

# QUALIDADE, TECNOLOGIA E INSPEÇÃO DE CARNES

Organizador/Autor

**Gabriel Augusto Marques Rossi**

Graduado em Medicina Veterinária (2006-2010), Mestre e Doutor em Medicina Veterinária (Área: Medicina Veterinária Preventiva, na linha de Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP) de Jaboticabal. Também foi pesquisador visitante no SheppardLab (University of Bath/UK). Atuou desde 2018 como Professor Substituto das disciplinas de Higiene e Inspeção de Carnes e Pescado, e Cadeias Produtivas: Matérias Primas Agropecuárias na mesma instituição. Também atuou como docente no UNICEP-São Carlos, desde 2018, lecionando disciplinas relacionadas à tecnologia, higiene e inspeção de produtos de origem animal, zoonoses, microbiologia e epidemiologia. Leciona diversos módulos de pós-graduação no curso de especialização *lato sensu* em Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos e Defesa Sanitária Animal da Faculdade Qualittas, desde 2014. Faz parte do corpo editorial de periódicos científicos, bem como atua como assessor *ad hoc* para diversos periódicos nacionais e internacionais de grande relevância e agências de fomento à pesquisa. Ainda, possui autoria ou coautoria em mais de 60 artigos publicados em revistas internacionais e nacionais. Atualmente é Professor Titular na Universidade Vila Velha (UVV), lecionando as disciplinas de Microbiologia Geral; Processamento de Leite e Derivados; Processamento de Carnes e Derivados; Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal para a graduação e também orienta no Programa de Ciência Animal da mesma instituição.

# Sumário

## SEÇÃO 1 CIÊNCIA BÁSICA DA QUALIDADE DE CARNE ..... 1

### 1 Ciência da Carne: Estruturas Teciduais e Transformação do Músculo em Carne ..... 3

*Paula Maria Pato Martino*

Introdução .....	4
Composição Básica dos Tecidos .....	4
Tecido Muscular .....	4
Contração Muscular .....	7
Tecido Adiposo .....	7
Tecido Ósseo .....	8
Tecido Conjuntivo: Estrutura, Função e Influência na Qualidade da Carne .....	8
Distribuição, Composição e Estrutura do Tecido Conjuntivo do Músculo .....	9
Função do Tecido Conjuntivo no Animal Vivo .....	9
Alterações <i>Post-mortem</i> no Tecido Conjuntivo .....	10
Conversão do Músculo em Carne .....	10
<i>Rigor Mortis</i> .....	11
Curvas Anormais de pH .....	12
Carne Escura, Firme e Seca (DFD) .....	12
Carne Pálida, Mole e Exsudativa (PSE) .....	13
Referências Bibliográficas .....	13

### 2 Propriedades e Análises Físico-químicas de Carnes ..... 15

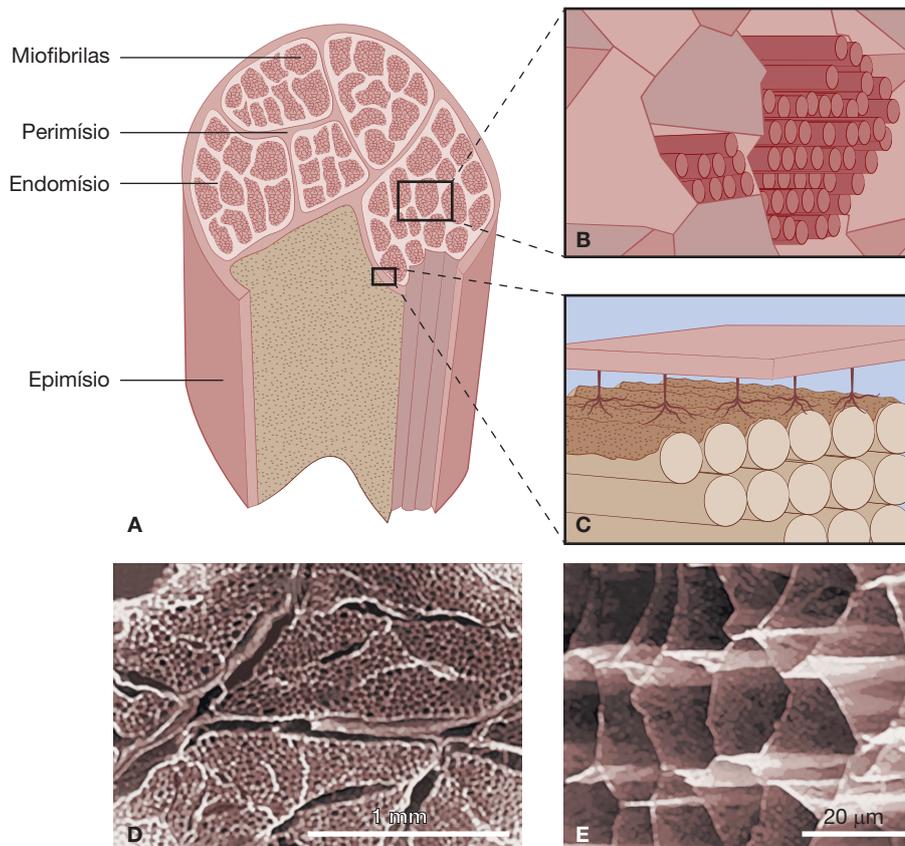
*Sâmea Fernandes Joaquim e Celso Fernandes Joaquim*

Características Organolépticas .....	16
Aspecto e Cor .....	16
Odor e Sabor .....	18
Capacidade de Retenção de Água pela Carne Crua .....	19
Estrutura, Consistência e Textura .....	21
Marmorização .....	22
pH .....	22
Maturação da Carne .....	23
Conclusões .....	24
Referências Bibliográficas .....	24

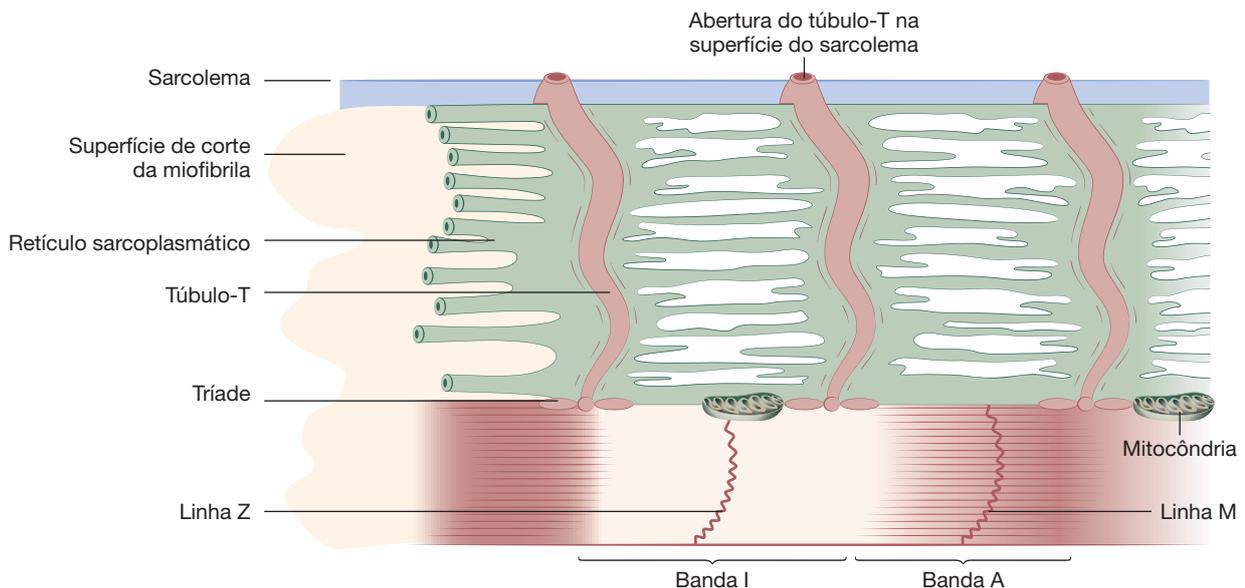
### 3 Métodos de Conservação Aplicados às Carnes ..... 27

*Ligia Maria Neira*

Introdução .....	28
Métodos de Conservação pelo Controle de Temperatura .....	29
Refrigeração .....	29
Congelamento .....	30
Aquecimento .....	31
Pasteurização .....	31
Esterilização .....	31
Métodos de Conservação pelo Controle da Atividade da Água .....	31
Secagem ou Desidratação .....	32
Salga ou Cura .....	32
Defumação .....	33



**Figura 1.3** Estrutura geral do tecido conjuntivo intramuscular. **(A)** Diagrama esquemático mostrando o arranjo geral do epimísio, perimísio e endomísio dentro do músculo. **(B)** Diagrama esquemático que mostra miofibrilas de uma célula muscular individual formando uma rede do endomísio. **(C)** Diagrama esquemático representando as zonas de junção entre o perimísio e o endomísio das fibras musculares na camada superficial do fascículo. **(D)** Micrografia eletrônica da estrutura do músculo. **(E)** Visão ampliada. Fonte: adaptada de De Purslow, 2012<sup>9</sup>.



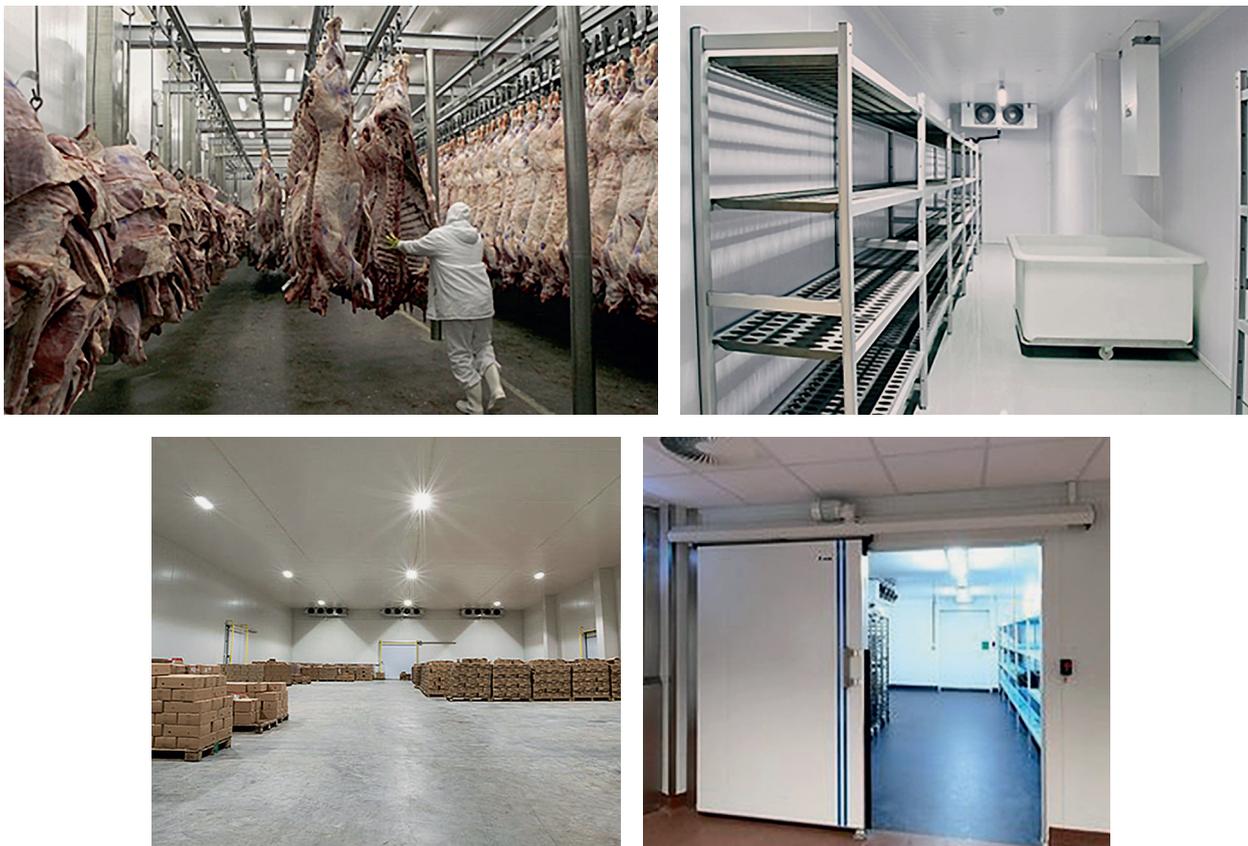
**Figura 1.4** O retículo sarcoplasmático e o sistema T. A miofibrila inferior foi despojada de seu sistema tubular T circundante e retículo sarcoplasmático para mostrar a relação destes com a matriz de miofilamentos dentro da miofibrila. Uma “tríade” de um túbulo T e duas partes do retículo sarcoplasmático são seccionadas ao nível de cada junção das bandas A e I. Fonte: adaptada de Marlon et al., 2018<sup>8</sup>.

## SEÇÃO 2 • INSPEÇÃO HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE CARNES

Para os estabelecimentos sob o Serviço de Inspeção Federal com caráter de inspeção permanente, ou seja, onde se realizam abates, exige-se local para a instalação da sede desse Serviço, com área administrativa, vestiários e instalações sanitárias<sup>7</sup>.

Os resíduos gerados nos abatedouros são um bom meio de cultura para a multiplicação de microrganismos, que podem causar a contaminação das carcaças e dos cortes por uma deficiência de

higienização<sup>1</sup>. Superfícies contaminadas de equipamentos e os manipuladores envolvidos no processamento dos alimentos podem ser fontes de contaminação das carcaças e dos cortes. Essa é uma das causas mais comuns em relação à contaminação cruzada, visto que a limpeza e a desinfecção inapropriadas, a manipulação de materiais contaminados e superfícies contaminadas são as principais causas de contaminação de carcaças<sup>1</sup>.



**Figura 6.9** Áreas de resfriamento e congelamento de carcaças e cortes cárneos.



**Figura 6.10** Tratamento de efluentes em lagoas seriadas.





**Figura 8.19** Câmara de resfriamento contendo carcaças suínas.

Os microrganismos são menos ativos entre 0 e 2°C, pois nessa temperatura, além de mesófilos e termófilos, os psicrófilos e psicrotróficos também têm sua atividade enzimática reduzida. Lembrando que há necessidade de cumprimento de todos os requisitos higiênico-sanitários para que não exista uma alta contaminação microbiológica durante a matança e antes do resfriamento de carnes, que, mesmo em temperaturas negativas, tem a função apenas de limitar a multiplicação microbiana e não elimina esses agentes<sup>3</sup>.

Vale ressaltar que a carne suína, seus miúdos e industrializados devem apresentar-se adequados quanto às condições microbiológicas estabelecidas pela Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, que estabelece os parâmetros para *Salmonella*, *Escherichia coli*, microrganismos aeróbios mesófilos, *Clostridium perfringens*, Estafilococos coagulase-positivos e *Listeria monocytogenes*, estando as empresas sujeitas às verificações oficiais do DIPOA/MAPA nos estabelecimentos fabricantes e da ANVISA/MS no varejo<sup>8,13</sup>.

Para fins didáticos e reforço das etapas descritas nesses capítulos, o fluxograma geral do abate dos suínos é apresentado na Figura 8.21.



**Figura 8.20** Embarque de carne suína em caminhão refrigerado e devidamente higienizado.

SEÇÃO 2 • INSPEÇÃO HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE CARNES

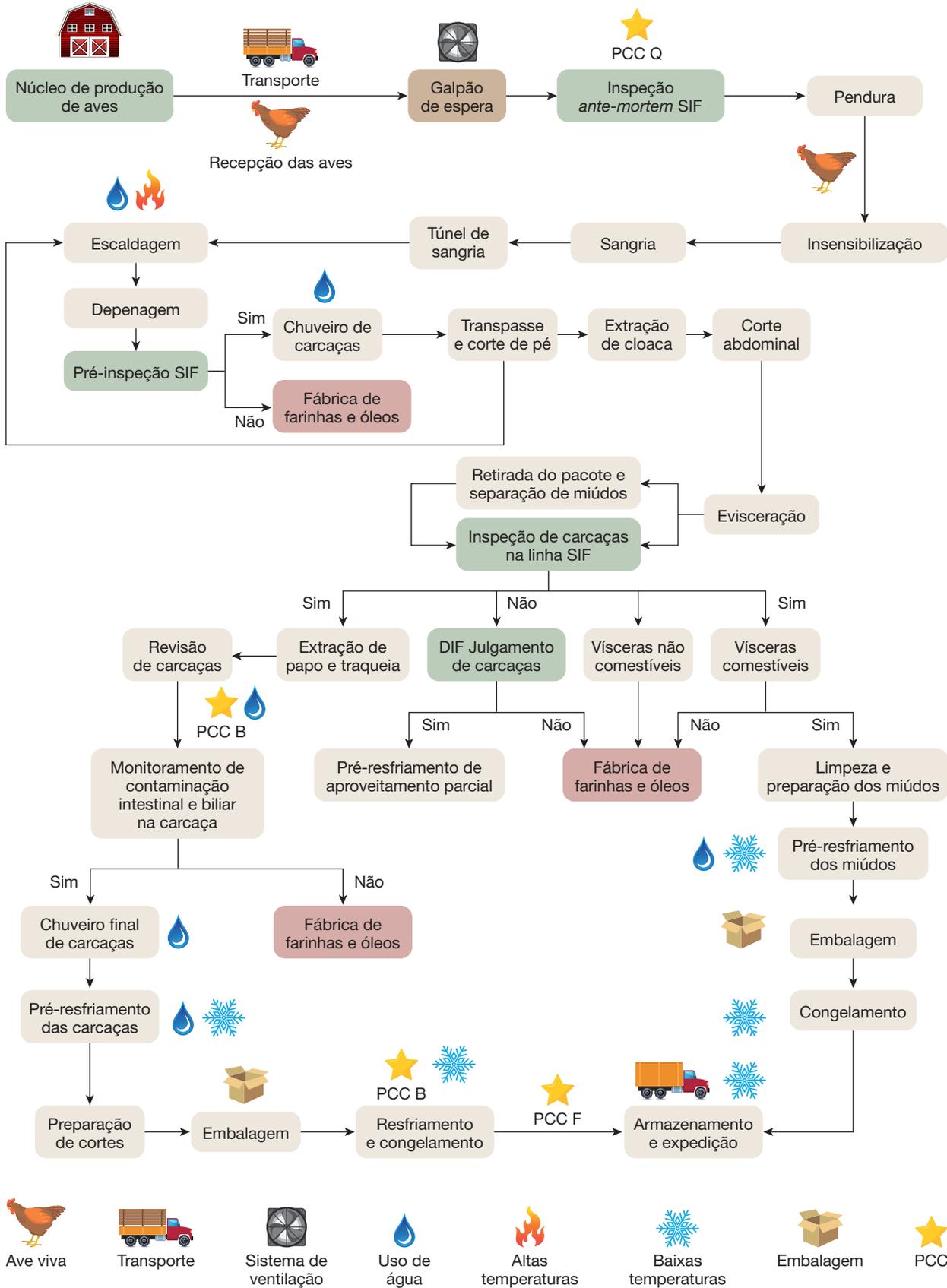
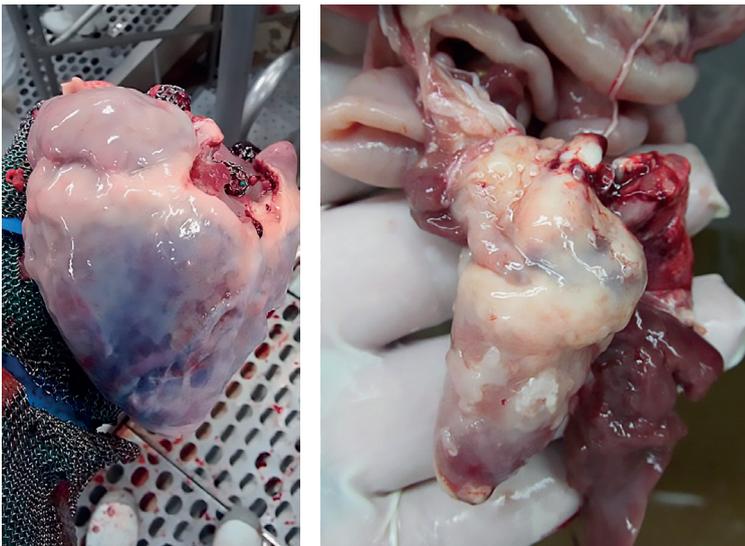


Figura 9.11 Fluxograma da cadeia produtiva no abate de aves.



**Figura 11.17** Icterícia em carcaça de suíno (esquerda), nas vísceras do mesmo animal comparativamente à coloração normal (central) e adipoxantose em bovinos (direita). Fonte: fotos cedidas por Amanda Bezerra Bertolini e Leila Aparecida Mussi.



**Figura 11.18** Pericardite detectada durante a inspeção *post-mortem* de suínos (esquerda) e aves (direita). Fonte: fotos cedidas por Jamile de Oliveira Hachiya e Paula Leticia Campello.



**Figura 11.19** Nefrite (rim à direita na imagem à esquerda) em suíno, cistos urinários em suínos (central) e nefrite em bovino (direita). Fonte: fotos cedidas por Jamile de Oliveira Hachiya.

fibras colágenas inter cruzadas. Portanto, seu colágeno se rompe mais facilmente, sendo mais termolábil. Já nos mais velhos, ocorrem ligações cruzadas intramoleculares e intermoleculares de tecido conjuntivo colágeno. Estas ligações têm caráter de estabilidade molecular, isto é, possuem difícil desnaturação e dessa forma dificultam a realização de tratamentos térmicos e a digestão enzimática<sup>26</sup>. Os estudos realizados por Smith<sup>27</sup> demonstraram a importância da avaliação da maturidade dos bovinos, permitindo identificá-los como animais de superior qualidade. Ao se realizar a avaliação da

força necessária para o cisalhamento da carne, em diversas categorias de animais, foi percebido que a maciez da carne diminuía com o avançar da idade<sup>27</sup>.

### Acabamento e Conformação

Para a complementação da tipificação das carcaças de carnes brasileiras, utiliza-se o acabamento e a conformação. Que juntos fazem parte da determinação do preço da carne e atendimento às demandas dos consumidores exigentes. A conformação e o acabamento são avaliações subjetivas das carcaças,

**Tabela 14.1** Idade aproximada da erupção dentária dos dentes incisivos permanentes (DIP) dos bovinos.

DIP	Aparência rostral	Aparência dorsal	Idade aproximada de erupção (meses)	
			Zebuínos	Taurinos
0 dentes			-	-
2 dentes			20-24	18-28
4 dentes			30-36	24-31
6 dentes			42-48	24-31
8 dentes			52-60	36-56

Fonte: adaptada de Lawrence et al., 2001; Sainz, 2001; Correa, 1996; Kirton AH, 1989.<sup>21-24</sup>

- **Massageadora (massager):** sistema motor giratório com braços horizontais desenhado para grandes pedaços de carne ou músculo inteiro. Acelera a penetração da cura, com menor perda durante o cozimento. No entanto, o processo é lento, de 8 a 10 horas (Fig. 15.10).
- **Batedeira ou *tumble*:** cilindro fechado com hélices internamente. Quando roda, eleva os pedaços de carne para o topo e deixa-os cair. Essa ação mecânica (massagem a vácuo) causa maior e muito mais rápida extração de proteínas salinas solúveis (Fig. 15.11).



**Figura 15.7** Cutter de carnes. Fonte: <https://www.directindustry.com/pt/prod/dadaux-sas/product-162316-1757653.html>.



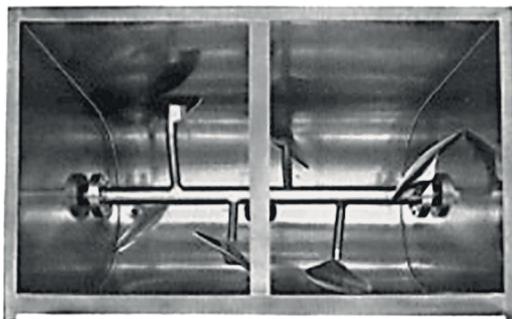
**Figura 15.10** Massageadora. Fonte: Silva, 2017.<sup>1</sup>



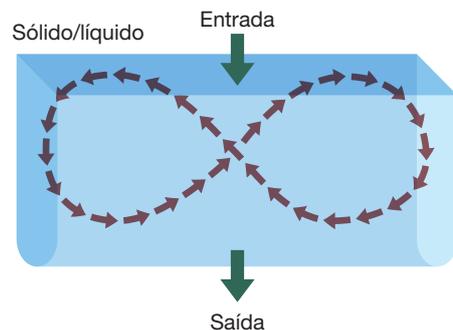
**Figura 15.8** Emulsificadora de carnes. Fonte: Silva, 2017.<sup>1</sup>



**Figura 15.11** Batedeira. Fonte: Silva, 2017.<sup>1</sup>



Como funciona →



**Figura 15.9** Máquina misturadeira. Fonte: Silva, 2017.<sup>1</sup>

e ser capaz de retirá-lo do mercado, por meio de uma identificação registrada<sup>4</sup>.

Todas as empresas devem possuir um plano de rastreabilidade e *recall*, o qual deve ser acessível aos funcionários envolvidos e disponível às autoridades sanitárias. Esses deverão ser documentados, padronizados, aprovados, datados e assinados pelo responsável técnico e pelos demais responsáveis pelo processo, firmando compromisso de implementação, monitoramento, avaliação, registro e manutenção dos mesmos<sup>4,7</sup>.

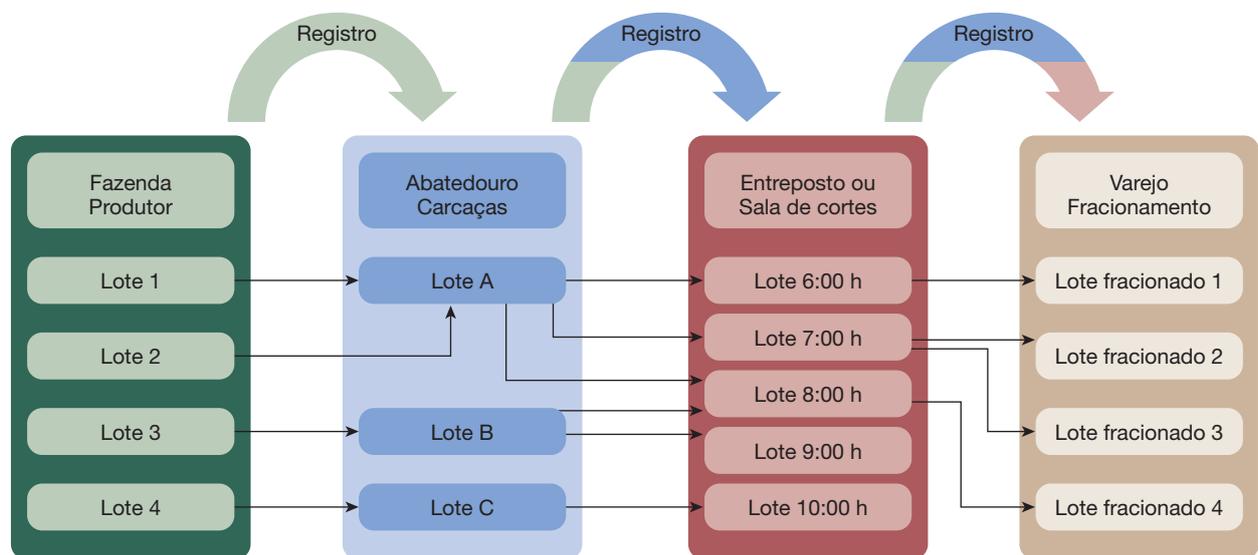
O sistema de rastreabilidade deve ter como princípio: haver verificação, ser aplicável de forma consistente, ser focado em resultados, ter custo eficaz, ser prático de se aplicar, ser compatível com os regulamentos e em conformidade com requisitos de precisão definidos<sup>4</sup>. No desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade da cadeia de alimentos, é necessário identificar os objetivos específicos a serem alcançados, os quais devem incluir: foco em segurança de alimentos e qualidade alimentar; atendimento às especificações do produto; determinação da história ou origem do produto; facilitação do recolhimento do produto; identificação dos responsáveis por cada etapa; facilitação das verificações específicas sobre o produto; comunicação das informações às partes interessadas e consumidores; cumprimento de regulamentos e políticas, sejam elas regionais, nacionais ou internacionais;

e melhoria da eficácia, produtividade e lucratividade das organizações<sup>4</sup>. As informações a serem rastreadas são influenciadas pelos objetivos a serem contemplados e pela posição da empresa na cadeia produtiva de alimentos.

Deve-se estabelecer os procedimentos de rastreabilidade que incluam pelo menos: a definição do produto; definição e identificação do lote; documentação de fluxo de materiais; informações, incluindo manutenção dos registros, protocolos de gerenciamento e registros de dados, protocolos de recuperação de informações, procedimentos de como agir em caso de não conformidade e quais possíveis ações corretivas e preventivas a serem tomadas neste caso, além de como será feito o retrabalho de materiais e produtos<sup>4</sup>.

O número do lote é um número de referência atribuído a uma série de produtos semelhantes, ou produtos produzidos em condições semelhantes. Entende-se por lote também um grupo de animais de um mesmo estabelecimento de criação, submetidos às mesmas condições de manejo e enviados para serem abatidos juntos em um estabelecimento<sup>1,8</sup> (Fig. 17.2).

Cada empresa, de acordo com sua realidade e precisão desejada, vai definir como serão identificados os lotes de produtos, desde que haja segurança de que todos os produtos fabricados em iguais condições sejam englobados nesse lote. Por exemplo,



**Figura 17.2** Durante toda a cadeia produtora, diferentes lotes serão criados, dependendo das condições de trabalho de cada empresa. Por exemplo, o lote de suínos vivos não terá a mesma denominação de lote dos cortes na sala de cortes. Porém, os registros das informações desses lotes devem ser muito bem estabelecidos para que se possa fazer o rastreamento de qualquer ponto de partida, sabendo exatamente de quais produtos/animais derivaram aquele lote final.



**Figura 18.3** Número de amostras analisadas e número de testes realizados (resultados para analitos) no âmbito do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) (animais encaminhados para abate e leite, ovos, mel e pescado), no período entre 2010 e 2018. Fonte: Manual Instrutivo do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes – PNCRC – 2019 – MAPA.

**Tabela 18.2** Classes de substâncias monitoradas nas diferentes espécies/categorias incluídas no âmbito do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC).

Espécies/Categorias monitoradas		Bovinos abatidos	Suínos	Aves de corte	Equinos	Peixe de aquicultura	Camarão de aquicultura	Pescado de captura	Leite	Ovos	Mel
Anabolizantes hormonais	Estilbenos	✓	✓	✓	✓	✓					
	Agentes antitireoidianos	✓	✓								
	Esteroides	✓	✓		✓						
	Lactonas do ácido resorcílico (incluindo o zeranol)	✓	✓	✓	✓						
Beta-agonistas	✓	✓	✓	✓							
Cloranfenicol	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
Nitrofuranos	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓
Nitroimidazóis	✓	✓	✓	✓						✓	
Antimicrobianos	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
Antiparasitários	✓	✓	✓	✓				✓	✓		
Anticoccidianos	✓	✓	✓					✓	✓		
Sedativos	✓	✓	✓	✓							
Anti-inflamatórios não esteroidais (AINES)	✓	✓		✓				✓			
Organoclorados, incluindo dioxinas	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓		
Carbamatos, piretroides organofosforados (agrotóxicos)	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	
Contaminantes inorgânicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Corantes (antifúngicos)					✓	✓					

Fonte: Manual Instrutivo do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes – PNCRC – 2019 – MAPA.