

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO
DA TEXTURA
DA CARNE

Maria Amélia Chaib
Eng^o Tecnólogo de Alimentos

Orientador:

Dr. M.A.Rao

Professor da Faculdade de Tecnologia de Alimentos

Dissertação apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Ciências em Tecnologia de Alimentos.

À memória de meu pai

A G R A D E C I M E N T O

aos Professores:

- Doutor M.A.RAO, pela orientação inteligente e objetiva.
- Doutora RUTH DOS SANTOS GARRUTI, pela dedicação e valiosa colaboração.
- Doutor ANDRÉ TOSELLO, D.D. Diretor da Faculdade de Tecnologia de Alimentos desta Universidade, que dimensiona um profundo equilíbrio técnico-científico, na expressão humana de sua personalidade.
- e a TODOS que se fizeram presentes às nossas preocupações na feitura deste TRABALHO;

RECONHECIMENTO

ADMIRAÇÃO

AMIZADE

Í N D I C E

	página
RESUMO	
SUMMARY	
INTRODUÇÃO	1
 I- TEXTURA	 3
A. Definição	4
B. Classificação	6
C. Importância da textura na tecnologia da carne	12
 II- METODOLOGIA	 14
A. Métodos objetivos	14
B. 1- Reologia - Conceitos elementares relativos ao estudo da textura	15
2- Princípios de alguns aparelhos para textura da carne e resultados de sua aplicação	26
3- Avaliação crítica dos métodos	39
B. Métodos subjetivos	40
1- Importância da avaliação sensorial	41
2- Métodos Estatísticos-Sensoriais	44
- Resultados e aplicação dos testes feitos com equipe de laboratório e equipe massal	45
- Preparo da amostra e amostragem	74
3- Avaliação crítica dos métodos	77
C. Discussão dos métodos objetivos e subjetivos já empregados na pesquisa	78
D. Conclusões	79
 III- GLOSSÁRIO DE TERMOS APLICADOS NO ESTUDO DA TEXTU- RA	 83
 IV- BIBLIOGRAFIA	 91

R E S U M O

As propriedades da textura dos alimentos são estudadas usando os métodos objetivos e subjetivos. A carne, particularmente, é o objeto de muitos estudos. Devido, a importância da carne como um produto de exportação no Brasil, o presente trabalho foi obtido da revisão dos importantes métodos objetivos e subjetivos usados para medir e julgar os atributos de qualidade (parâmetros) da textura.

Na introdução é feita uma revisão de várias definições de textura empregada na literatura e também a importância da textura da carne. Observa-se que as medidas da textura em carne se referem especialmente a tenrura e a suculência.

Após uma breve introdução aos princípios básicos da reologia (tais como compressão, cisalhamento etc) e de vários aparelhos que medem objetivamente a textura (Warner-Bratzler, L.E.E.Kramer, Instron, etc) faz-se um ligeiro comentário sobre os mesmos. A natureza e a utilidade das informações obtidas por esses aparelhos são criticamente examinadas.

Os métodos subjetivos empregados por vários pesquisadores (tais como testes de diferenças de qualidade, método de perfil de textura, etc) são classificados e discutidos detalhadamente.

A correlação entre os métodos subjetivos e objetivos é discutida em muitos trabalhos, observando-se que boas correlações entre os dois métodos são obtidas em alguns estudos.

Em trabalhos onde não foi conseguida boa correlação as razões, mais comuns, são a amostra testada não ser bem selecionada ou o método objetivo não medir a propriedade reológica es

pecífica.

Finalmente um glossário de palavras usadas em português no estudo da medida da textura é apresentado. Foram incluídas no glossário as palavras correspondentes em inglês, o que poderá servir como um dicionário aos pesquisadores nas análises objetiva e subjetiva da textura.

Espera-se que o glossário possa ser expandido e modificado com novas palavras e definições, respectivamente, contribuindo ainda mais para o estudo reológico-sensorial tão complexo que é o da textura.

S U M M A R Y

Textural properties of foods are studied using both objective and subjective methods. In particular meat has been the object of numerous studies. Due to the importance of meat as an export commodity of Brazil, the present study was undertaken to review the important objective and subjective methods available for the determination of its textural properties.

As an introduction we have reviewed the various definitions of texture employed in the literature and the importance of texture in meats. We have noted that texture measurement in meats usually refers to tenderness and juiciness.

After a brief introduction to rheology, the basic principles (such as compression, shear, etc.) on which several objective texture measuring devices (such as the Warner-Bratzler, the L.E.E.Kramer, the Instron etc.) are based are discussed. The nature and utility of the information obtained from these devices are critically examined.

The subjective methods employed by various researchers (such as the difference test; quality test, texture profile method etc) have been classified and discussed in detail.

The correlation between the results of the subjective and objective methods was discussed in a number of studies. We have noted that good correlation between the two methods was obtained in some studies. In studies where good correlation was not obtained the more common reasons given were that either the sample tested was not selected properly

or that the objective device did not measure the specific rheological properly.

Finally a glossary of words in Portuguese useful in texture measurement studies is presented.

We have included in the glossary the corresponding English words, so that it may serve also as a dictionary to workers in the area of texture measurement.

It is hoped that the glossary can be expanded and modified as new words and meanings are introduced respectively.

INTRODUÇÃO

A textura é, sem dúvida, a propriedade psicofísica de maior importância nos alimentos e mais especificamente na carne. É formada por um conjunto de muitas propriedades, que são percebidas pelos sentidos humanos individualmente, e são depois levadas pelos feixes nervosos ao cérebro, onde há uma completa e total impressão de qualidade.

O objetivo deste trabalho é proporcionar, a um possível interessado, o conhecimento dos métodos reológico-sensoriais, até hoje utilizados para medir a textura da carne e a apresentação de um glossário de termos contribuindo para o bom entendimento dos métodos aplicados.

No capítulo I, diversas definições e classificações de textura são apresentadas, bem como a importância dessa característica na tecnologia da carne.

No capítulo II são descritos os métodos objetivos, isto é, aqueles que utilizam instrumentos e medidas físicas; princípios de alguns aparelhos mais modernos utilizados em laboratório e na indústria. Descrevem-se, ainda os métodos subjetivos, isto é, aqueles que utilizam equipes de degustadores ("taste testing panels"), também chamados métodos estatísticos sensoriais.

No capítulo III estão compilados os termos mais usados na análise da textura, e seu correspondente na língua inglesa. Isto servirá como guia aos estudantes e investigadores que se dedicam ao estudo da textura e também contribuirá para que todos que trabalham neste campo possam falar a mesma linguagem.

Finalmente, no capítulo IV é apresentada uma lista bi
bliográfica dos trabalhos consultados para a elaboração desta
tese.

I - T E X T U R A

O que é textura?

Para o consumidor, textura significa o grau de aceitabilidade em função da qualidade de ser macia ou não, suculenta ou não. Assim é que nenhum consumidor aprecia comer um bife duro demais ou uma maçã demasiadamente mole.

Para o produtor, significa o conjunto de todas as propriedades sensoriais de um alimento.

Para o psico-fisiologista, significa as sensações quínestéticas (aquelas localizadas nas raízes dos dentes, músculos e tendões usados na mastigação).

Para o físico, significa uma qualidade complexa relacionada com a viscosidade, elasticidade e outras propriedades físicas dos alimentos.

Para o tecnologista de alimentos, significa uma das três propriedades primárias dos alimentos que se relaciona inteiramente ao sentido do tato ou percepção e é potencialmente capaz de ser medida objetivamente com precisão por meios mecânicos em unidades de massa ou força.

Pesquisas sobre textura estão sendo iniciadas e tratadas como um assunto bastante específico. Tal é a sua importância que em 1969 foi criado um periódico trimestral editado na Holanda - Journal of Texture Studies - constituindo uma revista internacional sobre assuntos de Reologia, Psico-reologia, Métodos físicos e sensoriais de alimentos e de produtos farmacêuticos.

Após um grande levantamento bibliográfico notou-se que é aconselhável, sempre que possível, correlacionar avaliações instrumentais com as sensoriais, estabelecendo-se uma relação que permita ao pesquisador, predizer as características sensoriais da textura dos alimentos, pelas medidas físicas e vice-versa.

A- Definição de textura - A palavra textura vem do latim e significa "tecer". Foi inicialmente aplicada à indústria têxtil, quando utilizada para constatar certas características visuais e táteis dos tecidos. Analogamente, pode ser aplicada a outras classes de objetos incluindo alimentos.

O dicionário Caldas Aulete (8) define-a como "união íntima das partes de um corpo que formam um como tecido; textura das fibras", enquanto que o dicionário Webster (85) apresenta-a como "a disposição característica ou conexão de filamentos tecidos, a disposição ou maneira de união das partículas de um corpo ou substância".

Nestes últimos 50 anos a palavra textura passou a ser usada e constantemente aplicada para especificar uma das características de qualidade dos alimentos.

H.R. Smith define textura menos especificamente, considerando-a como "a rigidez das unidades dos sólidos" e a diferença de consistência.

Martin (49) define a textura da bala como "a soma ou resultado de muitas propriedades físicas, incluindo densidade, dureza, plasticidade.

Ball (10) mostra a necessidade de uma boa definição, e juntamente com os seus colaboradores, tentaram encontrar uma definição que pudesse ser usada; propuseram duas definições: a

primeira, levando em conta a visão (aspeto), e a segunda, considerando a sensação. Assim, para carne definiram, de acordo com o aspecto: "É a aparência microscópica de tecido muscular sob o ponto de vista de suavidade ou finura das partículas". De acordo com a sensação: "A textura da carne cozida é a sensação de suavidade e finura do músculo na boca". Essas definições mostram dois elementos importantes da textura:

- 1- a estrutura física do material (sua geometria).
- 2- o meio pelo qual o material é manuseado e sentido na boca (suas propriedades mecânicas de superfície).

Matz (50) definiu como "a experiência mesclada, vinda das sensações da pele na boca, após a ingestão de um alimento ou bebida". Relaciona densidade, viscosidade, tensão superficial e outras propriedades físicas do material testado.

Kramer (40) define textura, sob o ponto de vista sensorial, somente como "a sensação de sentir" e, sob o ponto de vista físico, como "a parte da reologia que explica a deformação ou fluxo da matéria, mas somente como resultado de forças maiores que a força de gravidade".

Amerine e colaboradores (4) definiram textura como "uma propriedade composta, indubitavelmente relacionada com a viscosidade, elasticidade e outras propriedades físicas de alimentos, mas sendo uma relação complexa".

Finney (32) considera textura ou características quínestéticas dos alimentos, como "os atributos de qualidade, associados com o sentido do tacto, sendo experimentados pelos dedos, mão ou boca". Estão incluídas nessas sensações: dureza, tenrura, fragilidade, etc, mas exclui as sensações de temperatura e dor;

Corey, citado por Szczesniak (72) definiu textura como "a interação das propriedades humanas com o material".

Há ainda muitas outras definições, porém, observa-se, nas apresentadas que o termo "textura" é considerado preferencialmente quines-tético. Nisto todos são concordes. Além disso, é o termo popularmente aceito, que se relaciona inteiramente a sensação do toque ou do sentir, e é, potencialmente capaz de ser medida objetivamente com precisão por meios mecânicos, em unidades de massa ou força. (41).

B- Classificação de textura - Durante os últimos 20 anos inúmeras classificações foram propostas pelos pesquisadores, umas baseadas nas propriedades sensoriais e outras baseadas nas propriedades reológicas dos alimentos. Entre as sensoriais tem-se as que deram origem aos métodos subjetivos como a de Kramer em 1955, Matz em 1962, Brandt e colab. em 1963, Szczesniak em 1962, Kramer e Twigg em 1965 e outros. Entre as reológicas estão as que deram origem aos métodos objetivos como Stevens em 1957, Scott Blair em 1958, Amarine e outros em 1965, Bourne em 1966, Sherman em 1969 e outros. Dentre essas classificações, tanto subjetivas como objetivas, serão mostradas apenas as que parecem mais importantes e mais utilizadas atualmente.

Kramer, em 1955 (41), propôs que as qualidades sensoriais dos alimentos, por ser um fenômeno psico-físico, deveriam ser sistematizadas e classificadas de acordo com os sentidos pelos quais os vários atributos de qualidades são percebidos pelo consumidor. Classificou, então, as qualidades sensoriais em relação aos três maiores sentidos..

aparência - percebida pela visão
sabor - percebido pelas papilas da língua e epitélio olfativo
textura - também chamado quines-tético percebido pelos músculos terminais.

Em 1968 (44), Kramer retratou as qualidades sensoriais na forma de um círculo finito, contínuo com os atributos primários na periferia do círculo. Entre aparência e textura, há uma zona onde coloca viscosidade e consistência que podem ser classificadas em ambas. Do outro lado, onde a textura se encontra com o sabor, há uma zona onde o termo "sensação na boca", pode ser colocado. Figura 1.

Szczesniak (70) classificou as características da textura em tres: 1- características mecânicas; 2- características geométricas, e 3- outras características.

1- Características mecânicas - Szczesniak define-as como "a reação dos alimentos à força". São medidas sensorialmente pela pressão exercida nos dentes, língua e cauda da boca, durante o comer. Dividiu essas características em: 1.1- parâmetros primários e 1.2- parâmetros secundários.

Os primários são:

- 1.1.1- Dureza - força necessária para uma deformação.
- 1.1.2- Coesividade - força das ligações internas que formam o corpo do produto.
- 1.1.3- Viscosidade - relação fluxo por unidade de força.
- 1.1.3- Elasticidade - velocidade com que o material deformado volta a sua forma inicial, desde que a força seja removida.
- 1.1.5- Adesividade - força necessária para vencer

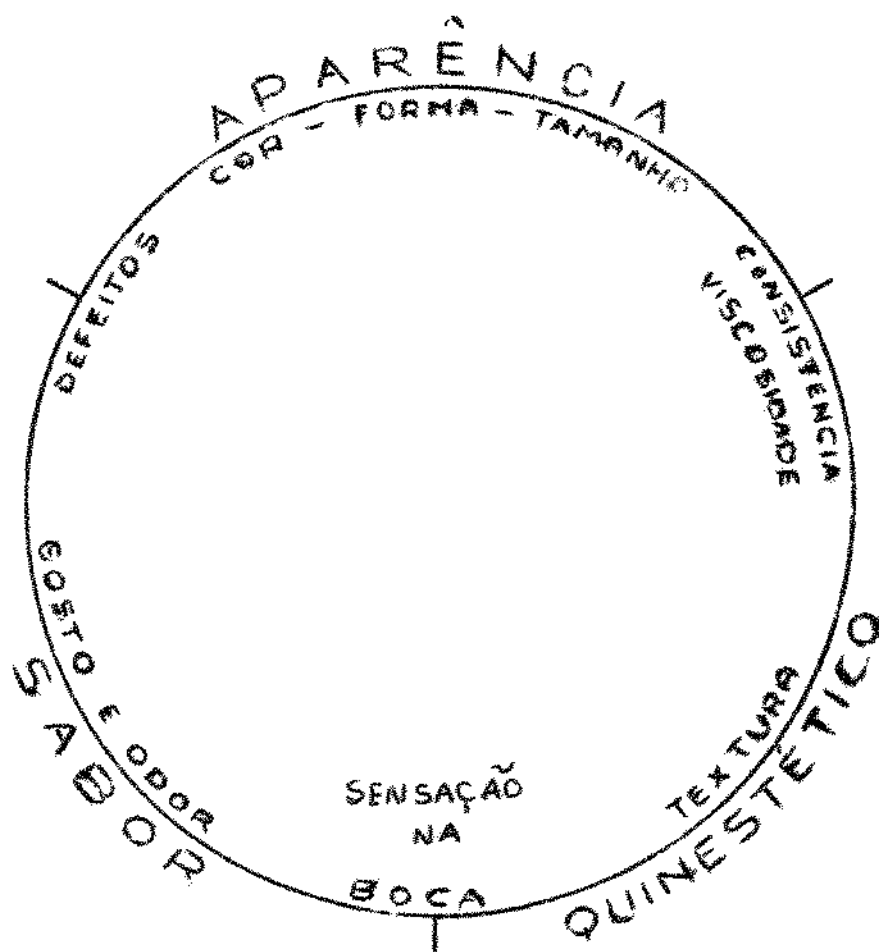


Figura 1- Esquema de Kramer dos atributos sensoriais da qualidade dos alimentos.

as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície de outros materiais com que os alimentos têm contato (língua, dente, palato).

Os quatros primeiros parâmetros são forças de atração, agindo entre as partículas dos alimentos e opondo-se à desintegração e, o último é relativo à superfície do produto.

Os secundários são:

1.2.1- Fragilidade - a força com a qual o material fratura.

1.2.2- Mastigabilidade - energia requerida para mastigar um produto sólido e deixá-lo em estado de engolir.

1.2.3- Gomosidade - energia para desintegrar um produto semi-sólido até o estado de engolir.

2- Características geométricas - "São aquelas que se referem ao arranjo dos constituintes do alimento e se refletem principalmente na aparência do produto". São características mais sensíveis à vista, contudo são, algumas vezes, suficientemente pronunciadas para produzir uma sensação através do toque e pressão dos dedos.

Dividem-se em dois grupos:

2.1- as que relacionam forma e tamanho das partículas.

2.2- as que relacionam forma e orientação.

3- Outras características - "São aquelas em que se incluem os fatores que não podem ser facilmente resolvidos na base das mecânicas e geométricas. Compreendem qualidades sensíveis à boca relativas à umidade e à gordura.

Bourne (15) usou o método de classificação baseado na variável ou variáveis que constituem a base da medida. Esse sistema acentua a natureza e as unidades dimensionais da propriedade medida. De acordo com as variáveis força, distância e tempo, classificou os instrumentos em 7 grupos, a saber:

1- Instrumentos que medem força - É o método mais comumente usado para medir textura de alimento. A variável medida é a força, normalmente a força máxima, mantendo constantes a distância e o tempo. A força medida tem as dimensões m, l, t^{-2} (massa, comprimento e tempo).

2- Instrumentos que medem distância - Este grupo pode ser subdividido em medidas de distância, área e volume. A força e o tempo são mantidas constantes, enquanto algumas funções de distância são medidas.

3- Instrumentos que medem o tempo - Neste grupo o tempo (t) é medido, mantendo constantes força e distância.

4- Instrumentos que medem energia - Este grupo mede trabalho ou energia, que é o produto da força e distância e tem as dimensões $m l^2 t^{-2}$ (massa, área, tempo).

5- Instrumentos que medem velocidade - Este método requer pelo menos 2 medidas de qualquer das variáveis, através das quais a velocidade é calculada.

6- Instrumentos de medidas múltiplas - Neste grupo, mais de uma variável é medida e as variáveis são controladas.

7- Instrumentos que medem múltiplas variáveis - Estes instrumentos têm mais de uma variável não controlada, mas somente uma é medida.

As variáveis podem ou não ser interrelacionadas e a relação pode ou não ser linear.

Além desses diferentes tipos de instrumento, ainda apresenta:

1- Análises químicas - não é, como os demais, uma medida física, mas um método objetivo que é, algumas vezes, usado para determinar a textura dos alimentos, com o auxílio de soluções químicas.

2- Miscelânea - Para fazer parte dela é preciso que o método seja objetivo, que correlacione bem com a textura ou consistência dos alimentos e que não possa ser incluído em nenhum dos 8 grupos acima.

A variável medida pode ser qualquer dentre todas as propriedades e conseqüentemente as unidades dimensionais podem variar muito.

Sherman em 1969 (68) propõe uma classificação para textura dos alimentos baseada nos atributos chamados, por ele, de primários, secundários e terciários.

Os atributos primários são: composição analítica, tamanho da partícula, tamanho da distribuição, forma da partícula, conteúdo de ar, etc.

Os atributos secundários são apenas três: a elasticidade (E), a viscosidade (η) e adesão (N).

Os atributos terciários são basicamente aqueles que melhor respondem à avaliação sensorial. São derivados de um complexo misturado de dois ou mais atributos secundários.

A grande diversidade dos métodos mencionados serve para enfatizar o problema complexo que o tecnologista de alimentos encontrará, na avaliação da textura dos alimentos quer pelo método sensorial quer pelo método objetivo.

C- Importância da textura na tecnologia da carne - A textura dos alimentos ocupa um lugar de destaque na aceitabilidade do produto pelo consumidor. De todos os produtos alimentícios em que a textura é um fator importante para aceitação do consumidor, a carne recebeu uma maior atenção no mundo científico. (77). A carne é o único alimento em que a textura é tão prontamente aparente para a avaliação do consumidor. Até o menos educado palato pode distinguir entre a carne dura e tensa, e entre a carne que é suculenta, saborosa, da seca e sem sabor. Além disso, desde que a carne é o mais caro elemento do organismo doméstico alimentar, seu preço depende de suas qualidades comestíveis.

A relação composição-textura foi investigada mais em carne do que em outro alimento (77).

K.B. Lehman citado por Szczesniak (72) no início do século XX se interessou pelo problema da carne dura e desenvolveu o primeiro aparelho para estudar esse fenômeno objetivamente. Muitos outros trabalhos foram feitos nestes 70 anos, havendo sempre um aperfeiçoamento dos métodos já existentes. Como consequência dessas pesquisas, adveio a conscientização de se ter uma base científica, através de um estudo detalhado das características: química, histológica, física e sensorial da carne (77).

A pesquisa da textura está sendo feita e tratada como uma contribuição da qualidade do produto e desenvolvimento de produtos e processos novos. Com vários grupos de pesquisa, seguindo este caminho de uma maneira interdisciplinar, grandes passos significativos têm sido conseguidos para uma melhor conceituação de textura e de métodos mais adequados para medi-la. A velha metodologia está sendo criticada e orientações empíricas estão sendo modificadas ou substituídas por princípios mais teóricos (72).

A principal razão do estudo da textura da carne é encontrar a aceitabilidade do consumidor. Conseguir-se-á isto ou pelo controle da qualidade do produto, ou demonstrando as vantagens e desvantagens de novos processos de fabricação e de novos produtos.

A tecnologia da carne deve ser estimulada entre nós. O Brasil tem uma grande oportunidade de conquistar as mais importantes praças comerciais do mundo. Acontece que este mercado é exigente e possui meios próprios e atualíssimos para detectar qualquer irregularidade que, porventura, a carne e seus produtos possam apresentar.

Com o conhecimento e aplicação dos conceitos da Tecnologia Moderna, haverá possibilidades de se introduzir os nossos produtos nesse mercado tão exigente e assim teremos uma nova fonte de divisas indispensáveis ao nosso desenvolvimento.

II - M E T O D O L O G I A

A importância que o consumidor dá para a textura de certos alimentos principalmente da carne, fez com que muitos pesquisadores desenvolvessem métodos sensoriais, físicos, químicos e histológicos para avaliar a qualidade dos mesmos, bem como os fatores que influem nas características da textura.

Neste capítulo será apresentada, uma revisão apenas dos métodos objetivos (físicos ou reológicos) e subjetivos (sensoriais).

A - Métodos objetivos - Embora a textura seja uma propriedade sensorial, há entretanto possibilidade de medi-la por meios físicos ou mais especificamente pela reologia, através de métodos objetivos.

Em geral, as técnicas objetivas para medir as propriedades sensoriais, somente o fazem indiretamente e são por isso mais exatas, quando análogas às respostas sensoriais humanas. Ao mesmo tempo, têm a vantagem da objetividade, e com isto, ao menos potencialmente, não estão sujeitas ao impulso, à fadiga e são mais precisamente calibradas que os sentidos humanos (41). Para utilizar métodos objetivos é preciso conhecer os conceitos elementares da reologia e os princípios dos aparelhos usados nos métodos objetivos. Deve-se utilizar instrumentos físicos que simulam e medem as sensações que o consumidor experimenta, através da percepção do tato com os dedos, com a mão, e, particularmente, com a boca. Estas características podem também ser tomadas como propriedades reológicas.

1- Reologia - Conceitos elementares relativos ao estudo da textura - Os conceitos apresentados neste item são apenas uma ligeira introdução à reologia e são aplicados aos alimentos em geral, incluindo a carne. Estudos mais profundos e específicos de reologia não serão apresentados neste trabalho e poderão ser encontrados em outras fontes bibliográficas.

Reologia é um ramo geralmente associado à física que estuda deformações e fluxos de materiais sólidos e líquidos. Tratando-se de alimentos, o comportamento reológico está diretamente associado às suas qualidades de textura. A resistência ou tenrura da carne é subjetivamente avaliada em termos de esforços requeridos pelos dentes para penetrar nos tecidos superficiais e na mastigação. A carne é, estrutural e reologicamente falando, um alimento complexo, consistindo de misturas de sólidos e fluidos; não é um alimento homogêneo nem isotrópico, pois, suas propriedades podem variar de um ponto para outro dentro da mesma amostra.

Apesar dessa complexidade, a carne, bem como outros alimentos, permitiram aos pesquisadores chegar à conclusão de que muitos alimentos têm um determinado tipo de comportamento e assim os conceitos teóricos de: elasticidade, plasticidade e viscosidade, podem ser usados para interpretar suas respostas às forças aplicadas. Porém, esses conceitos reológicos deveriam ser adequados às investigações dos parâmetros da textura do produto (31).

A reologia pode ser aplicada aos estados: sólido, líquido e semi-sólido da matéria no estudo da textura. Podemos definir sólidos, sob o ponto de vista da textura, como os materiais que conseguem manter o tamanho e a forma quando submetidos às forças que procuram deformá-los, resistindo até um certo limite, quando então se rompem. Líquidos são substâncias incapazes de suportar uma tensão ou força; tendem a assumir a forma de recipiente que as contém e fluem rapidamente.

Os materiais que não são perfeitamente sólidos nem perfeitamente líquidos são chamados semi-sólidos. Não fluem como líquidos, mas não sofrem deformação sob ação de forças moderadas, como a da gravidade. O limite entre sólidos e semi-sólidos é arbitrário. Ferry citado por Finney (31) sugeriu que os materiais que têm módulo de cisalhamento menores que 10^9 dinaes/cm² podem ser classificados como sólidos viscoelásticos. Isto, entretanto, é arbitrário pois o módulo elástico do material varia com as condições do teste.

Matz (56) apresenta ainda uma outra categoria de alimentos chamados compostos que são predominantemente líquidos, mas incluem quantidades perceptíveis de partículas não líquidas; ex. sopas, molhos, etc. Essas estruturas complexas dos alimentos é que dificultam a correlação entre as observações teóricas e práticas.

Para o estudo dos métodos objetivos para analisar textura dos alimentos, alguns parâmetros reológicos principais mais frequentemente usados precisam ser definidos.

Força - Força ("force") é qualquer influência que causa mudança no estado de movimento de um material, ou que mantém um material elástico numa configuração deformada.

Deformação - Deformação ("deformation") é o resultado da ação da força. Usa-se o termo deformação para o movimento dos corpos sólidos e fluxo para o dos líquidos. Finney (31) diz que as deformações, em geral, podem ser conservativas ou dissipativas em relação à energia mecânica dentro do material deformado. Entre as deformações produzidas nos corpos elásticos e entre as conservativas temos as produzidas nos corpos viscosos. Existem deformações que, não são conservativas nem dissipativas, sendo aquelas produzidas nos corpos chamados viscoelásticos.

Tensão de Cisalhamento - Tensão de cisalhamento ("stress") é a intensidade dos componentes da força num ponto determinado da superfície de um corpo, que age num plano dado, através de um ponto determinado.

Deformação Relativa - Deformação relativa ("strain") é a expressão matemática de uma mudança de forma e tamanho de um corpo em relação ao seu tamanho e forma originais.

Resistência à Ruptura - Resistência à ruptura ("tensile or compressive strength") é a força máxima de compressão ou tensão que um material é capaz de suportar antes de romper-se.

Resistência ao Cisalhamento - Resistência ao cisalhamento ("shear strength") é a tensão máxima de cisalhamento que um material pode suportar.

Elasticidade - Elasticidade ("elastic") é a propriedade em virtude da qual, certos corpos retomam a sua forma primitiva desde que a força que produziu a deformação, seja retirada. Sólido elástico ideal é aquele que é perfeitamente elástico, isto é, se deformações ou cisalhamentos ocorrem instantaneamente com a aplicação de forças, estes mesmos fenômenos desaparecem completamente quando a força é removida. Geralmente diz-se que há uma relação de 1:1 entre o estado de força e o estado de cisalhamento num corpo elástico, excluindo todos os fatores que dependem do tempo. Certos corpos sob ação de força axial para pequenas deformações tem elasticidade ideal e a força é proporcional ao deslocamento $\epsilon = \Delta L/L$, onde L é o comprimento. A constante de proporcionalidade é chamada de módulo de elasticidade E ou módulo de Young. A relação entre tensão de cisalhamento e deformação relativa pode ser expressa pela fórmula

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

Um corpo sólido que obedece essa lei é chamado de sólido de "Hooke". A partir dessa equação para condições de cargas uniaxiais pode-se escrever equações análogas, para carga de torsão ("shear stress" x "shear strain") e também para carga hidrostática ou volumétrica ("volumetric shear" x "volumetric strain"). Nos últimos dois casos, as constantes de proporcionalidade são o módulo de cisalhamento G e o módulo volumétrico K , respectivamente. Satisfazendo condições de carga para pequenos deslocamentos, os materiais são também homogêneos e isotrópicos, então as constantes elásticas E , K , e G , são interrelacionadas pelas expressões:

$$K = E/3 (1 - 2\mu)$$

$$G = E/2 (1 + \mu)$$

onde, μ é a razão de Poisson, ou seja, a razão da porcentagem lateral de expansão para a porcentagem uniaxial de compressão quando, por exemplo, um material cilíndrico é submetido à força de compressão.

A medida das propriedades elásticas dos materiais são sempre acompanhadas pelo uso de espécimes cilíndricos cujas dimensões são conhecidas. Tais espécimes são submetidos à elongação (tensão uniaxial) ou compressão (contração). É possível com isso calcular as propriedades elásticas dos materiais que têm outras formas e cargas diferentes. Muitos dos testes mecânicos e equações apropriadas para calcular a aparente propriedade elástica dos alimentos sólidos foram feitas por Mohsenin (52).

Viscosidade - Viscosidade ("Viscosity") é outro parâmetro a ser considerado, pois o comportamento viscoso dos alimentos é muito importante em várias áreas do processamento industrial de alimentos como por exemplo na elaboração de sucos, purês, extratos, concentrados de frutas etc (30), pode ser definida como a resistência ao escoamento de um fluido. Para fluidos Newtonianos a definição de viscosidade é dada pela equação de Newton.

$$\tau = \eta \left(- \frac{dv}{dy} \right)$$

onde η = coeficiente de viscosidade

τ = tensão de cisalhamento

$\frac{dv}{dy}$ = gradiente de velocidade ou taxa de deformação relativa num escoamento laminar

Quando a relação entre tensão do cisalhamento e a taxa de deformação relativa não é linear, o valor de η não é constante, variando com a taxa de deformação relativa. A relação típica entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação relativa é mostrada na Fig. 2, onde A = fluido ideal; B = fluido não Newtoniano ou fluxo dilatante; C = fluido Newtoniano ou viscoso; D = pseudo-plástico; E = Bingham ou fluido plástico idealizado; F = fluxo quase plástico.

Sobre viscosidade a literatura é farta, podendo-se encontrar por exemplo para fluidos não Newtonianos vários trabalhos entre eles o de Brodkey (19).

Plasticidade ("Plasticity") - Alguns sólidos mostram deformações elásticas recuperáveis até um limite máximo de força ou deformações não elásticas, como no caso dos fluxos sob um limite constante de força. O comportamento em ambos os casos difere dos viscosos onde a deformação permanente aparece após a força exceder a um valor finito. Esse comportamento não elástico dissipativo é chamado deformação plástica.

Viscoelasticidade ("Viscoelasticity") - Há certos alimentos que possuem propriedades reológicas associadas com sólidos elásticos e fluidos viscosos, e são então chamados reologicamente de materiais viscoelásticos. As técnicas que caracterizam o comportamento viscoelástico dos materiais têm sido discutidas por muitos autores.

O módulo de elasticidade desses materiais e outros coe

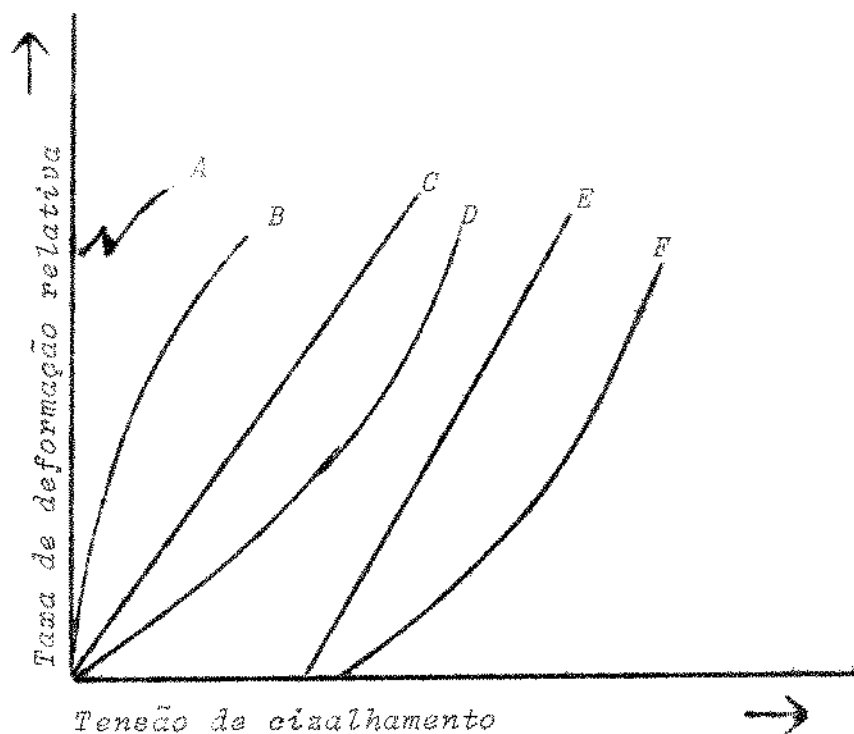


Figura 2 - Diagrama básico para classificação dos fluidos viscosos.

A = fluido ideal; B = fluido não Newtoniano ou fluxo dilatante; C = fluido Newtoniano ou viscoso; D = pseudo-plástico; E = Bingham ou fluido plástico idealizado; F = Fluxo quase plástico.

ficientes não são constantes mas sim funções do tempo ou frequência.

Os materiais viscoelásticos devem ser descritos em termos de modelos mecânicos. Tais modelos são compostos de um ou dois elementos primários: o elemento plástico e o viscoso. O elemento plástico também é chamado elemento elástico de Hooke, mostrado na Fig. 3. A força F é aplicada a um elemento elástico e μ é o deslocamento correspondente.

$F = E\mu$, onde E é o módulo de Young.

A equação para a força do elemento viscoso é

$$F = \eta \dot{\mu}$$

onde, $\dot{\mu} = \frac{d\mu}{dt}$ e η é a viscosidade Newtoniana, e o esquema é mostrado na Fig. 4. Esses dois elementos primários podem ser conectados em paralelo, então, a relação força-deformação tem a fórmula:

$$F = E\mu + \eta \dot{\mu}$$

e tem-se o modelo de Kelvin-Voigt, conforme demonstrado na Fig. 5, ou ainda a combinação dos dois elementos pode ser feita em série e a relação entre força-deslocamento é representada pela equação diferencial,

$$\mu = (1/E)F + (1/\eta)F$$

é o chamado modelo de Maxwell, cujo esquema pode ser visto na Fig. 6. O modelo geral de Maxwell consiste de um elemento de Hooke e n elementos Maxwell, todos conectados em paralelo, de acordo com o esquema da Fig. 7. Se o modelo tem uma deformação μ tal, em que $\mu = k$ no tempo $t = 0$, então para $t > 0$, a curva de relaxamento pode ser representada em termos da equação:

$$F(t) = kE_1 + k \sum_{i=2}^n E_i \exp. (-E_i t/\eta_i)$$



Figura 3- Modelo de um elemento elástico de Hooke



Figura 4 - Modelo de um elemento viscoso Newtoniano



Figura 5 - Modelo de Maxwell

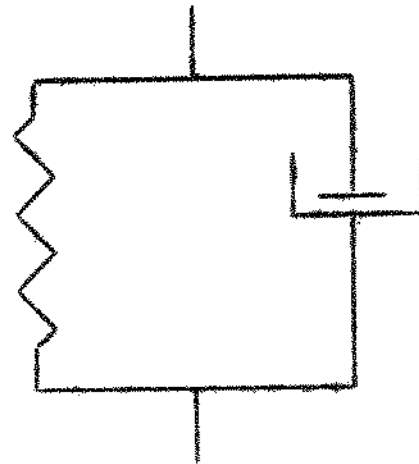


Figura 6 - Modelo de Kelvin-Voigt

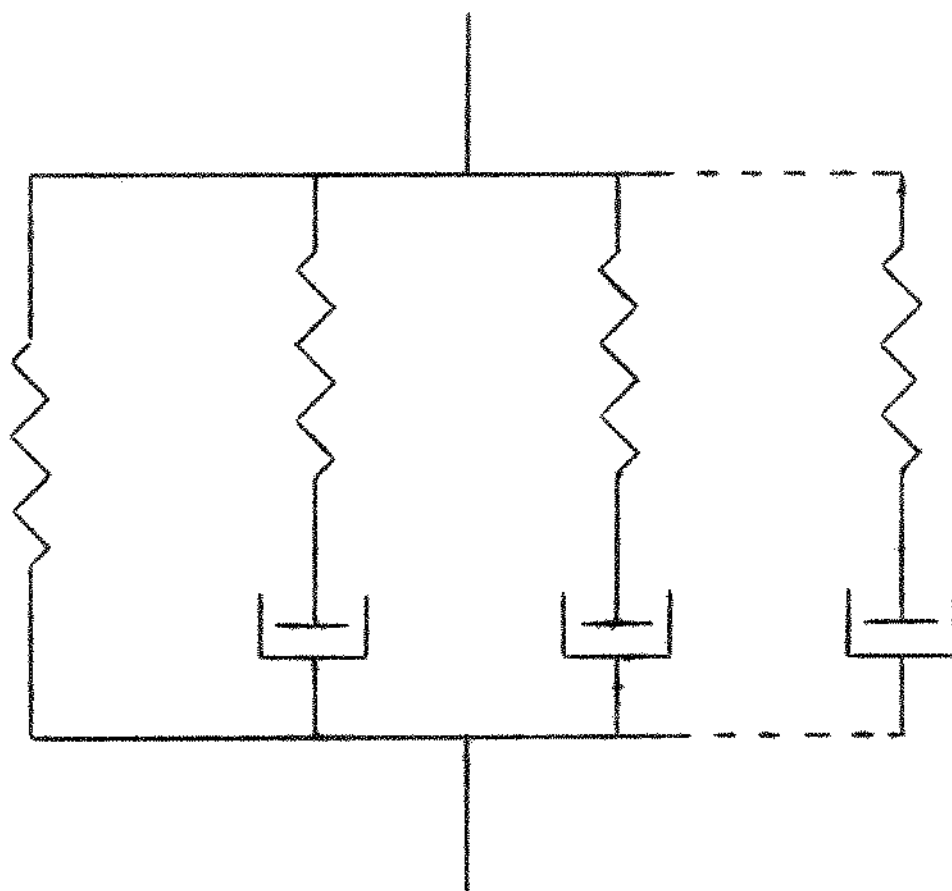


Figura 7 - Modelo geral de Maxwell

A resposta da força para a unidade de extensão excluindo a constante, é chamada de função de relaxamento a qual pode ser escrita,

$$R(t) = \sum_{i=1}^n E_i \exp(-E_i t/\eta_i)$$

Se o tempo de relaxamento τ_1 , foi definido como

$$\tau_1 = (\eta_1/E_1) \quad \text{então}$$

$$R(t) = \sum_{i=1}^n E_i \exp(-t/\tau_i)$$

Relação entre textura da carne e alguns parâmetros reológicos

Dos parâmetros reológicos descritos alguns são relacionados com a carne que é um dos pontos fundamentais deste trabalho. Em muitos casos as medidas de tensão, compressão e tensão de resistência ao cisalhamento são de maior interesse do que o módulo de elasticidade E , em condições de pequenos deslocamentos. Testes para medir a resistência dos alimentos são de natureza destrutiva, aproximando-se do processo de mastigação que envolve a quebra e a destruição do alimento, até o estado adequado para ser engolido.

Muitas pesquisas têm sido feitas para indicar as características de resistência da carne. Os resultados desses estudos prova que a maciez ou a rigidez são os mais importantes atributos da textura da carne (77).

O método objetivo mais comumente usado para medir a textura da carne é o que se utiliza do aparelho Warner-Bratzle Shear. A medida da força máxima necessária para cisalhar uma amostra de carne em sua parte central com uma lâmina é o índice de sua dureza. Este não é um teste de cisalhamento puro, mas envolve uma combinação de cisalhamento, compressão e resistência à ruptura.

Testes de resistência mecânica para amostras de carne, usando forças de tensão, têm sido registrados na literatura. Cover e colaboradores (23) mediram a extensão requerida para cortar, fibras isoladas de um músculo de carne bovina. A capacidade das fibras de se estenderem sem se romper era associada à dureza da carne. Pool (58) usou um teste de tensão para medir a tenacidade do tecido conectivo do peito de frango. A força máxima e o trabalho necessário para romper, em parte, as fibras eram medidos e registrados. Pool (58) mostrou que a tenacidade do tecido conectivo pareceu ser uma boa medida dos componentes resistentes do mesmo tecido e eram independentes da força necessária para cisalhar transversalmente as fibras.

Em outro trabalho, conjuntamente com Defremery, Pool (25) mediu, num estudo de transformações bioquímicas, associados com a tenrura da carne de frango, o módulo de elasticidade de certas faixas de músculo.

O módulo E no pré "rigor mortis" foi de 1 a $2 \cdot 10^3$ g/cm². Este valor cresceu 10 vezes quando o músculo tornou-se rígido. O aumento do módulo ocorreu no início do "rigor mortis", e não diminuiu no final. Concluíram que no "rigor mortis" e no desenvolvimento da tenrura durante a maturação, não houve qualquer alteração na medida do módulo elástico do músculo. O módulo E pode ser relacionado com a rigidez cadavérica mas não com a tenrura da carne.

Sato e Nakayama (62) modificaram o modelo de Maxwell para descrever a tensão de cisalhamento e relaxamento na carne picada de galinhas brancas Leghorn. O modelo consistia de um elemento de Hooke e três elementos Maxwell conectados em paralelo. Esses autores chegaram à conclusão de que o módulo de equilíbrio (módulo do elemento elástico) e a distribuição do tempo de relaxamento estão relacionados com a qualidade das ligações da carne picada. Os valores do módulo de equilíbrio são da ordem de 10^4 a 10^5 dines/cm², e indicam as ligações cru

zadas dentro da carne depois de aquecida. O tempo de relaxamento é menor para a carne cozida do que para a carne crua e varia também de acordo com a qualidade da carne avaliada. Concluíram que as características viscoelásticas da carne estão relacionadas com os tipos de ligação e composição química.

2- Princípios de alguns aparelhos para avaliação da textura da carne e resultados de sua aplicação - Sabendo que as medidas de textura devem-se restringir àquelas em que forças diferentes da gravidade são aplicadas, apenas serão considerados os quatro princípios básicos que envolvem os diferentes aparelhos usados na medição da textura da carne. Muitas dessas medidas têm, em comum, o princípio de resistência à força, tanto que, em geral a unidade de medida pode ser dada em termos de "pound force".

Os quatro princípios básicos considerados são: compressão, resistência à ruptura, cisalhamento e corte.

1- Compressão - Diz-se que há compressão quando a força aplicada pode reduzir o volume da amostra ou mudar sua forma sem, entretanto, dividi-la. Fig. 8.

2- Resistência à ruptura - Pode ser considerado o inverso da compressão, quando a amostra é rasgada, separadamente, por forças aplicadas no centro da mesma. Fig. 9.

3- Cisalhamento - É definido como a força que divide a amostra em partes contíguas por um deslizamento relativo de uma sobre a outra, numa direção paralela aos seus planos de contato. Obtem-se, neste caso, a separação da amostra, quando se aplica a força de corte, bem como, uma mudança de posição. É praticamente impossível obter cisalhamento sem uma ação prévia de compressão ou extrusão. Fig. 10.

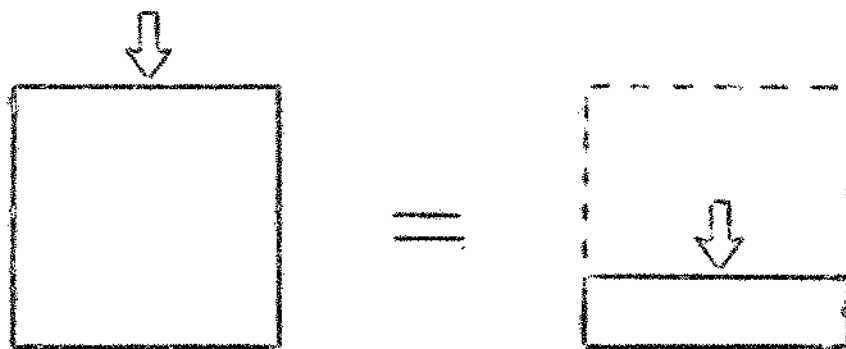


Figura 8 - Princípio básico de compressão

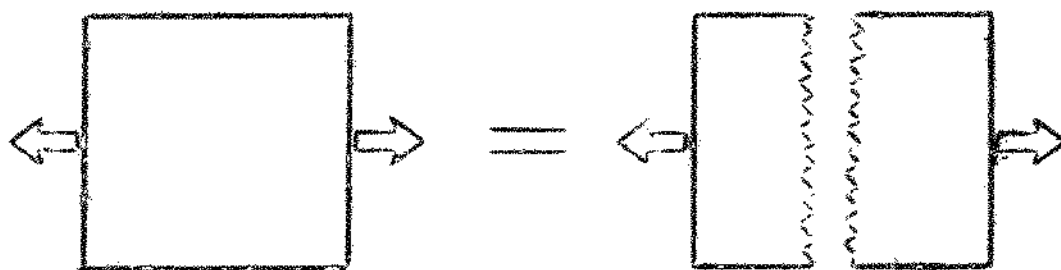


Figura 9 - Princípio básico de resistência à ruptura

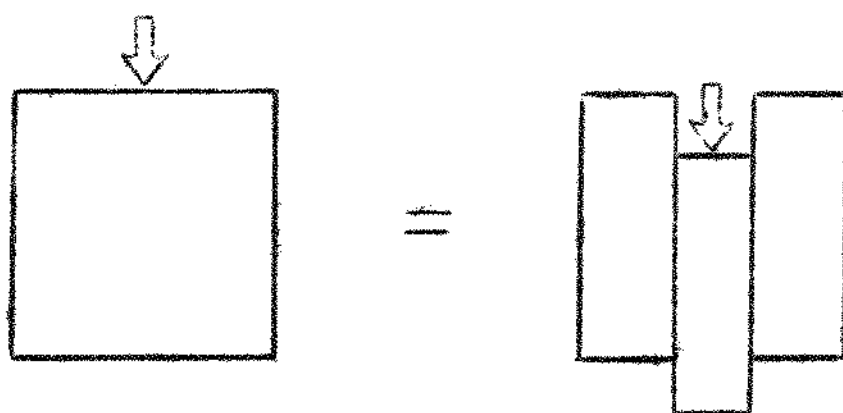


Figura 10 - Princípio básico de cisalhamento

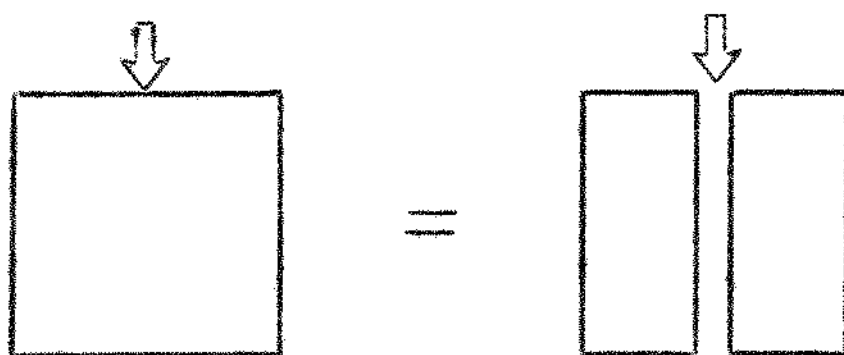


Figura 11 - Princípio básico de corte

4- Corte - Diz-se que há corte quando a força aplicada produz a separação da amostra em duas ou mais partes, sem contudo provocar deformação. Fig. 11.

Pode haver combinação de dois princípios como a compressão e o cisalhamento e tem-se, então, uma simulação do que fazem os dentes com os alimentos, isto é, comprimem-nos e depois cisalham-nos. (39) Fig. 12.

Os aparelhos usados para medir a textura da carne, baseados nos princípios acima, são numerosos, não sendo possível, neste trabalho, citar todos; serão apenas indicados os princípios daqueles mais amplamente usados.

Warner - Bratzler Shear - Este aparelho é o mais citado em trabalhos de pesquisa e também muito usado na indústria, cujo princípio é o de cisalhamento.

Um ligeiro histórico permite-nos mostrar a evolução verificada do início até os nossos dias. Em 1927 foi descrito pela primeira vez por Warner, medindo a tenrura da carne e, no ano seguinte, trabalhou com 200 pares de amostras de carne crua, tomadas do lado direito e esquerdo da carcaça, correlacionando-os e encontrou que na primeira centena de pares, o coeficiente de correlação foi 0,87, porém, na segunda centena foi 0,79.

Em 1932, Bratzler modificou o Warner Shear e esse aparelho passou a ser conhecido como Warner-Bratzler Shear. O princípio deste aparelho continua sendo o de cisalhamento. Consiste de uma lâmina de 1 mm de espessura com uma fenda na qual a amostra de forma cilíndrica é colocada. A lâmina é guiada através de um orifício entre duas barras. A força aplicada pode ser sobre a lâmina ou sobre as barras e a força necessária para cisalhar a amostra é lida num dinamômetro. A grande

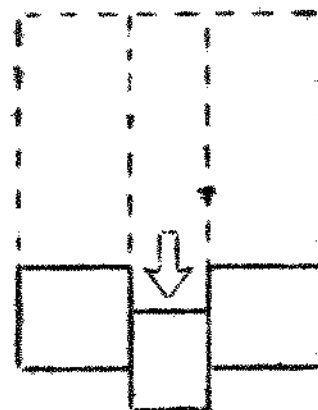
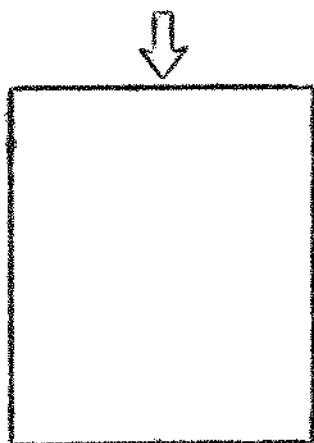


Figura 12 - Reunião dos princípios básicos de compressão e cisalhamento

za da força corresponde à maior resistência da carne. A fratura é brusca e violenta (72). O aparelho Warner-Bratzler Shear tem sido o escolhido para medir a tennura da carne por muitos pesquisadores nesse campo e é o meio mais largamente usado nos Estados Unidos. O Warner-Bratzler Shear em uso corrente é mo-torizado o que assegura uma velocidade constante de pressão e tem uma abertura triangular em vez de circular na lâmina. A velocidade de cisalhamento é de 9 polegadas por minuto. O disco do dinamômetro é calibrado para que a leitura da força seja feita diretamente em "pound". O instrumento é relativamente barato, podendo ser facilmente adquirido (76).

Spencer e colaboradores, citado por Szczesniak (76), modificaram o Warner-Bratzler Shear, substituindo a dinamôme-tro por um registrador mais sensível ao deslocamento e um sistema de registro. Usaram a forma horizontal do aparelho na qual uma barra de união conectava a lâmina cortante a uma viga oscilante, tendo o registrador do deslocamento preso em ambos os lados. O registrador faz parte de uma ponte de Wheatstone e o circuito da ponte está conectado a um amplificador adequa-do. Spencer e colaboradores concluíram que essas modificações aumentavam a sensibilidade e a segurança do Warner-Bratzler Shear. Isto foi provado com outras substâncias como argila maleável e cera de abelha, entretanto, ainda não existe qualquer trabalho publicado correlacionando os resulta-dos do aparelho com a avaliação sensorial da carne.

Sharrakh e colaboradores (66) utilizaram o Warner-Bratzler Shear quando trabalharam na determinação da tennura da carne bovina de animais de diferentes raças. Ainda essa mesma equipe (67) comparou métodos sensoriais com as medidas obtidas pelo Warner-Bratzler Shear no músculo "longissimus dor-si" de 176 animais, num período de dois anos, e conseguiu melhor coeficiente de correlação do que quando comparou medidas subjetivas com o LEE Kramer Shear. Larmond (44) conseguiu boa correlação entre as medidas obtidas por esse mesmo aparelho e

medidas subjetivas, em carne grelhada de frango de diferente sexo e idade. Verificou que há uma tendência linear significativa, que os valores objetivos crescem em função da idade das aves e que as fêmeas requeriam maior força de cisalhamento do que os machos.

Carpenter e colaboradores (21) utilizaram o Warner-Bratzler Shear para medir tenrura de carne de porco, encontrando boa correlação entre os valores objetivos e subjetivos.

L.E.E. Kramer Shear Press - Este aparelho foi desenvolvido por Kramer para frutas e vegetais. Depois foi aplicado para outros alimentos inclusive carne. O aparelho original já sofreu uma série de modificações. O atual consiste de célula teste, sistema de direção hidráulica e um dinamômetro. Possui várias células testes e para o caso específico de medir a tenrura da carne, usa-se a célula teste de cisalhamento. A célula usa uma combinação de forças de cisalhamento e de compressão. Consiste de 10 barras de 0,124 polegadas de espessura e entre elas um espaço de 0,126 polegadas. Essas barras passam através da caixa que contém a amostra, possuindo um número correspondente de ranhuras no fundo.

A amostra é colocada sobre as ranhuras na caixa e as barras de cisalhamento são dirigidas através dela expelindo porções da amostra. As barras são movidas por um pistão, movimentado por um sistema hidráulico, com a velocidade pré determinada de 15 a 100 segundos, cuja potência é dada por uma bomba ligada a um motor elétrico. A força necessária para cisalar a amostra é medida pela compressão de um dinamômetro e lida na escala. A força máxima no dinamômetro varia de 100 a 5000 libras. Poderá também ser equipado com um registrador e a relação tempo-força será obtida em vez da força máxima (72).

Este aparelho no início foi usado apenas em carne de

galinha e outras aves. Recentemente vários laboratórios têm utilizado esse aparelho com carne de vaca e de porco. Bailey e colaboradores (9) estudaram aplicação do aparelho Shear Press na tenrura da carne bovina. Usando força por grama com um índice mecânico de tenrura, obtiveram coeficiente de correlação negativo com a avaliação sensorial. Tuomy e colaboradores (80) estudaram o efeito da temperatura e do tempo de cozimento na tenrura da carne bovina. Correlações com avaliação sensorial foram significativas para temperatura de 829 a 999°C porém não havia correlação em temperaturas abaixo de 829°C. Batcher e Dawson (11) usaram o Shear Press para carne de porco, encontraram correlações para muitos músculos.

Usando o L.E.E. Kramer Shear-Press, Wise e Stadelman (89) concluíram que a resistência ao cisalhamento era relacionado com a profundidade das amostras tomadas e com o tipo de escaldamento dado às aves.

Sharrah e colaboradores (66) combinaram o princípio do Warner-Bratzler com o do L.E.E. Kramer Shear Press, substituindo a lâmina de cisalhamento do Warner-Bratzler Shear pela célula de cisalhamento. Este aparelho ofereceu melhor correlação com as avaliações sensoriais relativas à tenrura e à mastigação (número de vezes).

Wilkinson e Dawson (87) estudaram a tenrura e suculência de perus assados a diferentes temperaturas com o Kramer Shear Press equipado com um registrador eletrônico. Os valores foram determinados para a carne de peru assada branca e escura em diferentes temperaturas. Os valores do Shear Press, eram maiores para carne escura do que para carne branca quando assadas à mesma temperatura.

Há ainda uma série de trabalhos feitos com o L.E.E. Kramer Shear Press, porém a metodologia é muito semelhante a dos descritos acima.

Instron Universal Testing Machine - Mais recentemente o princípio de cisalhamento do Warner-Bratzler shear foi usado com o Instron. Porém este aparelho é mais versátil, além da sua capacidade de registrar a relação força-distância com mais precisão, pode ser usado para quantificar outros parâmetros da textura como viscosidade, coesividade além da força máxima de cisalhamento. O Instron, dependendo de sua calibração, pode ser usado para medir a força máxima de cisalhamento, tempo total da deformação à ruptura, inclinação da força versus curva de deslocamento e ainda o trabalho gasto em cisalhar a amostra. O parâmetro largamente usado tem sido a força máxima necessária para cisalhar um pedaço de carne (31). A unidade teste do Instron é usado para estudos precisos da resistência à ruptura e compressão de uma grande variedade de materiais. Com equipamentos adequados pode o Instron ser usado para medir também a viscosidade (28). Pool e Klose (58) utilizaram o Instron para verificar relações entre resistência máxima de cisalhamento e dimensão da seção transversal para amostras de carne de peru cozidas em várias formas e tamanhos. Provaram que a resistência ao cisalhamento era proporcional ao diâmetro equivalente, levantado pela força de cerca de 1,2 sobre uma variedade de tamanhos, formas e dureza intrínsecas. Graus de material compacto antes de cisalhar foram correlacionados, ao nível de 0,1% de significância, com a força de quebra por unidade de diâmetro equivalente e, naturalmente, o grau de compactibilidade aumenta com o aumento da dureza intrínseca. Com isso foi permitido comparar as forças medidas de cisalhamento de amostras de carne de diferentes formas e tamanhos.

Boutton e Harris (17) fizeram um trabalho de comparação de alguns métodos objetivos usados na avaliação da tenrura da carne. A sensibilidade dos meios mecânicos na medida da tenrura da carne, poderia depender das mudanças ou das propriedades do tecido conectivo ou das propriedades das fibras musculares. Neste estudo, os autores compararam os resultados obtidos com Warner Bratzler Shear, o tenderômetro de Mirinz e

Instron e concluíram que houve boa correlação entre as medidas de compressão e adesão do Instron e também entre as medidas de cisalhamento e resistência à ruptura do Warner Bratzler Shear. Os valores de compressão do Instron foram mais fortemente influenciados pela resistência do material das fibras unidas da carne do que pela resistência das fibras, individualmente.

Tenderômetro de Volodkevich - Este aparelho foi descrito por Volodkevich e provavelmente é o primeiro de uma série de tentativas para medir as propriedades de textura da carne sob condições que mais se aproximem da mastigação. O original consiste de dois mancais, com pontas arredondadas. O mancal inferior é fixo numa estrutura, enquanto o superior move-se verticalmente, pela ação de duas alavancas. A carne é colocada no mancal inferior e a sua resistência à força de compressão é registrada num tambor rotatório como uma função da distância entre os dois mancais. As forças medidas são da ordem de 10 a 120 kg, podendo ser determinadas com a margem de segurança de até 150 g. A distância é medida com uma margem de segurança de 0,1 mm (77). O aparelho de Volodkevich foi o precursor de muitos tenderômetros com vários graus de sofisticação. Entre eles cita-se o aparelho de Winkler cujo princípio é similar e foi construído numa tentativa de se obter um aparelho que combinasse simplicidade de construção com as vantagens de um meio de registro. Consiste de duas mandíbulas: uma fixa e outra móvel; a inferior é fixa a uma alavanca contrabalançada pelo peso. A amostra de carne é colocada na mandíbula fixa e, aplicando-se uma força crescente na forma de um fluxo de bolinhas de chumbo sobre a mandíbula móvel, a carne é comprimida e a força é registrada num papel gráfico, preso ao redor do tambor, ligado ao motor. O motor funciona com o fluxo das bolinhas de chumbo. A área sobre a curva registrada, corrigida para qualquer diferença de espessura da amostra, é tomada como a medida do trabalho necessário em unidade cortante de espessura.

Winkler também chamou atenção sobre a forma geral da curva e diz ainda que ela pode ser usada como uma indicação da homogeneidade ou heterogeneidade da resistência da fibra do músculo (77).

Nottingham citado por MacFarlane (46) substituiu a explosão de chumbo por uma corrente de mercúrio para aumentar a carga. De acordo com MacFarlane (46) o sucesso desse aparelho deu origem à construção de uma segunda máquina com considereáveis vantagens na velocidade e facilidade de operação. Apresenta também sensibilidade suficiente que permite boa correlação com a avaliação sensorial.

Tenderômetro M.I.T. - Este instrumento foi desenvolvido no Instituto de Tecnologia em Massachusetts (77), e é, provavelmente, a melhor adaptação do aparelho de Volodkevich. Simula o movimento da mastigação. Tal adaptação foi possível graças à contribuição de inúmeros pesquisadores (dentistas) de fenômenos relacionados com a mastigação.

O aparelho consiste de uma perfeita dentadura humana. Sua parte inferior é fixa e a superior, móvel, presa a um articulador movido por motor. O impulso é mandado ao amplificador pelo registrador fixo no braço conectado à mandíbula superior que movimenta os raios catódicos de um osciloscópio. A relação força-penetração traçada na face do tubo do raio catódico é fotografada por uma câmara Polaroid. Além dos dentes, o aparelho é equipado com imitações de bochechas, lábios e língua, feitos com um material plástico elástico que possibilita a manutenção da amostra de alimento, entre os dentes, durante a medida.

O tenderômetro MIT oferece a grande vantagem de poder medir um espectro de parâmetros de textura, mas de preferência, uma característica isolada. Os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade, fragilidade e adesividade podem ser lidos

nas curvas registradas e os parâmetros de mastigabilidade e gomosidade podem ser calculados com modificações próprias. Os valores obtidos apresentam certa correlação com as avaliações sensoriais feitas por uma equipe treinada no perfil de textura (73).

Texturômetro da General Food - Este instrumento desenvolvido na General Foods Corporation é uma modificação do aparelho tendêrômetro MIT; para interpretação dos dados usa-se a classificação de textura descrita por Szczesniak. Consta de mastigador mecânico dirigido por um motor de velocidade variável, uma força de voltagem também variável, completados por um circuito de ponte Wheaststone com potenciômetro e um registro de velocidade. É diferente do MIT porque substitui a dentadura por um êmbolo, o mancal por um prato, a unidade registradora sensível pelo braço do articulador. A amostra é depositada no prato suportado pelo braço; e ainda diferentes velocidades de mastigação são previstas. A substituição da dentadura pelo prato eliminou a dificuldade da amostra escorregar dos dentes durante a mastigação. Êmbolos de vários tamanhos e formas podem ser usados dependendo das características do alimento a ser testado. O movimento do êmbolo é tal que, primeiro, exerce uma pequena ação de cisalhamento, com suas bordas comprimindo o alimento em toda a sua superfície. A amostra sólida é colocada no prato sem que nada a prenda ao mesmo; o mecanismo que dirige o êmbolo e o papel registrador são ligados simultaneamente. As curvas registradas dão a relação força-distância que é a característica das propriedades mecânicas do alimento testado. Qualquer número de mastigação pode ser registrado. Verificou-se, entretanto, que duas mastigadas são suficientes para se obter valores numéricos de todos os parâmetros mecânicos do alimento. Este instrumento tem oferecido boas correlações com as avaliações sensoriais. Szczesniak usou esse aparelho em um dos seus muitos experimentos.

Os parâmetros que ela usou para a carne foram; dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade. Os três primeiros são determinados diretamente pelas curvas do registrador, enquanto a mastigabilidade é calculada como um produto dos três. Este aparelho foi também adaptado para medir a suculência, usando um pedaço de papel de filtro colocado sob e sobre um pedaço de carne e a amostra é mastigada com o êmbolo. A área total do papel molhado após três mastigadas consecutivas é a medida de suculência. O mesmo método pode também determinar a proporção de água que sai, mudando o papel filtro após cada mastigada. Diferenças significativas na proporção da água eliminada mostram se a carne é fresca ou reidratada. (77)

Aparelho de Swift e Ellis - Esse aparelho foi desenvolvido pelos pesquisadores do mesmo nome (79) no "Eastern Utilization Research and Development Division, Agricultural Research Service, Beltsville, Maryland", quando estudavam a ação de fosfatos em salsichas. É baseado no princípio de resistência à ruptura ou extensibilidade do produto. Nesse estudo, fatias de carne de 0,35 cm de espessura por 2,22 cm de largura e 10,2 cm de comprimento são colocadas entre dois blocos de madeira e presas firmemente na posição, por presilhas também de madeira, na base do aparelho. Pressionando a carne há um outro bloco de madeira de 3/8 polegadas de largura e 1 polegada de comprimento. Um "beaker" é preso nesse bloco, através de uma vara horizontal de 1/4 polegada de diâmetro. Aumenta-se a pressão sobre a carne, colocando areia no "beaker" numa velocidade uniforme. O peso do "beaker" mais o peso da areia, que é o ponto de ruptura da fatia, é determinado. Os valores da resistência à ruptura são calculados para cinco determinações.

Muitos outros aparelhos têm sido apresentados como por exemplo: Rigorômetro, Tensiômetro eletrônico, Consistômetro de Hoeppler etc, entretanto, os mais comumente usados já foram descritos neste capítulo.

3 - Avaliação crítica dos métodos objetivos - O mecanismo de a valiação da textura ou propriedades reológicas da carne depende de uma grande variedade de fatores, incluindo a proporção da carga, a geometria do contato ou superfície de carga e ainda, de variação dentro da própria amostra. É necessário também definir o que será medido, selecionar a amostra representativa e controlar as condições do teste.

Embora o Warner Bratzler Shear seja o mais usado pelos pesquisadores, a segurança de suas medidas têm sido muito discutida e contínuos esforços têm sido feitos para obter aparelhos mais sensíveis e que melhor reproduzam a tenrura da carne como é julgada sensorialmente. Parece que o problema não envolve dificuldades em relação ao aparelho, mas sim em relação à exata definição da qualidade medida. A mastigação envolve corte, cisalhamento, ruptura, trituração e compressão; dessas somente o cisalhamento é simulado pelo Warner-Bratzler Shear Press. Certas variáveis experimentais podem ser controladas para se obter resultados seguros. No uso do Warner - Bratzler shear para medir a tenrura da carne, o próprio Bratzler aconselha que se dê atenção às seguintes variáveis: ponto de cocção da carne cozida, uniformidade do tamanho da amostra, direção das fibras do músculo, presença do tecido conectivo, depósito de gordura, temperatura da amostra e velocidade de cisalhamento. Lâminas não afiadas são também um fator que pode influir na precisão da medida.

A grande variedade de instrumentos que têm sido estudadas, para medir os testes objetivos de textura, indica que as determinações científicas procuram meios adequados para descrever textura em termos que possam ser reproduzidos em números. A procura continua até que um instrumento perfeito possa ser construído. A última tendência empírica dos testes objetivos imitativos procura dar um melhor entendimento das propriedades da textura como são percebidos sensorialmente. Esforços contínuos nessa área conseguiram ultimamente dar me-

lhor contribuição à indústria de alimentos com métodos objetivos mais sensíveis para descrever acuradamente as qualidades de textura correlacionando-a com o, até agora, insubstituível julgamento das qualidades de um alimento pelos sentidos humanos.

B- Métodos subjetivos - Os métodos subjetivos ou sensoriais são baseados nas respostas aos estímulos. Um estímulo pode ser definido como qualquer ativador químico ou físico que provoque resposta do receptor. O receptor para cada um dos nossos sentidos é especializado em receber somente uma classe de estímulo. Os impulsos nervosos são levados pelos receptores ao cérebro, para interpretá-los em sensações. Um estímulo produz uma sensação cujas dimensões são: intensidade, extensão, duração, qualidade e gosto ou desgosto. O estímulo pode ser medido por métodos físicos e químicos e a sensação por processos psicológicos. A energia mínima capaz de produzir uma sensação é chamada de limite mínimo de percepção absoluta ("threshold"). Como a energia do estímulo cresce, a sensação muda e é ligeiramente diferente para cada sentido. O estímulo mínimo percebido é chamado limite mínimo de percepção de diferença ("difference threshold"). Ambos, o absoluto e o de diferença são importantes para medir a relação psico-física (3). Não se encontra na literatura estudos sobre limite mínimo de percepção absoluta para a textura (1).

Os métodos subjetivos empregam equipes de degustadores selecionados e às vezes, necessariamente treinados que se baseiam em suas próprias impressões sensoriais para o julgamento de um alimento. Desta forma, pode-se dizer que o elemento humano é o aparelho que registra as medidas. Quando pessoas são usadas como instrumento de medida, é necessário controlar rigidamente todos os métodos de testar e as condições, para evitar erros causados por fatores psicológicos. Erro, neste caso, pode incluir toda espécie de influência estranha que preju

dique o bom resultado de um determinado teste sensorial.

Os métodos de análise sensorial referem-se a medidas de propriedades físicas pelas técnicas psicológicas. Como parte da psicometria, os métodos sensoriais são usados para medir tudo aquilo que não pode ser medido diretamente através de testes físicos e químicos. Para um leigo conduzir testes sensoriais, pode parecer muito fácil, mas na realidade não o é. É preciso estar bem familiarizado com as técnicas disponíveis, para saber quando e como usá-las e ter uma equipe cuidadosamente selecionada e treinada (33).

1- Importância da análise sensorial - A avaliação sensorial é feita através dos órgãos dos sentidos, principalmente do gosto, olfato e tato quando um alimento é ingerido. A complexa sensação que resulta da interação de nossos sentidos é usada, para medir qualidade do alimento em programas de controle de qualidade onde uma equipe pode dar respostas que indicarão: a preferência do consumidor, diferenças entre as amostras, diferença e preferência entre as amostras, seleção da melhor amostra ou processo e determinação do grau ou nível de qualidade do produto (42). A análise sensorial pode ainda auxiliar no desenvolvimento de produtos novos. Neste caso a avaliação é feita por uma equipe de laboratório ou por equipe massal obtendo julgamentos de várias centenas de pessoas e desta forma medir a aceitação do consumidor para esse determinado produto (33). Sabe-se que a textura é uma das qualidades do alimento e que afeta grandemente a aceitação do consumidor. Muitos trabalhos mostram a preocupação dos pesquisadores na avaliação da mesma, qual o grau de conhecimento que o consumidor possui sobre a textura dos alimentos e quais os termos específicos usados para descrever as características percebidas pelos sentidos humanos (76).

Szczesniak e Kleyn (76) investigaram a importância rela-

tiva da terminologia descritiva da textura usada pelos consumidores. Testes de associação de palavras foram feitos em en-trevistas nas quais perguntava-se a que alimento relacionavam as palavras. A lista incluía: bebidas, carnes, frutas, vegetais, sobremesas, etc. Os termos mais frequentemente usados para textura foram, quebradiço, seco, suculento, mole, cremo-so, liso, fibroso, duro e flocoso.

Yoshikawa e colaboradores em 1970 (90, 91, 92) no Japão, pediram à equipe que selecionasse palavras de uma lista de 40 termos de textura e indicasse sua importância em relação a uma lista de 97 alimentos; porém, desse trabalho, pouca informação útil foi obtida para os ocidentais, pois os alimentos eram es-pecificamente japoneses e as palavras não tinham tradução, e não puderam ser aplicadas em outros países.

Contudo, o teste de associação de palavras parece ser vãlido para se estabelecer a importância de várias caracterís-ticas da textura e do que os consumidores pretendem. Cuidadosa seleção de termos em textura é essencial. É necessário es-tabelecer a importância dos atributos da textura para cada ali-mento examinado e ter uma completa concordância nas definições desses atributos (41).

Os povos de "status" educacional, social ou econômico mais elevado são geralmente mais exigentes na textura que os povos cosmopolitas. O consumidor torna-se mais consciente e crítico da textura com o uso crescente de alimentos sintéti-cos e processados, portanto, é preciso desenvolver melhores mé-todos de medida e de controle da textura.

Instrumentos podem ser inventados para medir muitos atri-butos dos alimentos, mas essas medidas são de pouco valor quan-do não são correlacionadas com a avaliação do consumidor (1).

A análise sensorial é um campo muito importante na Indústria de Alimentos, pois ela contribui para a determinação da qualidade e aceitação de um produto novo, por exemplo, determinar a alteração da qualidade de um alimento submetido à ação de um aditivo químico como o cloreto e o lactato de cálcio usado para conservação da textura de frutas, informando se o consumidor aceitará ou não o produto.

A indústria de alimentos necessita de equipes sensoriais de confiança (selecionadas e treinadas) pelas seguintes razões: 1) avaliar a importância relativa da textura na aceitabilidade do produto - medida da textura; 2) determinar as características da textura mais importantes naquele alimento testado, - saber o que medir e 3) escolher o método adequado para avaliar a característica desejada - como medir.

Como toda indústria visa o consumidor, nada melhor do que avaliação sensorial feita por uma equipe que represente o comprador potencial do produto.

2- Métodos Estatístico-sensoriais - Os métodos usados para análise subjetiva de sabor, ou mesmo qualquer outra propriedade sensorial, pode ser adaptado para avaliação da textura (1).

Ellis (29) classifica os métodos estatístico-sensoriais em duas classes:

- 1) Métodos de resposta objetiva, compreendendo vários testes conforme mostrados no Quadro I;
- 2) Métodos de resposta subjetiva, compreendendo menor número de testes e que constam do Quadro II.

Amerine e colaboradores (6) apresentam a seguinte classificação:

- 1) Métodos de diferenças direcionais;
- 2) Métodos de testes qualitativos e quantitativos;
- 3) Métodos de diferença-preferência.

Garruti (33) admite, pelo menos, três classes principais;

- a) Métodos de diferença;
- b) Métodos de testes qualitativos e quantitativos;
- c) Métodos compostos

Deatherage citado por Szczesniak (70) divide os métodos sensoriais em duas categorias baseados no resultado final desejado:

- a) Métodos cujo objetivo é a preferência;
- b) Métodos que tentam descrever o produto.

Outros pesquisadores propõem diferentes classificações, mas todos baseados em respostas subjetivas e objetivas.

Entre os métodos de resposta objetiva, isto é, aqueles

Quadro I - O provador procura fazer um julgamento objetivo.

Método	Nº amostras testadas servidas		Nº de pro- vadores	Finalidade
1- <u>ESCALA</u>				
A-Descritiva	1-6	1-6	5-12	Seleção de amostra
B-Numérica	1-6	1-6	5-12	Seleção de amostra
C-Composta	1-2	1-4	5-12	Avaliação comparada
2- <u>DIFERENÇA</u>				
A-Triangular	1	3	6-25	Detectar diferenças quando as variações entre amostras são mínimas.
B-Duo Trío	1	3	6-25	Detectar diferenças quando existe variação entre amostras, bom também para treinamentos.
C-Comparação pareada ou amostra dupla	2	8	5-12	Detectar pequenas diferenças quando há pequena variação entre amostras.
D-Comparação múltipla	1-4	1-6	5-12	Detectar diferenças de intensidade regular quando há pequeno efeito entre amostras.
E-Estímulo único				
3- <u>ANALÍTICO</u>				
A-Estímulo único	1	1	6-25	Detectar sabor estranho.
B-Sabor estranho específico	1-4	1-4	5-12	Detectar sabor estranho com qualificação.
C-Descritivo ou perfil do sabor	1	1	4-6	Detectar sabor estranho ou mudança de sabor; desenvolver produtos; análise do sabor.

Quadro II - O provador procura dar uma resposta subjetiva.

Método	Nº amostras Testadas Servidas		Nº de Provadores	Finalidade
<u>1. PREFERÊNCIA</u>				
- A- Simples	2	2	6-150	Determinar preferência.
B- Ordenação	1-6	1-6	5-25	Seleção de melhor amostra.
<u>2. ACEITAÇÃO</u>				
A- Equipe de laboratório	2-4	2-4	6-250	Determinação de provável reação do consumidor para um novo produto a ser lançado no mercado.
B- Equipe massal (público consumidor)	2	2	250-1000	Determinação da reação do consumidor baseada em fatores específicos.

em que a equipe degustadora deve ser selecionada, estão incluídos os testes: de diferença, de ordenação, de escala, os hedônicos, de perfil de textura. Entre os métodos de resposta subjetiva, isto é, aqueles em que a equipe não precisa ser, obrigatoriamente, selecionada e treinada incluem-se os testes de aceitação e de preferência.

Resultados e aplicação dos testes feitos com equipe de laboratório e equipe massal. No estudo da textura da carne apenas são aplicados os métodos de diferença, qualidade (escala), perfil de textura e de aceitação-preferência.

Métodos de diferença - Os testes de simples diferença determinam se as diferenças são detectáveis; não indicam grandeza ou direção da diferença entre as amostras, apenas se as amostras são diferentes ou não. Não exigem equipes muito grandes, e é importante que os provadores tenham, pelo menos, uma acuidade sensorial normal porque, algumas vezes, quando diferenças não são detectadas, as amostras são consideradas iguais e nenhum outro teste adicional é feito. A diferença é baseada em todas as características da amostra sendo necessário controlar fatores estranhos como odor, cor e sabor quando diferentes texturas são avaliadas (1). Pessoas de pequena sensibilidade não podem ser incluídas quando se organiza uma equipe. Os degustadores devem ser treinados para discriminar pequenas diferenças em atributos específicos como: dureza, fragilidade, etc.

Entre os testes de diferença, a literatura cita, de um modo geral, o triangular e o pareado para a textura de carnes.

Teste triangular - foi, pela primeira vez, apresentado por Bengtsson em 1943 para selecionar equipes de degustadores de cerveja. Este método tem sido usado por muitos laboratórios para medir as características sensoriais de pequenas diferenças entre duas amostras. Devido à sua grande aplicação é um dos métodos mais estudados e criticados. Consta do seguinte:

Duas amostras são apresentadas simultaneamente, e o julgador deve detectar a amostra diferente num conjunto de três amostras que são servidas ao mesmo tempo. Previamente é instruído de que duas são iguais e uma é diferente. Fig.13. A cada degustador são apresentados seis grupamentos: AAB, ABA, BBA, ABB, BAA, BAB e a probabilidade de acertar por acaso é 1/3. O número de respostas corretas, necessárias para estabelecer diferenças significativas, são encontradas nas tabelas de E.B. Roessler para vários números de comparações, efetuadas aos níveis de significância de 5%, 1% e 0,1%, baseados no testes do χ^2 (quiquadrado). O teste triangular pode dar o grau de intensidade da diferença e também pode ser pedido ao provador dizer qual a sua preferência em relação às amostras. Ainda esse teste pode ser direcional se, além de determinar a amostra diferente, perguntar-se ao julgador qual das amostras apresenta um determinado atributo, como por exemplo: mais tenra, mais suculenta, mais fibrosa, etc. Fig.14. Em todos esses casos a probabilidade será de 1/6. O método é simples é muito usado para selecionar membros da equipe. Neste caso, visa-se o provador. Nas demais formas é usado para treinar a equipe, visando então a amostra.

White e colaboradores (86), trabalhando com carne de peru, usaram o triangular modificado para detectar diferença de resistência nos pedaços de carne que apresentavam valores no Warner-Bratzler Shear de 4 a 22 libras. Os resultados da equipe treinada foram bons e mostraram estreita relação com as medidas físicas, conseguindo indicar qual das amostras era mais resistente.

Teste Pareado - Consiste na apresentação de duas amostras. Se o julgador apenas identificar uma diferença entre as mesmas, o teste é pareado simples. Fig.15; porém, se as duas amostras são apresentadas para comparação e o julgador deve dizer qual das duas tem maior intensidade de uma característica bem defi

NOME: _____

DATA: _____

SÉRIE: _____

Em cada prova, duas das três amostras são iguais e uma é diferente. Assinale, por favor, a amostra diferente.

Nº AMOSTRA

DIFERENTE:-

1ª Prova _____

2ª Prova _____

3ª Prova _____

Figura 13 - Teste de simples diferença

NOME _____

PRODUTO _____

DATA _____

Em cada prova, duas das três amostras são iguais. Assinale, por favor, a amostra diferente, o grau de diferença entre elas, qual delas possui o sabor mais forte, e indique sua preferência.

Prova	Amostra	Grau de diferença				Mais tenra		Preferência	
	Diferente	nenhum	peq.	reg.	gde.	dif.	iguais	dif.	iguais
1ª	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2ª	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3ª	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

OBSERVAÇÕES: _____

Figura 14 - Teste de diferença modificado.

NOME: _____

DATA: _____

Por favor, prove cada par de amostras independentemente e diga se existe alguma diferença entre elas.

EXISTE DIFERENÇA?

	<u>SIM</u>	<u>NÃO</u>
1º	_____	_____
2º	_____	_____
3º	_____	_____
4º	_____	_____

OBSERVAÇÕES: _____

Figura 15 - Teste pareado simples

nida e bem compreendida, o teste é pareado de comparação Fig.16. A probabilidade de acertar por acaso é de $1/2$ e a análise estatística pode ser feita pelo teste do χ^2 (qui-quadrado).

Cover e colaboradores (23) desenvolveram o teste pareado para detectar diferenças em tenrura de carne bovina assada. Observando que os pedaços de carne assada não eram homogêneos, usaram amostras retiradas do lado direito e do lado esquerdo da carcaça para formar pares de amostras. As duas amostras eram apresentadas ao provador perguntando-se qual das amostras era a mais tenra. Não encontraram diferenças significativas em tenrura de assados em forno com a mesma temperatura, porém, quando assado em temperaturas diferentes 125°C e 225°C os resultados mostraram uma diferença altamente significativa. Em outros trabalhos feitos com carne de porco e carneiro, os resultados sensoriais mostraram uma porcentagem de tenrura entre 51 e 96. A maior porcentagem foi associada à menor velocidade de penetração do calor, mas nenhum método indicou qual das carnes era mais tenra.

Teste de ordenação ("Ranking test") - Consiste este teste em apresentar várias amostras aos provadores, solicitando que as coloquem em ordem crescente ou decrescente da propriedade sensorial que está sendo medida, por exemplo: dureza de quatro pedaços de carne (33). Não há necessidade de um grande treinamento, desde que os provadores entendam o significado do atributo que estão medindo (1). Este método é rápido, permite testar várias amostras de uma só vez e simples de aplicar.

Fig. 17. A principal desvantagem é não poder medir o grau de diferença entre as amostras. Excelentes resultados são obtidos quando há grande diferença entre elas. Os resultados podem ser analisados pela Tabela de Kramer calculada para três níveis de significância estatística 5%, 1% e 0,1% (33). Para

NOME _____

DATA _____

Prove, por favor, cada par de amostras independentemente e diga se existe alguma diferença entre elas. Assinale então o grau de diferença e indique qual a amostra de melhor tenrura.

	EXISTE sim	DIFERENÇA não	GRAU DE DIFERENÇA Nenhum peq. reg. gde.	AMOSTRA DE MELHOR TENRURA
1º Par	_____	_____	_____	_____
2º Par	_____	_____	_____	_____
3º Par	_____	_____	_____	_____
4º Par	_____	_____	_____	_____

COMENTÁRIOS: _____

Figura 16 - Teste pareado modificado

NOME _____

DATA _____

Prove, por favor, as amostras do produto, colocando-as em ordem decrescente de acôrdo com a qualidade de textura.

QUALIDADE DE TEXTURA

Nº AMOSTRA

Primeira

Segunda

Terceira

Quarta

Comentários: _____

Figura 17 - Teste de ordenação.

melhores resultados pode-se transformar os dados em valores pela escala de Fisher e fazer análise da variância. Hansen (35) apresentou aos provadores três amostras em três sessões. As amostras eram dos músculos "psoas major", "longissimus dorsi" e "semi tendinosus". Selecionou os provadores que colocaram essas amostras em ordem crescente de tenrura.

Métodos de Escala - O mais frequentemente usado de todos os sistemas de testes sensoriais é a escala de valores, por sua diversidade, aparente facilidade e fácil aplicação de análise estatística. Para que uma escala seja eficiente é preciso:

1) desenvolvimento de uma ficha realista com fator de qualidade devidamente escolhido para refletir sua importância.

2) a escala não ser muito grande para não confundir o provador e nem muito pequena, pois, perderia seu valor estatístico.

3) a concordância entre os provadores, diminuindo assim a variação entre eles.

4) permitir fácil análise estatística, mas sempre considerando que, um complexo e sensitivo tratamento matemático, não deve e nem pode corrigir qualquer deficiência ou perda de sensibilidade na apresentação original ou no escalonamento das amostras.

A desvantagem das escalas sensoriais é a instabilidade ou tendência de perder o significado com o correr do tempo e com os provadores, necessitando, nesses casos, associar medidas físicas conhecidas; ou, se o produto não puder ser medido por meios físicos, correlacionar diretamente valores de qualidade com a escala subjetiva (33). Ellis (29) acredita que escalas de valores dão mais completa informação que as escalas simples descritivas, porém os provadores devem ser bem treinados; caso contrário, os resultados terão pouca precisão.

O método de escala apresenta vantagens como:

- 1) requer menos tempo que os métodos de diferença ou ordenação;
- 2) é muito mais interessante para o provador;
- 3) tem maior margem de aplicação;
- 4) só podem ser usadas com equipes treinadas ou semi-treinadas e podem ser usadas com grande número de estímulos porém há um limite, pois dificuldades podem surgir depois de 30 a 40 amostras.

Os termos descritivos acompanhados de valores numéricos são muito empregados (33). As amostras são usualmente apresentadas e relacionadas separadamente com espaços de tempo porque não há uma comparação direta. Um ou mais atributos podem ser avaliados por vez. Usualmente dá-se escalas com alguns ou todos os pontos escritos ou apresentando padrões. Os números são anotados e é feita a análise estatística. As escalas de avaliação podem ser estruturadas ou não e semi-estruturadas. Uma escala não estruturada deve ser considerada como uma linha que não tem pontos marcados e que somente nas extremidades são identificadas como extremo de intensidade dos parâmetros. Um exemplo seria uma linha de 10cm tendo nas extremidades os termos dureza e tenrura. Ao provador se pede para marcar na linha a posição que ele pensa representar a intensidade relativa da textura da amostra. Dados são tirados da distância onde o provador fizer a marca até o fim da linha (1).

Uma escala perfeitamente estruturada terá todos os pontos mencionados e os provadores necessitam usar somente esses pontos. O número de pontos da escala deveria ser relativo ao número de intervalos distinguíveis pelos provadores (3). Escalas de avaliação de padrões de dureza, fragilidade, mastigabilidade, gomosidade, viscosidade e adesividade foram estabelecidas por Szczesniak e colaboradores (78) para determinações quantitativas de textura de alimentos. As escalas cobrem a série de intensidade encontrada nos produtos e podem ser expan-

didas até um ponto desejado, de grande precisão em uma escala limitada. Cada ponto da escala é representado por um produto selecionado nas bases da utilidade, familiaridade, constância das características de textura e outros critérios. Usando escalas desenvolvidas, a correlação foi boa entre as avaliações sensoriais e instrumentais. Muitos critérios foram usados para selecionar os padrões de referência para os pontos individuais da escala. A consideração mais importante foi que o alimento selecionado possuía a intensidade desejada da textura e que esse parâmetro não seria coberto por outro. Outros critérios considerados foram: utilidade, qualidade constante e grande familiaridade. As escalas foram desenvolvidas por nove membros de uma equipe treinados em perfil de textura e baseada nas definições dos parâmetros de textura dados por Szczesniak.

Batcher e Rawson (11) fizeram um trabalho com os seguintes estudos:

- 1) compararam a qualidade da carne de porco cozida de carcaças com diferentes graus de gordura;
- 2) determinaram a variação que poderia ser encontrada entre os músculos cru e cozido do porco;
- 3) determinaram qual músculo poderia ser usado como índice da qualidade da carcaça suína, variando o teor de gordura.

As medidas sensoriais e físicas foram feitas com os músculos "longissimus dorsi", "semitendinosus", "semimembranosus", "adductor", "biceps femoris" e "rectus femoris". Depois, de cozidos os músculos eram dissecados, retirada a gordura externa e as amostras eram submetidas às análises. A análise sensorial da tenrura foi feita por uma equipe treinada de quatro provadores que determinaram tenrura, suculência, sabor e aceitabilidade. Aplicaram uma escala descritiva numérica de 9 pontos com intervalos duplos. O músculo "semitendinosus" foi considerado o mais tenro pela equipe, o "semimem-

branosus" o menos tenro. As correlações com as medidas físicas foram significativas para muitos músculos.

Goertz e colaboradores (34) trabalharam com perus descongelado à temperatura ambiente, antes de ser assado a 163°C. A temperatura interna dos músculos "pectoralis major" e da coxa foi registrada cada 20 minutos, lendo-se através do visor do forno. Uma equipe bem treinada julgou o grau de cozimento através de uma escala de 7 pontos com o ponto ótimo representado pelo termo médio 4. O ponto 7 descrevia a amostra cozida demais e o ponto 1 como mal cozida. Os valores médios para a carne branca foram ligeiramente maiores do que para a carne escura; a correlação com os valores da medida física não foi significativa.

Bjorksten e colaboradores (14) estudaram o músculo "longissimus dorsi" de 24 carcaças bovinas no quarto dia após a morte. Medidas objetivas foram feitas com um tipo de tenderômetro e as medidas subjetivas foram feitas com uma escala de oito pontos, em pedaços de músculo, em forma de cubos de duas polegadas, dos lados direito e esquerdo da carcaça. Pesos iguais eram colocados em sacos plásticos e aquecidos a 72°C em banho-maria até à temperatura interna de 65°C. Depois de resfriados à temperatura ambiente, pela imersão em água gelada, foram servidos à equipe, segundo um modelo de comparação múltipla, com duas repetições, e os resultados foram analisados estatisticamente. A correlação entre a medida objetiva e subjetiva foi significativa ao nível de 1%.

Tuomy e colaboradores (81) estudaram o efeito do tempo e temperatura de cozimento na tenrura da carne bovina. As temperaturas de cozimento foram de 60°C, 72°C, 82°C, 88°C, 93°C e 99°C num período de 7 horas. A carne foi avaliada por uma equipe de dez tecnologistas que avaliaram a tenrura, a facilidade de corte e o sabor, através do método de Escala de Valores, de 9 pontos com os números mais altos indicando melhor

tenrura, melhor sabor e mais facilidade de corte. A correlação entre a medida física e a sensorial não foi significativa para as temperaturas de 609 e 729C; isto pode ser explicado porque há pouca diferença entre elas nessas temperaturas. Em todas as outras, as correlações foram excelentes.

Tuomy e Helmer (80) estudaram o efeito do congelamento seco (freeze-drying) na qualidade do músculo "longissimus dorsi" da carne de porco. Os pedaços de músculo eram avaliados física e sensorialmente, antes e depois do congelamento. A análise sensorial foi feita com uma escala de nove pontos. Se a relação da tenrura da carne congelada-seca com o peso original era considerada separadamente, a correlação era significativa ao nível de 1% e a tenrura decrescia enquanto o peso do lombo aumentava.

Howard (38) tentou determinar a qualidade comível de amostras selecionadas de carne, em condições que permitiam conclusões válidas. Trabalhou com carne assada e grelhada. A equipe usou uma escala de 0-8 pontos, na qual cinco pontos eram definidos pela descrição apropriada de tenrura e quatro pontos intermediários foram adicionados, conforme exemplo abaixo:

- 0 - muito dura
- 1 - _____
- 2 - dura
- 3 - _____
- 4 - ligeiramente dura
- 5 - _____
- 6 - tenra
- 7 - _____
- 8 - muito tenra

Os provadores sentiram que não podiam provar mais que seis amostras por sessão e que realizavam melhor a prova quando estavam com fome.

Wilson e colaboradores (88), estudando um novo método para uma rápida tenderização da carne bovina, usaram os músculos: "semimembranosus", "semitendinosus" e "biceps femoris" e o "longissimus dorsi", para comparar a eficiência de dois processos de tenderização em cinco carcaças. A maturação de um lado da carcaça foi feita a 29°C e comparada com a do outro lado que sofreu maturação a 43°C. A carne grelhada foi servida a uma equipe de oito degustadores e a escala usada foi de 10 pontos. Perguntava-se sobre a tenrura, resíduo e sabor das amostras. Porções tiradas do mesmo lado e submetidas ao aparelho Warner-Bratzler Shear mostraram que bifes grelhados cuja maturação foi feita a 43°C por 24 horas foram considerados mais tenros do que quando a 29°C. Em ambos os casos houve, entretanto, um aumento da tenrura inicial e um decréscimo na quantidade de resíduo. Observaram que os valores dados pela equipe para tenrura e resíduo são ligeiramente maiores para os bifes do "longissimus dorsi", "semitendinosus" e "biceps femoris" submetidos à maturação a 29°C por duas semanas. Entretanto no "semimembranosus" os valores médios eram contrários, indicando maior tenderização quando submetidos à maturação a 43°C por 24 horas. Isto foi observado para todas as carcaças, o que, pode significar que a alta temperatura, usada nos processos de maturação, dá maior ou menor tenrura, dependendo do músculo.

Visser e colaboradores (82) estudaram a tenrura e a suculência da carne bovina em três graus de cozimento: mal, medianamente e bem passada sendo cozidas em gordura a 100 e 110°C. Foram feitas análises físicas e sensoriais, sendo que para estas o método utilizado foi o de escala de qualidade de 10 pontos partindo de textura extremamente boa até extremamente fraca. O mesmo foi feito para suculência. O delineamento estatístico usado foi o de blocos incompletos onde o número de tratamentos era igual a seis representados por três amostras, do lado direito e três do lado esquerdo dos músculos "longissimus dorsi" (costela), "semitendinosus" e "longissimus dorsi" (lombo) respectivamente. Concluíram que para um dado músculo

valores "shear" e tenrura são aproximadamente os mesmos, independentemente da temperatura interna. Valores médios de tenrura para carnes assadas a 100°C em gordura são ligeiramente mais baixos do que valores para os assados em forno ou para os cozidos a 110°C em gordura. Os valores da medida física são um pouco mais baixos para assados em forno do que para os cozidos em gordura. O coeficiente de correlação da medida física e sensorial não foi significativo.

Sharrah e colaboradores (66) usaram também uma escala numérica descritiva no estudo da comparação de métodos sensoriais e objetivos na avaliação da tenrura da carne bovina. Fig.18. Este trabalho já foi citado no item A deste capítulo.

Raffensberger e colaboradores (59), medindo a maciez do bife com escalas estruturadas (Fig.19) e não estruturadas, (Fig.20) não encontraram grandes diferenças nos resultados obtidos.

Escala Hedônica - É uma escala altamente subjetiva, e a comparação entre ela e a escala de valores é difícil. A vantagem da escala hedônica comparada com a numérica é que os termos hedônicos constituem uma definição de cada ponto da escala. São úteis para provadores não treinados ou para aqueles que não têm experiência do uso das escalas. A palavra hedônica refere-se aos estados psicológicos conscientes agradáveis e desagradáveis. Na escala hedônica as respostas afetivas, isto é, estados psicológicos de gosto e desgosto são medidas por uma escala de pontos. Os requisitos essenciais numa escala de valores são:

1- Definição do contínuo psicológico (qualquer coisa que pode ser percebida) e do contínuo sensorial.

2- Estabelecimento de séries de categorias sucessivas de respostas. As formas essenciais da escala hedônica são

NOME: _____
 DATA: _____

										Amostras Codificadas				
Tenoura	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
		muito tenro			moderada- mente tenro		ligeira- mente duro		muito duro					
Suculenta	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
		muito suculen- ta			moderada- mente su- culenta		ligeira- mente seco		muito seco					
Textura	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
		muito fina			moderada- mente fina		ligeira- mente grosseira		muito gros- seira					
Sabor	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
		muito bom			moderada- mente bom		ligeira- mente ruim		muito ruim					
Qualidade total - Coloque em ordem 1 = boa qualidade 4 = baixa qualidade														

Figura 18 - Ficha usada por Sharrah e colaboradores (66)

<i>Estre-</i> <i>mamen-</i> <i>te</i>	<i>Muito</i>	<i>Moderada</i>	<i>Ligeira-</i> <i>mente</i>	<i>Ligeira</i> <i>mente</i>	<i>Moderada</i> <i>mente</i>	<i>Muito</i>	<i>Extrema</i> <i>mente</i>
<i>Rija</i>	<i>Rija</i>	<i>Rija</i>	<i>Rija</i>	<i>Macia</i>	<i>Macia</i>	<i>Macia</i>	<i>Macia</i>

Figura 19 - Escala Estruturada

Grandíssima
Rigidez

Grandíssima
Maciez

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Figura 20 - Escala não estruturada

seus postulados (proposições) de contínuos de preferência e a maneira direta com que ela define as categorias de resposta em termos de gosto e desgosto (33). (Fig. 21).

Os termos ou palavras escolhidas para a escala são de muita importância pois, além de dar idéia de ordem sucessiva dos intervalos da escala, devem expressar bem claro o significado da resposta do contínuo. As instruções dadas nas fichas têm duas finalidades:

1- informar o provador sobre o que deve saber a respeito, ou seja, o que o líder do projeto deseja que ele saiba sobre o teste.

2- ajudar o degustador a registrar respostas imediatas sem grandes dificuldades.

A escala pode ser vertical, dando uma idéia de contínuo com pontos equidistantes. A escala é sempre apresentada com a categoria "gostei muitíssimo" como a primeira de cima para baixo quando apresentada na vertical e da esquerda para direita quando horizontal. O êxito da aplicação do método depende, não somente dos provadores, mas também do planejamento do teste e do procedimento na amostragem. É possível se apresentarem até 3 ou 4 amostras numa mesma sessão, porém, deve-se prová-las independentemente. Esta escala é útil para medir aceitação do consumidor, mas não para mudanças quantitativas em alimentos. Porém, no caso da carne, foi observado que a resposta hedônica variou entre provadores que gostavam de bife mal passado e bem passado. Aos termos hedônicos são atribuídos valores de 1 a 9, procedendo-se a análise estatística para a qual são calculadas: médias, desvio padrão, erro e teste de significância.

PROVADOR:	PRODUTO	DATA
-----------	---------	------

ATENÇÃO: Você irá receber 3 amostras para provar e deverá dar sua opinião, usando a escala abaixo para descrever sua idéia a respeito.

Por favor, não se esqueça que você é o provador, e é a única pessoa que pode dizer do que realmente você gosta.

Um julgamento correto de sua parte nos auxiliará muito.

Tome um pouco de água depois de provar cada amostra, e espere pela próxima.

AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA
Gostei	Gostei	Gostei
Muitíssimo	Muitíssimo	Muitíssimo
Gostei	Gostei	Gostei
Muito	Muito	Muito
Gostei	Gostei	Gostei
Regularmente	Regularmente	Regularmente
Gostei	Gostei	Gostei
Ligeiramente	Ligeiramente	Ligeiramente
Indifer.	Indifer.	Indifer.
Desgostei	Desgostei	Desgostei
Ligeiramente	Ligeiramente	Ligeiramente
Desgostei	Desgostei	Desgostei
Regularmente	Regularmente	Regularmente
Desgostei	Desgostei	Desgostei
Muito	Muito	Muito
Desgostei	Desgostei	Desgostei
Muitíssimo	Muitíssimo	Muitíssimo

COMENTÁRIOS: _____

Figura 21 - Escala hedônica

Wilkinson e Dawson (87) estudaram a tenrura e a suculência da carne de perus machos, de seis meses, assados a diferentes temperaturas. Amostras de 30cm de comprimento por 13 cm de diâmetro em número de 18 pedaços de carne branca e escura, foram processados e armazenados a -18°C. Antes de serem assadas foram descongeladas a 16°C e envolvidas em folhas de alumínio e colocadas no forno com termostato marcando 107°C. A temperatura interna era medida continuamente com um par térmico. Três pedaços de carne branca e três de carne escura foram assados a temperaturas internas de 60°, 66°, 71°, 77°, 82° e 88°C, respectivamente. Uma equipe treinada, de seis pessoas, foi usada para avaliar a tenrura e a suculência da carne branca e escura usando uma escala hedônica de 7 pontos. Os pontos da escala iam do "extremamente tenro" ou "muito suculento" cujo valor era 1 até "muito duro" ou "muito seco", valor 7. A carne escura, avaliada pela equipe, tornava-se mais tenra quanto maior a temperatura de cozimento, a carne branca também foi julgada do mesmo modo até a temperatura de 82°C, mas tornava-se mais dura quando atingia 88°C. Esses resultados foram similares aos obtidos pela medida física quando comparadas somente as amostras cozidas à mesma temperatura. A interação dos valores da equipe e da qualidade da carne (branca ou escura) foi altamente significativa. Para a suculência verificou-se que esta decrescia com o aumento da temperatura. A carne branca era menos suculenta que a escura quando cozida a 77°C ou mais. Goodwin e colaboradores, citados neste trabalho, já haviam demonstrado que o peito de peru cozido a 88°C e 94°C torna-se seco, quebradiço e parece cozido demais do que quando cozido a temperaturas mais baixas.

Carpenter e colaboradores (21) mediram a qualidade da carne de porco objetiva e subjetivamente. A análise sensorial foi feita por uma equipe de 15 membros semi-treinados, empregando também a escala hedônica, porém de apenas 6 pontos. A equipe foi pedido avaliar, além da tenrura, o sabor e a suculência. Usaram 439 carcaças de porco que diferiam em pe

so, idade cronológica e teor de gordura intramuscular do "longissimus dorsi". As medidas objetivas foram feitas por vários aparelhos. Pelos resultados obtidos foi possível selecionar lombos de porco com vários graus de gordura intramuscular. A baixa correlação da espessura da gordura traseira com a distribuição da gordura (marmorização) no "longissimus dorsi" indicou que o aumento da gordura intramuscular não corresponde necessariamente ao aumento da gordura subcutânea.

Método Perfil de Textura - Este método é baseado no desenvolvido pela Arthur D. Little Co. em 1950 para o sabor. Porém, em 1963, Brandt e colab. (18) publicaram um método para a análise do perfil da textura. Um perfil de textura é definido como a análise sensorial do complexo textura do alimento, em função de suas características mecânicas, geométricas, teor de gordura e de umidade. O grau em que cada um aparece e a ordem em que aparecem desde a primeira mordida até a mastigação completa. O método exige uma equipe treinada com conhecimento do sistema de classificação, do uso de escalas de avaliação e que julgue as amostras experimentadas em relação à amostra padrão. As características mecânicas de dureza, coesividade, elasticidade, viscosidade, adesividade, fragilidade, mastigabilidade e gomosidade são avaliadas qualitativa e quantitativamente por escalas padrões desenvolvidas por Szczesniak (78). As escalas cobrem uma gama inteira de intensidade em uma característica particular encontrada no produto. Cada ponto da escala é representado por um exemplo selecionado que torna possível dar um valor numérico a um produto desconhecido, comparando com um conhecido. As características geométricas são avaliadas qualitativas e semi-quantitativamente. Essas características se referem ao tamanho, forma, ordem das partículas dentro dos alimentos. As características relacionadas ao tamanho e à forma são percebidas sensorialmente como partículas pequenas relativamente duras; assim uma textura arenosa, granulosa, etc compreende de uma escala crescente do tamanho da partícula. Carac

terísticas, relacionando a ordem das partículas, são assim medidas. Uma textura entumecida é uma organização pesada ou firme. Uma textura cheia de ar é uma malha relativamente pequena, sendo cada célula cheia de ar, mas as paredes celulares nem sempre são leves. Esse tipo de textura é formada incorporando ar através de batidas. Algumas vezes como acontece nos bolos, os componentes gasosos são formados dentro da estrutura e expandidos em volume pela ação do calor.

O procedimento para avaliação da textura segue um modelo definido, guardando a ordem em que as características são percebidas. Podem ser subdivididas em: primeira mordida, mastigação e fase residual. Na primeira mordida ou fase inicial as características mecânicas de dureza, fragilidade, viscosidade e qualquer característica geométrica observada inicialmente. Na mastigação, há uma reunião das características mecânicas de gomosidade, mastigabilidade, adesividade e qualquer outra característica geométrica observada. A fase residual reúne mudanças feitas nas características mecânicas e geométricas durante a mastigação. Fig. 22. Quanto ao conteúdo de umidade e gordura, desde que essas características são multidimensionais, é impraticável organizar escalas que cubram uma faixa inteira dessas características em alimentos. O teor de gordura pode ser demonstrado não só pela quantidade mas também em termos de outras características, tais como: tempo de escoamento, propriedades geométricas, sensação na boca, etc. É preciso construir uma escala particular para cada produto testado. O teor de umidade pode ser avaliado tanto pelo conteúdo como pela velocidade com que se perde. Uma escala de umidade é feita para cada tipo de produto. Em carnes, a velocidade com que a umidade desaparece é mais importante que a quantidade presente. Os parâmetros que podem ser medidos por esse método em carnes (??) são: dureza, mastigabilidade, suculência e quantidade de gordura. A dureza é julgada na base da força requerida pelos dentes para comprimir um tamanho padrão da amostra a uma distância dada. Mastigabilidade é definida como

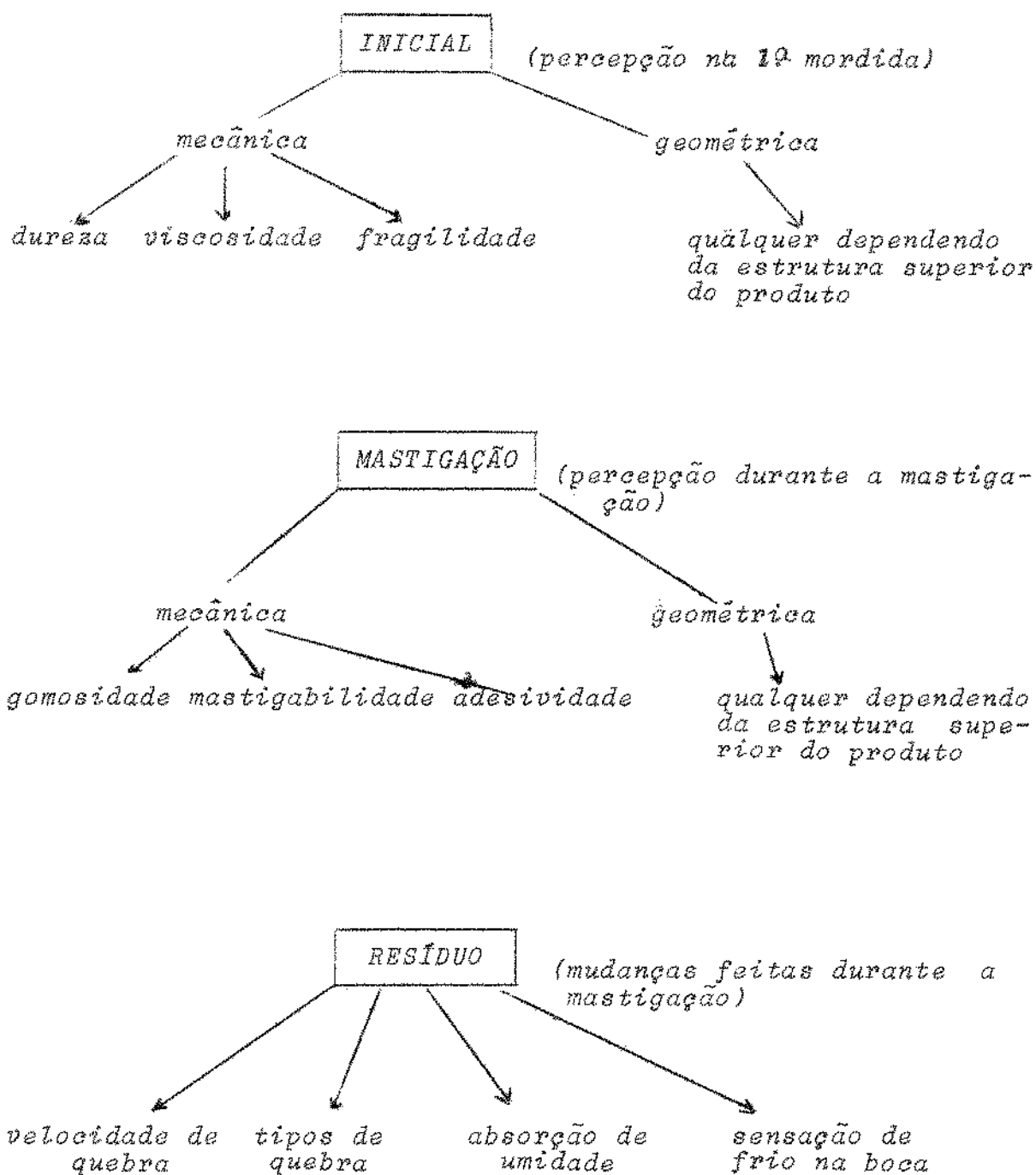


Figura 22 - Perfil de textura de Brandt

o número de mastigadas necessárias para mastigar a amostra até que ela tenha a consistência adequada para ser engolida; a velocidade é de uma mastigada por segundo. Com relação ao suco e gordura, a intensidade total é julgada pela velocidade de despreendimento. As características geométricas tais como: finura ou aspereza das fibras são consideradas de acordo com o tipo e velocidade de quebra na boca. A intensidade de cada parâmetro mecânico é julgada e escalas são construídas com pontos de referência em alimentos padrões. Correlações do perfil de textura (pela equipe) com métodos físicos foram altamente significativas. Os coeficientes de correlação dependem do tipo de carne e foram altamente significativas quando múltiplas correlações foram calculadas (dureza $r = 0,81$; mastigabilidade $r = 0,74$).

Seleção da equipe - Na seleção da equipe para perfil de textura feita pela General Food Co. foram escolhidos de 6 a 9 pessoas entre os técnicos que mostraram maior interesse. Experiências prévias auxiliam ainda que não necessárias. A equipe já tinha sido treinada para o método, de perfil de sabor da Arthur De Little Co e possuía 4 anos de experiência em desenvolver produtos.

Treinamento da equipe - O treinamento em sua primeira fase consiste num estudo da classificação das características desenvolvidas por Szczesniak, onde a equipe aprende o significado sensorial das características mecânicas da textura. Algumas semanas foram gastas para estudar cada uma dessas características, através de avaliações repetidas de exemplos selecionados que constituem os pontos da escala de avaliação.

A segunda fase do treinamento, consistiu em avaliar uma grande variedade de alimentos que representavam os pontos padrões da escala de avaliação. Nesta fase pode-se avaliar

a "performance" da equipe.

A terceira fase constituiu de um estudo das características geométricas. A equipe era dada uma lista de características geométricas e amostras de alimentos que representavam as mesmas, avaliando um ou mais alimentos que continham essas características.

Após essas fases do treinamento, a equipe possui um completo entendimento dos vários aspectos da textura e já é capaz de identificar, com segurança, os graus de cada característica. Para uma análise da textura de um alimento, a equipe gasta, no mínimo, uma sessão preliminar para avaliar várias amostras de tipos de alimentos; isto orienta-os na amplitude das diferenças que existem entre as amostras, permitindo expandir a escala quando necessário. Em seguida, a equipe estabelece um comportamento padrão de avaliação com o tamanho, temperatura e mecanismos de percepção para cada alimento selecionado. Cada membro da equipe avalia a amostra independentemente. Uma equipe supervisora registra os resultados finais e orienta discussões para resolver dúvidas. A sessão é repetida quando as discrepâncias forem muito grandes. O perfil da textura é usado para auxiliar pesquisas em alimentos, fornecendo resultados sensoriais descritivos quantitativos da textura. As vantagens desse método são:

1) flexibilidade de aplicação para qualquer produto ou característica de textura;

2) objetividade. Através dele definem-se pontos de referência e nomenclatura. As limitações são relativas aos graus de eficiência da equipe.

Sherman (68) criticou o conceito do perfil da textura usado por Szczesniak e colaboradores e propôs muitas modificações. Considera atributos primários, secundários e terciários em vez dos mecânicos, geométricos e outros. Os atribu-

tos primários são constituídos pela composição analítica, tamanho da partícula, distribuição e forma da partícula, conteúdo de ar, etc. Entre os atributos secundários coloca a elasticidade, viscosidade e adesão. Os terciários, aqueles que melhor respondem à avaliação sensorial, são derivados de um complexo misturado de dois ou mais atributos secundários. Sherman acha a classificação de Szczesniak insatisfatória por várias razões:

1) se é aceita a definição de parâmetros secundários, então todos os parâmetros chamados mecânicos são, sem dúvida, parâmetros secundários e dependem de uma mistura de parâmetros primários que caem dentro das características geométricas e "outras".

2) se a fragilidade é definida como uma força com a qual o material fatura-se, estaria relacionada com o parâmetro mecânico de dureza e coesividade. Em materiais frágeis a coesividade é baixa e a dureza pode variar de baixa até alta. Dureza é definida como a força necessária para se conseguir uma dada deformação; isto, estritamente falando, é definição de firmeza. Coesividade é definida como a resistência das ligações internas que formam o corpo do produto.

Materiais duros têm um grande módulo de elasticidade (E) e este depende da rede de energia potencial de atração entre a estrutura básica dos elementos do material, isto é, forças de coesão. Materiais frágeis comportam-se como materiais duros com alto valor de E até que a força aplicada exceda ao valor da resistência quando, então, aparecem as fendas. Então, dureza e coesão são relativos à elasticidade. O perfil da textura criticado mostra que seus produtos podem ser tratados por meios reológicos. Então, Sherman propõe modificações. Fig. 23. Nenhuma distinção é mostrada entre os atributos analíticos geométricos e mecânicos. As propriedades previamente chamadas analíticas e geométricas são agora chamadas de primárias. Todos os outros atributos são derivados

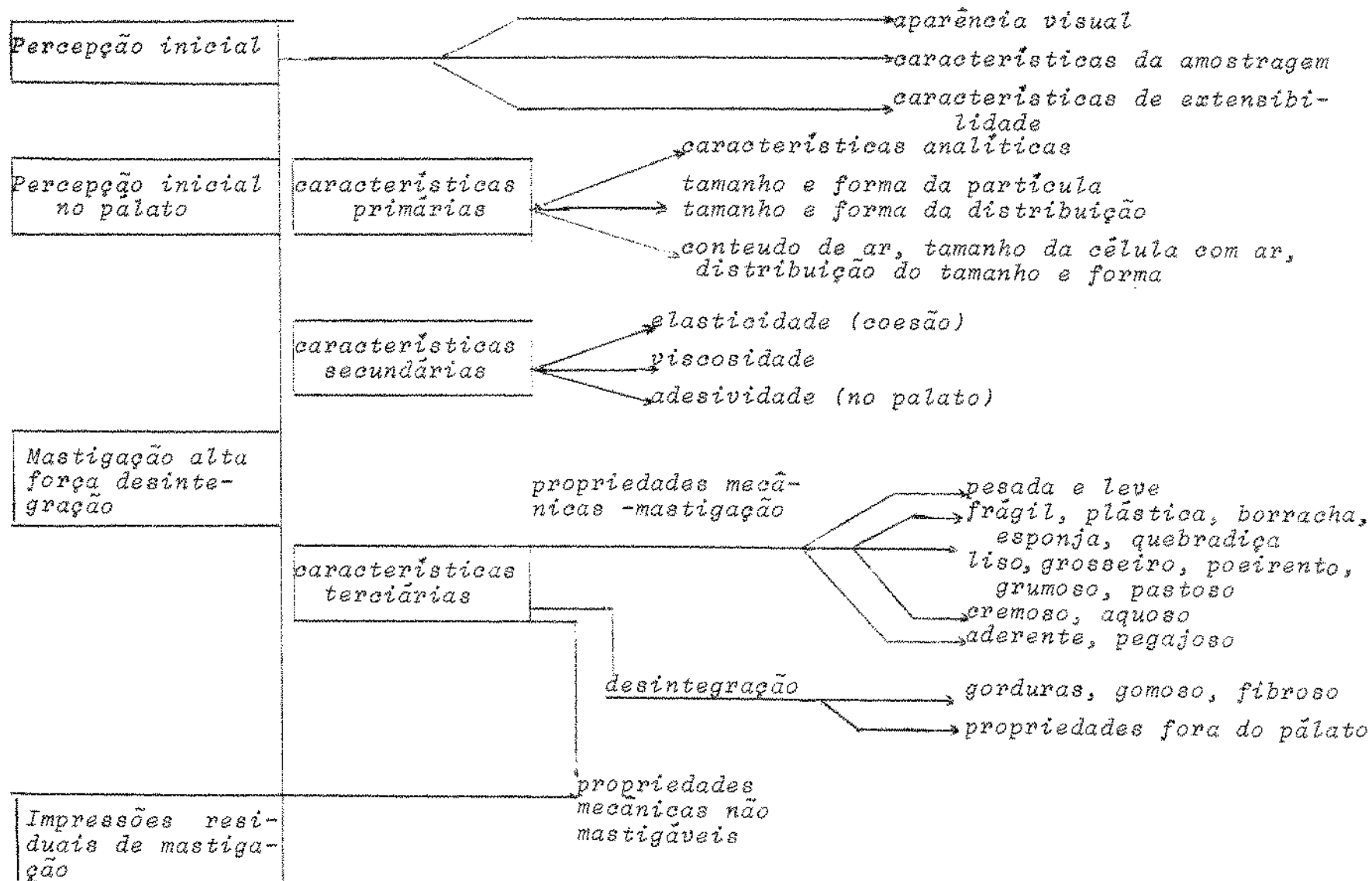


Figura 23 - Perfil de textura de Sherman

destes. Os parâmetros reológicos básicos: elasticidade, viscosidade e adesão, formam as características secundárias e os atributos restantes estabeleceram a categoria terciária. Esta pode ser subdividida de acordo com o processo mecânico envolvido: mastigação, desintegração e tratamento mecânico de não mastigação da amostra antes das respostas sensoriais no palato.

Métodos de Preferência e Aceitação - Abbot (1) cita como métodos que não exigem equipes treinadas e selecionadas conforme já foi dito no início do item B deste capítulo. Dentre os testes mais aplicados, destacam-se os de aceitação e preferência pelos quais medem-se opiniões dos consumidores. Esses resultados são raramente publicados porque o objetivo principal é determinar a vendabilidade dos bons produtos. O teste de consumidor para produtos específicos não são normalmente relativos aos atributos de textura, mas incluem todos os atributos que diferenciam as amostras ou caracterizam um produto novo. Os testes de preferência e aceitação requerem equipes grandes que representem exatamente a população para a qual o produto é oferecido. Neste estudo é preciso distinguir, cuidadosamente, os estudos de preferência do consumidor e prática do consumidor. Aqueles que preferem podem não ser aqueles que compram. Estudos de preferência determinam as reações subjetivas do consumidor aos fenômenos externos e seus motivos, isto é, o porquê dessa preferência. Estudos de prática determinam o que os consumidores fazem diante de determinadas circunstâncias, tal como no caso do preço.

Aceitação e preferência são conceitos econômicos primários. Aceitação de um alimento varia com padrões de vida e base cultural, enquanto que preferência refere-se à seleção quando se apresenta uma escolha. A preferência é quase sempre influenciada por vícios, princípios religiosos, grupos raciais, posição social, além da qualidade do alimento. Não há dúvida que as pessoas têm preferência, não importa a falta

de lógica que às vezes existe. O consumidor espera sempre ser impressionado com o alimento que ele selecciona e expressa desprazer se o produto não corresponder àquilo que ele espera va. Vários autores têm observado que as reações dos consumi- dores são mais influenciadas por impressões desagradáveis que agradáveis. Bradey constatou este ponto estudando a tenrura da carne.

Vários fatores influem na aceitação do público e na seleção dos alimentos:

a) fatores relativos ao alimento como valor nutriti- vo, conveniência, preço e propriedades sensoriais (aparência , sabor e textura);

b) fatores relativos ao consumidor como preferências regionais, raças, idade, sexo, motivação psicológica (simbolis- mo do alimento, propaganda) e motivação fisiológica (sede, fo- me etc) (6).

Não é economicamente factível usar teste de consumi- dor e neste caso uma equipe de laboratório pode ser usada. Ab- bot (1) empregou equipes de 16 membros (pequenas) mas usualmen- te 30 pessoas são convidadas para formarem a equipe piloto de consumidores. Contudo, em se tratando de detectar pequenas diferenças, uma equipe de 30 provadores ainda será pequena, porque o fator erro é grande e a amostragem, muito restrita. ASTM (3) recomenda 50 a 100 membros para testes de laborató- rio. O degustador deve ser cuidadoso para opinar dentro das limitações do teste. A equipe de laboratório representa o consumidor e pode-se através dela medir acuidade do mesmo. Pro- vadores para teste de aceitação ou preferência devem ser ins- truídos somente na mecânica dos testes. Não deve haver in- fluência, nem esforço em suas atitudes ou em suas maneiras, de chegar às decisões. Tais influências são contra a ética do propósito do teste. Ellis (29) diz que quando se procede a um estudo do levantamento da opinião pública com equipes de la

boratório, seria uma avaliação em escala piloto e denomina-se teste piloto de consumidor, porém quando feita com 1000 pessoas ou mais, seria uma avaliação massal representando uma amostra da população e neste caso o teste é denominado teste de consumidor. Fig. 29 - Ficha usada na pesquisa de aceitação e preferência da banana passa.

Um número limitado de estudos tem sido feito com equipes de consumidor para avaliação sensorial da tenrura da carne.

Means e King, citados por Szczesniak (77), trabalharam com 40 famílias com quatro grupos de rendimento. Uma escala de 9 pontos para tenrura foi usada. A avaliação obtida correlacionou significativamente com os valores do Warner-Bratzler Shear. Entretanto, King já havia observado que a equipe de consumidor mostrou pequena discriminação na avaliação de bifes e assados provenientes de quatro raças superiores de animais. Embora esse método seja muito usado para testar produtos novos em desenvolvimento, esta equipe tem um valor limitado como um instrumento para medir a tenrura da carne.

Amostragem e Preparo da amostra - Se a quantidade de amostra a ser servida não é determinada por um número mínimo, deve ser grande o suficiente para ser sentida por todos os órgãos que a testam, mas não tão grandes que causem a fadiga. Uma quantidade suficiente de material para duas ou três mordidas são consideradas suficientes. Diferentes produtos têm problemas diferentes de amostragem. As amostras testadas devem ser o mais similar possível, apresentando o mesmo tempo de cozimento e a mesma temperatura, para que possam ser comparadas. Vasilhas idênticas e de material que não afete o sabor do alimento devem ser usadas para servir. Toda amostra deve ser testada à mesma temperatura e esta deve corresponder a, em que normalmente os alimentos são consumidos. As amostras devem ser preparadas, tanto quanto possível, homogêneas e uniformes (29).

PRODUTO: BANANA PASSA

NOME:										DATA:										FICHA Nº									
<i>POR FAVOR, RESPONDA TODOS OS ITENS ABAIXO</i>																													
SEXO: Masculino Feminino										Qual é a sua IMPRESSÃO GERAL sobre este produto? Assinale com X um dos quadrados. Gostei muito Gostei regularmente Gostei ligeiramente Desgostei ligeiramente Desgostei regularmente Desgostei muito										De que voce GOSTOU ou NÃO GOSTOU neste produto. <u>GOSTEI</u> <u>NÃO GOSTEI</u> Aparência--- Consistência Embalagem--- Gosto ----- Côr -----									
IDADE: Abaixo de 18 19 - 35 36 - 50 Acima de 50																				Voce PROVOU a PASSA na REFEIÇÃO: Manhã ----- Tarde ----- Noite -----									
SEXO		IDADE		IMPRESSAO GERAL								APARENCIA		CONSIST		GOSTO		CÔR		REFEIÇÃO									
Feminino	Masculino	Acima de 50	36 - 50	19 - 35	Abaixo de 18	Gostei Muito	Gostei Regularmente	Gostei ligeiramente	Desgostei ligeiramente	Desgostei Regularmente	Desgostei Muito	Gostei	Desgostei	Gostei	Desgostei	Gostei	Desgostei	Gostei	Desgostei	Manhã	Tarde	Noite							

Figura 24- Pesquisa de Aceitação e Preferência.

O número de amostras a serem examinadas, ao mesmo tempo, deve ser limitado. Os nervos gustativos e principalmente os olfativos tornam-se fatigados muito rapidamente e cessam de reagir quando submetidos a um estímulo prolongado. Em alguns casos, a capacidade normal pode voltar rapidamente pela lavagem de boca com água ou mesmo comendo um pedaço de pão. Em outros casos, é preciso um intervalo de uma hora entre cada teste (13; 37). Parece ser importante mascarar a cor ou outra diferença marcante que venha influir na resposta do provador. A amostragem deve ser farta para um bom resultado. Deve-se, sempre que possível, seguir um delineamento estatístico que facilitará a análise estatística dos dados obtidos. ASTM (2) recomenda, para os diferentes tipos de teste, o seguinte:

1) Em estímulos simples na avaliação da preferência três a quatro amostras de muitos produtos podem ser apresentadas. (No máximo seis).

2) Na comparação pareada devem ser servidos no máximo três pares.

3) No teste de ordenação para preferência um máximo de quatro ou seis amostras.

4) Em testes de diferença com equipes treinadas deve-se apresentar um máximo de seis ou quatro triangulares.

Tudo isso é importante, visando sempre a que o provador não se fatigue sensorialmente, assim como é fundamental o preparo adequado da amostra, pois dela vai depender a resposta do provador e mesmo do aparelho. Para comparar os resultados sensoriais com os reológicos é preciso que o preparo, tamanho, forma e, no caso da carne, o mesmo músculo seja usado, pois sendo a carne um alimento muito complexo qualquer alteração de preparo ou de amostragem irá influir no resultado final esperado. Nos trabalhos citados onde a correlação não foi significativa, dever-se-ia verificar se a amostragem foi suficiente e se o preparo foi o mesmo para todas as amostras testadas.

Avaliação crítica dos métodos - O método triangular de simples diferença é apenas usado para selecionar equipes, pois, se consegue, através de uma série de sessões, determinar os elementos que melhor acuidade sensorial apresentam para aquela determinada característica ou produto em particular. Para a carne é usado na seleção de uma equipe capaz de detectar pequenas diferenças na tenrura e suculência.

O teste pareado foi mais usado em carnes do que o triangular porque necessita de amostragem menor e pode também selecionar equipes mais rapidamente. O teste de escala é o mais usado pois raramente em carne queremos saber diferença e sim avaliar qualitativa e quantitativamente o produto. Escalas descritivas numéricas de nove pontos, com intervalos duplos são as que melhores resultados apresentam. A escala não estruturada não deve ser usada, pois, o fato de apenas os extremos serem indicados obriga um esforço maior do provador e o resultado nem sempre é a expressão de verdade. O método de perfil da textura desenvolvido por Brandt e colaboradores (1) na General Food Co. apresenta grandes vantagens, mas já foi criticado por Sherman que apresentou modificações. Os testes de aceitação e preferência são usados para pesquisar a opinião do consumidor sobre um determinado produto. Não têm sido muito usados para o estudo da carne porque requerem grande quantidade de amostra envolvendo alto custo na coleta, análise e interpretação dos dados. Os fatores que afetam a preferência de uma equipe ainda não são bem entendidos. Há uma grande variabilidade de respostas para qualidades específicas de tenrura, sabor e suculência da carne. Os membros da equipe parecem diferir consideravelmente na importância relativa com que eles usam os termos de uma qualidade específica. Essa importância relativa parece variar também com a carne de diferentes animais.

C- Discussão dos métodos objetivos e subjetivos já empregados na pesquisa - A principal omissão, encontrada na maioria dos aparelhos usados para medir textura, foi a concentração em uma pequena fase das propriedades mecânicas de preferência à representação de todos os parâmetros necessários para completar a descrição da textura. Assim o "shear-press", os tenderômetros medem tenrura, registrando a força necessária para cisalhar o material teste; o gelômetro mede a firmeza do gel; o viscosímetro e o consistômetro medem resistência do fluxo, etc. Embora esses aparelhos tenham valor em aplicações práticas, quando a qualidade textura do alimento pode ser relatada pela medida dessa propriedade, eles caem um pouco quando se quer um quadro completo dos parâmetros mecânicos e o meio como são sentidos na boca (74). A precisão das medidas objetivas, isto é, a reprodutibilidade é potencialmente superior à subjetiva; isto, entretanto, não pode ser considerado como um privilégio, pois um aparelho feito imprecisamente pode dar maior erro do que o erro originário das respostas humanas obtidas de uma equipe treinada. O erro humano pode ser corrigido pela repetição e pela análise estatística. Em consequência disso é necessário que a instrumentação para medir as propriedades reológico-sensoriais sejam produzidas com a máxima precisão e os testes realizados sob controle cuidadoso e condições específicas. O preparo das amostras e o carregamento do instrumento devem ser rigidamente especificados e precisamente feitos. A grandeza da umidade da amostra pode ser testada e assim os resultados serão mais precisos (41).

A classificação das características da textura apresentada por Szczesniak inclui os parâmetros mecânicos de coesividade e elasticidade sensorialmente coesividade e elasticidade são difíceis de serem percebidas como tais. Elasticidade é o mais difícil parâmetro a ser avaliado pela boca por causa das extremidades da amostra e insensibilidade dos dentes (70). Desta forma não se conseguem estabelecer escalas para esses dois parâmetros primários e a sua avaliação é incluída nos pa-

rômetros secundários mecânicos.

Os testes da equipe de laboratório que indicam a intensidade relativa da diferença ou direção das amostras são descritivos. Infelizmente muitos testes, supostamente descritivos, falham em dar uma objetividade desejada pela não compreensão dos termos pelos pesquisadores ou pelos provadores. Muitas vezes uma opinião pessoal de qualidade é baseada na preferência em vez de ser realmente uma especificação objetiva da intensidade do atributo (1). O que é considerado bom para uma pessoa pode ser ruim para outra. Não se pode esperar uma medida certa de qualidade com uma lista de valores porque reflete a mistura da avaliação da qualidade e avaliação hedônica. O uso correto do teste e as limitações da equipe devem ser considerados selecionando o método e, se possível, testando os provadores preliminarmente para se familiarizarem com o método e assim realizar satisfatoriamente o plano de trabalho previamente delineado. A equipe não se deve exigir muitas respostas sensoriais e uma só vez. Limitações são impostas pelos métodos e pela habilidade dos provadores. O número de perguntas a serem respondidas deve ser limitado e o número de amostras a serem avaliadas por sessão de prova nunca deve ser maior que a capacidade do degustador. (33). Lembrar que são pessoas e não máquinas, que perdem a acuidade com a fadiga sensorial.

D- Conclusões:- De toda essa compilação bibliográfica podemos tirar as seguintes conclusões:

1- Uma rigorosa avaliação da classificação das características da textura deve ser usada para medir. Deve-se esperar a acumulação de dados e uso contínuo do sistema. Às vezes, modificações são necessárias na prática, quando surgem problemas com a classificação; acredita-se, contudo, que os conceitos básicos descritos podem ser um passo para fornecer aos pesquisadores de alimentos um instrumento racional para uma descrição científica da textura dos alimentos (70).

2- A grande variedade de instrumentos que têm sido estudados para os testes objetivos da textura indicam que as determinações científicas procuram meios adequados para descrever textura em termos que possam ser reproduzidos em números. A procura continua até que um instrumento perfeito possa ser construído. A última tendência empírica dos testes imitativos procuram dar um melhor entendimento das propriedades de textura dos alimentos como são percebidos sensorialmente. Esforços continuados nessa área conseguiram ultimamente dar à indústria de alimentos, instrumentos abjetivos para descrever acuradamente as qualidades de textura, correlacionando-as com o insubstituível julgamento da qualidade de um alimento pelos sentidos humanos (73).

3- Desde que haja um perfeito entendimento dos problemas específicos envolvidos num processamento, não há razão para que a textura de qualquer produto não possa ser medida exata e precisamente com instrumentos apropriados. É comum encontrar-se três ou quatro instrumentos de medida que predizem adequadamente a propriedade da textura. Quando um parâmetro específico é dominante, um teste, apenas, é suficiente. Isto indica que as medidas objetivas das características da textura são menos complexas que as medidas objetivas de outras propriedades sensoriais como o odor (41).

4- Cuidadosa seleção de termos em textura é essencial. É preciso estabelecer a importância dos atributos de textura para cada alimento examinado e ter uma completa concordância nas definições desses atributos. É preciso que todos falem a mesma linguagem. Daí a necessidade da apresentação de um glossário para textura e seus métodos de avaliação

5- Relações não lineares entre a intensidade percebida e a medida pelos aparelhos pode ser a causa da pobreza das correlações entre as medidas sensoriais e objetivas em muitos estudos (1). Essa pobreza de correlação pode ser causada pela amostragem insuficiente ou não satisfatória, assim como, o prepa-

ro da amostra pode também ser um fator importante. É preciso uma uniformidade na amostragem para os testes reológico-sensoriais e assim talvez se consigam melhores resultados.

6- Para um estudo de correlação é preciso levar em consideração:

6.1- o estudo geral da relação "stress/strain" durante o processo de mastigação;

6.2- equacionar as condições dos testes instrumentais para produtos específicos com as que ocorrem durante os testes sensoriais;

6.3- transportar as reações sensoriais para os parâmetros reológicos;

6.4- fazer medidas objetivas de textura sob condições estritamente definidas, permitindo assim cálculo dos parâmetros reológicos básicos;

6.5- reexame crítico do significado dos coeficientes de correlação e aplicação de técnicas mais adequadas no tratamento dos dados (72).

7- A complexidade da carne representa um sério problema, mas pode-se conseguir bons resultados estudando as propriedades reológicas de seus componentes. Um outro fator que dificulta muito o trabalho com carne é a grande variabilidade do material teste. Ele varia não só de animal para animal, de músculo para músculo como também dentro do próprio músculo. Assim, correlações não significativas poderiam se tornar significativas se outro ponto da amostra fosse avaliado; logo o número de repetições é sempre importante porque teríamos uma média dos resultados para um determinado músculo.

8- Observando-se o desenvolvimento do estudo da textura, como mostram as recentes avaliações feitas nas indústrias, há um grande interesse na aplicação prática das medidas instrumentais. Isto deve incrementar as pesquisas para se conseguir métodos e técnicas baseadas em princípios certos e adequados aos objetivos visados.

Finalmente, conclui-se que são necessários os trabalhos de pesquisa para aperfeiçoar os instrumentos já existentes e desenvolver novos, bem como descobrir novas técnicas para avaliação das medidas subjetivas a fim de que se obtenha textura de acordo com as especificações do consumidor. Consequentemente, conseguir-se-ão melhores descrições dimensionais dos produtos e uma precisa correlação instrumental - sensorial, o que seria, indubitavelmente, de grande proveito para o progresso psico-físico da textura.

IV - GLOSSÁRIO DE TERMOS APLICADOS A O ESTUDO DA TEXTURA

O objetivo deste glossário é dar uma contribuição no sentido de padronizar a terminologia descritiva, empregada em análise sensorial e reológica de textura, para alimentos sólidos, semi-sólidos e líquidos.

O glossário apresenta em ordem alfabética 97 termos e foi feita na esperança de que os pesquisadores em tecnologia de alimentos possam utilizá-lo em seus trabalhos para que, falando todos a mesma linguagem, maiores desenvolvimentos neste campo sejam conseguidos e, portanto, melhores resultados obtidos.

Foi colocado também o termo correspondente em inglês para facilitar o leitor, desde que a maior parte dos trabalhos são descritos nessa língua.

Não é um glossário completo, porque novos termos surgirão, e os já existentes poderão ser melhor definidos, pois, o desenvolvimento nesta área da tecnologia de alimentos é muito rápido.

G L O S S Á R I O

- ACEITAÇÃO** ("acceptance"). 1) Experiência caracterizada por uma atitude positiva (próxima do prazer). 2) Utilização a tual (em relação ao comer, ao adquirir). Pode ser medida pela preferência ou pelo gosto por uma característica de um alimento específico. Aceitação e preferência são, em geral, altamente correlacionados mas não significam a mesma coisa.
- ACUIDADE** ("acuity"). Habilidade para discernir de perceber o estímulo.
- ADESIVIDADE** ("adhesiveness"). 1) Qualidade do que é adesivo. 2) força necessária para vencer as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície de outros materiais com que os alimentos têm contacto (dente, língua, pa lato, etc).
- AGLUTINADO** ("beady"). Massa unida em forma de contas, semelhante à tapioca.
- AGUADO** ("sloppy"). Aquilo que é diluído em água.
- AQUOSO** ("watery"). Material que contém grande quantidade de água.
- ARENOSO** ("gritty"). Percepção complexa semelhante a grãos de areia. (ao tato, na boca ou nos dedos).
- ÁSPERO** ("rough"). Sensação de superfície desigual, não lisa, que molesta o tato, sendo percebida na cavidade bucal ou nos dedos.
- CALCÁRIO** ("chalky"). Diz-se da percepção relativa à textura semelhante ao giz.
- COESIVIDADE** ("cohesiveness"). Força pela qual as partículas ou moléculas se unem entre si, formando o corpo do produto.
- CORPO** ("body"). Qualidade do alimento ou bebida relativa à

variação de sua consistência, textura ou compatibilidade.

CREMOSO ("creamy"). Percepção de creme.

CRISTALINO ("crystalline"). Estrutura como cristal.

DEFORMAÇÃO ("deformation"). É o resultado da ação da força.

DEFORMAÇÃO RELATIVA ("strain"). É a expressão matemática de uma mudança de forma e tamanho de um corpo em relação ao seu tamanho e forma originais.

DERRETENDO ("melting"). Ação de derreter, ou ainda mais especificamente, na boca.

DESAGREGABILIDADE ("crumbliness"). Qualidade de desagregar, (separação do que estava unido, agregado).

DISCRIMINAR ("discrimination"). 1- Percepção de diferença entre dois ou mais materiais (alimento) em relação a certas características. 2- Resposta diferente a dois estímulos que diferem qualitativa e quantitativamente.

DUREZA ("hardness"). Qualidade do que é duro.

DURO ("hard"). Sólido, rijo; as partículas são tão unidas que é difícil de ser quebrada.

ELÁSTICO ("elastic"). Capacidade do corpo voltar à forma original, quando a força que o deformou é removida.

EMBEBIDO ("soggy"). Todo material com grande penetração de umidade.

EMPELOTAR ("clump"). Massa desuniforme com grandes saliências (pelotes).

EQUIPE ("panel"). Um grupo de pessoas que se submete a testes psicométricos para julgar ou degustar um alimento, podendo ser bem treinadas ou apenas ter algum conhecimento daquilo que vão testar.

ESCORREGADIO ("slippery"). Excessivamente liso, fácil de escorregar.

ESFRIADO ("chilled"). Resfriado, frio, que perdeu calor.

ESMIGALHADO ("crumbly"). Esfarelado, desfeito em farelo.

ESPALHANDO ("sprinkling"). Dispersando, ação de dispersar.
(separar para diferentes partes).

ESPESSO ("thick"). Denso, compacto, viscoso.

ESPONJOSO ("spongy"). Poroso, que tem estrutura análoga à da esponja.

ESTÍMULO ("stimulus"). Uma mudança de energia que afeta um órgão do sentido.

FADIGA ("fatigue"). Condições dos organismos que sofreram excessiva atividade, resultando em perda de capacidade sensorial para responder aos estímulos.

FARINACEO ("mealy"). Que é de natureza ou tem aparência de farinha.

FIBROSO ("stringy"). A estrutura apresenta a forma de fibras.

FINO ("thin"). Espessura delgada, não grossa.

FIRME ("firm"). 1- Sem alteração da forma, que mantém. 2- Sólido, difícil de ser quebrada a estrutura original.

FLOCOSO ("flaky"). Que apresenta ou produz flocos (estado físico de aglutinação, com grande porosidade, resultando partículas de baixa densidade com características de alta velocidade de distribuição ou de reconstituição, obtidas de matéria prima rica em hidratos de carbono.

FLUIBILIDADE ("pourability"). Facilidade para fluir.

FOFO ("fluffy"). Macio, fácil de comprimir.

FORÇA ("force"). É qualquer influência que causa mudança no estado de movimento de um material, ou que mantém um material elástico numa configuração deformada.

FRAGIL ("brittle"). Quebradiço, fácil de destruir.

FRAGILIDADE ("brittleness"). Qualidade de ser facilmente quebrável.

GLUTINOSO ("sticky"). Que tem característica do glúten.

GOMOSIDADE ("gumminess"). Energia para desintegrar um alimento semi-sólido.

GOMOSO ("gummy"). Consistente como goma (substância viscosa, translúcida).

GORDUROSO ("fatty or greasy"). Que tem a natureza ou consistência da gordura.

GROSSEIRO ("coarse"). Grosso, não fino, áspero ou desuniforme na superfície.

GRUDENTO ("goosey"). 1- Que adere a outra superfície. 2- Em alimentos, quando adere aos dentes.

GRUMOSO ("lumpy"). Composto de pequenos grumos. ex: o "cottage cheese".

HEDÔNICA ("hedonic"). 1- Estados psicológicos conscientes agradáveis e desagradáveis. 2- Diz respeito ao hedonismo (sistema filosófico de moral para o qual todo bem está no prazer).

INCHADO ("puffy"). 1- Que tem inchação. 2- Em alimento, quando cresce além de sua forma normal pelo calor ou pela umidade.

LISO ("smooth"). Que tem a superfície sem aspereza, macia.

MACIEZ ("softness"). Sensação de brandura e suavidade ao tato.

MASTIGABILIDADE ("chewiness"). Qualidade do que é mastigável; alimento que é triturado pelos dentes para ser mais facilmente engolido.

MASTIGATIVO ("chewy"). Aquilo que é mastigável.

MATURAÇÃO ("aging"). 1- Período de amadurecimento. 2- na carne, conjunto de fenômenos que ocorrem após o "rigor mortis".

MOLE ("soft"). Que não resiste à compressão, que cede à menor pressão, sem se desfazer.

MOLHADO ("wet"). Umidacido com água ou outro líquido qualquer

OBJETIVO ("objective"). 1- Métodos físicos, químicos, etc. que excluem os sensoriais. 2- Testes de resposta objetiva são os que medem diferenças entre amostras.

OBSERVADOR ("observer"). 1- Aquele que observa, que estuda certos fenômenos ou qualquer fato. 2- Em Análise Sensorial é o mesmo que julgador, provador, degustador.

OLEOSO ("oily"). Que tem óleo.

ORDENAÇÃO ("ranking"). 1- Ação ou efeito de ordenar. 2- Método estatístico-sensorial para ordenar amostras.

PASTOSO ("pasty"). Que se acha em estado de pasta, viscoso, xaroposo.

PEGAJOSO ("tacky, tackiness"). O que é glutinoso, pegadiço. Qualidade de ser pegajoso.

PLASTICIDADE ("plasticity"). Deformações elásticas recuperáveis (mostrado por alguns sólidos), até um limite máximo de força ou deformações não elásticas, como no caso dos fluxos sob um limite constante de força.

POLPOSO ("pulpy"). O mesmo que polpudo.

POLPUDO ("mushy"). Que tem muita polpa, carnudo.

PREFERÊNCIA ("preference"). 1- Expressão de alto grau de gosto. 2- Escolha de um material relativo a outros. 3- Prazer ou desprazer com que é feita a escolha.

PSICO-FÍSICO ("psychophisic"). O estudo das relações quantitativas entre estímulo e a sensação consequente ou outras experiências.

PSICOMÉTRICO ("psychometrics"). Aspecto quantitativo ou matemático de um processo psicológico. Inclui determinações matemáticas das relações entre variação quantitativa de estímulo e a frequência de um julgamento dado sobre eles. Normalmente é feito por vários métodos psico físicos.

PULVERULENTO ("powdery"). Relativo a pó.

QUALIDADE ("quality"). 1- Psicologicamente é um atributo, as pecto, característica ou dimensão fundamental de experiências que envolvem variações mais na espécie. 2- Conjunto de atributos, que confere propriedades sensoriais boas ou más a um determinado alimento.

QUEBRADIÇO ("crisp"). Que se quebra facilmente.

QUEBRADIÇO COM RUÍDO ("crunchy"). Que se quebra com ruído.

QUINESTESE ("kinesthesia"). 1- Sentido registrado através de órgãos terminais, situados nos músculos, tendões e juntas sendo estimulados por tendões e movimentos corporais - sentido muscular. 2- Experiência sensorial derivada do sentido muscular.

QUINESTÉTICO ("kinesthetic"). Aquilo que apresenta quinesese

REFRESCANTE ("refreshing"). Que refresca, diminui ou baixa a temperatura.

REOLOGIA ("rheology"). 1- É um ramo geralmente associado à física que estuda deformações e fluxos de materiais sólidos e líquido. 2- Em alimentos, o comportamento reológico está diretamente associado às suas qualidades de textura.

RESISTÊNCIA À RUPTURA ("tensile or compressive strength"). É a força máxima de compressão ou tensão que um material é capaz de suportar antes de romper-se.

RESISTÊNCIA AO CIZALHAMENTO ("shear strength"). É a tensão máxima de cisalhamento que um material pode suportar.

RESISTENTE ("tough"). Qualidade de um corpo que resiste à ação de um outro.

SECO ("dry"). Privado ou desprovido de umidade.

SENSORIAL ("sensory"). Relaciona-se à ação dos sentidos humanos,

SIGNIFICÂNCIA ("significance"). 1- Estatisticamente refere-se à probabilidade de que diferenças entre amostras ou tratamentos são reais e não devido ao acaso.

SUBJETIVO ("subjective"). 1- Experiência individual que pode ser observada e registrada somente pela pessoa envolvida.
2- Termo usado para designar testes que medem a preferência individual.

SUCULÊNCIA ("juiciness"). Qualidade de ser suculento.

SUCULENTO ("juicy"). Que tem muito suco.

TÁTIL ("tactual"). Aquilo que pode ser apalpado ou sentido pelo tato.

TATO ("tact"). Sentido pelo qual se percebe a extensão, a temperatura, a consistência e outras qualidades dos corpos sólidos, pondo em contato com eles o nosso corpo.
Sensação causada pelos objetos quando os apalpamos.

TENRO ("tender"). Brando, mole, que pode ser facilmente cortado ou dividido.

TENRURA ("tenderness"). Qualidade do que é tenro.

TENSÃO DE CIZALHAMENTO ("stress"). É a intensidade dos componentes da força num ponto determinado da superfície de um corpo, que age num plano dado, através de um ponto determinado.

UMIDO ("wet"). Que está impregnado de vapores aquosos.

VISCOELASTICIDADE ("viscoelasticity"). Alimentos que possuem propriedades reológicas associadas com sólidos elásticos e fluidos viscosos. São reologicamente chamados de materiais viscoelásticos.

VISCOSIDADE ("viscosity"). Resistência ao escoamento de um fluido.

VISCOSO ("viscous"). Um fluido que tem alta viscosidade.

IV - BIBLIOGRAFIA

- 1- ABBOT, Judith A. Sensory assessment of food texture. *Food Technol.* 26(1):40-49, 1972.
- 2- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. New York, ASTM, 1968. 77p. (STP-434).
- 3- _____. Manual on sensory testing methods. New York, ASTM, 1968. 77p. (STP-433).
- 4- AMERINE, M.A. et alii. Glossary of some terms used in the sensory evaluation of foods and beverages. *Food Technol.* 13(12):733-735, 1969.
- 5- _____. * Modern sensory methods of evaluation wine. *Hilgardia*. University of California, Berkeley. 28(18): 477-667, 1959.
- 6- _____. Principles of sensory evaluation of food. New York, Academic Press, 1965. 602p.
- 7- ANDERSON, P.C. et alii. Rotating dull knife tenderometer. *Food Technol.* 26(1):25-30, 1972.
- 8- AULETE, Caldas. Dicionário contemporâneo da língua portuguesa. Edição Brasileira. Rio de Janeiro, Ed. Delta, 1958. 5v.
- 9- BAIYLE, M.E. et alii. L.E.E.Kramer Shear force as a tenderness measure of beef steak. *Food Technol.* 16(12): 99-101, 1962.
- 10- BALL, C.O. et alii. Factors affecting quality of pre-packaged meat: IB.Loss of weight and study of texture. *Food Technol.* 11(5):281-283, 1957.
- 11- BATCHER, O.M. & DAWSON, E.H. Consumer quality of selected muscles of raw and cooked meat. *Food Technol.* 14(2): 69-73, 1962.

- 12- BEENY, K.S. & ZIEGLER, J.H. A simplified and rapid method to uniformly size rib steak peaces for taste panel evaluation. *Food Technol.* 34(6):480-481, 1969.
- 13- BENGTSSON, K. & HELM, E. Principles of taste testing. *Wallerstein Laboratories Communications.* 9(28):171-180, 1946.
- 14- BJORKSTEN, J. et alii. A portable rotating knife tenderometer. *Food Technol.* 21(1):84-86, 1967.
- 15- BOURNE, M.C. A classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. *J. Food Sci.* 31(6):1011-1015, 1966.
- 16- _____ & MAYER, J.C. The extrusion principle in texture measurement of fresh pea. *Food Technol.* 22(12):1013-1018, 1968.
- 17- BOUTON, P.E. & HARRIS, P.V. A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. *J. Food Sci.* 37:218-221, 1972.
- 18- BRANDT, M. et alii. Texture profile method. *J. Food Sci.* 28(4):404-409, 1963.
- 19- BRODKEY, R.S. The phenomena of fluid motions. Reading, Addison-Wesley, 1967.
- 20- BUROULL, L.M. et alii. Two mechanical devices compared with taste-panel evaluation of measuring tenderness. *Food Technol.* 16(10):145-146, 1962.
- 21- CARPENTER, J.L. et alii. Objective and subjective measures of pork quality. *Food Technol.* 19(9):1424-1425, 1965.
- 22- COVER, Sylvia. A new subjective method of testing tenderness in meat: The paired eating method. *Food Research* 1(3):287-295, 1936.
- 23- _____ et alii. Tenderness of beef: II Juiciness and softness components of tenderness. *J. Food Sci.* 27:476-482, 1962b.

- 24- DAWSON, E. & HARRIS, B.L. Sensory methods for measuring differences in food quality. Washington, U.S. Dep. of Agriculture, 1951. 134p. (Agriculture Information Bulletin 34).
- 25- DEFREMERY, O. & POOL, M.F. Biochemistry of chicken muscle as related to rigor mortis and tenderization. Food Research 25(1):73-87, 1960.
- 26- DUNSING, M. Visual and eating preferences of consumer household panel for beef of different grader. Food Research 24(4):434-444, 1959.
- 27- EARLE, R.L. & FLEMING, A.K. Cooling and freezing of lamb and mutton carcasses: I- Cooling and freezing rates in legs. Food Technol. 21(1):79-84, 1967.
- 28- ELDER, A.E. & SMITH, R.J. Food rheology today. Food Technol. 23(5):629-642, 1967.
- 29- ELLIS, B. A guide book for sensory testing. Metal Division, Research and Development Department, Continental Can Company Inc., 1961.
- 30- EZELL, C.H. Viscosity of concentrated orange and grape fruit juice. Food Technol. 13(1):9-13, 1959.
- 31- FINNEY, JR., Essex. Elementary concepts of rheology relevant to food studies. Food Technol. 26(2):68-77, 1972.
- 32- _____. Objective measurements for texture in foods. J. Texture Studies 1(1):19-37, 1969.
- 33- GARRUTI, R. dos Santos. Análise Sensorial: apostila. Campinas, Faculdade Tecnologia de Alimentos, 1972. 118 fls. (Mimeografado).
- 34- GOERTZ, G.E. et alii. Doreness of frozen defrosted turkey halves roasted to several end point temperatures. Food Technol. 14(3):135-142, 1960.

- 35- HANSEN, L. Development of the armour tenderometer for tenderness evaluation of beef carcasses. *J.Texture Studies* 3(2):146-164, 1972.
- 36- HARRIES, J.M. et alii. Meat texture. *J.Texture Studies* 3(1):101-114, 1972.
- 37- HELM, E. & TROLLE, B. Selection of a taste panel. *Wallerstein Laboratories Communications* 9(28):181-194, 1946.
- 38- HOWARD, A. Sensory tests of the quality of meat. *Food Preservation Quarterly* 16(2):26-30, 1956,.
- 39- KASTNER, C.L. & HENRICKSON, R.L. Providing uniform meat cores for mechanical shear force measurement. *J.Food Sci.* 34(6):603-605, 1969.
- 40- KRAMER, A. Definition of texture and its measurement in vegetable products. *Food Technol.* (3):304-307, 1964.
- 41- _____. Texture: definition, measurement, relation to other attributes of food quality. *Food Technol.* 26(1):34-39, 1972.
- 42- _____. & TWIGG, B.A. Fundamentals of quality control for the food industry. Westport, Avi. Publishing, 1961. 541p.
- 43- _____ et alii. New shear press predicts quality of canned limas. *Food Engineering* (4):112-114, 1951.
- 44- LARMOND, E. & MORAN JR., E. Eating quality of chicken broilers as influenced by age and sex. *J.Inst. Can. Technol. Aliment* 2(4):185-187, 1969.
- 45- LEVIE, A. Meat handbook. 2nd ed. Westport, Avi. Publishing, 1967. 326p.
- 46- MACFARLAINE, P.G. & MARER, J.M. An apparatus for determining the tenderness of meat. *Food Technol.* (6):838-839, 1966.

- 47- MACKEY, A.O. & OLIVER, A.W. Sampling pork loin for cooking tests. *Food Research* 19(3):298-301, 1954.
- 48- MARSH, B.B. et alii. Studies in meat tenderness: I- Sensory and objective assessments of tenderness *J. Food Sci.* 31(2):262-267, 1966.
- 49- MARTIN, L.F. Application of research to problems of candy manufacture. *Advances in Food Research* 6:8-55, 1955.
- 50- MATZ, S.A. Food texture. Westport, Avi Publishing, 1962. 298p.
- 51- MIYADA, D.S. & TAPPEL, A.L. Meat tenderization: I- Two mechanical devices for measuring texture. *Food Technol.* 10:142-146, 1956a.
- 52- MOHSENIN, W.N. Physical properties of plant and animal materials: Vol. I- Structure, physical characteristics and mechanical properties. New York, Crodan and Beach Science Publishers, 1970.
- 53- MOORE, R.E., et alii. The effect of cutting, chilling and cooking method on the quality of pork loin. *Food Technol.* (6):957-959, 1966.
- 54- MOSCOWITZ, H.R. et alii. Psychophysics measure of texture. *J. Texture Studies* 3(1):135-145, 1972.
- 55- NAUMANN, H.D. Consumer reactions to steak beef. *Food Preservation Quarterly* 26(1):12-18, 1968.
- 56- PERIAN, D. & SWARTZ, V. Measurement of sensory differences *Food Technol.* 4(10):390-395, 1950.
- 57- POOL, M.F. Objective measurement of connective tissue tenacity of poultry meat. *J. Food Sci.* 32(5):550-553, 1967.
- 58- _____ & KLOSE, A.A. The relation of force to sample dimensions in objective measurements- of tenderness of poultry meat. *J. Food Sci.* 34(6):524-526, 1969.

- 59- RAFFENSPERGER, E.L. et alii. Development of a scale for grading toughness and tenderness in beef. Food Technol. 10(12):627-630, 1956.
- 60- REIDY, G.A. & HELDMANN, D.R. Measurement of texture parameters of freeze-dried beef. J.Texture Studies 3(2):213-226, 1972.
- 61- REINER, M. Deformation strain and flow. London, Lewis and Company, 1960.
- 62- SATO, Y. & NAKAYAMA, T. Discussion of the binding quality of minced meats based on their rheological properties before and after heating. J.Texture Studies 1:309-326, 1970.
- 63- SARTORIUS, M.J. & CHILD, A.M. Problems in meat research: I- Four comparable cuts from one animal. II- Reliability of judges scores. Food Research 3(5):627-635, 1938.
- 64- SAWYER, F.M. Interaction of sensory panel and instrumental measurement. Food Technol. 25(3):247-248, 1971.
- 65- SCOTT BLAIR, G.W. Rheology: a brief historical survey. J.Texture Studies 1:14-18, 1969.
- 66- SHARRAH, N. et alii. Beef tenderness: comparison of sensory methods with the Warner-Bratzler and L E E Kramer Shear Presses. Food Technol. 19:136-143, 1965.
- 67- _____ Beef tenderness: sensory and mechanical evaluation of animals of different breeds. Food Technol. (2):233-238, 1965.
- 68- SHERMAN, P. A texture profile of foodstuffs based upon well - defined rheological properties. J. Food Sci. 34:458-462, 1969.
- 69- STADELMAN, W.J. et alii. Effect of aging time, sex, strain and age on resistance to shear of turkey meat. Food Technol. (6):960-964, 1966.

- 70- SZCZESNIAK, A. Classification of textural characteristics.
J. Food Sci. 28(4):385-389, 1963.
- 71- _____. Correlations between objective and sensory
texture measurements. *Food Technol.* 22(8):981-986,
1968.
- 72- _____. Instrumental methods of texture measurements.
Food Technol. 26(1):50-56, 1972.
- 73- _____. Objective measurements of food texture.
J. Food Sci. 28(4):410- 19, 1963.
- 74- _____. The texturometer. *J. Food Sci.* 28(4):390-396,
1963.
- 75- _____. Consumer awareness of texture and of other
food. *J. Texture Studies* 2:196-206, 1971.
- 76- _____. & KLEYMAN, D.H. Consumer awareness of texture
and other attributes. *Food Technol.* 17(1):74-77,
1963.
- 77- _____ & TORGESON, K.W. Methods of meat texture
measurement viewed from the background of factors
affecting tenderness. *Adv. Food Res.* 14:33-165, 1965.
- 78- _____ et alii. Development of standard rating scales
for mechanical parameters of texture and correlation
between the objective and the sensory methods of
texture evaluation. *J. Food Sci.* 18(4):397-403, 1963.
- 79- SWIFT, C.E. & ELLIS, R. Action of phosphates in sausage
products. *Food Technol.* (6):450-456, 1957.
- 80- TUOMY, J.M. & HELMER, R.L. Effect of freeze-drying on
the quality of the "longissimus dorsi" muscle of pork.
Food Technol. 21(4):167-168, 1967.
- 81- _____ et alii. Effect of cooking temperature and time
on the tenderness of beef. *Food Technol.* 17:1457.
1963.

- 82- VISSER, R.Y. et alii. The effect of degree of doneness on the tenderness and juiciness of beef cooked in the oven and in deep fat. *Food Technol.* 14(4):193-198, 1960.
- 83- VOISEY, P.W. & AREF, M.M. Measurement of applied mechanical pressure during processing of turkey rolls *Food Technol.* 21(4):169-171, 1967.
- 84- _____ & HANSEN, H. A shear apparatus for meat tenderness evaluation. *Food Technol.* (3):355-360, 1967.
- 85- WEBSTER, A.M. Webster's third new international dictionary of the English a language. London, Encyclopaedia Britannica Inc., 1967 . 4v.
- 86- WHITE, E. et alii. Evaluation of toughness differences in turkeys. *J.Food Sci.* 29(5):671-678, 1964.
- 87- WILKINSON, R.J. & DAWSON, L.E. Tenderness and juiciness of turkey roasts cooked to different temperatures. *Poultry Sci.* 46, 15.
- 88- WILSON, G. D. et alii. A method for the rapid tenderization of beef carcass. *Food Technol.* 14(4): 186-189, 1960.
- 89- WIEE, R.G. & STADELMAN, W.J. Tenderness at various muscle depths associated with poultry processing techniques. *Food Technol.* 13:689-691, 1959.
- 90- YOSHIKAWA, S. et alii. Collection and classification of words for description of food texture: I- Collection of words. *J.Texture Studies* 1:437-442, 1970.
- 91- _____: II- Texture profile. *J.Texture Studies*, 1:443-451, 1970.
- 92- _____: III- Classification by multivariate Analysis. *J.Texture Studies*, 1:452-463, 1970.