

QUALIDADE DA CARNE BOVINA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

Pedro Eduardo de Felício

Professor-adjunto

Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp
CP6121; 13083-970 Campinas SP

INTRODUÇÃO

A carne, seja ela bovina, ovina, suína, de aves ou de pescado, deve corresponder às expectativas do consumidor no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e organoléptica, além, obviamente, de ter preço criteriosamente estabelecido pelo justo valor.

Ao adquirir uma dessas carnes, o consumidor bem informado pressupõe que ela: a) seja proveniente de animais saudáveis, abatidos e processados higienicamente, e que esta condição tenha sido objeto de verificação rigorosa; b) seja rica em nutrientes necessários à higidez; c) tenha uma aparência típica da espécie a que pertence, e d) seja bem palatável à mesa.

Tais premissas são sinônimos de qualidade óbvia. Isto é, as empresas seguem um conjunto de regras e respeitam os consumidores, fazendo por eles aquilo que deve ser feito. Procedendo assim, terão a sua credibilidade aumentada e, praticando preços justos, aumentarão suas vendas.

As redes de supermercados, e os comerciantes em geral, poderão optar por vender carnes com qualidade assegurada, chamando a atenção para os aspectos de inspeção sanitária, temperatura de conservação e certificado de origem. Ao decidirem pelo respeito ao consumidor, irão descobrir que o custo da qualidade não precisa onerar o preço.

Uma outra categoria de características é denominada qualidade atrativa. Por definição, a qualidade atrativa inclui os atributos que podem surpreender o consumidor oferecendo um “algo mais” que os concorrentes ainda não tenham condições de oferecer (Felício, 1998). Em geral, o que é qualidade atrativa hoje, dentro de algum tempo será qualidade óbvia, e quem quiser ficar à frente da concorrência precisa estar sempre inovando.

No Brasil de hoje, uma carne, que, além da qualidade óbvia tivesse cor, maciez, suculência e sabor assegurados, e que fosse apresentada nos displays pré-cortada, corretamente embalada, com certificado de origem e indicações de preparo culinário, teria ao mesmo tempo qualidade óbvia e qualidade atrativa. Por algum tempo isto seria um importante fator de competitividade em relação aos concorrentes que disputam o mesmo mercado. E é exatamente isto que muitos comerciantes estão descobrindo, ainda que tardiamente.

Pretende-se, aqui, fornecer elementos de avaliação necessários ao aperfeiçoamento de quem se interessa pela melhoria da qualidade de carne. A classificação das características em dois grupos - físicas e organolépticas - tem caráter didático apenas, porque muitas delas, como a cor e a maciez, são propriedades físico-químicas, que podem ser avaliadas tanto por métodos físicos e químicos, como sensoriais.

Referência:

FELÍCIO, P.E. de. In: XXXVI Reunião Anual da SBZ, 1999, Porto Alegre. Anais. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia (no prelo).

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

As características organolépticas da carne são os atributos que impressionam os órgãos do sentido, de maneira mais ou menos apetecível, e que dificilmente podem ser medidos por instrumentos. É o caso dos atributos frescor, firmeza e palatabilidade, o primeiro envolvendo uma apreciação da aparência visual e olfativa; o segundo uma apreciação visual e tátil, e o terceiro, resultante de uma combinação de impressões visuais, olfativas e gustativas que se manifestam a partir da cocção, seguida da mastigação do alimento. Optou-se por apresentar a cor e a maciez como características físicas.

Frescor – é a impressão que se tem de que o produto é fresco, saudável. Trata-se de uma percepção visual e olfativa, que pode ser analisada sensorialmente através de análise descritiva quantitativa (ADQ), a partir de uma lista de palavras ou expressões (descritores) utilizadas para representar um determinado conceito ou atributo (Stone et al. 1974). Normalmente, este tipo de análise é feito em experimentos com o objetivo de comparar certos tratamentos como, por exemplo, a suplementação alimentar do gado com vitamina E e seus efeitos na aparência e vida de prateleira da carne. Comparam-se também os efeitos da raça ou do sexo e da castração dos bovinos na aceitação da carne em bandejas de isopor recobertas com filme permeável, exposta em display refrigerado. Entretanto, nesses testes é mais comum a avaliação da cor, do pH, da separação de líquido (“drip loss”) e as alterações desses atributos ao longo do período de exposição.

Para a avaliação subjetiva da cor sugere-se utilizar padrões fotográficos como o “Beef Color – Pictorial Beef Color Standards” (KSU, s/ data), que apresenta fotos numeradas de 1R (vermelho-cereja) a 5R (vermelho enegrecido), para cor da carne fresca; de 3Br (castanho claro) a 5Br (castanho escuro), para formação de meta-Mb, e 3BI (descolorida na estocagem) a 5BI (completamente descolorida), para carne congelada. Para avaliação da carne fresca e gordura da carcaça, ainda na câmara fria, pode-se utilizar cartões cromáticos - em mostruário semelhante ao das cores de tintas de pintura - desenvolvidos na Austrália (AUS-MEAT, 1992).

Firmeza – é uma característica percebida pelo consumidor, ou avaliada tecnicamente, em termos de consistência do material, que, no caso da carne desossada, é a estrutura formada de fibras musculares e tecido conjuntivo (fibras de colágeno e gorduras subcutânea, inter e intramuscular. O extremo oposto da firmeza, a flacidez, é muito freqüente em carne suína, como parte da anomalia PSE – “pale, soft and exudative meat” (carne pálida, flácida e exsudativa), mas não constitui problema na carne bovina. Esta propriedade da carne de ser mais ou menos firme é determinada em parte pela quantidade e distribuição das fibras de colágeno e da gordura. Assim, carnes refrigeradas ricas em gordura, principalmente intramuscular, e as ricas em colágeno, mesmo à temperatura ambiente, aparentam firmeza, solidez. Outros fatores que influenciam muito a firmeza são a temperatura (quanto mais próximo de $-0,5^{\circ}\text{C}$ melhor) e a capacidade de retenção de água (CRA), ou seja, carnes com baixa CRA são pouco firmes e as de alta CRA ($\text{pH}>5,8$) tendem a ser muito firmes. É interessante notar que, se por um lado a firmeza da carne é um item importante da aparência, por outro, os fatores que a influenciam positivamente, exceto o frio, podem ser indesejáveis.

Palatabilidade – é a percepção que se tem do alimento preparado por um dos processos usuais de cozimento, escolhendo-se o mais adequado para cada corte comercial. Em geral, nas pesquisas, testa-se a palatabilidade de um ou mais dos seguintes cortes: contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*), do coxão mole (m. *Semimembranosus*) e da paleta (m. *Triceps brachii*), que podem ser igualmente assados em forno pré-aquecido e que são representativos das carnes para assar, fritar ou grelhar. Outros cortes cárneos, comumente usados para assados de panela, podem também ser assados em forno, porém por um tempo maior e envoltos em laminado de alumínio para reter a umidade.

A análise sensorial pode ser do tipo ADQ, em escala não estruturada (retas contínuas de 9 ou 10cm) ancorada nas extremidades com descritores apropriados, ou em escala hedônica estruturada de sete ou oito pontos. Nesses testes, usualmente pede-se aos provadores que avaliem os atributos maciez, intensidade do sabor, sabor e aroma estranhos, suculência e aceitação global. Para o ADQ, os provadores devem ser sempre treinados, nos demais testes pode-se utilizar equipes de meia dúzia de provadores treinados, ou consumidores em números bem maiores. A carne é assada em forno pré-aquecido a 170°C, até a temperatura interna de 68 – 70°C (AMSA, 1978) e servida sem sal ou condimentos, exceto quando se recomenda ao consumidor que prepare a carne a seu critério e a sirva no ambiente doméstico.

O problema associado a esses testes, e a todas as pesquisas que deles se utilizam, principalmente na questão da palatabilidade, é que eles são influenciados pelos hábitos regionais e temporais de consumo alimentar. Assim, por exemplo, a carne de sabor brando de gado jovem de confinamento, que tanto agrada ao paladar dos norte-americanos, pode parecer insípida ao gosto dos brasileiros, que estão habituados a uma carne de sabor intenso. Para o atributo maciez, quando os provadores são treinados, em geral as conclusões podem ser extrapoladas de uma situação a outra porque a seleção e o treinamento é feito de modo a que o provador funcione quase como um instrumento de medida. De qualquer modo é sempre interessante contar com uma equipe treinada para avaliar rotineiramente - principalmente na fase de desenvolvimento do produto - a palatabilidade da carne que se quer comercializar. Sendo recomendável fazer periodicamente uma análise sensorial com consumidores, para verificar se a equipe treinada está discriminando bem entre o que realmente importa para vender o produto e o que é indesejável.

Savell et al. (1987) utilizaram análise sensorial para verificar se os consumidores poderiam detectar diferenças na palatabilidade de bifes que diferiam quanto à marmorização, e se haveria preferência regional por bifes com graus “alto”, “médio” e “baixo” de marmorização. Pediram aos consumidores que preparassem os bifes (2,5cm de espessura) de contrafilé da maneira que estavam acostumados a fazer e avaliassem cada bife utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, onde 9=extremamente desejável, e 1=extremamente indesejável. Cada consumidor selecionado em três grandes metrópoles recebeu um bife por semana, durante sete semanas. Concluíram que havia diferenças regionais na maneira como os consumidores reagiam às variações no marmorizado da carne, sendo maior a probabilidade dos consumidores em uma região darem nota baixa (<4) a uma carne com marmorizado “baixo”, do que em outras.

No mesmo experimento, os autores realizaram testes com procedimentos padronizados e equipe de oito provadores treinados, que degustaram e atribuíram notas numa escala de 1 (extremamente suculenta, macia ou saborosa) a 8 (extremamente seca, dura ou sem gosto) a pedaços de 1 x 1 x 2,5cm. Mediram também a força de

cisalhamento em célula de Warner-Bratzler (WB), e concluíram que as avaliações feitas pela equipe treinada concordavam com as dos consumidores, isto é, na medida em que diminuía o grau de marmorização de “levemente abundante” a “traços”, os escores de maciez, suculência e intensidade de sabor também diminuía e a força WB aumentava (Figura 1).

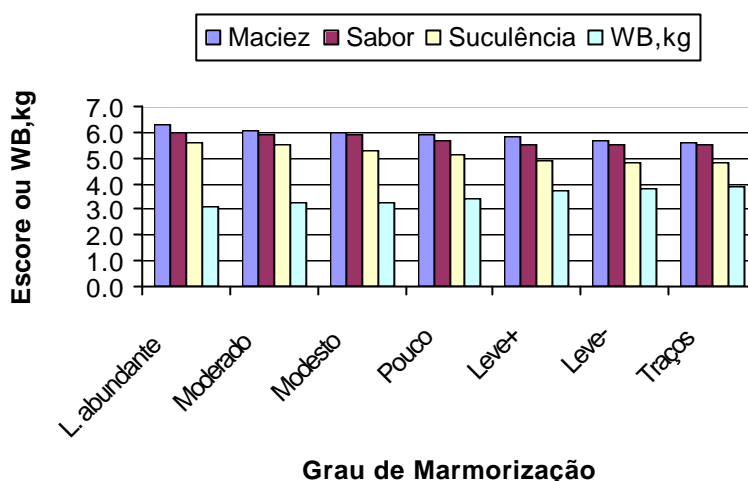


FIGURA 1. Avaliação sensorial de maciez, suculência, sabor com equipe treinada e força de cisalhamento com Warner-Bratzler (WB). Fonte dos dados: Savell et al. (1987).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CARNE

As características físicas são aquelas propriedades mensuráveis, como cor e capacidade de retenção de água da carne fresca e maciez da carne cozida. Estas podem ser avaliadas subjetivamente ou medidas com aparelhos específicos. Vale salientar que na moderna metodologia de desenvolvimento de produto, denominada QFD – Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade), os atributos de qualidade organoléptica “percebida pelo consumidor” são denominados “qualidade exigida” e aqueles mensurados em laboratório são denominados “características de qualidade”. No QFD, depois de “ouvir” o que o consumidor tem a dizer sobre o produto, procura-se traduzir a “voz do consumidor” em “características de qualidade”, medidas física ou quimicamente, e até mesmo sensorialmente.

Cor

Em condições normais de conservação, a cor é o principal atrativo dos alimentos. A cor da carne reflete a quantidade e o estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina (Mb).

A quantidade de Mb num determinado corte de carne bovina varia principalmente com a atividade física dos músculos que o compõem e a maturidade fisiológica do animal ao abate. Alguns músculos são mais solicitados do que outros e, como consequência, apresentam grande proporção de fibras (células) vermelhas entre as fibras brancas, essas últimas sempre em maior número. Os bovinos terminados a pasto se exercitam mais e, geralmente, são abatidos mais velhos; assim, por exercício e maturidade, sua carne tem maior concentração de Mb e, conseqüentemente, maior saturação da cor

vermelha do que a dos confinados. A carne de touros também tem maior concentração de Mb, quando comparada à de novilhos e novilhas.

O estado químico da Mb depende da valência do íon ferro localizado no interior do heme (anel de porfirina). Quando o íon ferro se encontra no estado reduzido (ferroso, Fe^{+2}), ele pode se ligar a uma molécula de água ou de oxigênio molecular. Na ausência de oxigênio molecular, como ocorre no interior das peças ou nas carnes à vácuo, decorridas 8 – 12 horas do fechamento da embalagem, o íon Fe^{+2} combina-se com a água, a Mb torna-se desoxi-Mb e adquire uma coloração vermelho-escura, de baixa luminosidade; mas quando o íon Fe^{+2} se liga ao oxigênio do ar, nas situações de exposição em embalagem permeável aos gases, ou ainda nas atmosferas controladas, a Mb transforma-se em oxi-Mb (MbO_2) e a carne bovina adquire uma atraente coloração vermelho-cereja, de maior luminosidade.

Por outro lado, quando o íon ferro do heme se oxida (estado férrico, Fe^{+3}) sob baixa tensão de oxigênio, que se verifica em embalagem semipermeável e nas situações em que nem a ausência nem a presença de oxigênio é total, a Mb transforma-se em metamioglobina (meta-Mb) marrom, indesejável do ponto de vista comercial. A meta-Mb assim formada ainda pode ser revertida a desoxi-Mb e, em seguida, oxigenada. Entretanto, no caso da meta-Mb formar-se por exposição prolongada à luz e ao oxigênio, a redução de Fe^{+3} a Fe^{+2} já não será possível.

De acordo com MacDougall (1994) não existe uma recomendação geral quanto ao procedimento de mensuração da cor, pois os instrumentos de medida - colorímetros e espectrofotômetros - podem ter características distintas quanto ao diâmetro da abertura (10 - 22mm), tipo de iluminante (fonte C, que simula a luz do dia, ou D_{65} , que simula a luz do dia, porém nublado) e ângulo de observação (2° e 10° , por exemplo), produzindo resultados semelhantes, mas não iguais. A Comissão Internacional de Iluminação (CIE, 1986) tem enfatizado o uso de fonte D_{65} e ângulo de 10° , mas como nem todos os aparelhos possuem tais opções, é importante fazer constar dos relatórios e trabalhos de pesquisa as condições em que foram obtidas as leituras.

Existem alguns métodos tradicionalmente utilizados para se medir a cor e os bons colorímetros, em geral, permitem que se faça a leitura em qualquer um deles, ou em eles. Os métodos mais conhecidos são o espaço ("color space")¹ Yxy, desenvolvido a partir dos valores triestímulos XYZ e os espaços $L^* a^* b^*$, $L_H a_H b_H$, e L^*C^*h .

Espaço Yxy - o conceito para os valores XYZ é baseado na teoria dos três componentes da visão de cor (vermelho, verde e azul) e no fato de que todas as cores são vistas como misturas dessas três cores primárias, porém os resultados são de difícil interpretação. Assim, a CIE definiu, em 1931, o espaço Yxy, bidimensional, onde o Y é igual ao Y do triestímulos, e xy são as coordenadas cromáticas calculadas, onde:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad e \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

O manual "Precise Color Communication" (Minolta, 1993), traz como exemplo a mensuração de cor de uma maçã, cujas coordenadas XYZ têm valores 21,21, 13,37 e 9,32, respectivamente. Convertendo-se para o espaço Yxy tem-se as coordenadas cromáticas ($x = 0,4832$ e $y = 0,3045$) que correspondem a um ponto no diagrama de

¹ "Color space" é um método para expressar a cor de um objeto ou uma fonte de luz usando notação numérica.

cromaticidade², e o valor de $Y = 13,37$ indica que a maçã tem uma reflectância de 13,37% numa escala de 0 a 100, onde 100 é a percentagem de reflexão da cor branca. Uma amostra de contrafilé (m. *L. dorsi*), representativa da carne zebuína brasileira, apresentou valores de 11,83, 10,52 e 10,54 para XYZ, e, 0,3596 e 0,3199 para xy, respectivamente. Comparando-se os valores de Y, vê-se que a maçã refletiu mais luz e, pelas coordenadas xy, era muito mais cromática do que a carne.

Espaço $L^* a^* b^*$ - também conhecido como CIELAB, foi desenvolvido pelo CIE em 1976 e é muito utilizado em todas as áreas onde a mensuração de cor é necessária. Neste espaço, L^* indica luminosidade e a^* e b^* são as coordenadas de cromaticidade, onde o eixo $-a^* \text{-----} +a^*$ vai de verde a vermelho, e $-b^* \text{-----} +b^*$ vai de azul a amarelo. Em cada uma dessas direções (eixos a e b), quando se caminha para as extremidades tem-se maior saturação da cor. No exemplo da maçã, os valores de L^* , a^* e b^* foram 43,31, 47,63 e 14,12, sendo que, agora, as coordenadas a^* e b^* correspondem a um ponto no diagrama de cromaticidade a^* , b^* . No caso da amostra de carne, os valores foram 38,75, 11,00 e 5,07 para $L^* a^* b^*$, respectivamente. Portanto, neste espaço a maçã também refletiu mais e foi muito mais vermelho-amarela do que a carne.

Espaço Hunter Lab - desenvolvido por R.S. Hunter, baseia-se no mesmo conceito do CIELAB, porém as leituras diferem um pouco. Para a maçã, os valores de L_H , a_H , b_H , conforme o manual Minolta mencionado, foram 36,56, 42,18 e 8,84, respectivamente, e os valores correspondentes para a amostra de carne foram 32,43, 8,33 e 3,44.

Espaço $L^* C^* h$ - é muito semelhante ao $L^* a^* b^*$ e utiliza o mesmo diagrama $a^* b^*$ de cromaticidade, porém as coordenadas são cilíndricas, definidas por C^* (croma) e h (ângulo de tom), onde:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad e \quad h = \tan^{-1} \left\{ \frac{b^*}{a^*} \right\}$$

L^* é o mesmo do espaço $L^* a^* b^*$. Para a maçã o $C^*=49,68$ e $h=16,5$ e os valores correspondentes para a carne foram 12,11 e 24,70. Percebe-se aí que o croma da carne ($C^*=12,11$) está muito mais próximo do ponto central do diagrama (cromaticidade zero), do que do croma da maçã ($C^*=49,68$), sendo esta a diferença que realmente interessa, porque na vizinhança do ponto central, até $C^*=20$, os valores angulares são pouco importantes.

Do ponto de vista prático, recomenda-se trabalhar com o espaço CIELAB ou $L^* C^* h$ e fornecer marca e modelo do colorímetro, abertura, fonte de luz e ângulo de observação. Recomenda-se, ainda, utilizar amostras de carne de pelo menos 1cm de espessura e fazer as medidas após um tempo padrão de exposição ao ar, que pode ser de 30 ou 60 minutos, em ambiente refrigerado a 0-5°C, em bandejas de isopor recobertas com filme permeável, para uma boa oxigenação da Mb. Para se fazer uma estimativa da percentagem de meta-Mb, em estudos de shelf-life, é preciso um espectrofotômetro e seguir metodologia descrita na literatura, inclusive por MacDougall (1994).

Capacidade de retenção de água (CRA)

² Os diagramas de cromaticidade não são apresentados aqui devido à impressão do texto em branco e preto.

Segundo Honikel & Hamm (1994) uma pequena parte (0,1%) da água intracelular do tecido muscular (0,5g H₂O/100g proteína) é “água de constituição”, intimamente ligada às moléculas dos miofilamentos. Uma outra parte (5-10%), denominada “água interfacial”, encontra-se na superfície das proteínas, tem uma mobilidade relativamente restrita e permanece líquida mesmo após o congelamento (-20°C). Quanto ao restante (90-95% da H₂O intracelular) discute-se se sofreria alguma atração a partir das proteínas, ou se seria livre, contida apenas pela membrana celular (sarcolema).

Há ainda a água que ocupa os espaços extracelulares (cerca de 10% da água dos músculos *in vivo*), cujas dimensões e quantidade de água, no pós-rigor, estaria na dependência das condições em que se desenvolve o *rigor mortis* e a velocidade e extensão do declínio de pH que o acompanha.

A CRA tem sido definido como a habilidade da carne para reter parcial ou totalmente a água nela contida, e conforme os autores citados, há três grupos de procedimentos básicos para medir, ou melhor, indicar tendência de CRA - porque não existe um valor real para esta propriedade: 1) nenhuma força é aplicada; 2) aplicação de força mecânica, e 3) aplicação de calor.

Nenhuma força é aplicada - medem-se as perdas de peso por extravasamento de água extracelular, submetendo-se amostras de carne apenas à força da gravidade, pendurando-as em trilho de uma câmara fria, protegidas com sacos plásticos, por um tempo determinado.

Aplicação de força mecânica - aplica-se pressão positiva ou negativa; de modo a forçar o extravasamento de água intra e extracelular; exemplos disto são os métodos de centrifugação e de compressão em papel de filtro, mas os resultados apenas revelam uma tendência do que poderá ocorrer com essa carne durante a comercialização.

Aplicação de calor - os métodos deste grupo servem para medir a liberação de água intra e extracelular de amostras submetidas ao cozimento, que desnatura as proteínas da carne.

A escolha do método vai depender da utilização que se dará à carne, assim, os do primeiro e segundo grupos são mais adequados aos cortes cárneos comercializados sob refrigeração em display, enquanto os do terceiro grupo são preferidos quando o objetivo é a elaboração de carnes pré-cozidas. Entretanto, seja qual for o método escolhido é importante padronizar o tamanho e o peso das amostras de carne, e as condições de tempo, temperatura e pressão, conforme o caso.

Para os fins práticos, em se tratando de carne bovina, só vale a pena fazer essas medidas em certos experimentos como os de estimulação elétrica ou de velocidade de resfriamento de carcaças; nos primeiros, porque as alterações na curva de declínio de pH podem acarretar uma redução na CRA dos cortes cárneos nos quais a queda de pH é mais brusca, e nos últimos, porque pode ocorrer um encurtamento dos sarcômeros³ (“cold shortening”), ocasionando uma redução da CRA.

Maciez

³ Sarcômero é a menor unidade estrutural das miofibrilas; em repouso chega a medir 2,25µm e após o *rigor mortis*, 1,4-1,8µm, dependendo da liberdade que o músculo tiver para contrair e de estímulos externos, como frio e calor. Ver também Wheeler, T.L.; Koohmaraie, M. *J.Anim. Sci.*, v.72, p. 1232-1238, 1994.

Alguns cientistas, como Dransfield (1994), utilizam os termos “tenderness” (maciez), quando tratam de medidas físicas da resistência da carne cozida à compressão ou cisalhamento, e “sensory tenderness” (maciez sensorial) para designar a resistência à mastigação detectada por provadores. E as pesquisas têm demonstrado que existem correlações de média a alta entre os resultados da mensuração física e da avaliação sensorial desse atributo, ou seja, uma carne considerada macia com base, por exemplo, na força de cisalhamento, tem grande probabilidade de ser considerada macia por provadores treinados. Por isso mesmo, diante das dificuldades que se tem para formar e manter um bom time de análise sensorial, muitos pesquisadores têm optado pelos testes mecânicos de maciez.

Muitos fatores podem influenciar a maciez da carne bovina, como genética, sexo, maturidade, acabamento, promotores de crescimento, velocidade de resfriamento, taxa de queda de pH, pH final e tempo de maturação. As comparações de tratamentos experimentais envolvendo esses e outros fatores podem ser feitas com base na força de cisalhamento em célula de Warner-Bratzler.

Pesquisadores do Meat Animal Research Center, Clay Center, NE, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, recomendam um procedimento padrão a ser seguido por laboratórios certificados para analisar a maciez da carne de bovinos em programas de melhoramento genético⁴. Alguns tópicos de tal procedimento são destacados a seguir.

- sempre que possível, registrar temperaturas de resfriamento e, se for o caso, o tipo de estimulação elétrica das carcaças no abate;
- retirar um bife ("steak"), de 2,5cm de espessura, do contrafilé (m. L. dorsi) entre a 12^a costela e a 5^a vértebra lombar, sem osso e sem excesso de gordura;
- 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, então, 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 quatro de cada vez) em forno elétrico até a temperatura interna atingir 40°C, virar a amostra e continuar até a temperatura atingir 71°C (cf. a AMSA, o forno deve ser pré-aquecido a 170°C);
- deixar esfriar à temperatura ambiente e colocar na geladeira a 2 a 5°C de um dia para o outro, antes de remover as pequenas amostras cilíndricas;
- remover seis a oito amostras cilíndricas de 1,27cm de diâmetro paralelamente à orientação das fibras musculares⁵; conservando essas amostras em geladeira até o cisalhamento, e
- utilizar o aparelho de Warner-Bratzler ou outro aparelho com célula de WB acoplada e velocidade fixada a 20cm/min.

Em experimento feito com carne de zebuínos do estado de São Paulo, bifes de contrafilés (m. *L. dorsi lumborum*) de carcaças de maturidade USDA A, C e E, maturados por 7 e 21 dias, foram cortados e assados. Os cilindros de 1,27cm de diâmetro foram retirados de duas maneiras: manual e paralelamente à orientação das fibras musculares, e mecanicamente, com um vazador adaptado a uma furadeira elétrica, perpendicularmente à superfície do bife. O teste de maciez foi feito com aparelho de

⁴ Ver homepage <http://www.marc.usda.gov> ou contatar Kathy Mihm, Sensory Lab Manager/Marc/USDA para mais detalhes.

⁵ Ver Kastner, C.L. & Henrickson, R.L. Providing uniform meat cores for mechanical shear force measurement. J.Food Sci., v.34, p.603, 1969.

Warner-Bratzler (Francis et al., 1981). Os autores concluíram que, se o interesse principal é por diferenças relativas (por exemplo, entre tratamentos num determinado experimento), então os dois métodos de retirar amostras cilíndricas dão resultados semelhantes (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Médias de força de cisalhamento WB (kg), por tempo de maturação, maturidade óssea das carcaças e método de amostragem, segundo Francis et al.(1981).

Método de amostragem	Maturidade óssea das carcaças			F
	A	C	E	
<u>7 dias de maturação</u>				
Manual ^a	5,47	5,16	5,34	0,43 ^{ns}
Mecânico ^b	5,00	4,70	5,11	0,38 ^{ns}
<u>21 dias de maturação</u>				
Manual	4,16	4,57	4,49	0,04 ^{ns}
Mecânico	4,48	4,56	4,34	0,06 ^{ns}

^aAmostras retiradas à mão, paralelamente à orientação predominante das fibras musculares.

^bAmostras retiradas com furadeira e vazador, perpendicularmente à superfície do bife.

^{ns}Diferenças entre maturidades dentro de método e tempo de maturação, não significantes (P>0,10)

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Spearman ("rank") entre métodos de amostragem, por tempo de maturação, geral e por grupo de maturidade, segundo Francis et al. (1981).

Maturidade óssea	7 dias de maturação	21 dias de maturação
Geral	0,84 ^{***}	0,75 ^{***}
A	0,90 ^{***}	0,92 ^{***}
C	0,84 ^{**}	0,73 ⁺⁺
D	0,85 ^{**}	0,56 ⁺

^{**}P<0,01; ^{***}P<0,001; ⁺⁺P<0,02; ⁺P<0,10.

É interessante notar que não foram detectadas diferenças (P<0,05) na maciez entre os grupos de maturidade em ambos os métodos (Tabela 1). O grupo C era mais pesado e mais gordo do que o A e o grupo E era mais pesado e mais gordo do que o C. Assim, é possível que o peso e o acabamento tenham influenciado a velocidade de resfriamento, mascarando uma possível diferença a favor da maturidade mais jovem. Mas, considerando-se o limite de 4,6kg, entre carne macia (<4,6kg) e dura (>4,6kg), proposto por Shackelford et al.(1991) cit. p. Chrystall (1994), as médias de maciez (WB) dos três grupos indicaram que a carne, maturada por 7 dias, era dura, e, maturada por 21 dias, ficava macia.

Vê-se também que todos os coeficientes de correlação foram estatisticamente significantes (P<0,01 e abaixo), com exceção daqueles para 21 dias nos grupos C e E (Tabela 2), o que segundo os autores pode ter ocorrido nessas classes que tinham menor variabilidade na maciez da carne.

Rubensam et al. (1998), relataram diferenças (P<0,05) na atividade de calpastatina no 1º. dia e na força de cisalhamento WB tanto no 1º. como no 10º. dia *post mortem*, entre a carne (contrafilé, m. *L. dorsi*) de novilhos Polled Hereford (HH, n=14) e

5/8Hereford 3/8Nelore (5/8H3/8N, n=5), mas o grupo genético 3/4H1/4N (n=7) deu médias intermediárias, que não diferiram ($P>0,05$) dos dois outros grupos. Relataram também que o coeficiente de correlação entre força WB e atividade de calpastatina⁶, medidas no 1º. dia *post mortem*, foi positivo ($r=0,59$) e significante ($P<0,01$).

Tabela 3. Atividade de calpastatina no 1º. dia *post mortem* e maciez do contrafilé de novilhos de três diferentes genótipos, segundo Rubensam et al. (1998).

Atributo	Grupos genéticos			P
	HH	3/4H1/4N	5/8H3/8N	
Calpastatina 1º. dia (U/g carne)	1,67 ^a	1,79 ^{ab}	2,65 ^c	**
Força WB 1º. dia (kg)	6,10 ^a	6,41 ^{ab}	8,12 ^c	*
Força WB 10º. dia (kg)	3,67 ^a	4,10 ^{ab}	5,00 ^b	**

^{abc}Médias com superescritos diferentes na mesma linha, diferem ($P<0,05$).

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; ns= $P>0,05$.

Considerando-se o limite já citado de 4,6kg, a carne dos três tratamentos era dura no 1º. dia e, com exceção do grupo 3/8 (37,5%) Nelore, macia no 10º. dia *post mortem*.

RESUMO E CONCLUSÕES

Para transformar uma mercadoria como a carne bovina em um produto que, além de atributos de qualidade óbvia também apresente qualidade atrativa, é importante compreender bem o que pode e deve ser avaliado em testes organolépticos e medido em testes físicos. Neste texto, procurou-se classificar os atributos da carne segundo os procedimentos mais usuais de análise. A respeito de frescor, firmeza e palatabilidade conclui-se que é importante treinar e manter uma equipe de análise sensorial e, a cada certo tempo, fazer testes de consumidores. Pode-se utilizar o sistema de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) ou uma escala hedônica, estruturada ou não, para avaliar características de frescor, firmeza e palatabilidade. Para a cor da carne e da gordura, recomenda-se a avaliação subjetiva com base em padrões fotográficos ou cartões coloridos, mas sempre que for possível é importante medir com colorímetro ou espectrofotômetro, em condições padronizadas, num dos espaços preconizados pela Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), especialmente o L* (luminosidade), a* (-a=verde; +a=vermelho) e b* (-b=azul; +b=amarelo). Quanto à CRA, há três grupos de procedimentos básicos para indicar a tendência de maior ou menor retenção de água: 1) nenhuma força é aplicada; 2) aplicação de força mecânica, e 3) aplicação de calor. A escolha do método vai depender da utilização que se dará à carne, como por exemplo, exposição em displays refrigerados, ou cozimento e elaboração de pratos para aquecer e servir. Entretanto, só vale a pena fazer essas análises com carne bovina quando se testam fatores que possam influenciar a velocidade de resfriamento ou a curva de pH das carcaças, ou ambas. As comparações de maciez envolvendo genética, sexo, maturidade, acabamento, tempo de maturação e outros fatores, podem ser feitas com o dispositivo de Warner-Bratzler acoplado no aparelho de mesmo nome ou em outros texturômetros. Em geral, as amostras para este teste são cilindros de 1,27cm de diâmetro, retirados de bifes de 2,5cm de espessura, previamente assados até 70°C em forno pré-aquecido a 170°C.

⁶ Parte do sistema calpaínas, a calpastatina é um inibidor natural da proteólise enzimática (maturação) da carne. Atribui-se à maior atividade desta enzima a maciez inferior da carne de gado com genótipo $>1/4$ Bos indicus. Ver também Koohmaraie, M. Muscle proteinases and meat ageing. *Meat Sci.*, v.36, p. 93-104, 1994.

BIBLIOGRAFIA

- AMSA. American Meat Science Association Guidelines for Cookery and Sensory Evaluation of Meat. National Livestock and Meat Board, Chicago, Illinois, 1978.
- AUS-MEAT. Meat and Fat Colour Standards. Division of Chiller Assessment. Woolloongabba, Queensland, 1992.
- CHRYSTALL, B. Meat Texture Measurement. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. Eds. Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products, Adv. Meat Res. – 9, capítulo 12, p. 316-336, 1994.
- CIE. Colorimetry, 2nd ed., CIE Publications n. 15.2, Commission Internationale de l'Eclairage, Viena, 1986.
- FELÍCIO, P.E. de. Desdobramento da Função Qualidade da Carne Bovina. Higiene Alimentar, São Paulo, v.12, n.54, p.16-22, 1998.
- FRANCIS, S.J., ALLEN, D.M., KASTNER, C.L.; FELÍCIO, P.E. de. The effect of coring method on beef Longissimus muscle shear force values. J. Anim. Sci., v.32, n.6, p.1294-1297, 1981.
- HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Measurement of Water-Holding Capacity and Juiciness. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. Eds. Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products, Adv. Meat Res. – 9, capítulo 5, p. 125-159, 1994.
- KSU. Beef Color- Pictorial Beef Color Standards. Circular n. 398, Department of Animal Science & Industry, Kansas State University, Manhattan-Kansas, s/ data.
- MACDOUGALL, D.B. Colout of meat. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. Eds. Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products, Adv. Meat Res. – 9, capítulo 3, p. 79-93, 1994.
- MINOLTA. Precise Color Communication – Color Control, from Feeling to Instrumentaion. Minolta Camera Co., Ltd., Osaka-Japan, 1993, 49 pp.
- RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E. de; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo Bos indicus na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. Ciênc. Tecnol. Aliment., v.18, n.4, p. 405-409, 1998.
- SAVELL, J.W. et al. National consumer retail beef study: palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. J. Food Sci., v.52, n.3, p.517-519, 1987.
- STONE, H. et al. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technology, v.28, n.11, p.24-34, 1974.