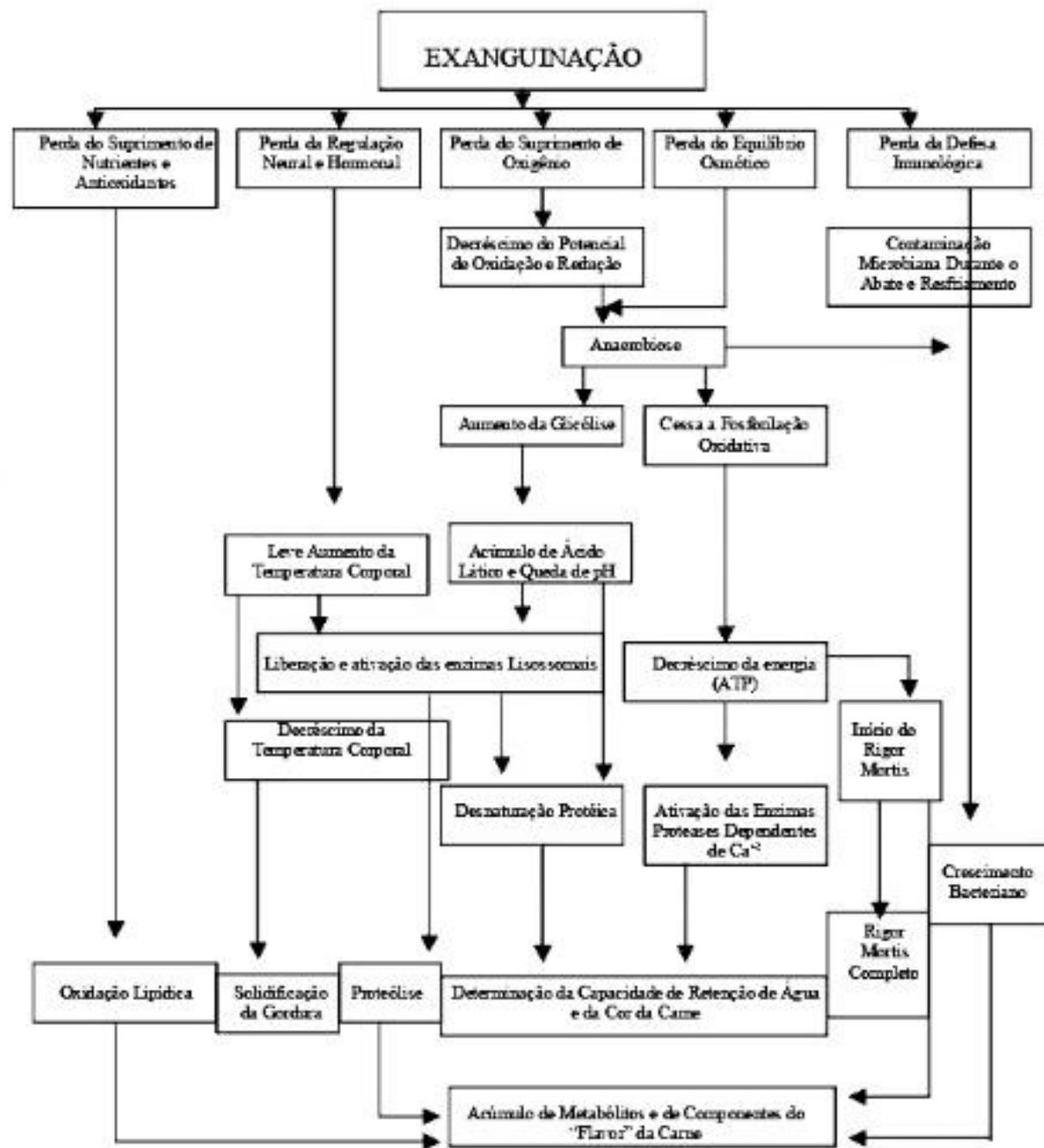


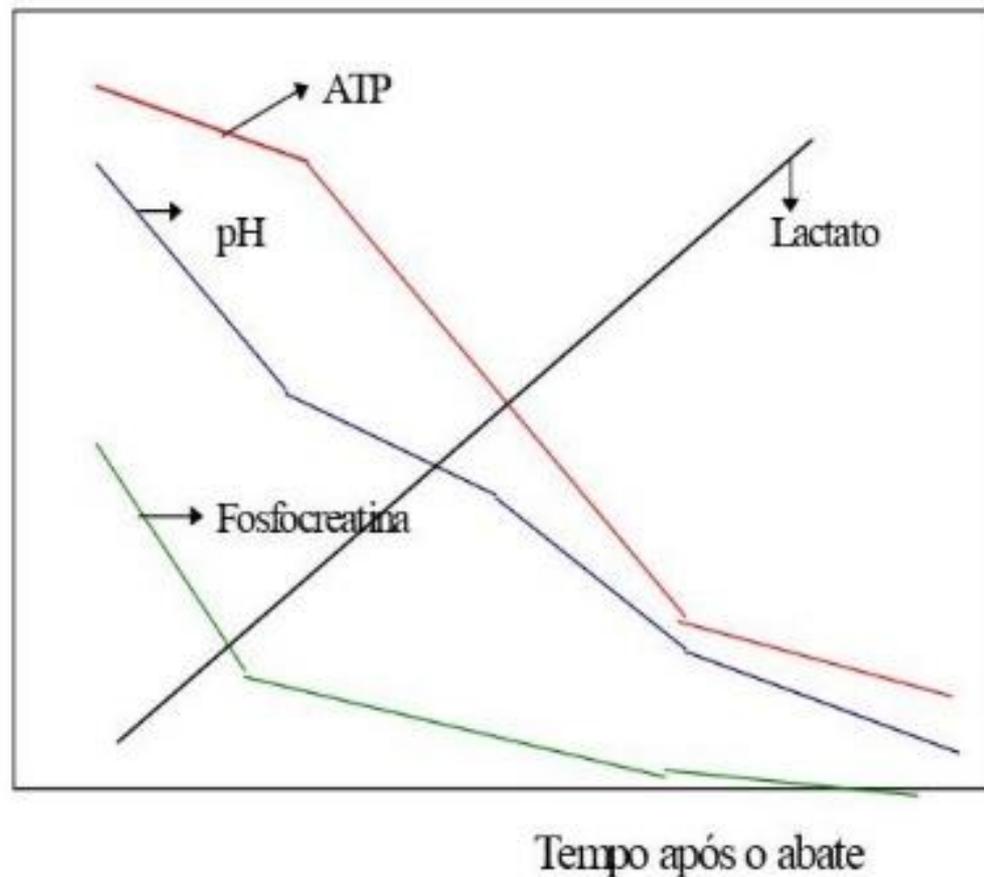
PROPRIEDADES DA CARNE

Carmen Contreras Castillo
LAN/ESALQ/USP

DIAGRAMA DAS MUDANÇAS QUE OCORREM NO MÚSCULO PÓS-MORTEM



Reações bioquímicas que ocorrem após a morte do animal

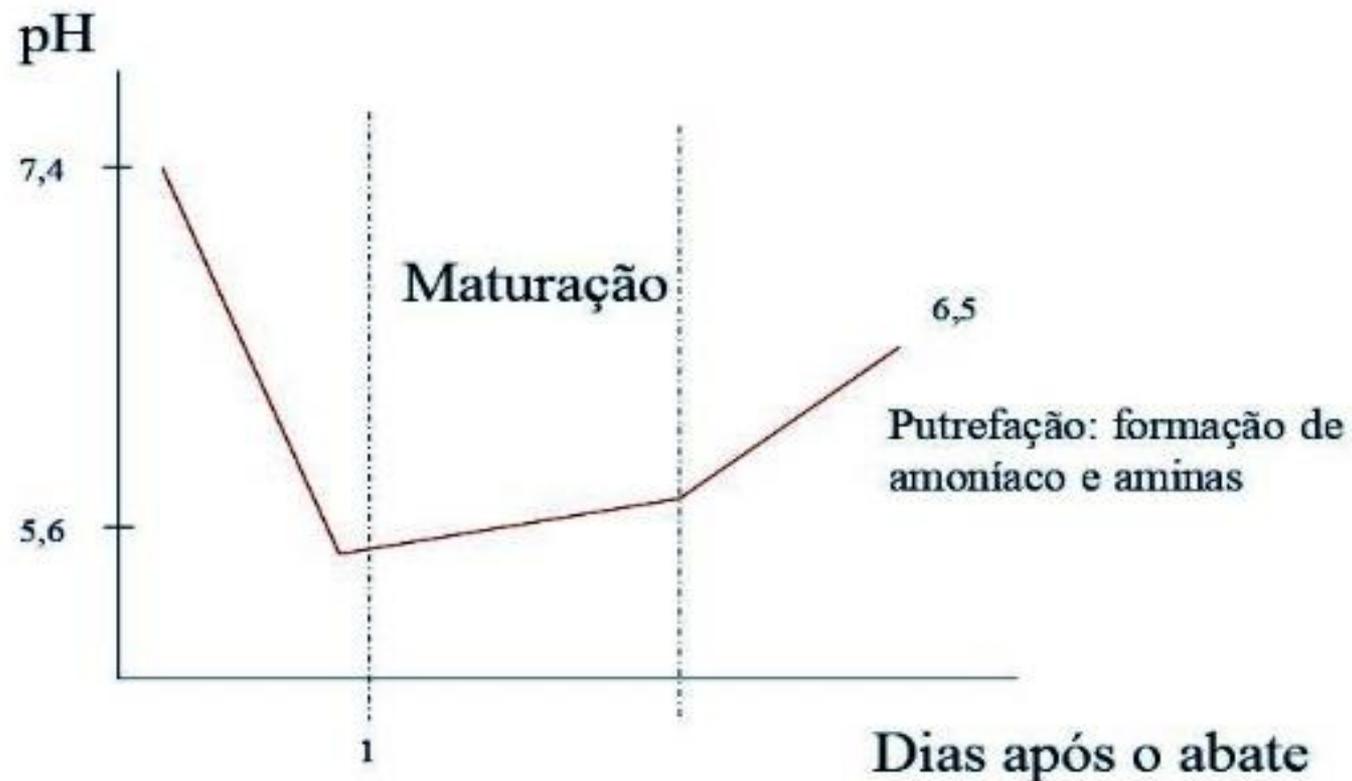




Estresse: carne DFD



Variações nos valores de pH da carne



QUALIDADE DAS CARNES

- A percepção de qualidade da carne é diferente para os vários setores , desde a produção até o consumo:
 - criador
 - matadouro ou abatedouro
 - frigorífico
 - distribuição/varejo
 - consumidor

QUALIDADE DAS CARNES

- Consumidor - no momento da compra
 - ✓ qualidade percebida
 - tempo: alguns minutos
- A qualidade de carne é o conjunto de atributos (características) das carnes frescas ou cozidas que afetam a satisfação do consumidor

PARÂMETROS DE MEDIÇÃO DE QUALIDADE

1. 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
- suculência

2) Carne Cozida

Parâmetros para avaliar a qualidade

- perda por cocção
- teor de umidade
- maciez objetiva
- suculência
- maciez
- mastigabilidade
- sabor ou “flavor”
- sabor estranho ou “off flavor”

IMPORTÂNCIA DA ÁGUA DA CARNE

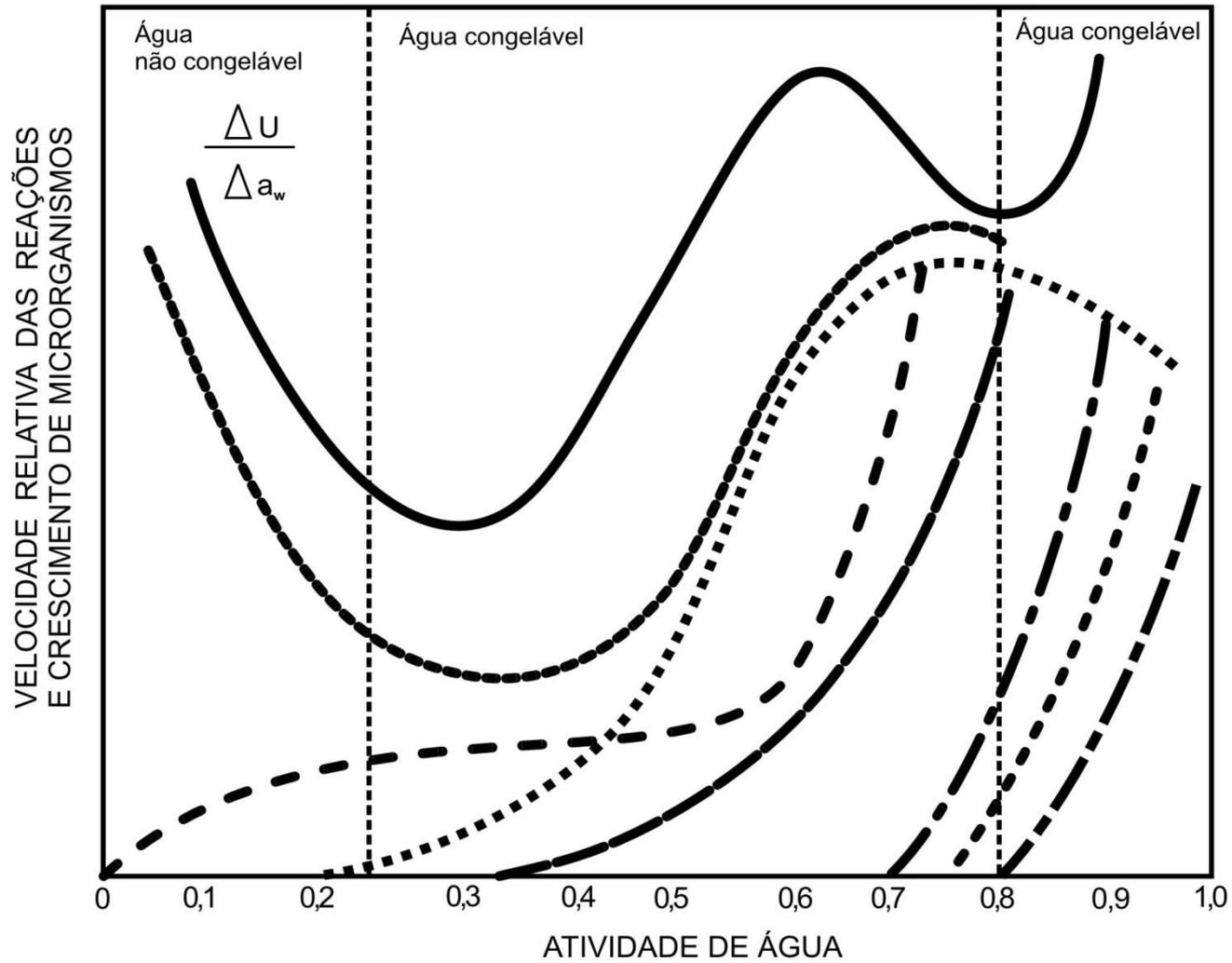
- Participa de quase todas as reações que ocorrem na carne
- Influi na CRA dos músculos
- Influi no aroma e sabor
- Confere textura e suculência
- Influi na aparência, forma e coloração
- Confere estabilidade às proteínas numa emulsão
- É um dos fatores determinantes na estabilidade do produto → na vida útil

CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DA CARNE

- Constitui cerca de 75% da carne fresca
- O teor de água na carne varia inversamente com o teor de gordura
- A razão água:proteína é relativamente constante 3,6 a 3,7:1
- 70% da água contida nas carnes frescas está ligada às miofibrilas, 20% ao sarcoplasma e 10% ao tecido conjuntivo

PROPRIEDADES DA ÁGUA

- As proteínas musculares tendem a ser hidrofílicas
 - ✓ ligam 300-360g de água/100g de proteína
 - ✓ maior parte desta água está presente como moléculas livres no interior da fibras e associada ao tecido conjuntivo



- ISOTERMA DE ESTABILIDADE
- OXIDAÇÃO DE LIPÍDEOS
- ESCURECIMENTO NÃO-ENZIMÁTICO
- . - . ISOTERMA DE SORÇÃO DE UMIDADE

- ATIVIDADE ENZIMÁTICA
- - - - CRESCIMENTO DE FUNGOS
- CRESCIMENTO DE LEVEDURAS
- . - . CRESCIMENTO DE BACTÉRIAS

PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE PROTEÍNAS DA CARNE

- Propriedades físicas ou químicas de proteínas
- Importância: Contribui a muitos atributos de qualidade e também organolépticos de um alimento
 - ✓ cor
 - ✓ CRA
 - ✓ maciez
 - ✓ capacidade de emulsão da gordura

Relação água:proteína ou capacidade de ligação ou binding

a. Capacidade de ligação

- ✓ Capacidade da carne para ligar pedaços ou fragmentos uns aos outros
- ✓ capacidade de emulsificar gorduras (ex. salsicha)
- ✓ conferir estabilidade à emulsão
- Matérias primas podem ser classificadas de acordo na sua capacidade de ligação:

- alta

- média

- baixa

- muito baixa

Classificação das matérias primas cárneas quanto a capacidade de ligação ou binding

ALTA	MÉDIA	BAIXA	MUITO BAIXA (ENCHEDORAS)
Dianteiro magro	Carne de cabeça	Retalhos gordos	Bucho bovino (5,9)
Paleta de porco (3,85)	Ponta de agulha	Peito bovino	Beíço de boi
Retalhos magros	Músculo	Coração (4,3)	Estômago de porco
Carne de aves sem pele		Carne industrial	Fígado

Relação água:proteína

- Bom indicador da capacidade de “binding”
- 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

- Carne proveniente de desossa pré-rigor apresentam maior índice de “binding”

b. Capacidade de retenção de água (CRA)

- A CRA refere-se a habilidade da carne de reter ou ligar água e pode ser associada com a suculência
 - ✓ A quantidade de água quimicamente ligada na carne é 0,1% da água de constituição

Onde está a água no músculo?

- 75% do músculo é água
- 10% Extracelular
- 90% Intracelular
 - * 5% ligada ao grupo hidrofílico das proteínas: fortemente conectada às proteínas, sofre poucas alterações no *rigor mortis*
 - * 10% imobilizada: presa por atração às moléculas de água ligada, mais afetada no *rigor mortis*
 - * 85% livre: localizada superficialmente
- ✓ A maioria da água no músculo está presente nas miofibrilas, nos espaços interfilamentos  determinados por força eletrostática

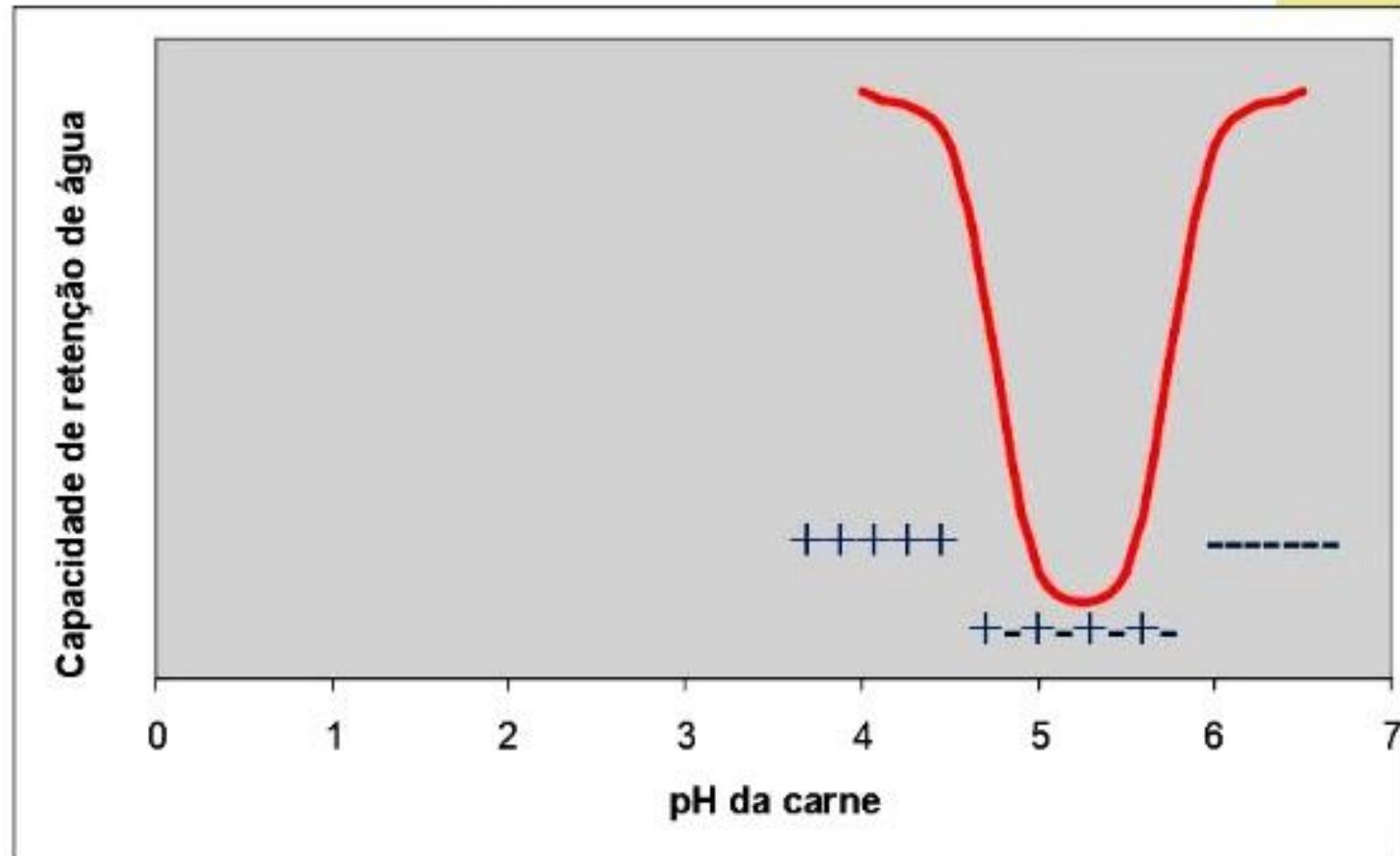
CRA

- Ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares = pH ~ pI 5,4 da miosina.
- Maior quantidade de cargas positivas ou negativas → altera o pH → aumento da repulsão nos filamentos → > CRA
- Maioria da água é retida por forças capilares
- ácido láctico e queda de pH *post-mortem* ⇒ redução de grupos reativos para ligar água

Fatores que alteram a carga das proteínas:

- pH
- Desenvolvimento do *rigor*
- Força iônica
- Pressão osmótica

Efeito do pH sobre a quantidade de água imobilizada na carne



FATORES QUE AFETAM A CRA

- pH (ponto isoelétrico das proteínas)
- efeito carga neutra
- Ligações actino-miosina (efeito estérico)
- Desnaturação das proteínas
- Integridade das membranas
- Esgotamento das reservas de glicogênio
- Fatores genéticos
- Temperatura de resfriamento

AVALIAÇÃO DA CRA EM CARNE CRUA

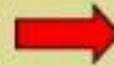
Métodos de avaliação

- ✓ aplicação de força mecânica (pressão ou centrifugação)
 - metodologia por pressão: GRAU & HAMM (1953), modificada: HOFFMANN *et al.* (1982)

Métodos de avaliação

- ✓ nenhuma força é aplicada: só da gravidade
 - perda por gotejamento (*drip loss*)
 - ▶ requerem tempo
 - ▶ fluído liberado por 48h
 - ▶ amostra na forma de cubo de 2,5cm
- ✓ Aplicação de força (pressão em papel de filtro ou centrifugação)
- ✓ Tratamento térmico (perda de peso por cocção)

MEDIDA DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

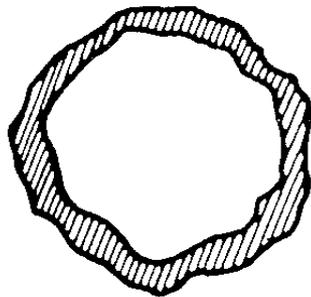


amostras = 0,500g.± 0,05g.

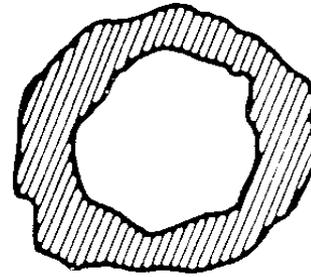
pressão = 500lb/pol².

tempo = 2 minutos

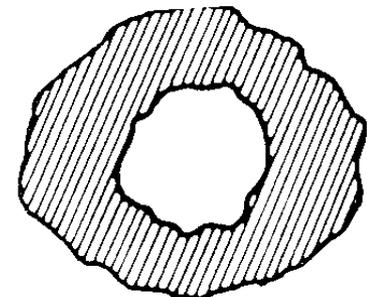
$G = A/T$ $A = \text{área prensada}$ $T = \text{área total}$



(a)



(b)



(c)

Diagram of results of the FPPM obtained with meat of different WHC: (a) pre-rigor meat with high WHC; (b) post-rigor meat of higher pH and medium WHC; and (c) post-rigor meat with low pH and low WHC. The area of the outer ring zone represents the fluid ring, the centre zone is the area of the meat film, which is spread out by the pressure applied. (From Hofmann, 1982.)

Perda por gotejamento “drip loss”

Princípio

- Mudanças no volume das miofibrilas induzidas pela queda do pH
- Evaporação da umidade na superfície deve ser prevenida
- perda de água das carcaças intactas  evaporação
 - perde aprox. 2% do seu peso durante o resfriamento
- quando se realiza os cortes  perda pelo *drip*
 - pedaços menores de carne tendem a produzir uma quantidade maior de *drip*
 - maneira pela qual a carne é suspensa pode provocar alterações na quantidade total do drip

Perda por gotejamento “drip loss”

- Padronização das amostras – descrever:
 - tipo de músculo
 - lugar de amostragem no músculo
 - orientação da fibra muscular
 - área superficial relacionada com o peso
 - tempo *post-mortem*
 - temperatura e pH

Perda por gotejamento “drip loss”

- **Equipamento:**

- balança de uma padrão suficiente ($\pm 0,05\text{g}$)
- uma embalagem de plástico ou embalagem impermeável a água
- suporte da amostras que permita a saída do fluído

- **Procedimento**

- Peso de uma amostras de 80-100g aproximadamente
- amostras colocadas numa rede e suspensas dentro de uma embalagem de plástico
- período de armazenamento – pode ser 24h a temperatura ambiente (1 a 5°C)
- pesagem das amostras

MEDIDA DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA



Perda por gotejamento “drip loss”

- **Cálculo:**

- O “drip loss” é expresso como % do peso inicial

- **Avaliação**

- Pelo menos duas amostras do mesmo músculo de peso similar e forma deve ser utilizado

- Triplicatas são recomendadas

Perda de peso

Perda de peso pelo cozimento

- durante o cozimento → proteínas da carne desnatura (37 – 75°C)
- Desnaturação : mudanças estruturais
 - ✓ destruição das membranas cés.
 - ✓ encolhimento transversal e longitudinal das fibras musc.
 - ✓ agregação das proteínas sarcoplasmáticas
 - ✓ encolhimento do tecido conetivo
- Anteriores eventos → perda do cozimento em carne
- Precaução com a geometria da amostra
- Condições do cozimento deve ser definido e controlado

Perda de peso

Perda de peso pelo cozimento

- Equipamento

- balança acurada eficientemente ($\pm 0,05\text{g}$)
- temperatura controlado do banho de água
- embalagens de polietileno e termocuplas

- Procedimento

- amostras devem ser cortadas e pesadas (peso inicial)
- bifes padrões individual de 50mm de espessura (máx.)

Perda de peso

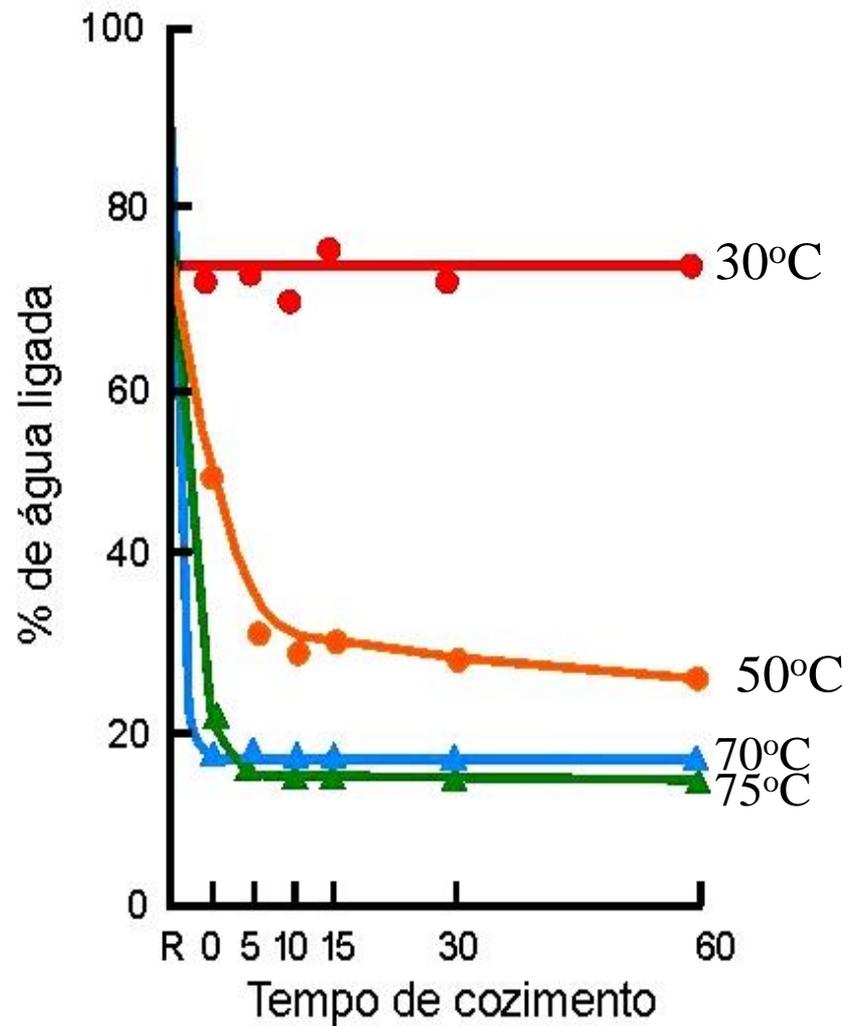
Perda de peso pelo cozimento

- **Cálculo**

- perda de peso é expresso como a % do peso inicial da amostra

- **Avaliação**

- ao menos duas amostras de posição adjacente. Triplicatas são recomendadas
- bifes padrões individual de 50mm de espessura (máx.)



Influência do tempo e temperatura de cozimento na CRA do músculo bovino

▶ **MACIEZ**

- ✓ critério de qualidade importante, parâmetro mais importante da qualidade de carne ao degustar
- ✓ grau de maciez é conferido pelas proteínas da carne
 - do tecido conjuntivo: colágeno (epimísio, perimísio e endomísio), elastina, reticulina
 - do tecido muscular: proteínas miofibrilares (actina, miosina e tropomiosina) e sarcoplasmáticas

MACIEZ

- **Efeito actomiosina (fibras musculares+miofibrilas)**
 - comprimento do sarcômero
 - diâmetro da fibra muscular
 - nível de fragmentação do sarcômero

- **Efeito de base (teor e tipo de tecido conjuntivo)**
 - concentração das proteínas do estroma
 - tamanho das fibrilas da elastina
 - solubilidade do colágeno

- **Densidade global ou efeito de lubrificação**
 - quantidade de gordura intramuscular ou marmorização
 - distribuição da marmorização

MACIEZ

- ✓ "tenderness" (maciez) - resistência da carne à compressão e cisalhamento
- ✓ "sensory tenderness" (maciez sensorial) - resistência à mastigação
- ✓ correlações de média a alta entre medida física e avaliação sensorial
- ✓ dificuldades para formar e manter um time de análise sensorial
 - opção pelos testes mecânicos de maciez

Fatores que influenciam na maciez

- Pré - abate

- genética
- espécie
- promotores de crescimento
- manejo: carne de touro jovem tem concentração de colágeno mais elevada e com mais ligações cruzadas que os castrados com idade semelhante
- tipo de músculo
- quantidade de marmorização
- nível de estresse
- sexo
- idade

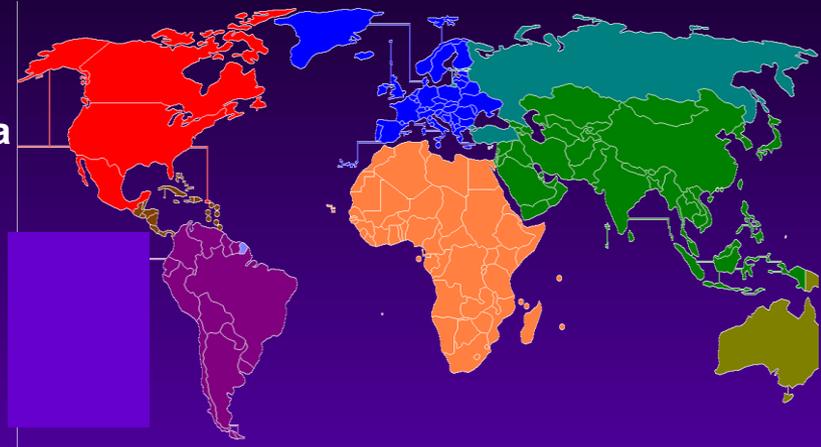
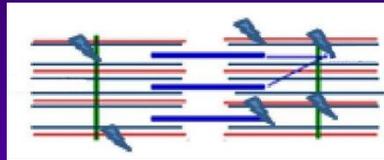
Fatores que influenciam na maciez

- ✓ Pós - abate
 - estado de contração do músculo
 - taxa de queda de pH e pH final
 - velocidade de resfriamento
 - tipo de cozimento
 - tecnologia de processamento: estimulação elétrica, maturação (processo enzimático), alta pressão, etc.

Qualidade da carne muda durante maturação



Armazenamento refrigerado a longo prazo durante o transporte (6 a 8 semanas)



Melhora da maciez da carne através da degradação proteica enzimática endógena

MAS

A estabilidade oxidativa (cor e oxidação lipídica) pode ser negativamente afetada pela maturação *post-mortem*

Classificação relativa dos músculos por maciez

MACIOS	INTERMEDIÁRIOS	DUROS
Psoas major Filé mignon	Biceps femoris (sirloin) Picanha	Pectoral profundus Peito
Infraspinatus Peixinho	Rectus femoris Patinho	Latissimus dorsi Capa de filé
Gluteus medius Alcatra	Adductor Coxão Mole	Trapezius Pescoço
Longissimus dorsi Contrafilé	Semitendinosus Lagarto	Pectoral superficialis Peito
Triceps brachii Coração ou centro da paleta	Semimembranosus Coxão Mole	
	Biceps femoris (round) Coxão Duro	

Diferenças entre músculos macios e duros

CARACTERÍSTICAS	MÚSCULOS MACIOS	MÚSCULOS DUROS
Comprimento do sarcômero	3,6 μ m	1,8 μ m
Diâmetro da fibra muscular	40 μ m	80 μ m
Fragmento de sarcômero	6	15
Quantidade de proteínas do estroma	3mg/g	8mg/g
Tamanho das fibrilas de elastina	0,6 μ m	4,0 μ m
Solubilidade do colágeno	28%	6%
Quantidade de marmorização	7%	2%

Métodos de Controle de Qualidade

- ✓ Avaliação sensorial a impressão da maciez no palato é relacionada com:
 - facilidade de penetração dos dentes na carne
 - facilidade com que a carne se fragmenta
 - 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**

apresenta diferenças:

- ponto exato de coleta da amostra não é claro
- as diferentes condições de cozimento aplicados nos experimentos

MEDIÇÕES DA MACIEZ OBJETIVA

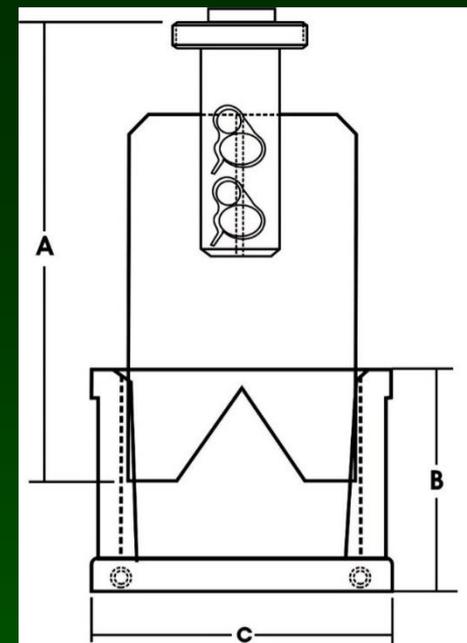
- Metodologias que podem medir a maciez
 - vantagens
 - limitações
- Princípios gerais
 - Amostras
 - ✓ Músculo mais utilizado: *M. longissimus thoracis e lumborum*.
 - ✓ Localização : descrever
 - Armazenamento de amostras
 - ✓ Ideal: imediatamente após amostragem
 - ✓ Conveniência: congelamento (- 18°C)

MEDIÇÕES DA MACIEZ OBJETIVA

- Princípios gerais
 - Cozimento
 - ✓ T° e tempos de cozimento afeta a força de deformação ↑
 - ✓ Temperatura final de cozimento no centro da amostra
 - ✓ Bifes com espessura definida e um peso constante
 - Observar : Metodologia
- Métodos para medir
 - método força de cisalhamento com aparelho Warner Bratzler (+ utilizado)
 - ✓ Avaliação: Medir força para obter a curva de deformação força para obter o pico
total de energia



Dispositivo de cisalhamento W-B com estrutura de suporte e bandeja coletora



Faca de Corte Warner-Bratzler

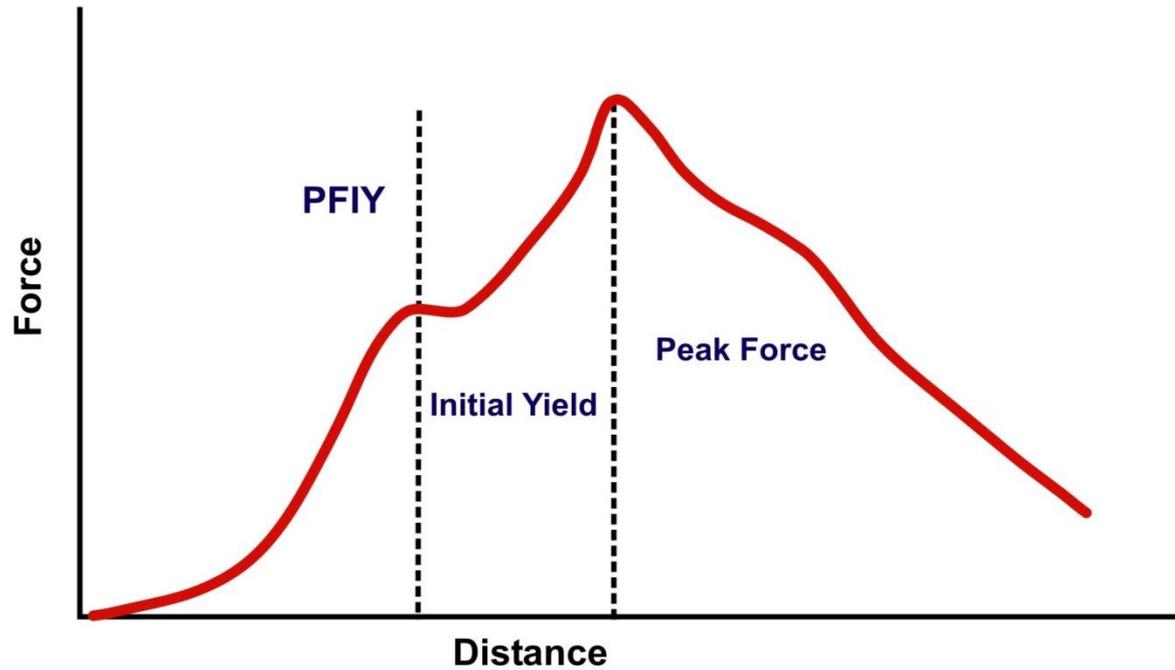


Ferramentas de amostragem de amostras

Medida da maciez



MEDIÇÕES DA MACIEZ OBJETIVA



Force deformation curve of the Warner Eratzler ahear force measurement.

Procedimento Padrão a ser seguido por laboratórios certificados (Meat Animal Research Center, Clay Center, NE, do Dpto. de Agricultura dos EU)

- sempre que é possível, registrar temperaturas de resfriamento
- retirar um bife , de 2,5 cm de espessura, do contrafilé (m.*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 (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 pre-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

- **METODOLOGIA**

- ✓ as peças de carne bovina cozidas:
 - forno
 - água
 - temperatura interna:
 - malpassado 62-64°C/30min
 - bem-passado 75-77°C/90min

BEEF STEAK COLOR GUIDE

Degrees of Doneness



MUITO MAL PASSADO
55°C



MAL PASSADO
60°C



QUASE NO PONTO
63°C



NO PONTO
71°C



BEM PASSADO
77°C



MUITO BEM PASSADO
82°C

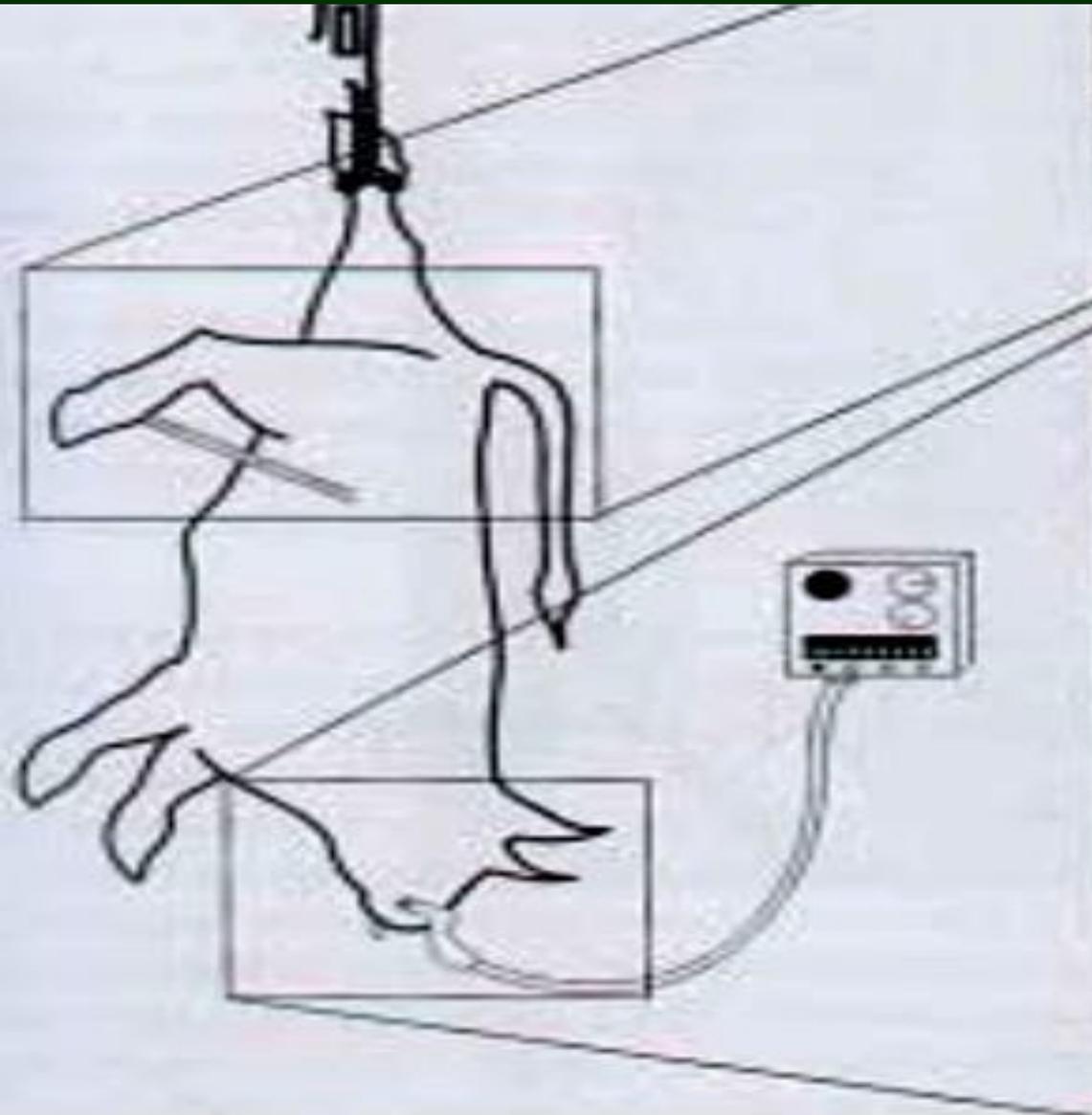
- as peças de carne de frango permanecem armazenadas 24h x 2°C
 - cozidas em chapa elétrica
 - temperatura interna do produto: 85°C
 - resfriar as amostras em temperatura ambiente
 - cortar as amostras em forma de paralelepípedo: 2cm x 1,1cm²
- amostras com fibras orientadas perpendicularmente às lâminas de corte
- equipamento: TA -XT2i utilizando acessório Warner-Bratzler

- Perda de peso durante o cozimento
 - diferença de pesos das amostras antes e após o cozimento
 - cozimento até atingir a temperatura interna de 85°C (frango)

✓ Químicos

- determinação de tecido conjuntivo
- digestão enzimática/ índice de fragmentação
- solubilidade do colágeno ao aquecimento

ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA



ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA

GRANDE CONTRAÇÃO MUSCULAR

ACELERA A HIDRÓLISE DO ATP

RÁPIDO APARECIMENTO DO RIGOR

PREVENÇÃO DE CORTES ESCUROS

DIMINUIÇÃO DO ENCURTAMENTO DOS SARCÔMEROS

ACELERA A GLICÓLISE

RÁPIDA QUEDA DO pH

RÁPIDA DESNATURAÇÃO PROTÉICA

DIMINUIÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

MAIOR LIBERAÇÃO DE CÁLCIO

ATIVAÇÃO DAS CALPAÍNAS

PROTEÓLISE