a preservação dos alimentos. O interesse na cultura *starter* surgiu paralelamente à tendência de reduzir o tempo de maturação, padronizar as propriedades do produto e aumentar a produção industrial.

Os microrganismos utilizados na fermentação da carne são os *Pediococcus pentasaceus* ou *acidalactis* e o *Lactobacillus plantarum* (bactérias lácticas). Além destas bactérias, podem ser citados: *Staphylococcus xylosum* e *Staphylococcus carnosus*, *Micrococcus varians*, *Streptococcus lactis*.

6.1.1. Salame

O fluxograma descreve as etapas da elaboração do salame tipo “italiano”:





Matérias-primas

As matérias primas para a fabricação de salame, tanto as carnes como o toucinho podem estar congeladas ou resfriadas. A temperatura das carnes e do toucinho não deverá ser superior a 4°C.

Moagem e Mistura

No salame tipo “italiano” a moagem da carne suína é feita em disco de 5 a 8 mm, da carne bovina em disco de 3 a 5 mm e o toucinho é picado com facas de 5 a 10 mm de aresta. Os ingredientes e as carnes devem ser pesados conforme a formulação pré-estabelecida e misturados no misturador, a vácuo ou não, por cerca de 5 a 10 minutos.

Embutimento

A mistura é embutida em tripas naturais ou artificiais de colágeno reconstituído, geralmente com 7 cm de diâmetro e 35 cm de comprimento. Atualmente as embutideiras a vácuo, permitem um produto melhor embutido e com extração do ar por completo. Esta operação torna a massa mais compacta evitando produtos com defeitos.

Cura ou fermentação

A cura é um complexo fenômeno bioquímico e microbiano. A atuação microbiana ocorre através de suas enzimas, responsáveis por quase todos os processos metabólicos da célula.

Na câmara de cura, acontece o desenvolvimento da cor e da acidez, além de ser a etapa onde ocorre a primeira elevação de temperatura do produto.

Os produtos são levados para câmaras climatizadas, controlando-se a temperatura e a umidade relativa. A temperatura não deve ser superior à 26°C, porque ocasionaria a degradação das gorduras, originando sabor desagradável ao produto; no entanto, temperaturas entre 24 – 26°C aceleram o

processo de cura, o desenvolvimento da cor, a acidificação e a secagem. Produtos fermentados na faixa de 16 a 18°C apresentam melhor qualidade, sabor e aroma.

A umidade relativa (UR) é mantida nas câmaras de fermentação inicialmente a 95% por 24 horas, reduzindo-se até atingir 80%, para que assim o ponto adequado para o desenvolvimento da cor e da acidificação seja alcançado.

Maturação e secagem

Nesta etapa ocorre a estabilização da cor, o desenvolvimento do aroma e do sabor. Além disso, acontece a ação de enzimas da flora microbiana e de enzimas próprias da carne e a decomposição de proteínas, produzindo aminoácidos de sabor intenso e peptídeos característicos.

A maturação e a secagem de salames dependem da formulação e, portanto, estão relacionadas aos fatores intrínsecos e extrínsecos. Os parâmetros intrínsecos mais importantes são o conteúdo de gordura, de cloreto de sódio, de açúcar e do tipo da cultura *starter* utilizado, enquanto os extrínsecos são a temperatura, a umidade e a velocidade do ar.

A secagem pode ser realizada na mesma câmara de fermentação ou levadas para outra. Os produtos permanecem nas mesmas até que atinjam a consistência e o grau de secagem desejados.

A maturação para salames é feita a temperatura entre 18 a 20°C e a UR em torno de 95% durante um período de três dias a uma semana. A umidade relativa deve ser reduzida após o terceiro ou quarto dia de 95% para 85%. A velocidade do ar não poderá ser maior que 0,1 ou 0,2 m/s. A secagem do salame é feita à temperatura entre 12 a 15°C e em UR de 70 a 75% (velocidade do ar abaixo de 0,1 m/s), até o produto perder de 25 a 30% do seu peso original.

Os parâmetros UR e temperatura são pré-estabelecidos e mantidos durante o processo. A UR deve ser em torno de 76 a 82% e a temperatura entre 15 a 18°C (YAMADA 1995).

Variações de UR na câmara de maturação podem resultar em embutidos com crosta superfície ou camada superficial dura (secagem excessiva) ou crescimento de mofo (excesso de umidade), com a diminuição moderada da umidade da câmara de maturação pode-se trabalhar com valores de pH mais elevados.

A temperatura de maturação influencia na elaboração de salames e é responsável pelo amaciamento do mesmo. A temperatura atua sobre os processos enzimáticos da carne, no crescimento de microrganismos desejáveis e também na sobrevivência dos mesmos durante a maturação.

Lavagem e secagem

Atingindo o final da secagem, faz-se uma lavagem com água para remoção de mofo e deve-se levar para uma nova secagem.

Armazenamento

Os produtos fermentados secos, tanto os parafinados como os embalados a vácuo, podem ser armazenados à temperatura ambiente, devido ao seu baixo teor de umidade. A vida útil estimada para o salame italiano é de três meses.

7. Conservação pela Defumação

A defumação é um processo de aplicação de fumaça produzida pela combustão incompleta de algumas madeiras, com a finalidade de conferir aroma, sabor e cor característicos e prolongar a vida útil. Geralmente fazem parte do processo a secagem inicial, a deposição da fumaça e a secagem adicional e/ou cozimento do produto.

Com o progresso da Ciência identificando as substâncias ativas e os aperfeiçoamentos introduzidos nos equipamentos, a fumaça passou a ser controlada e otimizada, tal que produzisse somente os efeitos desejados no alimento e fossem eliminados os compostos indesejáveis à saúde ou ao ambiente. Mais recentemente, surgiu a fumaça líquida comercial, como aditivo, apresentada numa forma estável, pronta para diluir e aplicar. Este produto consta na lista GRAS (“Generally Recognized as Safety” do FDA (“Food and Drug Administration”) dos EUA. O sistema de aplicação da fumaça líquida vem sendo adotado nas indústrias, particularmente nas de maior escala de produção.

O artigo 424 do RIISPOA define: “Entende-se por defumados os produtos que após o processo de cura são submetidos à defumação, para lhes dar cheiro e sabor característico, além de um maior prazo de vida comercial por desidratação parcial”.

A defumação apresenta os seguintes efeitos no produto:

Conservante – O efeito se deve à somatória dos fatores:

- 1) secagem da superfície do produto, que inibe o crescimento de microrganismos,
- 2) elevação da temperatura, que age na velocidade das reações,
- 3) quantidade depositada de compostos fenólicos, ácidos e algumas carbonilas que tem propriedades bacteriostáticas, e
- 4) quantidade depositada de fenóis e produtos da reação de Maillard que inibem a oxidação da gordura.

Aparência – A cor característica da carne defumada é atrativa e serve como um índice de sabor para o consumidor. É dada por:

- 1) cor final do produto defumado se deve à somatória dos efeitos da secagem que concentra os componentes coloridos da superfície, à cor dos compostos pela reação de Maillard, e 2) mudança na textura pela ação dos ácidos da fumaça e pelo efeito da secagem.

Sabor – Vários compostos da fumaça conferem sabor. As condições de temperatura, tempo, umidade e o tipo de madeira são fatores que afetam significativamente o sabor dos produtos defumados. A defumação como um processo, tem ação conservante, Mas tão somente a aplicação de fumaça (secagem inicial + deposição da fumaça) não é suficiente para tornar o produto cárneo estável à temperatura ambiente, mas inibe o crescimento microbiano na superfície.

No caso de produto cárneo a soma de vários fatores, como uso na formulação dos sais de cloreto de sódio e nitrito de sódio/potássio; presença de tecido gorduroso e uso da secagem causam ao longo do processo uma diminuição da atividade de água (A_w). O abaixamento da A_w é o fator principal na conservação de produtos defumados. Existem por exemplo bacon, salames, linguiças, presuntos crus, etc. que podem apresentar vida-de-prateleira de até 6 meses em ambiente fresco e ventilado. Produtos que não apresentam estes valores de atividade de água têm uma vida-de-prateleira menor. Estes produtos requerem a utilização de outras tecnologias de conservação como a refrigeração, embalagem a vácuo, embalagem em atmosfera modificada, proteção à luz, etc.

Defumação Convencional: A quantidade e a velocidade da deposição da fumaça dependem do substrato de defumação, condições de estufa e dos tipos de fumaça.

7.1. Efeito dos tipos de fumaça relacionado à madeira

A qualidade da fumaça é importante para o sabor do produto final, fator este muito desejado pelo consumidor. Recomenda-se neste caso, que se utilizem madeiras duras. Madeiras moles podem resultar em cor de defumado excelente, porém o sabor não é muito desejável e atrativo. As madeiras duras, embora confirmam um sabor muito bom, apresentarão uma formação mais lenta, tanto das substâncias do sabor como da cor. Exemplos de madeiras utilizadas no Brasil: nogueira, macieira, guabiroba, peroba e carvalho. Artesanalmente, sabugo de milho (mole) e eucalipto (resinosa) tem sido utilizado para fumaça.

7.2. Sistemas de Defumação de Alimentos

Defumação a frio

É utilizada para produtos cárneos que não sofrerão a cocção, mas tão somente defumados. Neste sistema a fumaça é gerada em local separado e é transportada para a câmara de defumação. A fumaça fria (temperatura de 25 – 35°C) pode ser aplicada em uma variedades grande de produtos cárneos de fumados a frio: os embutidos (alguns tipos de salames e linguiças), presuntos crus em suas múltiplas variações, podendo ser incluídos também os produtos de pescado.

Defumação a quente

Neste processo, geralmente a fonte geradora de fumaça pode, em parte, ser também a fonte de calor para aquecer e promover a cocção do produto.

A fumaça é usada quase que exclusivamente em produtos submetidos à salga ou cura rápida, podendo o produto final atingir temperaturas de cozimento ou não. Produtos contendo muita gordura (ex. bacon) são finalizados à temperatura de 53°C.

A temperatura de defumação depende das exigências de cada produto. O calor provoca uma coagulação das proteínas cárneas, a formação do pigmento característico o nitrosohemocromo de cor rosa que se produz a temperaturas superiores a 60°C, em 1 hora.

Fumaça líquida (FL)

A fumaça líquida é um produto comercial padronizado para ser aplicado em alimentos para promover defumação. AFL é obtida por um processo de combustão parcial de madeiras selecionadas, condensação ou extração em água da fumaça até a saturação.

O aroma de fumaça será designado “aroma natural de fumaça”, “aroma idêntico ao natural de fumaça”, “aroma artificial de fumaça”, de acordo com as matérias primas utilizadas e/ou processo de elaboração.

Os aromatizados/aromas de fumaça não poderão apresentar mais que 0,03ppb de 3,4benzopireno no alimento final.

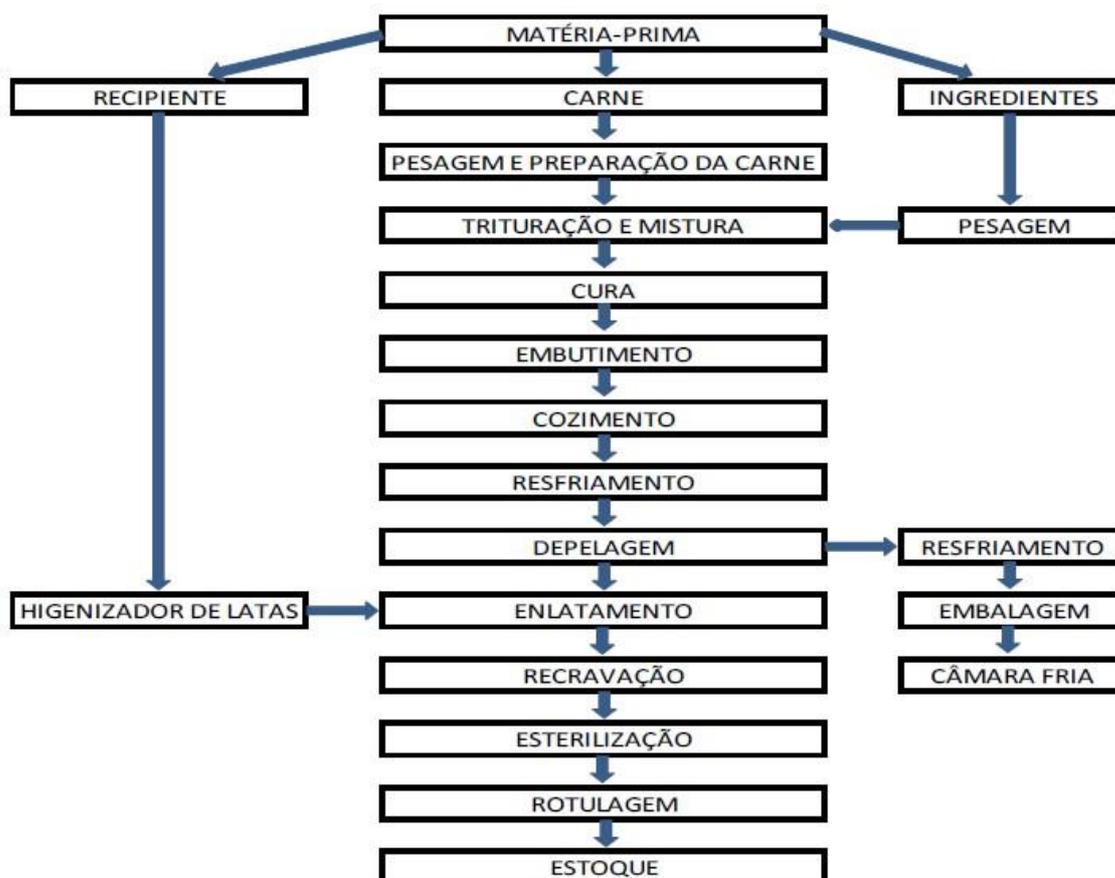
8. PRODUTOS EMULSIONADOS

Tecnicamente, o uso do termo emulsão em relação a embutidos, como salsichas e mortadelas, é incorreto. Tradicionalmente a emulsão é definida como dois líquidos dispersos no estado coloidal. Eles não se dissolvem mutuamente, mas são mantidos em suspensão por agitação ou por agentes emulsionantes. Exemplos clássicos de emulsão são o leite, a maionese e a margarina. Portanto, o termo emulsão não é adequado para a massa de salsichas e mortadelas, porque não é formado por dois líquidos que não se dissolvem mutuamente e, além disso, suas partículas são de dimensões que fogem da definição de emulsão. No entanto, este termo é largamente utilizado, mesmo estando errado.

8.1. Emulsão de carne

A emulsão de carne pode ser definida como um sistema composto por glóbulos de gordura, envolvidos por uma matriz formada de água e proteína. Está composta por duas fases: uma descontínua ou dispersa, composta por partículas de gordura e a outra fase contínua possui água e proteína como principais componentes.

8.1.1. Fluxograma do processo industrial da salsicha



Formulação e preparação da matéria-prima: A formulação é feita pesando-se os aditivos, ingredientes e condimentos. O controle das quantidades deve ser rígido para evitar a toxicidade do produto devido aos aditivos, que devem sempre estar dentro das concentrações permitidas pela legislação. Os tipos de carne que serão processados também são pesados. A carne passa no moedor (em discos com furos de 4mm a 12mm), com exceção da CMS (passa somente no quebrador de blocos). A temperatura da carne nesta etapa do processo deve estar entre -5°C e 2°C (CANHOS E DIAS, 1985).

Trituração e mistura: A trituração e a mistura são operações distintas, porém executadas no mesmo equipamento. Nesta etapa do processo todas as matérias-primas preparadas são adicionadas separadamente no *Cutter*. A trituração é o processo onde pedaços de carne e gordura são subdivididos em partículas menores de tamanho bem definido e com aumento da área superficial, visando propiciar maior uniformidade do produto, sempre em temperaturas abaixo de 4°C (CANHOS E DIAS, 1985). Esta trituração, ou cominuição, é feita sob efeito de forças de esmagamento, corte e ruptura, causando a desorganização e espalhamento das células dos tecidos. Segundo GUERREIRO (2006), a mistura é realizada ao longo do processo, onde os ingredientes são colocados em etapas: 1.) carnes magras, metade do sal de cura e metade do gelo; 2.) proteína de soja; 3.) gordura ou toucinho, o restante do sal de cura, os aditivos e os outros ingredientes; 4.) nitrito de sódio e restante do gelo. Esta é a ordem

mais comum da adição de matérias-primas no *Cutter*, para favorecer a extração de proteínas solúveis pelos sais e facilitar a emulsão.

Emulsão: É definida como a mistura de dois líquidos imiscíveis, sendo um disperso no outro. As duas fases de emulsão são denominadas: fase contínua e fase descontínua ou dispersa. As emulsões geralmente são instáveis se não possuem outro composto como agente emulsionante ou estabilizante. Quando a gordura entra em contato com a água, existe uma grande tensão interfacial entre ambas as fases. Os agentes emulsionantes têm afinidade tanto pela água como pela gordura e atuam reduzindo esta tensão e permitindo a formação de uma emulsão com menor energia interna, aumentando, portanto sua estabilidade. As porções hidrofílicas de tais moléculas têm afinidade pela água e as porções hidrofóbicas têm mais afinidade pela gordura. Se existe quantidade suficiente de agente emulsionante, este formará uma capa contínua entre as duas fases, estabilizando a emulsão. Apesar da definição clássica, a estrutura e propriedades físicas da massa de salsicha se assemelham a uma emulsão verdadeira. Por este motivo a salsicha finamente triturada e não cozida pode ser considerada uma emulsão (CANHOS E DIAS, 1985).

A emulsão da carne pode ser definida como um sistema composto por glóbulos de gordura (fase dispersa ou descontínua), envolvida por uma matriz formada de água e proteína (fase contínua) (RODRIGUES, 1978). Para que a emulsão cárnea seja estável, é absolutamente necessário que as proteínas se encontrem dissolvidas ou solubilizadas. As proteínas miofibrilares (actina e miosina) são insolúveis em água e em soluções salinas diluídas, mas são solúveis em soluções salinas mais concentradas. Uma das funções mais importantes dos sais e fosfatos nas emulsões de embutidos é solubilizar as proteínas na fase aquosa para que se encontre em condições de recobrir as partículas de gordura (ROÇA, 2000).

Cura: A cura de carnes é um procedimento que tem por finalidade conservar (concepção antiga), além de conferir-lhe determinadas qualidades sensoriais, como sabor, textura e principalmente a coloração vermelha ou rósea atraente (concepção atual). Além de fornecerem a cor característica de produtos curados, funcionam como bacteriostático em meio ácido. Em produtos de salsicharia, os ingredientes de cura são incorporados durante os processos de mistura e moagem. São adicionados em forma seca ou como solução concentrada e são distribuídos uniformemente por todo produto durante a trituração e preparo da massa. Essa técnica é conhecida como cura direta.

Embutimento: Pode ser definido como a extrusão da massa de carne em embalagens flexíveis. Por ser um produto emulsionado, é necessário dar-lhe alguma forma para propiciar o processamento subsequente, além de protegê-lo. Um dos principais objetivos no processo de embutimento é a

remoção de ar. A presença de ar no produto favorece a formação de bolsas de gordura durante o cozimento, além de favorecer a oxidação do produto. Atualmente se usa o embutimento à vácuo para a remoção máxima do ar (CANHOS E DIAS, 1980). As peças de salsicha são colocadas em varas e estas em gaiolas para serem transportados para as estufas.

Cozimento: O objetivo é cozinhar a massa da salsicha na estufa, dando características de paladar adequado (cor, sabor e consistência), além de estabilizar a mistura e melhorar a conservação. A textura firme do produto cozido é devido à coagulação das proteínas e a desidratação parcial do embutido. A fixação da cor ocorre pela desnaturação da mioglobina e formação de nitroso hemocromo. Em salsichas onde a tripa é removida, a temperatura inicial de cozimento deverá ser baixa para não haver coagulação antes que uma quantidade grande de proteínas tenha migrado do interior para a superfície do produto. Estas proteínas quando coagulam formam uma película abaixo da tripa, favorecendo a pelagem e também mantém as partículas de gordura em suspensão, estabilizando a emulsão por um período prolongado. Outro fator importante no cozimento é a umidade relativa, se for muito alta ocorre quebra da emulsão e diminui a intensidade da cor superficial (CANHOS E DIAS, 1980).

Resfriamento: Feito através de chuveiros ou jatos de água fria até que a temperatura interna seja de 40°C. Deve-se sempre utilizar água potável e tratada, para evitar contaminação do produto (GUERREIRO, 2006).

Depelagem: Realizada em máquina automática, tomando-se o cuidado para que o ajuste da lâmina que corta a tripa seja preciso, evitando cortes no produto (CANHOS E DIAS, 1980). Antes do depilador deve-se colocar as salsichas em tanques com gelo para facilitar a retirada da tripa.

Tingimento (opcional): Depois de descascadas as salsichas são levadas a um banho de spray a quente e em seguida a um tanque de tingimento. O corante é o urucum. Depois de tingidas, as salsichas são impulsionadas a outro tanque, contendo solução de água, ácido fosfórico e sal, para fixar a cor e aumentar a densidade para mantê-las na superfície (CANHOS E DIAS, 1980).

Embalagem: As salsichas são lavadas e pesadas, colocadas em caixas de PVC e mantidas em câmaras de resfriamento (5°C – 7°C), até alcançarem a temperatura ideal para a embalagem. As salsichas são então embaladas a vácuo, colocadas em caixas de papelão e estocadas em câmara fria (GUERREIRO, 2006).

Enlatamento e Recravação: O enlatamento pode ser realizado manual ou mecanicamente. No caso de salsichas, que ficarão soltas dentro do recipiente, geralmente imersas em meio líquido, deve obedecer à disposição vertical para facilitar a saída do ar que tenha ficado aprisionado no líquido e favorecer o percurso das correntes de convecção durante o aquecimento (ROÇA, 2000). A indústria que utiliza a “lata sanitária” efetua, ao mesmo tempo, as operações de exaustão e recravação (fechamento) dos recipientes. A operação de exaustão consiste em eliminar o oxigênio e fazer com que o fundo e tampa do recipiente se apresentem planos. Os métodos mais utilizados são: aquecimento do alimento, bombas de vácuo e injeção direta de vapor no espaço livre do recipiente. A operação chamada recravação tem por objetivo principal fechar a parte superior da lata, protegendo o alimento acondicionado em seu interior de gases e líquidos externos,(ROÇA, 2000).

Tratamento Térmico: Método mais indicado para destruir microrganismos patogênicos nos alimentos. Existem dois tipos: a pasteurização e esterilização comercial:

Pasteurização: É empregado na produção da maioria dos produtos de carne curada, aumentando a vida-de-prateleira do produto, que deve ser mantido sob refrigeração. Esse tratamento térmico é aplicado para destruir as formas vegetativas de patogênicos, mas não inativa todos os microrganismos presentes. Os produtos pasteurizados são chamados de meias-conservas e devem ser estocadas em baixas temperaturas. Geralmente a temperatura de pasteurização é inferior a 100°C e os produtos da salsicharia passam por esse tratamento no cozimento (CANHOS E DIAS, 1985).

Esterilização: É o aquecimento mais intenso, geralmente a temperaturas superiores a 100°C. É empregado para preparar produtos de carne enlatados “comercialmente estéreis”, o que indica que os microrganismos e grande parte de seus esporos foram eliminados (com possível exceção dos termófilos muito resistentes), resultando em produtos estáveis à temperatura ambiente (CANHOS E DIAS, 1985). A salsicha Viena tem o seguinte tratamento térmico: 12 minutos de desaeração, 5 minutos para elevar e estabilizar a temperatura em 121°C e 35 minutos de tratamento térmico nesta temperatura. Depois é feito o resfriamento até alcançar os 37°C.

Resfriamento: Deve ser rápido para paralisar a ação do calor e evitar alterações de cor e textura. Além disso, há uma pronunciada pressão interna dentro da lata, quando ela é retirada da autoclave, reduzindo-se, porém rapidamente a pressão pelo pronto resfriamento das latas. O resfriamento é efetuado submergindo as latas em tanques de água fria ou em alguns casos pelo resfriamento sob pressão na autoclave, uma vez terminado o processamento térmico. A água utilizada para o resfriamento deve ser limpa e isenta de bactérias. Na prática comercial, as latas são resfriadas em água a temperatura de 37°C, de modo a restar calor suficiente para secar a parte externa, evitando a corrosão (ROÇA, 2000).

Rotulagem: As latas podem ter rótulo litografado, plástico, de papel ou apresentado no filme plástico que embala o alimento. No rótulo dos alimentos, deverão constar informações sobre o produto, sobre o fabricante, número de registro do alimento no órgão competente, o peso ou volume do conteúdo, preparo e instruções de uso, prazo de validade, lista de ingredientes, composição de nutrientes, data de fabricação e temperatura máxima permitida para sua conservação ao se tratar de alimento perecível que exija conservação sob refrigeração. É comum a impressão do prazo de validade diretamente na embalagem do produto. Estas são as exigências do Ministério da Agricultura e Ministério da Saúde (ANVISA).

Estocagem: As salsichas embaladas à vácuo são estocadas em câmara fria, e as enlatadas são armazenadas depósitos cobertos à temperatura ambiente.

8.2. Carne de aves

A maior parte dos métodos indicados para conservação e processamento de carnes vermelhas é também adotada para a carne de aves. As aves vivas constituem no maior e mais importante foco de contaminação representado, principalmente, por uma microflora diversificada. O controle desta matéria prima é realizado no campo pelas atividades de: controle das fontes de matrizes, com a seleção de fornecedores; controle de sanidade animal, das matrizes até os animais que serão para corte e controle das condições ambientais de criação das aves.

Assim, o controle da origem da matéria-prima assume um papel relevante na qualidade de todo processo de obtenção da carcaça. Do mesmo modo, devem ser observados os procedimentos para um apropriado acondicionamento e transporte dos animais.

8.2.1. Abate de aves

O abate de aves envolve um conjunto seqüencial de operações diversificadas, que apresentam uma importância microbiológica fundamental na qualidade e segurança do produto final. O processo de transformação das aves em alimento tem início no manejo pré-abate, como: recepção dos animais para abate; atordoamento e sangria; escaldagem; depenagem; evisceração; resfriamento e gotejamento. Para um controle das condições higiênicas de abate e desossa de aves alguns fatores devem ser seguidos:

- Controle das superfícies de trabalho;
- Controle do ar ambiental;
- Monitoramento e controle da qualidade microbiológica das carcaças.

8.2.2. Processamento de carnes de aves

O frango é a carne mais versátil para realizar produtos de fácil preparo ou semi-prontos, desejados pelo consumidor. Por exemplo: carcaça inteira; cortes separados (coxas, sobre-coxas, asas, peitos, cortes divididos em 4, 6, 8 peças), filés de peito e sassami; retirada manual ou mecânica de músculos; empanados (batter e breading); marinados; conservação e processamento (defumação, desidratação, produtos prontos em embalagens especiais, produtos emulsionados) e carne mecanicamente separada (CMS).

8.2.2.1. Carne mecanicamente separada de frango

Em todo processo de desossa, após a retirada dos cortes cárneos normais, sempre resta certa quantidade de carne firmemente ligada aos ossos. Carne mecanicamente separada é o produto resultante da separação mecânica das carnes presentes nestes ossos. A preferência dos consumidores por cortes de frango ao invés de frangos inteiros e, posteriormente a demanda por filés, que são produtos de conveniência, levou à necessidade de se encontrar meios de aproveitar dorsos, pescoços e ossos resultantes dos processos de desossa. Com isso, as carnes mecanicamente separadas de aves tornaram-se disponíveis e começaram a ser utilizadas na fabricação de inúmeros produtos, como salsichas, mortadelas, salames e sopas em pó.

Aspectos nutricionais: A introdução e crescente utilização das carnes mecanicamente separadas levaram a inúmeras questões sobre sua segurança alimentar e valor nutricional para o consumo humano. Inúmeros estudos já foram realizados sobre as mais diversas características destas carnes, como teor e qualidade das proteínas, lipídeos e minerais, teor de ossos, estabilidade lipídica e dos pigmentos, microflora patogênica e deteriorativa, entre outros. Estes estudos mostraram que as CMSs não oferecem risco à saúde humana. Mais que isto, o uso da separação mecânica pode prevenir o desperdício de grandes quantidades de nutritiva proteína animal.

Aspectos tecnológicos: A composição (principalmente com relação aos teores de proteína e gordura) e o pH são os principais fatores que afetam a qualidade tecnológica de uma CMS.

2.2.2.2. Produtos Reestruturados e Empanados

Os produtos reestruturados são feitos a partir de uma emulsão, que consiste em misturar ingredientes hidrossolúveis (que dissolvem em água) e lipossolúveis (que dissolvem em gordura) num "cutter", de preferência, a vácuo e baixa temperatura. A mistura resultante, devido à extração das proteínas solúveis, torna-se viscosa e os pedaços de carne tornam-se aderentes. A massa cárnea é então formada sob vácuo para prevenir bolsões de ar dentro do produto. Os produtos reestruturados oferecem inúmeras vantagens por serem desossados, possuírem tamanho e formato apropriado,

proporcionarem uma menor perda durante o cozimento e um melhor aproveitamento dos músculos que seriam subutilizados além de serem fáceis para aquecer e servir.

Os produtos empanados são partes de aves ou porções reestruturadas que entram automaticamente ou manualmente na esteira de um processo contínuo, passando por uma máquina glazeadora que forma um filme (batter) sobre o produto, seguindo para a aplicação de farinha de rosca. Este produto geralmente é pré-frito para realizar o cozimento parcial ou completo do produto. As indústrias alimentícias utilizam o empanamento para agregar valor ao produto, aumentar o rendimento, diversificar o sabor e aumentar a vida de prateleira do produto, retardando a oxidação da carne, evitando a desidratação e queima pelo frio. Além disso, outra justificativa deste processo é a conveniência, exigida cada vez mais pelo consumidor, motivado pelo ritmo de vida acelerado.

A formulação de nuggets inclui basicamente a carne de peito (devido a sua textura uniformemente macia e a coloração clara) e a pele. Entretanto, outros cortes de aves, tais como coxas e sobrecoxas, podem ser incorporados na formulação, além da CMS, reduzindo custos de produção e melhorando o sabor, devido seu alto teor de gordura. No momento de formatar os nuggets é necessário que a temperatura da massa esteja entre - 3,3 a 2,2°C. O desenvolvimento do produto exige que seja tratado no conjunto o substrato e o sistema de cobertura. O substrato constituído pelo uso da pele (5-15%) necessita ter a umidade e temperatura ideal controladas para formatar. Abaixo segue o fluxograma do processo de empanamento de nuggets:



FARINHA DE COBERTURA

FRITURA EM ÓLEO

EMBALAGEM

CONGELAMENTO

Uma atenção especial no processamento deste produto deve ser dada a farinha. Deve-se evitar a clássica "farinha de rosca" que é oriunda de moagem de pão velho e de reutilização de sobras e excedentes de produção (Vezzani, 1983), pois apresenta um nível elevado de contaminação, inclusive de microrganismos patogênicos. Além disso, poderá formar pontos pretos no produto durante a fritura. O cheiro rançoso é devido à oxidação das gorduras utilizadas na produção do pão.

Produtos empanados representam, nos EUA e Canadá, o maior segmento de produtos elaborados com carne de aves. No Brasil, a oferta desse tipo de produto começa a se ampliar. "Nuggets" e produtos reestruturados tipo hambúrguer são os itens predominantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIMA H. Defumação. Curso de Especialização. CTC/ITAL. 2001.
- BLISKA, F. M. M. Qualidade na cadeia produtiva da carne bovina: elaboração e implementação de um sistema de controle. Boletim de Conexão Industrial do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 9-10, p. 12-16, 1999-2000.
- CASTILLO, C. J. C. Qualidade de carcaça e carne de aves. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. São Pedro, 2001. Anais; Campinas: ITAL, 2001. p.160-178.
- CONTRERAS C.C. Efeitos do atordoamento elétrico, da estimulação elétrica e da desossa a quente na qualidade da carne do peito (músculo P. major) de frango. Tese de Doutorado. FEA/UNICAMP. 1995.
- CANHOS L. D.A.; Dias L.E. Tecnologia de carne bovina e produtos derivados. Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia. 1983.
- DRANSFIELD, E. et al. Origins of variability in meat texture: an introduction to the workshop proteolysis and meat quality. *Sciences des Aliments*, v.14, p.369-381, 1994
- FARME R, L.J., PATTERSON, R.L.S. Compounds contributing to meat flavor. *Food Chemistry*, v.40, n.2, p.201-205, 1991.
- FIELD, R. Mechanically separated meat, poultry and fish. In: Edible meat by products. Ed. Pearson M. & Dutson T.R., 1988.
- FLORES, J., BERMELL, S. Propriedades funcionales de las proteínas miofibrilares: capacidad de retención de agua. *Rev. Agroqui. Tecnol. Aliment.*, v.24, n.2, p.151-158, 1984.

- FORREST, J.C., ABERLE, E.D., HEDRICK, H.B., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. *Fundamentos de ciencia de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1979. 363p.
- GIL, M., HORTÓS, M., SÁRRAGA, C. Calpain and cathepsin activities, and protein extractability during ageing of *longissimus* porcine muscle from normal and PSE meat. *Food Chemistry*, v.63, n.3, p.385-390, 1998.
- GIRARD, J.P. *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza: Acribia, 1991. 316p.
- HOFFMAN, K. Quality concepts for meat and meat products. *Fleischwirtsch.*, v.73, n.9, p.1014-1019, 1993.
- HOFMAN, K. pH a quality criterion for meat. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt, v.68, n. 1, p. 67-70,1988.
- JUDGE, M.D., ABERLE, E.D., FORREST, J.C., HEDRICK, H.B., MERKEL, A.R. Principles of meat science. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. 1990.
- LAWRIE, R. *Ciência de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1984, 310p.
- LEMOS, A.L. Processamento de Emulsionados. Curso de Especialização. CTC/ITAL. 2001.
- LEISTNER, L. Tecnologia de obstáculos para la elaboración de productos cárnicos estables. *Fleischwirtsch español*, Frankfurt, 2:44-47, 1986.
- LEISTNER, L.; RODEL, W. The significance of water activity for microorganisms in meats. In: Duckworth, R.B. (ed.). *Water relations of foods*. London, Academic Press, p. 309-323, 1975.
- LEITÃO, M.F. Aspectos microbiológicos das carnes. In: *Higiene e sanitização na indústria de carnes e derivados*. Ed. Varela.
- LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. *LinBife*. N. Odessa, SP, 2000.
- PACHECO, J. W. Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína). São Paulo: CETESB, 2006. 85p. Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.
- PARDI, M.C., SANTOS, I.F., SOUZA, E.R., PARDI, H.S. *Ciência, Higiene e Tecnologia da carne: Volume II - Tecnologia da carne de subprodutos*. Processamento tecnológico. Rio de Janeiro: Editora UFG, 1994, 590p.
- PRANDL, O., FISCHER, A., SCHIMIDHOFER, T. JURGGEN-SINELL, H. *Tecnologia e higiene de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1994. 853p.
- PRICE, J.F., SCHWEIGERT, B.S. *Ciência de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza: Acribia, 1994. 581p.
- RENERRE, M. Review: factors involved in the discoloration of beef meat. *Intern. J. Food Sci. Technol.*, v. 25, p.613-630, 1990.
- ROÇA, R.O. *Tecnologia da carne e produtos derivados*. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2000. 202p.
- ROÇA, R.O. Influência do banho de aspersão *ante-mortem* em parâmetros bioquímicos e microbianos da carne bovina. Campinas:F.E.A./UNICAMP, 1993. 185p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos, Área de Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.
- ROÇA, R.O., BONASSI, I.A. *Temas de tecnologia da carne e produtos derivados*. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas. 1981. 129p. (mimeogr.)
- RODRIGUES, A.F. Tecnologia dos produtos cárneos. Centro de Tecnologia de Carnes e EMBRAPA. Governo do Estado de São Paulo.
- SARANTOPOULOS, C.I.G.L., DE OLIVEIRA, L.M., CANAVESI, E. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. CETEA/ITAL, 2001.
- SEIDEMAN, S.C., et al. Factors associated with fresh meat color: a review. *J. Food Quality*, v.6, n.3, p.211-237, 1984.
- SEUSS, I., HONIKEL, K.O. Meat tenderness and the factors influencing it during preparation for the table. *Fleischwirtsch.*, v.69, n.10, p.1564-1567, 1989.
- SHIMOKOMAKI, M. Textura da carne. *Boletim do Ital* n.33, p.43-56, 1973.
- SHIMOKOMAKI, M. Aroma em carne. *Instr. Téc. Ital* n.9, p.65-80, 1976.

- TERRA, N. Princípios de fermentação de produtos cárneos: culturas *starter*. Rev. Nac. Carne, S.P. v.17, nº 191, p. 3537, 1993a.
- TERRA, N. Princípios de fermentação de produtos cárneos: culturas *starter* (final). Rev. Nac. Carne, SP. v.17, n., 192, p.24-27, 1993b.
- WHEELER, T.L., CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M., Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *J. Animal Sci.*, v.72, p.3145-3151, 1994.
- YAMADA, E.^a A produção de salames. Rev., Nac. Carne, S.P. v.19, n.220, p. 72-75, 1995.
- YAMADA, E. & BERAQUET, N.J. Embutido fermentado cozido. Rev. Nac. Carne. São Paulo, v.19, n.213, p. 20-28, 1994.