



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE
QUEIROZ”

DEPARTAMENTO DE AGROINDÚSTRIA, ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

LAN 0166– ANÁLISE SENSORIAL

Profa. Marta H. F. Spoto

MÉTODOS SENSORIAIS DE DIFERENÇA: TESTE TRIANGULAR,
TESTE PAREADO E TESTE DUO-TRIO

Os métodos de avaliação sensorial podem ser divididos em:

- Métodos Discriminativos ou Métodos de Diferença: esses métodos servem para determinar se amostras que sofreram diferentes tratamentos, diferem sensorialmente ($p \leq 0,05$) entre si.
- Métodos Descritivos ou Métodos Analíticos: estes testes envolvem tanto a discriminação quanto a descrição dos atributos sensoriais de um produto. Usualmente os vários métodos analíticos são descritivos (porque descrevem as amostras em termos sensoriais) e quantitativos, porque avaliam numericamente a intensidade de cada atributo.
- Métodos Afetivos: avaliam a preferência ou aceitação de um produto junto ao mercado consumidor.

MÉTODOS DE DIFERENÇA

Em ciência e tecnologia de alimentos, testes de diferença são usados para detectar diferenças sensoriais que possam advir de alterações químicas ou físicas de amostras que sofrerão diferentes tratamentos.

Assim, diferenças nas propriedades sensoriais dos alimentos podem originar-se de variações em:

- Características genéticas: *Ex*: feijões de variedades diferentes podem apresentar diferenças em textura da casca, sabor, etc.
- Práticas agropecuárias: aplicação de pesticida pode introduzir diferença em odor e sabor da fruta.
- Tratamento pré ou pós *morte*m em animais: animal abatido em condição de estresse, apresenta carne de pior textura (mais dura).
- Formulações: produtos dietéticos formulados com adoçantes outros de sacarose, podem apresentar diferenças sensoriais com relação aos produtos formulados com sacarose.
- Processamento: maior tempo de tratamento térmico, pode introduzir variações na textura do alimento.
- Material de embalagem: mudanças em materiais de embalagem podem aumentar ou diminuir a velocidade do processo de oxidação do produto, aumentando ou diminuindo o tempo que o mesmo levará para apresentar um sabor e/ou odor “oxidado”.

- Condições de estocagem: mudanças nas condições de armazenamento podem aumentar ou diminuir a velocidade do processo de oxidação do produto, aumentando ou diminuindo o tempo que o mesmo levará para apresentar um sabor e odor “oxidado”.

Desta forma, testes de diferença são úteis em controle de qualidade, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos alimentícios. Eles indicarão se amostras que sofreram diferentes tratamentos, apresentam diferenças sensoriais.

Os Testes de Diferença podem ser:

- Testes de Diferença Simples: onde o provador deve responder apenas se há diferença ou não entre as amostras.
- Testes de Diferenças Direcionais: neles o provador é solicitado a identificar a amostra que apresente maior intensidade de uma determinada característica sensorial pré-definida. Ex: o provador é solicitado a indicar a amostra mais doce de um par de amostras.

Os métodos de diferença mais populares são: Teste Triangular, teste Duo -Trio, Teste Pareado, Teste de Ordenação e Teste de Comparação Múltipla.

1. Teste Triangular

Objetivo do teste: verificar se existe diferença significativa entre duas amostras que sofreram tratamentos diferentes. Ex: verificar se mudanças de ingredientes, de processamento, de embalagem ou de estocagem produziram mudança sensorial no produto final.

Princípio do teste: cada provador recebe três amostras codificadas e é informado que duas amostras são iguais e uma é diferente (Figura 1). Em seguida, o provador é solicitado a provar as amostras da esquerda para a direita e identificar a amostra diferente. Para análise dos resultados, conte o número de respostas corretas e use a tabela apropriada para obter conclusões.

Equipe de provadores: geralmente de 20 a 40 indivíduos são utilizados em testes triangulares, embora apenas 12 possam ser utilizados quando as diferenças são razoavelmente grandes. Os provadores não precisam ser treinados, mas recomenda-se que eles recebam uma sessão de orientação antes da realização do teste.

Essa sessão de orientação ajudará o indivíduo a se familiarizar com o procedimento do teste e o produto a ser testado.

Para testes de diferença em geral, Meilgaard et al. (1987) recomendam que o analista sensorial desenvolva uma série de testes de seleção de provadores, os quais servirão não só para ensinar os indivíduos sobre os procedimentos dos testes que serão utilizados, como também para eliminar aqueles indivíduos que não podem detectar diferenças sensoriais no produto sendo avaliado. Informações sobre o processo de seleção de provadores serão oferecidas posteriormente neste curso.

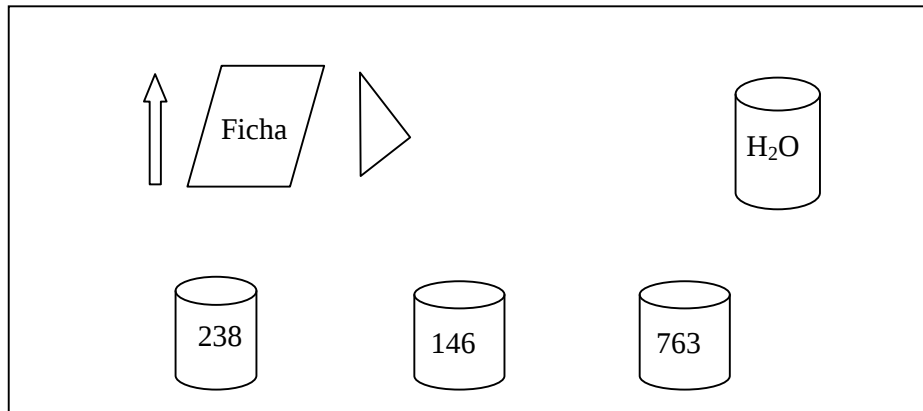


Figura 1: Esquema de apresentação das amostras

Análise dos resultados: para analisar os resultados, some as respostas corretas. Anote o número total de respostas. Verifique se o número de respostas corretas é maior ao da Tabela para análise de resultados do teste triangular, se for, conclua que existe diferença significativa entre as duas amostras ao nível de significância testado ($p \leq 0,05$).

Observações:

- Sirva as amostras em todas as combinações possíveis:

AAB	BBA
ABA	BAB
BAA	ABB
- Se o provador não conseguir detectar diferenças, ainda assim ele é forçado a fazer uma escolha ao acaso (essa escolha ao acaso é considerada na análise estatística dos resultados).
- Nas condições dos testes devem ser cuidadosamente controladas para que as amostras sejam homogêneas em todos os aspectos, à exceção do que está em julgamento: as amostras devem apresentar mesmo peso, volume, formato, serem servidas em recipientes iguais, etc.
- Este teste verifica apenas se existe diferença entre as amostras. Não avalia em que as amostras são diferentes, ou o grau da diferença entre as amostras (se elas diferem muito ou pouco).

Exemplo: Uma fábrica de chocolates está testando um novo tipo de embalagem para seus produtos. Assim, chocolates produzidos em um mesmo lote, foram, embalados em dois diferentes tipos de embalagens e armazenados em condições ambientais por três meses. Após três meses de armazenamento, um teste triangular foi realizado para verificar se havia diferença entre os chocolates embalados diferentemente. A ficha de Aplicação e os resultados do teste sensorial são dados abaixo. Analise os resultados.

Nome: _____ Data: ____/____/____

Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Identifique com um círculo a amostra diferente.

Comentários: _____

Modelo de ficha utilizada para aplicação do Teste Triangular.

Resultados:

- Total de testes aplicados = 30
- Número de respostas corretas = 22

De acordo com a tabela para teste triangular, para um total de 30 testes, o número mínimo de respostas corretas para concluirmos que há diferença significativa entre as amostras testadas é 16 para $p \leq 0,05$; 17 para $p \leq 0,01$ e 19 para $p \leq 0,001$. Como obtivemos 22 respostas corretas, podemos concluir que há diferença significativa ($p \leq 0,001$) entre os chocolates embalados com diferentes embalagens.

Se o número de respostas corretas tivesse sido de 15, nós concluiríamos que nenhuma diferença sensorial entre as amostras embaladas diferentemente foi detectada.

Se o número de respostas corretas tivesse sido igual a 16, nós concluiríamos que há diferença significativa entre as amostras, ao nível de 5% de significância.

2. Teste Duo-Trio

Objetivo do teste: idem ao teste triangular, isto é, verificar se existe diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre duas amostras que receberam tratamentos diferentes.

Princípio do teste: o provador apresentado a uma amostra padrão P, e duas amostras codificadas (Figura 2). O provador é então informado que uma das amostras codificadas é igual ao padrão, e é solicitado a identificar a amostra igual ao padrão.

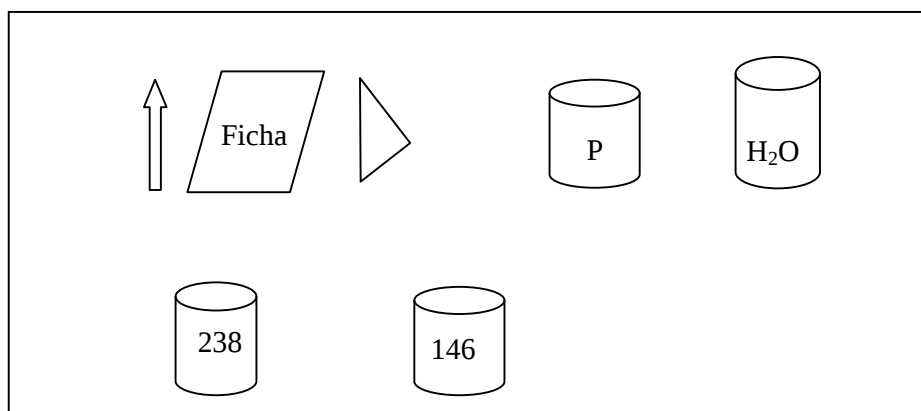
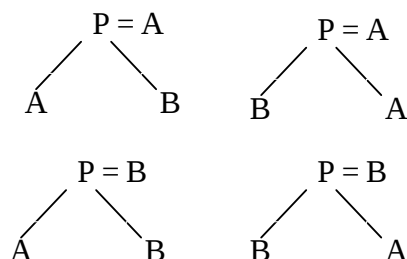


Figura 2: Esquema de apresentação das amostras

Equipe de provadores: idem ao teste triangular. De acordo com Meilgaard et al. (1987); o poder de discriminação do teste é bastante aumentado se um número maior que 30 provadores realizar o teste. Porém o número de provadores não deve ser inferior a 15.

Observações:

- O teste Duo-Trio é mais simples sob o ponto de vista do provador que o teste triangular, uma vez que é mais fácil procurar a amostra solicitada no teste Duo-Trio que no teste Triangular. Entretanto, o teste Duo-Trio é mais ineficiente que o triangular porque a probabilidade de acertar ao acaso é de $1/2$ ao invés de $1/3$ como no teste Triangular.
- As amostras devem ser servidas em todas as posições possíveis. Se você tem duas amostras: amostra A e amostra B, então:



- Se o provador não conseguir detectar a diferença, ele deve escolher a amostra igual ao padrão ao acaso (ele deve “chutar”). A escolha é forçada.
- Como o Teste Triangular, o Teste Duo-Trio só verifica se as amostras testadas são diferentes, não avaliando em que elas são diferentes ou se a diferença é grande ou pequena.
- Como no Teste Triangular, o provador será obrigado a provar três amostras, o que poderá “cansá-lo” no caso de amostras muito condimentadas.

Análise dos resultados: some as respostas corretas. Anote o número total de respostas. Verifique se o número de respostas corretas é maior ou igual ao da Tabela para o teste pareado monocaudal, se for, conclua que existe diferença significativa entre as duas amostras ao nível de significância testado.

Quando usar o teste Duo-Trio: nos mesmos casos do Teste Triangular.

Exemplo: Um engenheiro de alimentos precisa verificar se, ao mudar o fornecedor de sua essência de morango, introduzirá uma mudança nas características sensoriais de seu iogurte de morango. Assim ele aplicou o Teste Duo-Trio de acordo com a ficha abaixo, obtendo os resultados abaixo especificados.

Nome: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo uma amostra padrão P e duas amostras codificadas de iogurte de morango. Uma amostra codificada é igual ao padrão. Primeiramente prove a amostra padrão (P) e então prove as amostras codificadas da esquerda para a direita. Identifique com um círculo a amostra codificada que for igual ao padrão.

Comentários:

Modelo de ficha utilizada para aplicação do Teste Duo-Trio.

Resultados:

- Total de testes = 40
- Total de respostas corretas = 22

Da Tabela para teste pareado monocaudal, para um total de 40 testes aplicados, o número mínimo de respostas corretas para estabelecer diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras testadas é igual a 26; para $p \leq 0,01$ é igual a 28 e para $p \leq 0,001$ é igual a 30. Como $22 < 26$, minha conclusão é que não há diferença significativa entre as amostras.

Se o número de respostas corretas tivesse sido de 26, minha conclusão seria de que há diferença significativa entre as amostras ao nível de significância de 0.05. Se o número de respostas corretas tivesse sido de 29, minha conclusão seria de que há diferença significativa entre as amostras a $p \leq 0,01$ ($p \leq 1\%$).

3. Teste de Comparação Pareada

Objetivo do teste: saber se uma amostra apresenta um certo atributo sensorial em maior intensidade que a outra amostra (verificar qual amostra é mais doce, ou mais ácida, etc que a outra). Observe que este teste é direcional porque chama a atenção do provador para um determinado atributo sensorial (doçura, acidez, etc.).

CUIDADO!

Se você está testando se a troca de ingredientes afeta o seu produto, e você aplica este teste, você estará assumindo que a troca de ingredientes afetará apenas um determinado atributo (ex: doçura, acidez, etc.) o que poderá não ser verdade. Ex: ao substituir a sacarose de uma gelatina, por aspartame (adoçante artificial) a intensidade de doçura da gelatina poderá permanecer a mesma, mas a firmeza do produto poderá mudar, porque a sacarose dá viscosidade ao produto e o aspartame, que é um dipeptídeo, não dá. Em consequência, se você perguntar ao provador qual amostra é a mais doce, você poderá concluir que as amostras não são diferentes em doçura (o que é verdade), mas elas podem ser diferentes em firmeza.

Princípio do teste: cada provador recebe duas amostras codificadas e é solicitado a circular a amostra que apresenta uma certa característica sensorial em maior intensidade (ex: amostra mais doce) (Figura 3).

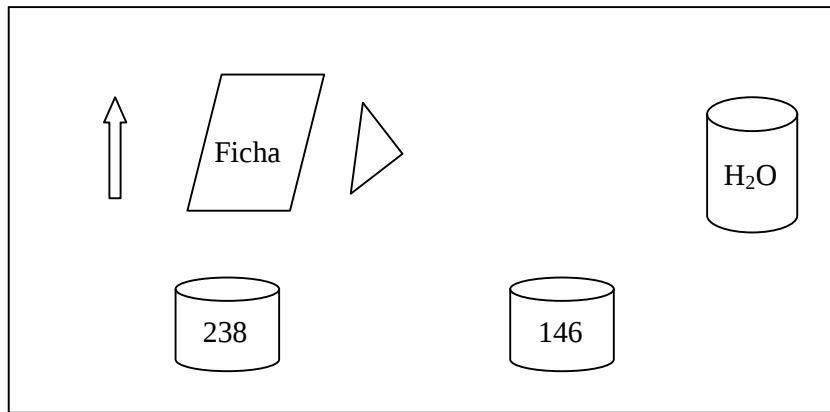


Figura 3: Esquema de apresentação das amostras

Equipe de provadores: idem ao Teste Duo-Trio, mas tenha certeza que os provadores detectam corretamente o atributo sensorial sendo avaliado: doçura, acidez, etc.

Observações:

- Sirva as amostras igualmente nas duas combinações:
A B B A
- Se o provador não conseguir detectar a diferença, é obrigado a escolher, o acaso, uma das amostras.

Análise dos resultados: soma-se o número de provadores que acharam a amostra A com maior intensidade do atributo especificado, e o número de provadores que acharam a amostra B com maior intensidade do produto avaliado. Pegue o maior dos números e use a Tabela apropriada:

1. Se você sabe a priori qual amostra deveria apresentar maior intensidade do atributo avaliado, use a tabela do teste pareado monocaual. *Ex:* coce está verificando se os provadores conseguem diferenciar suco de laranja com 1% de ácido cítrico de suco de laranja com 2% de ácido cítrico. Como você espera que se houver diferença, a amostra com 2% será a mais ácida, você usa a tabela de teste pareado monocaual.

2. Se você não sabe a priori qual amostra deveria apresentar maior intensidade do atributo avaliado, use a tabela do teste pareado bicaual. *Ex:* você substitui uma certa concentração de aspartame numa gelatina, por uma certa concentração de ciclamato de sódio e deseja saber se as gelatinas diferem em doçura. Neste caso, você não sabe qual amostra seria a mais doce, se elas diferirem em doçura, assim, você usará a tabela do teste pareado bicaual.

Verifique se o número de provadores que circularam a amostra escolhida mais frequentemente como a mais intensa é maior ao número mostrado na tabela apropriada. Se for, conclua que aquela amostra é mais intensa que a outra no atributo avaliado.

Exemplo: Um engenheiro de alimentos deseja saber se ao aumentar a acidez titulável em seu suco em 0,1% aumentará também a acidez percebida sensorialmente. Assim sendo, se ele aplicou um Teste de Comparação Pareada usando a ficha abaixo, os resultados estão expressos a seguir.

Nome: _____ Data: ____/____/____
Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita e circule abaixo o código da amostra mais ácida. 572 647 Comentários: _____

Modelo de ficha utilizada para aplicação do Teste de Comparação Pareada .

Resultados:

- Número total de provadores = 43
- Respostas coincidentes para amostra 572 = 30

De acordo com a tabela do teste de comparação pareada monocaudal (espero que a amostra com maior acidez titulável seja mais ácida); para um total de 43 provadores, seriam necessárias pelo menos 28 respostas coincidentes para que houvesse diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras testadas. Assim, de acordo com a referida tabela, eu posso concluir que existe diferença significativa entre as amostras testadas ao nível de 1% de significância e que a amostra A é a mais ácida.

Se tivesse havido 35 respostas coincidentes para a amostra A, então eu poderia concluir que existe diferença significativa entre as amostras ao nível de 0,1% de significância, e que a amostra A é a mais ácida.

4. A estatística por trás dos testes de diferença: Triangular, Duo -trio e Comparação Pareada

Os testes de diferença, como o triangular, duo-trio, e comparação pareada, utilizam um teste estatístico se hipótese e a distribuição do χ^2 (chi-quadrado) para verificar se existe diferença significativa entre as amostras testadas.

A distribuição do χ^2 é utilizada com frequência para testar a frequência com que um fenômeno ocorre em populações. *Ex:* para testar a frequência de provadores que acharam a amostra A mais doce versus a frequência de provadores que acharam a amostra B mais doce: para testar a frequência de câncer em homem versus a frequência de câncer em mulheres, etc.

Um teste de χ^2 para testar se duas amostras são sensorialmente iguais ou diferentes se conduz da seguinte maneira:

H₀: Hipótese nula: $\mu_a = \mu_b$ ou seja, as amostras são iguais.

H_a: Hipótese alternativa: $\mu_a \neq \mu_b$ ou seja, as amostras diferem.

O teste acima é monocaudal. Para testar as hipóteses acima, usa-se a distribuição do χ^2 , onde:

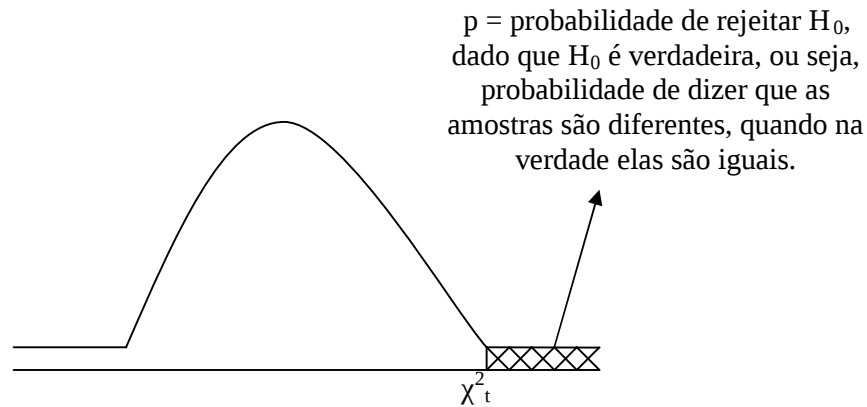
$$\chi^2_t = \frac{(|X_a - X_b| - 1)^2}{N}$$

χ_a = número de observações favoráveis à amostra A.

χ_b = número de observações favoráveis à amostra B.

χ^2_t = valor crítico tirado da tabela de distribuição do χ^2 para um (1) grau de liberdade e nível de significância $p \leq 0,05$.

para testar as hipóteses acima, eu comparo o valor calculado do χ^2_c com o valor tirado da tabela de distribuição do χ^2 que eu chamo χ^2_t . Se χ^2_c calculado $> \chi^2_t$, então rejeita-se H_0 e conclui-se H_a .



Exemplo: dos 36 provadores que testaram a amostra A e B, 22 acharam a amostra A mais doce. Existe realmente diferença significativa entre as amostras A e B?

H_0 : A=B

H_a : A $\neq$ B

p = nível de significância $\leq 0,05$

Graus de liberdade = 1 (só duas amostras foram testadas)

Da tabela do χ^2 , $\chi^2_t = 2,71$

Calculando o χ^2_t

$$\chi^2_t = \frac{(|22-14|-1)^2}{36} = 1,36$$

Como $1,36 < 3,84$, eu não posso rejeitar H_0 , assim eu concluo que não há diferença significativa entre A e B com relação à doçura.

Se 30 provadores tivessem achado que a amostra A era mais doce então:

$$\chi^2_t = \frac{(|30-6|-1)^2}{36} = 14,69$$

Neste caso, $14,69 > 2,71$ então eu rejeito H_0 e concluo H_a , ou seja, eu concluo que existe diferença significativa entre A e B ao nível de 5% de significância.

Para o Teste Triangular, a fórmula de cálculo do χ^2_t é

$$\chi^2_t = \frac{(4Xa - 2Xb - 3)^2}{8N}$$

IMPORTANTE!

Em testes de hipótese, corremos sempre o perigo de cometer dois tipos de erros: erro α (erro tipo I) e erro β (erro tipo II).

H_0 : amostras são iguais

H_a : amostras são diferentes

	H_0 é verdade	H_0 é falsa
Não rejeito H_0	Decisão correta	Erro tipo II
Rejeito H_0	Erro tipo I	Decisão correta

Os Erros tipo I e tipo II são interrelacionados. Se eu diminuo o erro tipo I, automaticamente, o Erro tipo II aumenta. Então, o que fazer?

Simples:

- Se quero saber se uma amostra que estou desenvolvendo é melhor (diferente) de uma que já existe, fixo o Erro tipo I $< 0,05$ e deixo o Erro tipo II tomar conta de si mesmo, porque o que eu quero é evitar cometer o Erro tipo I, ou seja, dizer que meu produto é melhor (diferente), quando de fato ele não é. Esse é o erro que o laboratório de desenvolvimento de novos produtos deve evitar.
- Se quero saber se duas amostras são iguais com o objetivo de substituir uma pela outra, então fixo o erro tipo II e deixo o erro tipo I tomar conta de si mesmo. Aqui o que eu quero evitar é cometer o erro tipo II, ou seja, dizer que as amostras são iguais, quando na verdade elas são diferentes. Esse é o caso de substituição de ingredientes na formulação de um produto. Esse é o erro que o laboratório de controle de qualidade deve evitar.
- O que acontece hoje no campo da análise sensorial de alimentos, é que a grande maioria dos livros textos possuem tabelas apenas para o erro tipo I e não para o erro tipo II. Conseqüentemente, analistas sensoriais estão especificando apenas o erro tipo I e acaba não sabendo sobre o erro tipo II.

5. Referência Bibliográfica

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC, 1987. v. 2, 158 p.