

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL E SOCIOECONOMIA RURAL

TECNOLOGIA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DE ORIGEM ANIMAL
(RESUMO DAS AULAS)
NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

PROF: OCTÁVIO ANTÔNIO VALSECHI

ARARAS, SP
2001

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

FRIGORÍFICO

São estabelecimentos dotados de instalações e equipamentos adequados para o abate, manipulação, elaboração, preparo e conservação das espécies de açougue com aproveitamento completo e racional dos subprodutos.

A qualidade da carne é diretamente proporcional ao manejo pré abate que os animais recebem, e essa preocupação se inicia no transporte, lotação, temperatura ambiente, distância percorrida etc.

CURRAIS

Ao chegar no frigorífico os animais são levados para os currais, que devem ter sua localização planejada para que os ventos soprem contrárias as edificações (sala de matança) e fiquem a uma distância mínima de 80 metros.

Os currais podem ser divididos em vários tipos:

Currais de recepção e seleção: separa os animais recebidos de acordo com seus proprietários, procedência, sexo. Necessitam de piso antiderrapante; cerca de 2m de altura para que não possa danificar a pele do animal; bebedouros com sistema de bóia e abastecimento contínuo com bordas arredondadas e altura apropriada e iluminação adequada;

Curral de observação: Todos os animais suspeitos de doenças infecto-contagiosas reveladas pela inspeção “*ante mortem*” são colocados em observação no referido curral. Devem ser facilmente identificáveis pela cor (geralmente vermelho) e por inscrições com dizeres – “CURRAL DE OBSERVAÇÃO – PRIVATIVO INSPEÇÃO FEDERAL”; devem ter área correspondente a 5% da área de currais de matança; devem ser de fácil acesso ao matadouro sanitário e possuírem distância mínima de 3m de outros currais e cordão sanitário de 50cm de altura e principalmente ser de fácil higienização e desinfecção.

Curral de Matança: animais considerados aptos para o abate. Devem ter as mesmas características do curral de seleção.

Além dos currais mencionados, deverão dispor de um “depósito de chegada” – todas as vezes que pelo adiantamento da hora, ou ausência de pessoal responsável por tal serviço, houver animais para ingressar no estabelecimento, este ingresso só é permitido em um depósito à parte. Os animais ali introduzidos só podem ser retirados depois de inspecionados.

Normalmente os estabelecimentos não dispõem deste tipo de instalação, sendo usado para a finalidade os próprios currais de chegada ou seleção.

HIGIENIZAÇÃO – A água de lavagem dos currais devem ser hipocloradas e é importante executar uma desinfecção geral dos currais com solução de hipoclorito de sódio ou água de cal.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

MATADOUROS SANITÁRIOS – Nesse local são abatidos todos os animais considerados inaptos - aqueles que possuem lesões graves, doenças infecto contagiosas constatadas no exame de inspeção “*ante mortem*”.

Após o abate executado sempre a vista de elementos credenciados pela I.F. as meias carcaças e vísceras podem ser:

liberadas para o consumo norma (pouco provável);

liberadas para o aproveitamento condicional (normalmente salga e conserva);

destinadas a grafaria ou mesmo à destruição total no forno crematório.

DEPARTAMENTO DE NECRÓPSIA – Se constitui da sala de necropsia e do forno crematório.

RAMPA DE ACESSO – Devem possuir piso anti derrapante, chuveiros laterais com o objetivo de lavar restos de detritos do dorso e patas dos animais, além de diminuir o estado de tensão dos animais (estresse).

ABATE

Concussão cerebral – utiliza a pistola de atordoamento, é importante que o animal seja sangrado antes de acordar, no caso de dúvida, atordoá-lo novamente;

Degola – obedece aos rituais judaico e maometano;

Elétrica – baixa voltagem (0,3A e 70-90V) por 10 segundos;

CO₂ 70-80% em mistura com ar pó 40-50 segundos.

A jugulação se consiste na secção dos grandes vasos do pescoço sem prévia insensibilização, com a secção dos principais vasos ocorre uma isquemia cerebral violenta inconscientizando o animal, porém observam-se reflexos os quais denotam que a inconscientização não é tão imediata.

Outro inconveniente é que juntamente com os vasos são seccionados traquéia e esôfago, contaminando quase que invariavelmente a porção dianteira.

No abate utilizando tanto o atordoamento elétrico quanto o CO₂, é importante que o animal seja sangrado logo após o atordoamento, pois depois de determinado tempo a estado de consciência do animal é recuperado, sendo necessário novo atordoamento.

No caso de bovinos, os animais são atordoados nos chamados BOXES DE ATORDOAMENTO, ao ficarem inconscientes os animais caem e uma porta do boxe é aberta para que os animais rolem para a PRAIA DE VÔMITO, este local recebe esse nome pois pode ocorrer a regurgitação devido à liquefação do conteúdo ruminal.

Ocorre então a sangria seguida da esfolia, essa consiste na remoção do couro, evisceração e as demais operações até a “toillet” final da carcaça.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

HIGIENE AMBIENTAL

Todos os currais devem ser higienizados entre um lote e outro, além da limpeza dos bebedouros. Semanalmente ou sempre que for constatada a presença de animais com doenças infecto contagiosas, deve ocorrer uma desinfecção mais apurada com auxílio de agentes químicos (hipoclorito, cal etc).

É obrigatória a presença de pedilúvio e pias nas portas do frigorífico.

Periodicidade para limpeza:

pisos: diário

telas: mensal

câmaras e geladeiras: semanal

equipamentos e utensílios: diário

É proibido varrer pisos “a seco” nas áreas de manipulação.

Para lavagens e desinfecção ambiental deve-se retirar o excesso de sujeira para depois lavar com água (aquecida 42°C) e detergente, enxágue com água corrente, desinfecção com álcool 70%, ácido peracético, hipoclorito de sódio etc. Enxágue e secagem natural.

Produtos recomendados para desinfecção ambiental:

<i>Princípio ativo</i>	<i>Concentração</i>
Hipoclorito de sódio	100-200ppm
Cloro orgânico	100-200ppm
Quartenário de amônia	200ppm
Iodóforos	25ppm
Álcool	70%

INSPEÇÃO “ANTE MORTEM”

Esta permite selecionar os animais para o abate, facilitando em alguns casos o diagnóstico de determinadas doenças no “*post mortem*”, exemplo: fezes, andar cambaleante, magro, ofegante, olhar triste...

Objetivos:

Exigir certificados de sanidade;

Examinar o estado sanitário;

Certificar de condições higiênicas.

DESCANSO REGULAMENTAR – Afeta na qualidade final da carcaça, deve ser no mínimo de 6 horas. Quanto mais longe for a viagem maior será o tempo necessário para descanso. Este vai influenciar no pH (afeta na conservação) e desenvolvimento do *rigor mortis* (rigidez cadavérica, que afeta na maciez).

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

No abate o pH é em torno de 7, o pH limite para bovinos é 5,4-5,8 e para suínos 5,5-6,2; nessa faixa começa a se elevar o que caracteriza putrefação da carne. A queda do pH está ligada ao glicogênio muscular, que se transformará em ácido pirúvico e na ausência de oxigênio se transforma em ácido láctico. Por isso é necessária a refrigeração, pois o pH decresce lentamente sem a proliferação bacteriana, uma vez que o pH ácido é impróprio para as bactérias.

A queda da temperatura, dificulta a proliferação bacteriana, diminuindo a velocidade das reações bioquímicas relativas a autodigestão enzimática.

Um animal exausto não tem glicogênio, então não formará ácido láctico tendo então um pH relativamente alto, o que significa carne com menor possibilidade de conservação das características físicas e organolépticas.

INSPEÇÃO “POST MORTEM”

Exame macroscópico de partes e órgãos em todos os animais abatidos. Essa inspeção é de responsabilidade da INSPEÇÃO FEDERAL, onde são examinadas as superfícies internas e externas da cabeça, nódulos linfáticos das cadeias ganglionares, língua, vísceras abdominais e torácicas.

Qualidade da Carcaça

A qualidade da carcaça é sempre definida em termos de sua condição higiênica sanitária, da sua composição porção de carne aproveitável, gordura e ossos, da atratividade da cor e textura e da qualidade degustativa da carne - maciez, sabor e suculência.

No abatedouro utiliza-se a tipificação (pistola eletrônica ou vídeo imagem) para determinar os aspectos quantitativos (carne x gordura), a área de olho de lombo (AOL) também é utilizada para se estimar a proporção de carne da carcaça.

ASPECTOS QUALITATIVOS

São atributos subjetivos, a qualidade da carne é a combinação de fatores que contribuem para que o produto seja atraente na sua aparência, nutritivo, saboroso e de boa aceitação após o cozimento.

1- ATRATIVIDADE – aparência da carne, cor do músculo, cor da gordura, firmeza e a textura da superfície de corte.

a) **cor do músculo** – vermelho cereja em bovinos é desejável porque indica frescor, mas existe discriminação contra a cor vermelha enegrecida, da mesma forma que existe discriminação com a carne suína muito pálida. Os problemas de descoloração têm haver com a oxidação dos pigmentos (mioglobina), morfologia e pH do músculo.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

O músculo pode ser enegrecido quando o pH final maior que 6,0 ou pálido quando o pH cai muito rapidamente enquanto a temperatura ainda é muito alta.

b) **cor da gordura** – é o resultado do acúmulo de carotenóides pelos ruminantes. Embora não existam objeções do ponto de vista nutricional, alguns mercados discriminam a gordura amarelada, por associarem a intensidade da cor com a idade do animal. Ex: O Canadá leva em conta a cor da gordura na tipificação, somente carcaças com gordura firme, branca ou ligeiramente corada são preliminarmente aptas.

c) **firmeza e textura** – a firmeza e a textura da superfície de corte tem certa influência na aceitação da carne e é por isso que podem ser consideradas na avaliação da carcaça. Na carne bovina, uma textura fina é melhor que uma textura grosseira por ter melhor aparência e sugerir que a carne deve ser proveniente de um animal mais jovem e portanto mais macia.

Na carne suína raramente a textura é levada em conta, mas sim a firmeza, ex.: a carne PSE, afeta o valor econômico da carcaça.

Na classificação de carcaça dos E.U.A. apenas as carcaças que apresentam textura fina, são classificadas como: PRIME, CHOICE ou GOOD, enquanto que as outras são enquadradas nos tipos inferiores

2- QUALIDADE DEGUSTATIVA – Os fatores que contribuem para a qualidade degustativa da carne incluem maciez, suculência, sabor, textura.

a) **maciez** – geralmente é mais importante para o consumidor que o sabor e o aroma, há uma vantagem para a carne mais macia quando os outros fatores são constantes. Existem exceções, já que na África Ocidental a carne bovina é preferida à suína, não pelo seu sabor e aroma característicos, mas por poder ser mastigada por mais tempo.

b) **sabor** – série de reações complexas que envolvem a sensação de odor. Ex.: a carne vermelha enegrecida (pH alto) que apesar de ser macia é desvalorizada pela falta de sabor e outros problemas ligados ao pH.

c) **capacidade de retenção de água e suculência** – a capacidade de retenção de água (CRA) é de grande importância para a qualidade, pois afeta a aparência e a perda de peso antes do cozimento, o comportamento da carne no cozimento e a sensação organoléptica – suculência – durante a mastigação.

Dada a associação existente entre a marmorização e a suculência, pode-se utilizar o teor de gordura intramuscular como indicador de suculência. A idéia de que um nível mínimo de gordura entremeado é essencial para uma boa qualidade degustativa, levou a alguns países a incluir uma escala de valores de marmorização nos respectivos sistemas de tipificação. Os E.U.A. e o Canadá exigem um mínimo

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

de gordura intramuscular para ser classificada como PRIME, CHOICE, GOOD. A avaliação subjetiva é baseada em padrões visuais, e em geral as variações no nível de marmorização abaixo dos 3% não podem ser detectadas pelo olho humano.

Nos suínos existe uma correlação entre a espessura de toucinho e o teor de gordura intramuscular, por isso deve haver cuidado na seleção para diminuir a espessura de toucinho.

Estrutura e Função do Tecido Muscular

O conhecimento da estrutura, composição e função do tecido muscular vivo, servem para compreender as mudanças que ocorrem pós-morte e que estão associadas a sua transformação em carne.

Os tecidos esqueléticos constituem a quase totalidade (35-65%) do peso da carcaça dos animais produtores de carne, variando com a quantidade de gordura. Também existem os músculos lisos, órgãos involuntários e a musculatura cardíaca.

MÚSCULO ESQUELÉTICO

Variam no formato, tamanho e atividade; as características de um músculo estão relacionados com a sua função.

Fibras nervosas e vasos sanguíneos entram e saem dos músculos proporcionando-lhes um sistema de inervação, bem como uma cadeia vascular para suprimento e remoção dos resíduos do metabolismo.

A unidade estrutural do tecido muscular é uma célula especializada chamada FIBRA MUSCULAR, constituem de 75-92% do volume total, sendo o restante tecido conectivo, vasos e fibras nervosas.

FIBRA MUSCULAR – células alongadas que se afunilam nas extremidades. Possuem tamanhos variáveis e podem ter vários centímetros, mas não se estendem pelo comprimento total do músculo.

SARCOLEMA – membrana que circunda a fibra muscular, composta de proteína e lipídeos e relativamente elástica quando se considera a distorção que sofre durante a contração muscular. Espaçadamente ao longo do comprimento da fibra e ao seu redor da sua circunferência, invaginações do sarcolema formam uma rede de túbulos chamados túbulos transversos (túbulos T). A superfície do sarcolema é também o local onde as terminações nervosas do sistema se implantam.

SARCOPLASMA – citoplasma das fibras musculares

NÚCLEO – fibra muscular multinucleada por causa de uma enorme variação em comprimento.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

MIOFIBRILA – organela específica do tecido muscular. As miofibrilas são longas, finas, cilíndricas, banhadas pelo sarcoplasma e se estendem pelo comprimento total da fibra muscular.

Uma seção transversal da miofibrila mostra um arranjo bem ordenado de pontos que possuem 2 tamanhos distintos. Esses pontos chamados de miofilamentos, comumente são identificados como filamento espesso (miosina) e o filamento fino (actina).

Esses filamentos se alinham paralelamente e se recobrem entre si em certas regiões ao longo do seu eixo longitudinal dando uma característica de bandas ou estrias formando áreas que se alteram em densidade de coloração mais ou menos escura. Esse efeito de bandas é que explica o uso do termo músculo estriado como referência ao músculo esquelético.

Áreas de diferente densidade são visíveis dentro das bandas e a banda mais clara proporciona uma refração simples quando visualizada com luz polarizada, e é descrita como sendo isotrópica e chamada de banda I. a banda mais escura sofre uma refração dupla ou anisotrópica sob luz polarizada, e é denominada de banda A. As bandas A e I são cortadas por linhas relativamente finas. A banda I é separada por uma linha escura chamada Z. Entre duas linhas Z forma-se o sarcômero.

Então um sarcômero é formado por duas metades da banda I e uma banda A. O sarcômero é uma unidade estrutural repetitiva da miofibrila, é a unidade básica na qual ocorrem os eventos de contração muscular e relaxamento.

Na região central da banda A existe uma área de menor densidade, essa zona mais clara é denominada de zona H. A banda A também é cortada no centro por uma estreita e densa linha conhecida como linha M, de cada lado da linha M aparece uma estreita região de relativa baixa densidade e é chamada de pseudozona H.

MIOFILAMENTO – os filamentos espesso e fino da miofibrila não só se diferem em dimensão como também em composição química, propriedades e posição dentro do sarcômero. Os filamentos espessos constituem a banda A do sarcômero e é formado quase inteiramente pela miosina (constitui 50-55% das proteínas miofibrilares). Os filamentos finos constituem a banda I, são constituídos de uma proteína chamada de actina (constitui 20-25% das proteínas miofibrilares).

PROTEÍNAS DO MIOFILAMENTO – as proteínas actina e miosina constituem aproximadamente 75 a 80% das proteínas miofibrilares e a fração restante consiste em proteínas reguladoras, que assim são chamadas por causa da sua direta ou indireta função reguladora sobre o complexo adenosina trifosfato-actina-miosina, entre essas temos: tropomiosina, troponina, etc.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

A formação da ligação por meio dessa interação dos filamentos actina-miosina produz um complexo químico chamado ACTOMIOSINA. A formação da actomiosina resulta numa condição de rigidez e essa é a forma como as proteínas miofibrilares são encontradas após a morte e a rigidez que se desenvolve (“rigor mortis”). Esse complexo é transiente no animal vivo, pois as ligações entre os filamentos de actina e miosina são quebradas durante a fase de relaxamento no ciclo de contração.

No sarcoplasma ainda existem mitocôndrias, lisossoma, complexo de golgi, retículo sarcoplasmáticos e outras organelas.

MECANISMO DE CONTRAÇÃO MUSCULAR

Nas células vivas sob condições normais de repouso sempre existe um potencial elétrico entre o exterior e interior da célula. Os fluidos que estão no interior e exterior dessas fibras contém aproximadamente concentrações iguais de íons positivos e negativos. Geralmente um pequeno excesso de íons negativos acumula-se no fluido intracelular ao longo da superfície interior da membrana, e um pequeno excesso de íons positivos ao longo da superfície extracelular da membrana. Essa separação de cargas opostas causa um potencial elétrico que se manifesta através da membrana celular. Esse potencial da membrana é positivo na superfície exterior e negativo dentro da célula.

O potencial da membrana ou músculo é resultado de:

- Transporte de íons através da membrana;
- Característica de permeabilidade seletiva da membrana à difusão de íons e pequenas moléculas;
- Composição iônica única dos fluidos intra e extracelular.

O fluido extracelular contém altas concentrações de Na^+ e Cl^- , mas uma baixa concentração de K^+ , sendo oposto no fluido interno. O gradiente de concentração de Na^+ e K^+ através da membrana são mantidos por um transporte ativo de Na^+ para fora da célula e de K^+ para dentro da célula. O mecanismo que proporciona o transporte ativo é comumente conhecido como bomba de $\text{Na}^+ \text{K}^+$.

Essa energia requerida para bombear ambos os tipos de íons através da membrana é fornecido pela hidrólise do ATP.

Contração muscular – a contração do músculo esquelético envolve 4 proteínas miofibrilares: actina, miosina, tropomiosina e troponina (a actina e a miosina são as proteínas contráteis que formam os filamentos de actina e miosina); a formação da ligação através dessa interação dos filamentos de actina e miosina produz um complexo químico chamado *actomiosina*. A formação da actomiosina resulta numa condição de rigidez e essa é a forma como as proteínas miofibrilares

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

são encontradas após a morte e a rigidez que se desenvolve (“rigor mortis”). Esse complexo é transiente no animal vivo, pois as ligações entre os filamentos de actina e miosina são quebradas durante a fase de relaxamento no ciclo de contração.

A contração do músculo esquelético envolve quatro das proteínas miofibrilares: actina, miosina, tropomiosina e troponina. A actina e a miosina são as proteínas contráteis e formam os filamentos de actina e miosina da miofibrila. As ligações formadas entre os filamentos pela miosina geram a força contrátil durante a contração. No estado de repouso, o músculo gera muita pouca tensão e pode ser facilmente estirado, ou seja, não há ligações entre os filamentos de actina e miosina. Durante o desenvolvimento do “rigor” em músculo no pós-morte, formam-se ligações permanentes que previnem o desligamento desses filamentos de tal forma que o músculo fica inextensível. A tropomiosina e a troponina funcionam como proteínas reguladoras: atuam “ligando” e “desligando” o processo de contração.

O músculo em repouso tem uma concentração muito baixa de íons de cálcio no fluido sarcoplasmático que banha as miofibrilas, para que o músculo permaneça em repouso, ele também deve possuir uma alta concentração de trifosfato de adenosina (ATP). A maior parte do ATP é encontrado na forma de um complexo com o íon de magnésio. O complexo Mg-ATP deve estar presente para prevenir a interação da actina e miosina. Quando a concentração do cálcio sarcoplasmático é baixa e a concentração de Mg-ATP é alta, troponina e tropomiosina inibem a formação de ligação entre os filamentos de actina e miosina. Em seguida à morte do animal, o suprimento de Mg-ATP é interrompido, permitindo a formação das ligações actina-miosina e o desenvolvimento do “rigor mortis”.

O cálcio armazenado no retículo sarcoplasmático é liberado para o sarcoplasma, quando o estímulo é transmitido do sarcolema para o interior da fibra ao longo dos túbulos T. O aumento da concentração de íons de cálcio livre no sarcoplasma é o ponto de partida do mecanismo de contração.

O íon de cálcio liberado no sarcoplasma se liga com a troponina. Isso suprime a inibição que a troponina e a tropomiosina exerciam na formação de ligações entre a actina e a miosina no estado de repouso. A miosina está agora livre para se ligar e é essa ligação que desenvolve a força de contração. Durante a contração, o comprimento individual dos filamentos de actina e miosina não muda. A diminuição do sarcômero é provocada pelo deslizamento dos filamentos ao longo de si mesmo, puxando as linhas Z mais próximas dos filamentos de miosina.

O fenômeno de encurtamento que se assemelha à contração no animal vivo, pode ser observada em músculo pós morte, antes e depois do desenvolvimento do

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

rigor. Essas contrações podem causar um endurecimento marcante da carne, ou a perda de sucos naturais. O desenvolvimento do rigor leva a algum encurtamento e tensão do músculo. O fenômeno de encurtamento pelo frio ocorre quando o músculo pré rigor é exposto à temperatura entre 0-15°C, e provavelmente causado pela liberação induzida pelo frio de íons Ca^{+2} do retículo sarcoplasmático. Rigor de descongelamento (thaw rigor), ocorre quando a descongelação do músculo que foi congelado antes do desenvolvimento do rigor.

A contração muscular requer um dispêndio adicional de energia, além do que é consumida normalmente pelo músculo em repouso. Essa energia é proveniente do ATP em uma reação catalisada pelo enzima miosina ATPase, na qual o ATP é hidrolisado a ADP e fósforo inorgânico. A atividade de quebra da ATP pela miosina ATPase é bastante acentuada pela liberação de íons de cálcio no sarcoplasma. Então, o aumento da concentração de cálcio no sarcoplasma promove a formação de ligação entre os filamentos de actina e miosina, e, simultaneamente, aumenta a quebra do ATP proporcionando a energia química requerida. A ligação entre actina e miosina converte a energia química em energia mecânica e inicia o deslizamento dos filamentos, gerando então uma força contrátil.

Relaxamento muscular - para que ocorra o relaxamento do músculo esquelético é necessário que os eventos que ativaram o processo de contração sejam revertidos. A concentração do íon de cálcio intracelular livre retorna em seguida ao seu baixo valor original (em repouso) pela ação do retículo sarcoplasmático. Quando a concentração de íons de cálcio livre no sarcoplasma diminui, as moléculas de troponina liberam o cálcio que a ela estava ligado durante o início da contração. Assim que a troponina perde esse cálcio ela é novamente capaz de inibir a formação de ligações. Quando as concentrações de cálcio são baixas troponina mais tropomiosina inibem a formação de ligação entre a actina e a miosina. Quando a concentração de cálcio aumenta, em resposta a um estímulo, a troponina se liga ao íon cálcio e não é mais capaz de inibir a contração.

FONTE DE ENERGIA PARA A CONTRAÇÃO E FUNÇÃO MUSCULAR

O ATP é a única fonte de energia para o processo de contração, para o bombeamento de cálcio durante o relaxamento e para manter o gradiente de sódio e potássio através do sarcolema. Portanto, um mecanismo muito rápido e eficiente deve estar disponível para a ressíntese de ATP no músculo em vida.

Quando o animal é abatido, o músculo não para instantaneamente de “viver” e se torna carne. O ATP continua com o suprimento de energia para todas as funções musculares citadas mencionadas durante algum tempo.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

As vias que são responsáveis pela síntese de ATP por refosforilação no músculo vivo tentam também manter o nível depois da morte e isso causa profundas mudanças nas propriedades dos músculo.

O mais eficiente mecanismo de síntese de ATP é uma série de reações chamadas de metabolismo aeróbio, no qual os nutrientes dos alimentos são degradados em CO_2 e H_2O , enquanto parte da energia liberada é usada para formar ATP. A glicose é armazenada no músculo na forma de glicogênio que é transformado pelo processo da glicólise em ácido pirúvico.

A segunda parte do mecanismo é o ciclo de Krebs. Aqui o ácido pirúvico é seqüencialmente quebrado em CO_2 e H^+ . O CO_2 é eliminado, entrando na corrente sanguínea como resíduo, e a terceira parte é a cadeia citocrômica, onde os íons H^+ da glicólise e do ciclo de Krebs são utilizados para produzir ATP.

Se um músculo está trabalhando devagar e o O_2 é suprido em quantidades adequadas, o metabolismo aeróbio pode suprir a maior parte da energia requerida, porém quando um músculo está se contraindo rapidamente, o seu suprimento de O_2 se torna inadequado para suportar a ressíntese de ATP. Sob essas condições o metabolismo anaeróbio é capaz de suprir a energia por um breve período de tempo com conseqüente acúmulo de ácido láctico. Quando o suprimento de oxigênio é inadequado, os íons H^+ liberados na glicólise e no ciclo de Krebs não podem combinar com o oxigênio a uma taxa suficientemente rápida, então tendem a se acumular no músculo. O excesso de H^+ é então utilizada para converter ácido pirúvico em ácido láctico, o que permite que a glicólise se acelere.

O acúmulo de ácido láctico no músculo abaixa o pH e em valores $< 6,5$ a glicólise é reduzida não sintetizando mais ATP, sob essas condições ocorre à fadiga, o músculo não é mais capaz de se contrair devido à insuficiência de energia e excesso de acidez (baixo pH).

Durante a recuperação de um músculo fatigado, o ácido láctico que se acumulou é transportado para fora do músculo via corrente sanguínea e é reconvertido a glicose no fígado.

COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRITIVO DA CARNE

Deixando de lado a carne dos órgãos, os três componentes da carne que podem ser prontamente diferenciados são: ossos, carne e gordura. O valor nutricional e a composição química da carcaça ou pedaço dependem principalmente da proporção relativa desses tecidos.

- **Ossos** – baixo valor nutricional, está na sua maior parte na forma de fosfato de cálcio, na forma não digerível, e água. Além do tutano medular, o

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

ingrediente mais importante é o colágeno protéico (baixo valor biológico) que pode ser convertida em gelatina pelo cozimento.

- **Carne** – representa o tecido muscular e a gordura intramuscular. Cerca de 75% da carne consiste de água e esse valor é apreciavelmente constante de um músculo para o outro em um mesmo animal e mesmo entre espécie. Porém o teor de água que se consome pode ser menor devido à evaporação durante resfriamento e estocagem e durante o processo de cozimento; assim como o teor de gordura e a idade do animal.

A perda de água significa uma concentração do valor nutritivo. A proteína bruta representa o segundo maior componente químico da carne magra, totalizando cerca de 20-22% do seu peso. É o constituinte mais importante da carne magra devido ao seu alto valor nutritivo.

- **Gordura** – a energia é reservada para períodos de falta de alimento, é armazenada no abdômen, sob a pele (gordura subcutânea) e em camada entre os músculos (gordura intramuscular). Como constituinte da dieta humana, a gordura é capaz de contribuir com energia numa forma altamente concentrada. Os ácidos graxos da gordura dos ruminantes estão principalmente na forma de cadeias retas saturadas de ácido palmítico e esteárico. A gordura suína contém alto nível de ácidos graxos poliinsaturados.

- **Aminoácidos essenciais** – são aqueles onde o homem é incapaz de sintetizar através da alimentação, e são extremamente sensíveis ao tratamento térmico.

- **Vitaminas e minerais** – a carne é rica em vitaminas e contém grande quantidade de vitaminas do complexo B, a perda desses nutrientes é proporcional ao aumento da temperatura. Minerais estão presentes na carne magra ao nível de cerca de 1%, quantitativamente o K é o mais abundante seguido do P, Na, Mg, Ca e Fe, o nível de ferro é maior que em muitas frutas e verduras (ex: espinafre).

- **Ácidos graxos essenciais** – os ácidos graxos insaturados, oléico (18:1), linoléico (18:2), linolênico (18:3) e araquidônico (20:4) são o que se pode ser chamado de ácidos graxos essenciais. Somente o ácido oléico pode ser produzido através de precursores saturados. A carne tem um teor relativamente baixo perto de grãos e cereais, com exceção a carne de peixe.

A carne bovina possui gordura saturada que eleva o nível de colesterol facilitando a formação de gordura saturada que eleva o nível de colesterol facilitando a formação de gordura em placas intravasculares e coágulos de sangue, aumentando o risco de incidência de doenças cardiovasculares.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

pH, Carne DFD, Carne PSE e Encurtamento pelo frio.

pH

A raça, o manejo zootécnico, o manejo pré abate, a prática do abate, a prática pós-morte e estocagem influencia os parâmetros específicos da qualidade.

As alterações no pH do músculo são consequência direta das mudanças bioquímicas associadas com a glicólise anaeróbia. A conversão de glicogênio a ácido lático se processa até que se atinjam pH onde os enzimas que atuam nessa quebra se tornem inativos. Em músculos de mamíferos o valor gira em torno de 5,4 - 5,5 ou até o momento em que a reserva de glicogênio exauriu.

O valor do pH do músculo e a velocidade em que este é atingido são influenciados por vários fatores como espécie, tipo de músculo, variação entre animais, manejo pré abate e temperatura. Os fatores mais importantes: *reserva de glicogênio para reagir imediatamente após o abate e a influência da temperatura externa.*

O pH pode influenciar em determinados parâmetros da qualidade da carne, como:

- **CRA** – A capacidade de retenção de água é definida como a habilidade da carne de reter sua água durante a aplicação de forças externas, tais como: corte, exposição ao calor, moagem e prensagem. A água está fortemente ligada a várias proteínas, se as proteínas não são desnaturadas, elas continuam a ligação com a água durante a conversão do músculo em carne e mesmo durante o processo de cozimento. Essa água retida contribui para a suculência e palatabilidade da carne. Muitas das propriedades físicas da carne (incluindo cor, textura, firmeza da carne fresca e suculência e maciez da carne cozida) são parcialmente dependentes da CRA.
- **Perda no cozimento** – semelhante a CRA, o pH final do músculo diminuirá o grau de perda de água durante o cozimento, enquanto uma queda rápida de pH aumentará essa perda;
- **Suculência** – está diretamente relacionada ao grau de perda que ocorre durante o cozimento e é portanto uma função do pH
- **Maciez** – embora o pH não seja por si só responsável pelas variações na maciez, existe uma forte associação entre o pH final e a maciez da carne, e entre a velocidade da glicólise pós morte e maciez;
- **Sabor** – o aroma da carne cozida é mais pronunciada que o da carne crua e é afetado pelo método de cozimento, tipo de carne, e seu tratamento antes do cozimento. Isso se deve provavelmente a maior CRA do tecido em pH alto, o que pode interferir na detecção pelo paladar da substância considerada. Ex: bacon com

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

pH final alto parece ser menos salgado ao paladar que o de baixo pH, quando a quantidade de sal é a mesma.

- Cor – atributo mais importante na aparência da carne. É afetado pela quantidade e natureza da mioglobina presente, e também pela morfologia geral do músculo, que é por sua vez dependente do pH final e da velocidade de glicólise pós-morte.

PSE (pálida, flácida e exsudativa).

Uma situação de stress pouco antes ou durante a morte provoca contração excessiva da musculatura. Essa contração resulta em uma velocidade mais alta da glicólise. Como resultado dessas alterações bioquímicas rápidas, a velocidade de produção de ácido láctico aumenta (o pH de 7,0 passa para 5,4 - 5,5).

Mudanças que ocorrem normalmente em 12 horas, ocorrem em 30, 90 e até 10 minutos.

Na prática leva-se 1 hora para colocar as carcaças nas câmaras, essa queda rápida de pH pode ocorrer ainda quando a temperatura da carcaça estiver 35°C. O ponto isoelétrico de muitas proteínas é cerca de 5,5 e se esse valor de pH for atingido ainda com músculo ainda quente pode ocorrer uma desnaturação das proteínas.

A situação de PSE aparece como resultado direto da acumulação rápida do ácido láctico em altas temperaturas, o que provoca não apenas a desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas, mas a hidrólise do endomísio, que se acumulam nos espaços intercelulares acompanhando o fluido sarcoplasmático para dar ao músculo um aspecto flácido e mole.

A coagulação das proteínas sarcoplasmáticas na célula aumenta o efeito de reflexão da luz dando a cor clara. Em bovinos isso não acontece devido a alta concentração de mioglobina, ou devido ao pH1 não ser tão baixo quanto o encontrado em suínos. O stress pré-abate é uma das principais causas para a incidência de carne PSE, além do fator genético, que é facilmente identificado através da pré-seleção feita com o teste do halotano (os suínos são submetidos a uma anestesia com uma mistura de gás halotano durante 4 minutos) em animais sensíveis ocorre durante o teste rigidez muscular, sendo estes animais sensíveis e descartados da reprodução.

Os fatores capazes de causar stress são: temperatura, som, umidade, pressão atmosférica, nutrição inadequada, choque, medo, luz, fadiga, etc.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

O estado de excitação pré abate nos suínos prejudica a circulação sanguínea resultando em deficiência de oxigênio no músculo e tendo como resultado uma intensa hidrólise do ATP.

Algumas raças são mais susceptíveis ao stress ex: Pietrain, Polland china, a raça Large White é a mais resistente e a Landrace é intermediária.

DFD (dura, firme e seca).

Existe confusão entre os fatores que causam PSE e DFD, ambos são decorrentes do stress na fase pré abate. Se um animal é abatido durante um período de grande atividade física, mas antes da exaustão, uma quantidade de ácido láctico é acumulada no músculo enquanto a temperatura está alta originando carne PSE.

Por outro lado se as reservas de glicogênio são esgotadas durante o período pré abate, a quantidade de ácido láctico acumulada depois do abate será pequena e o músculo será escuro, firme e seco.

Os músculos de uma carcaça possuem uma coloração vermelha púrpura devido à presença do pigmento da mioglobina, com a exposição ao oxigênio o músculo adquire cor vermelho cereja, característica de carne fresca.

Na carne DFD a reserva de glicogênio se exauriu, não havendo, portanto a glicólise anaeróbia normal e conseqüentemente a produção de ácido láctico, tendo como resultado um pH final maior que 5,6.

A penetração de oxigênio no tecido muscular é limitada pela sua estrutura fechada, essa estrutura provoca uma diminuição na reflexão da luz incidente e, portanto uma aparência mais escura.

A ativação da glicólise antes do abate impede a formação de ácido láctico após a morte, e alguns fatores que causam o esgotamento são: jejum prolongado, exercício e manejo impróprio antes do abate.

ENCURTAMENTO PELO FRIO

Quando um animal é abatido, ocorrem numerosas mudanças no mecanismo de contração muscular. No músculo do animal vivo, a energia para a contração é formada pela quebra da molécula de glicólise e a sua oxidação em água e CO₂. Com a morte o ciclo aeróbio termina e a glicólise anaeróbia toma seu lugar. Com a acumulação de ácido láctico, o pH do músculo diminui os enzimas glicolíticos são inibidos. Nesse estágio o ATP já desapareceu quase que completamente e a miosina e a actina se unem formando o complexo actomiosina. O músculo se torna rígido, perde a extensibilidade e diz-se que está no estado de "rigor mortis".

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

Se durante esse período crítico, os sarcômeros se encolherem o músculo entrará no estado de “rigor mortis” contraído. Se ao contrário, os sarcômeros se estirarem o músculo estará descontraído ao entrar no “rigor mortis”.

O encurtamento pelo frio é um encurtamento muito rápido e forte que ocorre a baixas temperaturas e na presença de ATP. Ele somente ocorre quando temperaturas menores que 10°C forem atingidas no interior da peça antes que 2/3 do ATP restante do músculo seja degradado. O ATP está relacionado com pH e o pH está relacionado com o tempo pós morte.

MICROORGANISMOS

Os animais nas diferentes etapas que vão desde sua criação até o processamento final estão sujeitos a infecções por bactérias patogênicas. Cabe apresentar que muitas dessas bactérias têm habitat exclusivo ou preferencial no trato gastrointestinal, podendo ou não lhes ocasionar processos patológicos. Por ocasião do abate, particularmente se conduzido em condições higiênicas sanitárias deficientes, a contaminação inicialmente restrita a algumas peças ou carcaças poderá disseminar-se por todo lote que está sendo industrializado. Finalmente deve-se considerar que as carnes oferecem condições adequadas para a sobrevivência e desenvolvimento de bactérias, tanto deterioradoras quanto patogênicas. Aspectos como o elevado teor de nutrientes, alta atividade de água e pH próximo da neutralidade são alguns fatores intrínsecos da carne que possibilitam a proliferação dos microorganismos contaminantes.

INFLUÊNCIA DE AGENTES FÍSICOS E QUÍMICOS NO DESENVOLVIMENTO DAS BACTÉRIAS

- pH
- Aw - atividade de água é a relação da pressão de vapor do alimento em relação a do solvente puro. O valor compreende de 0 a 1, ou seja Aw pode ser definida pelo teor de água disponível ou livre no alimento;
- Temperatura;
- NaCl;
- Nitrito

Microbiologia

Existe uma relação direta entre o número inicial de microorganismos e o tempo de vida útil deste produto.

Os microorganismos atingem o produto a partir do próprio animal ou podem ser disseminados e multiplicados pelos processos normais de abate.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

Com exceção da superfície externa, trato gastrointestinal e respiratório, os tecidos dos animais sadios contém um número muito baixo de microorganismos, devido aos anticorpos desenvolvidos durante a vida do animal. Contudo esses mecanismos começam a perder eficiência algum tempo após o abate, podendo então ser contaminados por roupas, pessoal, utensílios, trato gastrointestinal (conteúdo estomacal e intestinal) ou contato com o couro.

Os posteriores danos ou conseqüências podem ser prevenidos por um bom sistema de refrigeração e estocagem.

No escaldamento ocorre uma redução da flora bacteriana, porém a etapa seguinte é a evisceração, que se não feita corretamente pode causar excessiva contaminação.

As bactérias podem multiplicar-se na superfície dos utensílios utilizados na evisceração e disseminarem-se nas carcaças, essa disseminação continua nas operações de esfola, retalhamento e desossa. As outras fontes de contaminação durante a esfola inclui roupas, mãos, manipulação, água da lavagem e equipamento mal higienizados.

Fatores que influenciam no desenvolvimento de microorganismos

Os microorganismos resultam em mudanças na aparência, odor e sabor.

- Temperatura
- pH
- umidade
- potencial oxi-redução

Ingredientes e suas funções na fabricação de produtos cárneos

Para se justificar o emprego de qualquer aditivo em alimentos, é preciso que ele tenha um propósito útil, seja atóxico e exista um método analítico para determinar quantitativamente sua presença.

Algumas razões para o emprego dos aditivos

- tornar possível a escolha da matéria prima diferente;
- reduzir o tempo de processamento;
- eliminar falhas no processamento;
- auxiliar na conservação;
- aumentar o valor nutritivo;
- modificar a aparência;
- alterar as qualidades degustativas;
- contribuir para a uniformidade;
- melhorar a estabilidade;

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

- tornar o produto mais conveniente para o fabricante e consumidor.

Cura – na concepção atual significa desenvolver cor, sabor e textura característica para cada tipo de produto cárneo, por meio de diferentes tratamentos com sal, aditivos químicos, especiarias, fermentação bacteriana, defumação, etc... tornando-a mais atrativa para o consumidor.

Transformações na cura – O efeito mais marcante é o desenvolvimento da cor vermelha que resulta da reação do óxido nítrico (NO), com o pigmento mioglobina da carne.

A mioglobina (Mb) responsável pela cor vermelha púrpura da carne, no seu estado natural, apresenta-se na superfície exposta à baixa concentração de oxigênio.

Se a carne recém cortada for exposta ao ar, o oxigênio deste através do processo de oxigenação da mioglobina por causa da formação da oximioglobina de cor vermelho brilhante.

A restrição do fornecimento de oxigênio causa a desoxigenação e a cor vermelha púrpura volta a predominar na superfície de corte. O contato prolongado com o oxigênio do ar provoca a oxidação do pigmento, ou seja, o oxigênio combina-se com o íon H^+ e o íon ferroso (Fe^{+2}) da Mb é convertido em férrico (Fe^{+3}) e dessa reação resulta a metamioglobina (MMB) de cor vermelho marrom.

AÇÃO DO NITRITO E NITRATO

1. desenvolvimento de cor relativamente estável e característica de carne curada;
2. modificação e odor de carne fresca para um odor e sabor de carne curada;
3. redução da velocidade de desenvolvimento da rancidez que aumenta a estabilidade na estocagem;
4. em concentrações adequadas inibem o crescimento de microorganismos.

ETAPAS:

$2NaNO_3$ (nitrato) $\xrightarrow{\text{bactérias}}$ $2NaNO_2 + O_2$ (redução do nitrato em nitrito pela ação das bactérias)

$NaNO_2$ (nitrito) + H_2O $\xrightarrow{pH\ 5,4 - 5,6}$ $HNO_2 + NaOH$

$3HNO_2$ $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$ $2NO + H_2O + HNO_3$

$Mb + NO$ $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$ nitrosomioglobina (NOMb)

NOMb $\xrightarrow{\text{calor}}$ nitroso-hemocromo

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

Além do número de bactérias, a velocidade da redução depende do metabolismo dos microorganismos, teor de sal, temperatura, pH e umidade.

A redução de nitrito a óxido nítrico é de natureza química e ocorre rapidamente em solução aquosa de pH 5,4-5,6, condição esta normalmente encontrada na carne. O óxido nítrico é um gás e pode volatilizar-se na atmosfera, a menos que se forme na presença do pigmento da carne.

Basicamente dois fatores afetam essa reação: o aumento da temperatura e o abaixamento do pH aceleram a velocidade de conversão.

O óxido nítrico combina-se com a metamioglobina ou mioglobina para desenvolver o pigmento da cor vermelha, a nitrosomioglobina, de produto curado e não cozido. Quando aquecida a nitrosomioglobina se converte num pigmento relativamente estável, o nitroso hemocromo, responsável pela cor rósea característica de produtos curados cozidos. Embora estável ao calor, este pigmento apresenta grande sensibilidade à luz e à oxidação, necessitando para tanto de proteção contra luz ou embalagem a vácuo e baixas temperaturas.

A adição de um agente redutor ascorbato ou eritorbato de sódio ou potássio, às soluções de cura aceleram a reação de conversão de nitrito a óxido nítrico.

NaCl (sal) – constituinte básico na mistura de cura de produtos cárneos e de todos os conservantes químicos em alimentos. Em concentração suficiente funciona como bacteriostático inibindo o desenvolvimento microbiano, abaixando a Aw e dificultando sua utilização pelas bactérias. Atua como desidratante das próprias bactérias, alterando seu metabolismo; também as atividades enzimáticas, quer de origem microbiana quer específicas de carne são diretamente suprimidas. Além de conservante e desidratante, o sal age como agente de sabor.

O uso do sal isoladamente resulta num produto cárneo de sabor adstringente, seco, de cor escura, tornando-o não atrativo para o consumidor, por essa razão ele é geralmente empregado com outros compostos como açúcar, nitrito ou nitrato.

Carboidrato (açúcares) – Servem para diferentes propósitos, como contribuir para o sabor, mascarar sabor adstringente do sal, intervir na redução os nitrito, fonte de ácidos, etc. São valiosos na elaboração de produtos cárneos maturados e fermentados, servindo como fonte de energia para o metabolismo dos microorganismos produtores de ácidos.

Fosfatos – são utilizados principalmente para aumentar a retenção de umidade no produto, embora proporcionem inúmeros outros benefícios na maciez, cor, preservação do sabor e prevenção contra a rancidez.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

Condimento – qualquer ingrediente que possa por si só ou em combinação com outros, desenvolver sabor e aroma ao produto cárneo. Pode ser utilizado na forma moída, óleo-resina, e às vezes integral.

Água ou gelo – ajuda a dissolver o sal e os demais ingredientes da cura. Durante o processo, refrigera a massa, mantendo-a em baixas temperaturas, permitindo trituração e mistura prolongada, sem que haja sobre aquecimento mecânico que possa causar dano a emulsão. Permite uma lubrificação da massa da carne, conferindo fluidez à emulsão, a qual facilita no embutimento.

Amidos e proteínas vegetal e animal – Na indústria da carne são substâncias denominadas ligadoras, enchedoras, emulsionadoras e estabilizadoras. São utilizadas com o propósito de aumentar a estabilidade da emulsão e o rendimento no cozimento, incrementar as características de corte, de sabor e principalmente de reduzir os custos da formulação.

Essas substâncias podem ser produtos derivados do leite como: leite em pó, caseinato de sódio, soro de leite em pó, e produtos de cereais derivados da soja como: farinha (40-60% de proteína), concentrado protéico (65-75% de proteína) e o isolado protéico (90-95% de proteína), que pode estar na forma texturizada ou não.

RESFRIAMENTO E CONGELAMENTO DA CARNE

São necessários cerca de 24 horas para que a temperatura interna da carcaça atinja de 7-12°C. Quando se altera a velocidade de resfriamento se altera a maciez, por essa razão alguns países como os Estados Unidos recomenda a redução da temperatura interna para 4,5°C dentro de 16 horas após o abate. Para que se obtenha esse resultado pode-se iniciar com câmaras com temperatura de 7°C e diminuir para -1°C a -2°C no estágio final de resfriamento.

Se o resfriamento for muito rápido pode ocorrer um fenômeno chamado “cold shortening” ou encurtamento pelo frio (entenda-se resfriamento rápido aquele no qual a temperatura interna da carcaça atinge 11°C dentro do período de 10 a 11 horas), o resfriamento ideal, é aquele onde a temperatura inicial da câmara é de 10°C com velocidade do ar de 0,25m/s durante 24 horas para então baixar a temperatura ainda mais, deste modo obtém-se uma carne macia.

Outro fator importante é a perda de peso pela evaporação durante o resfriamento e pela perda de exsudado nas fases posteriores, porém por outro lado a água evaporada durante o resfriamento absorve cerca de 30% do calor total a ser retirado da carcaça contribuindo então para uma queda de temperatura, além de diminuir a taxa microbiana já que há uma diminuição da atividade de água.

NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA DE CARNE

Desossa quente – Ocorre de 1 a 2 horas pós morte, onde a temperatura interna da carcaça é de 40°C, tem o objetivo de aumentar o espaço ocupado pelos ossos (cerca de 26,4% do peso da carcaça) e aparas nas câmaras além de diminuir o gasto com energia para fazer frio. Porém na desossa a quente existem dois principais problemas: proliferação de microorganismos e maciez.

Em relação ao controle de microorganismos a desossa deve ser extremamente rápida e sincronizada com a linha do abate, e seguida de um resfriamento imediato a baixas temperaturas. Com consequência desse resfriamento a maciez seria prejudicada, e estando os músculos excisados o encurtamento poderia ser mais drástico. Então desenvolveram algumas técnicas para controlar esse problema, uma delas consiste nos músculos serem desossados até 2 horas (estado pré rigor), embalados a vácuo e mantidos a 15°C durante 24 horas. Outra é manter os músculos a 7°C durante 4 horas e depois embala-los a 1°C durante 7 dias.

Carne congelada

No congelamento rápido – formam-se cristais menores

No congelamento lento – formam-se cristais maiores que rompem a estrutura celular e exsudam mais líquido no descongelamento perdendo mais nutrientes.

ESTA FALTANDO INSERIR A BIBLIOGRAFIA CONSULTADA