

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE KRUSKAL-WALLIS E DE SOMA DE ORDENS NA DETERMINAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DE DIFERENÇAS DE RESPOSTAS SENSORIAIS AOS ALIMENTOS¹

José Benício Paes Chaves ^{2/}
Dilson Teixeira Coelho ^{2/}
Laede Maffia de Oliveira ^{3/}
José Tarcísio L. Thiébaut ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

O Engenheiro de Alimentos encontra freqüentemente o problema de comparar seu produto com os de seus competidores ou seu novo produto com produtos similares, comercializados por outras firmas. Noutros casos, ele pode simplesmente querer comparar a qualidade de alguns produtos processados por diferentes firmas, ou avaliar o efeito de certas variáveis do processo sobre o rendimento ou qualidade do produto acabado. Em todos esses casos é desejável ter um método simples, rápido e suficientemente exato para determinar se as diferenças observadas entre tratamentos, formulações, marcas etc., podem ser consideradas estatisticamente significativas, a um nível α de probabilidade, ou se são devidas simplesmente a variações casuais (6).

O principal objetivo da avaliação sensorial é fornecer informações sobre o efeito dos «tratamentos experimentais» num tipo particular de produto. Esse efeito,

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 22-01-1980. Projeto n.º 4.1801 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

^{2/} Departamento de Tecnologia de Alimentos — U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Departamento de Matemática — U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

normalmente, é descrito como sendo uma alteração ou diferença numa resposta, que é medida e analisada por meio de método estatístico. A exatidão e a segurança da informação fornecida pelo estudo sensorial dependem da seleção do teste apropriado para o caso, da conveniência do delineamento experimental, da análise adequada dos resultados, além, evidentemente, da honestidade nas respostas (14).

Em virtude de sua natureza subjetiva, os resultados do painel sensorial são influenciados por fatores psicológicos humanos. O uso dos delineamentos experimentais para condução dos testes e de métodos estatísticos apropriados para análise dos resultados é uma tentativa de minimizar essas imperfeições. Assim, todas as amostras são apresentadas aos provadores em condições semelhantes, e as respostas individuais devem ser completamente independentes (1).

No método das ordens, os provadores arranjam uma série de duas ou mais amostras codificadas, em ordem crescente ou decrescente de intensidade de uma característica específica. Nesse teste de qualidade o objetivo é selecionar uma ou duas das melhores amostras testadas. São usados, normalmente, provadores treinados. Quando devem ser ordenados muitos tratamentos, mais de seis, as amostras podem ser apresentadas no delineamento em blocos incompletos, como descrito por GREENWOOD *et alii* (5) e AMERINE *et alii* (1). As amostras podem ser ordenadas pelo grau de aceitabilidade ou em ordem de qualidade geral ou, ainda, por atributos específicos, como cor, volume, textura ou intensidade de «flavor». Os provadores devem ser treinados em relação aos aspectos de caracterização da amostra considerada (2).

KRAMER e TWIGG (8) descreveram os métodos usados para analisar os dados ordenados: comparação dos tratamentos com um padrão; comparação dos tratamentos entre si; reordenação para determinar significância adicional de tratamentos e significância de interações, considerando um nível α de probabilidade.

KRUSKAL e WALLIS (9) apresentaram um teste não-paramétrico, baseado na classificação conjunta em ordens, que substitui a análise de variância e o teste F, do campo paramétrico. Sua finalidade é verificar se K amostras independentes são provenientes de uma mesma população ou se provêm de populações distintas (3).

Para testes sensoriais, a classificação por escala hedônica tem a vantagem de poder ser aplicada com facilidade e de poder ser usada tanto para provadores treinados como para provadores não treinados. Isso possibilita seu uso nos testes de preferência do consumidor pelos produtos. É um método de classificação por escala que pode ser utilizado tanto para alimentos como para qualquer produto para o qual o emprego dos órgãos do sentido se torna necessário. As amostras são apresentadas aos provadores de modo aleatório, e estes as examinam e classificam segundo uma escala de atributos (12).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Avaliação Sensorial dos Produtos

Para a comparação dos dois métodos de análise dos resultados, isto é, teste de Kruskal-Wallis e método de soma de ordens, foram utilizados os resultados da avaliação sensorial, por escala hedônica, de carne de suínos alimentados com ração suplementada com alho, lingüiça seca, sopa de milho e soja e suco de maracujá enriquecido com proteína de soro de queijo em pó.

No experimento realizado por PICCOLO (13) foi estudado o efeito da adição de alho (*Allium sativum L.*) à ração para suínos, em substituição a antibiótico, sobre as características sensoriais da carne.

Cinco grupos de leitões, bastante homogêneos, foram submetidos aos seguintes tratamentos:

- Tratamento A — Ração básica (16% de proteína bruta nos 28 primeiros dias e 13% de proteína bruta nos 22 últimos dias);
- Tratamento B — Ração básica (16% de proteína bruta nos 28 primeiros dias e 13% de proteína bruta nos 22 últimos dias), suplementada com 0,25% de alho;
- Tratamento C — Ração básica (16% de proteína bruta nos 28 primeiros dias e 13% de proteína bruta nos 22 últimos dias), suplementada com bacitracina de zinco 0,0025%;
- Tratamento D — Ração básica (16% de proteína bruta nos 28 primeiros dias, suplementada com 0,25% de alho) e ração básica com 13% de proteína bruta nos 22 dias finais;
- Tratamento E — Ração básica (16% de proteína bruta nos 28 primeiros dias, suplementada com bacitracina de zinco 0,0025%) e ração básica com 13% de proteína bruta nos 22 dias finais.

Os animais foram abatidos aos 50 dias de condução do experimento, e amostras aleatórias do lombo, preparadas segundo PICCOLO (13), foram submetidas à avaliação sensorial de 10 provadores, alunos e funcionários do DTA-UFV, em escala hedônica de nove pontos, pela manhã e à tarde, durante 5 dias consecutivos.

No experimento realizado por MARTINS (10) foi estudada a influência da formulação nas características sensoriais da lingüiça seca. Os tratamentos foram:

- A — 80% de carne bovina mais 20% de gordura suína (toucinho);
B — 70% de carne bovina mais 30% de gordura suína (toucinho);
C — 80% de carne suína mais 20% de gordura suína (toucinho);
D — 70% de carne suína mais 30% de gordura suína (toucinho);
E — 40% de carne bovina, 40% de carne suína mais 20% de gordura (toucinho).

A lingüiça seca, preparada segundo MARTINS (10), foi submetida à avaliação sensorial de 10 provadores, alunos e funcionários do DTA-UFV, com base numa escala hedônica de nove pontos.

A sopa de milho e soja consiste, basicamente, numa mistura de farinha de soja desengordurada e fubá de milho, posteriormente extrusada, em quatro diferentes proporções. Os tratamentos foram os seguintes:

- A — 60% de soja e 40% de milho;
B — 50% de soja e 50% de milho;
C — 40% de soja e 60% de milho;
D — 30% de soja e 70% de milho.

As amostras do produto, preparadas como descrito por CHAVES (4), foram servidas, quentes, a quinze provadores, em copos plásticos especiais, inodoros. A avaliação sensorial foi feita por meio de uma escala hedônica de nove pontos, considerando, principalmente, as características de sabor, odor, cor, consistência e textura.

No experimento realizado por NAZARÉ (11) foi estudado o efeito da adição de diferentes proporções de soro de queijo em pó ao suco de maracujá, visando a seu enriquecimento protéico.

Ao suco integral foram adicionados 1, 2, 8,3, 12,5, 16,7 e 20,8% de soro de queijo

em pó, correspondendo, respectivamente, à adição de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, e 2,5% de proteína, e um tratamento testemunha, sem adição de soro.

Aos 60 dias de armazenamento, o produto resultante, preparado segundo metodologia descrita por NAZARÉ (11), foi submetido à avaliação de 11 provadores, estudantes e funcionários do DTA-UFV, com base numa escala hedônica de nove pontos. A avaliação sensorial dos produtos foi conduzida em blocos casualizados, sendo cada provador um bloco.

2.2. Métodos de Análise dos Resultados

O teste de Kruskal-Wallis foi desenvolvido por esses autores como um competidor do teste F, do campo paramétrico. Admitindo K tratamentos, o teste permite verificar se há diferença significativa pelo menos entre dois deles.

São feitas algumas pressuposições gerais a respeito da distribuição dos dados:

- As observações são todas independentes;
- Para determinada amostra, todas as observações são provenientes da mesma população;
- Os K tratamentos são contínuos e aproximadamente da mesma forma.

Para completar o teste, isto é, comparar os tratamentos dois a dois, quando necessário, foi feito o teste de comparação múltipla, envolvendo todos os pares de tratamentos.

O procedimento consiste no seguinte:

- As notas dos tratamentos são listadas em colunas e os provadores em linhas;
- Procede-se à classificação conjunta das $N = \sum_1^K n_i$ observações, dando ordem 1 à menor delas e ordem N à maior. No caso de empates, procede-se ao desempate com a média aritmética das ordens que seriam atribuídas se não houvesse empates;
- Calcula-se o valor de H pela fórmula:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_1^K \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1),$$

em que R_i é a soma das ordens atribuídas ao tratamento i, n_i é o número de provadores do tratamento i e H é o valor da diferença mínima significativa (dms), a ser comparado com o valor tabelado. O valor de H, no caso de empates, é alterado pela correção:

$$C = 1 - \frac{\sum_1^g T_i^2}{N^3 - N},$$

em que g é o número de grupos empataos, $T_i = t_i^3 - t_i$ e t_i é o número de observações empataos no grupo i e $H_1 = \frac{H}{C}$. Obtido H_1 , procede-se como nos casos normais;

4. A Tabela de qui-quadrado é utilizada para comparar o valor de H ou H₁. Como descrito por CAMPOS (3), para n_i > 6 e K > 3, pode-se aplicar a aproximação do qui-quadrado, com K-1 graus de liberdade;
Se o valor de H ou H₁ for significativo ao nível α de probabilidade, deve-se aplicar a comparação múltipla para comparar os tratamentos dois a dois.
5. Determina-se a diferença | $\bar{R}_i - \bar{R}_j$ | para os dois tratamentos que se quer comparar ($\bar{R}_i = R_i/n$ e $\bar{R}_j = R_j/n$);
6. O valor da diferença mínima significativa (dms), quando todos os tratamentos têm o mesmo número de repetições (n), é dado pela fórmula:

$$dms = Q \sqrt{\frac{K(Kn + 1)}{12}}, \text{ em que } K \text{ é o número de tratamentos e } Q \text{ é o valor da amplitude da tabela própria (3).}$$

em que K é o número de tratamentos e Q é o valor da amplitude da tabela própria (3).

O método das ordens é usado para determinar como várias amostras diferem entre si, com base em características simples. Amostras codificadas, que podem ou não incluir um controle ou padrão, são apresentadas ao provador simultaneamente, e ele é solicitado a ordená-las segundo a intensidade de uma característica específica. Esse método é útil para uso em laboratório, na avaliação de produtos ou processos por provadores que selecionam a melhor amostra, e para consumidores, a fim de determinar a aceitabilidade relativa de determinado número de amostras (1).

Para utilização do método das ordens as notas do painel foram transformadas diretamente em ordens. No caso de ocorrência de empates, a ordem dos tratamentos que receberam a mesma nota foi representada pela média aritmética das ordens que receberiam se não ocorressem empates.

Neste trabalho, as notas fornecidas pelos provadores foram transformadas diretamente em ordens, que foram comparadas pelo método de KRAMER (6):

- a) As ordens dos tratamentos são listadas em colunas e os provadores em linhas;
- b) Somam-se as ordens para cada tratamento e comparam-se essas somas com os limites tabelados;
- c) A Tabela 1, preparada por KRAMER (7), fornece os limites de somas de ordens para cada número de tratamentos e repetições necessárias para significância ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$);
- d) Dentro desses limites tabelados, as somas das ordens não diferem entre si, estatisticamente ($P < 0,05$);
- e) Quando for detectada uma diferença significativa, os tratamentos restantes devem ser reordenados e novamente comparados pelo mesmo método.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 mostra a organização das notas médias da avaliação sensorial da carne de suíños alimentados com ração suplementada com alho.

Pelo teste de Kruskal-Wallis tem-se $H_1 = 2,96$. A Tabela de qui-quadrado fornece $X^2_{0,05} (4) = 9,49$.

Daí, conclui-se que os provadores não detectaram diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

O Quadro 2 mostra as ordens das notas da avaliação sensorial da carne de suíños alimentados com ração suplementada com alho.

A Tabela 1, para 10 repetições e 5 tratamentos, fornece os valores 20-40.

TABELA 1 - Limites de soma de ordens, para comparação de tratamentos entre si, necessárias para significância ao nível de 5% de probabilidade

Nº de Repetições	Número de Tratamentos ou Amostras Ordenadas											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28	5-31	5-34	-
4	-	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36	8-39	9-43	-
5	-	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43	12-48	13-52	-
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51	17-55	18-60	-
7	8-13	10-13	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	18-58	21-63	22-69	-
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64	25-71	27-77	-
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71	30-78	32-85	-
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78	35-85	37-93	-
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85	39-93	42-101	-
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91	44-100	47-109	-
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98	49-107	52-117	-
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104	54-114	57-125	-
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111	58-122	63-132	-
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117	63-129	68-140	-
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124	68-136	73-148	-
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	61-118	68-130	73-143	79-155	-
19	24-33	30-46	37-58	43-77	49-84	55-97	61-110	67-125	73-136	70-150	84-163	-
20	26-34	32-48	39-61	45-95	52-88	38-102	65-115	71-129	77-143	83-157	90-170	-

Reproduzida de KRAMER, A., Revised Tables for Determining Significance of Differences. *Food Technology* 17(12):1596-1597-1963.

QUADRO 1 - Organização das médias da avaliação sensorial da carne de suínos, para aplicação dos testes de Kruskal-Wallis e de comparação múltipla

Provador	Tratamentos					E
	A	B	C	D	E	
1	7,70 (31,5)	7,60 (29)	7,15 (18)	7,30 (22)	7,60 (29)	
2	6,05 (4,5)	6,20 (9)	5,95 (2)	5,70 (1)	6,80 (15)	
3	7,30 (22)	7,40 (25,5)	6,85 (16)	7,20 (19)	7,80 (33)	
4	7,85 (34,5)	7,85 (34,5)	7,90 (36)	7,40 (25,5)	6,90 (17)	
5	8,25 (41)	8,35 (45)	7,70 (31,5)	8,20 (39,5)	8,10 (38)	
6	8,65 (49,5)	8,50 (48)	8,65 (49,5)	8,45 (46)	8,30 (43)	
7	8,30 (43)	8,00 (37)	8,46 (47)	8,20 (39,5)	8,30 (43)	
8	7,40 (25,5)	7,60 (29)	7,25 (20)	7,30 (22)	7,40 (25,5)	
9	6,10 (7)	6,05 (4,5)	6,25 (10)	6,10 (7)	6,70 (14)	
10	6,35 (12)	6,00 (3)	6,35 (12)	6,35 (12)	6,10 (7)	
R _i	270,5	264,5	252,0	233,5	264,5	
\bar{R}_i	27,05	26,45	25,20	23,55	26,45	

Comparando-os com as somas das ordens do Quadro 2, verifica-se que nenhuma delas excede esses limites, concluindo-se não haver diferença significativa ($P < 0,05$), entre os tratamentos, pelo método das ordens.

QUADRO 2 - Ordens das notas da avaliação sensorial da carne de suínos					
Prova-dores	Tratamentos				
	A	B	C	D	E
1	1	2,5	5	4	2,5
2	3	2	4	5	1
3	3	2	5	4	1
4	2,5	2,5	1	4	5
5	2	1	5	3	4
6	1,5	3	1,5	4	5
7	2,5	5	1	4	2,5
8	2,4	1	5	4	2,5
9	3,5	5	2	3,5	1
10	2,0	5	2	2	4
Soma das Ordens	23,5	29	31,5	37,5	28,5

O Quadro 3 mostra a organização das notas médias da avaliação sensorial das formulações de lingüiça seca.

Pelo teste de Kruskal-Wallis tem-se $H_1 = 30,30$. A tabela de qui-quadrado fornece $X_{0,05}^2 (4) = 9,49$. Ao comparar esse valor com $H_1 (30,3)$, verifica-se que os provedores detectaram diferença significativa entre as fórmulas ($P < 0,05$), pelo teste de Kruskal-Wallis.

Como se observa, esse teste não especifica a diferença. Para isso, deve-se aplicar o processo de comparação múltipla (3). Pelo processo de comparação múltipla, tem-se $dms = 16,80$. Comparando esse valor à diferença $| \bar{R}_i - \bar{R}_j |$, para as formulações do Quadro 3, conclui-se que a formulação D foi superior a todas as outras, seguida da formulação C, que foi seguida da E, que foi superior à B. A formulação A foi a que teve menor grau de aceitabilidade, pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

O Quadro 4 mostra as ordens das notas da avaliação sensorial das formulações de lingüiça seca.

A Tabela 1, para 10 repetições e 5 tratamentos, fornece os valores 20–40. Com-

QUADRO 3 - Organização das notas médias da avaliação sensorial das formulações de linguiça seca, para aplicação dos testes de Kruskal-Wallis e de comparação múltipla

Provadores	Formulações				
	A	B	C	D	E
1	6,3 (15,5)	7,1 (38,5)	7,5 (46,5)	7,1 (38,5)	6,2 (13)
2	5,8 (7,5)	6,8 (26)	7,4 (44)	7,2 (41,5)	6,4 (17,5)
3	5,4 (3)	6,9 (29,5)	7,0 (34)	7,5 (46,5)	6,7 (23,5)
4	5,6 (5,5)	6,6 (21,5)	6,9 (29,5)	7,1 (38,5)	6,8 (26)
5	6,1 (11)	6,6 (21,5)	6,7 (23,5)	7,0 (34)	7,1 (38,5)
6	6,5 (19,5)	6,8 (26)	8,0 (50)	7,0 (34)	7,2 (41,5)
7	6,3 (15,5)	6,9 (29,5)	6,2 (13)	6,5 (19,5)	5,9 (9,5)
8	5,5 (4)	5,6 (5,5)	6,9 (29,5)	7,7 (48)	6,2 (13)
9	5,1 (1,5)	5,9 (9,5)	7,4 (44)	7,9 (49)	7,0 (34)
10	5,8 (7,5)	5,1 (1,5)	7,0 (34)	7,4 (44)	6,4 (17,5)
R _i	90,5	209,0	348,0	393,5	234,0
\bar{R}_i	9,05	20,90	34,80	39,35	23,40

parando a soma das ordens do Quadro 4 com esses valores, verifica-se que o tratamento A foi o que teve, significativamente, o menor grau de aceitabilidade, ao passo que o tratamento D foi o que teve maior aceitação, pelo método das ordens ($P < 0,05$).

QUADRO 4 - Ordens das notas da avaliação sensorial da linguiça seca

Provador	Formulações				
	A	B	C	D	E
1	4	2,5	1	2,5	5
2	5	3	1	2	4
3	5	3	2	1	4
4	5	4	2	1	3
5	5	4	3	2	1
6	5	4	1	3	2
7	3	1	4	2	5
8	5	4	2	1	3
9	5	4	2	1	3
10	4	5	2	1	3
Soma das Ordens	46	34,5	20	16,5	33

Quanto aos tratamentos B, C e E, devem ser reordenados para estudo de suas diferenças.

O Quadro 5 mostra os tratamentos B, C e E reordenados.

A Tabela 1, para 10 repetições e 3 tratamentos, fornece os valores 15–25. Comparando-os com a soma de ordens do Quadro 5, verifica-se que o tratamento C é, significativamente, o de melhor grau de aceitabilidade, ao passo que os tratamentos B e E são iguais, pelo método das ordens ($P < 0,05$).

O Quadro 6 mostra a organização das notas médias da avaliação sensorial da sopa de milho e soja, para aplicação dos testes de Kruskal-Wallis e de comparação múltipla.

Pelo teste de Kruskal-Wallis tem-se $H_1 = 18,77$. A tabela de qui-quadrado fornece $X^2_{0,05} (3) = 7,81$. Ao comparar esse valor com $H_1 (18,77)$, verifica-se que os provedores detectaram diferença significativa entre as formulações ($P < 0,05$). Assim, aplicou-se a comparação múltipla para verificação da diferença.

Pelo processo de comparação múltipla tem-se $dms = 16,38$. Comparando as diferenças $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$, para as formulações do Quadro 6, com o valor de $dms = 16,38$, conclui-se que as formulações B, C e D foram iguais entre si e superiores à

QUADRO 5 - Os tratamentos B, C e E, do Quadro 4, reordenados

Trata- mentos	Provadores										Soma das Ordens
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B	1	2	2	2	3	3	1	3	3	3	23
C	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	13
E	3	3	3	3	1	2	3	2	2	2	24

QUADRO 6 - Resultados médios de 3 repetições do teste sensorial de quatro formulações de sopa de milho e soja, numa escala hedônica de nove pontos

Prova- dor	Tratamentos			
	A	B	C	D
1	5,5 (8,5)	7,5 (36,5)	8,0 (48)	7,0 (26,5)
2	6,5 (18)	6,7 (21,5)	7,5 (36,5)	7,0 (26,5)
3	5,4 (7)	5,7 (10,5)	8,3 (55)	7,5 (36,5)
4	7,0 (26,5)	7,7 (42)	6,5 (18)	7,3 (32)
5	6,5 (18)	7,7 (42)	6,0 (12,5)	7,7 (42)
6	4,0 (3,5)	7,5 (36,5)	8,0 (48)	8,0 (48)
7	3,5 (2)	8,3 (55)	8,3 (55)	7,0 (26,5)
8	4,5 (6)	8,0 (48)	8,5 (59,5)	8,3 (55)
9	3,0 (1)	5,7 (10,5)	8,3 (55)	8,0 (48)
10	6,3 (14,5)	7,7 (42)	7,7 (42)	6,5 (18)
11	6,5 (18)	8,0 (48)	8,5 (59,5)	6,7 (21,5)
12	4,0 (3,5)	8,3 (55)	7,0 (26,5)	6,3 (14,5)
13	4,2 (5)	7,0 (26,5)	8,3 (55)	7,0 (26,5)
14	6,0 (12,5)	7,3 (32)	7,5 (36,5)	7,5 (36,5)
15	5,5 (8,5)	7,0 (26,5)	7,3 (32)	8,0 (48)
R _i	152,5	532,5	639,0	506,0
\bar{R}_i	10,17	35,50	42,60	33,74

formulação A, que teve menor grau de aceitação, pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

O Quadro 7 mostra as ordens das notas de avaliação sensorial das formulações de sopa de milho e soja.

QUADRO 7 - Ordens das notas da avaliação sensorial da sopa de milho e soja

Provador	Formulação			
	A	B	C	D
1	4	2	1	3
2	4	3	1	2
3	4	3	1	2
4	3	1	1	2
5	3	1,5	4	1,5
6	4	3,0	1,5	1,5
7	4	1,5	1,5	3
8	4	3	1	2
9	4	3	1	2
10	4	1,5	1,5	3
11	4	2	1	3
12	4	1	2	3
13	4	2,5	1	2,5
14	4	3	1,5	1,5
15	4	3	2	1
Soma das Ordens	58,0	34,0	25,0	33,0

A Tabela 1, para 15 repetições e 4 tratamentos, fornece os valores 28–47. Comparando as somas de ordens do Quadro 7 com esses valores, observa-se que o tratamento A foi inferior aos demais, que o tratamento C teve melhor aceitação, ao passo que o B e o D não diferiram entre si, pelo método das ordens ($P < 0,05$).

O Quadro 8 mostra a organização das notas médias da avaliação sensorial do suco de maracujá enriquecido com proteína de soro de queijo em pó, para aplicação dos testes de Kruskal-Wallis e de comparação múltipla.

Pelo teste de Kruskal-Wallis tem-se $H_1 = 5,96$. A tabela de qui-quadrado fornece $\chi^2_{0,05} (5) = 11,1$. Ao comparar esse valor com H_1 (5,96), verifica-se que os provedores não detectaram diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$).

O Quadro 9 mostra as ordens das notas da avaliação sensorial do suco de maracujá enriquecido com proteína de soro de queijo em pó.

A Tabela 1, para 11 repetições (provedores) e 6 tratamentos, fornece os valores

QUADRO 8 - Organização das notas médias da avaliação sensorial do suco de maracujá enriquecido com proteína de soro de queijo em pó, para aplicação dos testes de Kruskal-Wallis e de comparação múltipla

Prova-dor	Tratamentos					
	A	B	C	D	E	F
1	4,67 (15)	7,00 (41,5)	3,67 (3)	8,00 (58)	7,33 (49)	5,33 (23)
2	7,00 (41,5)	7,00 (41,5)	7,33 (49)	6,00 (26,5)	5,33 (23)	4,33 (10)
3	4,67 (15)	4,67 (15)	6,33 (30)	7,00 (41,5)	7,67 (54)	8,67 (65)
4	7,33 (49)	8,00 (58)	7,67 (54)	3,67 (3)	5,00 (20)	6,33 (30)
5	8,67 (65)	8,33 (62)	8,00 (58)	7,00 (41,5)	7,33 (49)	8,67 (65)
6	7,67 (54)	6,67 (34,5)	8,33 (52)	4,67 (15)	6,67 (34,5)	4,00 (7)
7	6,67 (34,5)	6,33 (30)	4,67 (15)	4,67 (15)	8,00 (58)	3,67 (3)
8	5,00 (20)	6,00 (26,5)	6,00 (26,5)	4,67 (15)	4,33 (10)	3,67 (3)
9	4,00 (7)	6,67 (34,5)	7,00 (41,5)	4,00 (7)	5,33 (23)	3,67 (3)
10	8,33 (62)	8,00 (58)	7,33 (49)	5,00 (20)	4,33 (10)	7,33 (49)
11	6,00 (26,5)	7,33 (49)	6,67 (34,5)	7,00 (41,5)	7,00 (41,5)	6,67 (34,5)
R _i	389,5	450,5	422,5	284,0	372,0	292,5
\bar{R}_i	35,41	40,95	38,41	25,82	33,82	26,59

25-52. Comparando-os com as somas das ordens do Quadro 9, verifica-se que nenhuma delas excede esses limites, concluindo-se não haver diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, pelo método das ordens.

QUADRO 9 - Ordens das notas da avaliação sensorial do suco de maracujá enriquecido com proteína de soro de queijo em pó

Provador	Tratamentos					
	A	B	C	D	E	F
1	5	3	6	1	2	4
2	2,5	2,5	1	4	5	6
3	5,5	5,5	4	3	2	1
4	3	1	2	6	5	4
5	1,5	3	4	6	5	1,5
6	2	3,5	1	5	3,5	6
7	2	3	4,5	4,5	1	6
8	3	1,5	1,5	4,0	5	6
9	4,5	2	1	4,5	3	6
10	1	2	3,5	5	6	3,5
11	6	1	4,5	2,5	2,5	4,5
Soma das Ordens	36	28	33	45,5	40	48,5

4. RESUMO

Este trabalho, realizado no Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa (DTA-UFV), consistiu na análise dos resultados da avaliação sensorial de quatro diferentes produtos alimentícios por um painel de provadores não treinados, por meio de uma escala de nove pontos.

Para cada produto, o objetivo principal foi verificar se havia diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Para isto, foram utilizados o teste de Kruskal-Wallis e o método de soma de ordens.

A análise dos resultados da avaliação sensorial de carne de suínos alimentados com ração suplementada com alho, até 0,25%, e de suco de maracujá enriquecido com proteína de soro de queijo em pó, até 20,8%, correspondente à adição de 2,5% de proteína, pelos dois métodos, mostrou que os provadores não detectaram diferença significativa entre os tratamento ($P < 0,05$).

A análise dos resultados da avaliação sensorial das formulações de linguiça seca e de sopa de milho e soja pelos dois métodos mostrou que os provadores detectaram diferença significativa entre as formulações ($P < 0,05$). Comparando as

conclusões fornecidas pelos testes de Kruskal-Wallis e de soma de ordens, verifica-se que foram coerentes em todos os resultados. Como o método de soma de ordens é consideravelmente mais simples e rápido, poderá ser utilizado na análise de resultados semelhantes.

5. SUMMARY

The objective was to compare statistical methods for analysis of sensorial data. The Ranking Sum method and Kruskal-Wallis' test were used in this comparison. The data were obtained from experiments comparing pork meat from animals fed a ration supplemented with garlic with the meat from animals fed a ration containing antibiotics; from a comparison of passion fruit juices; from a comparison of levels of corn and soybean flours on a corn-soybean soup; and, from a comparison of pork fat levels on a dry sausage.

Comparing the conclusions given by the Kruskal-Wallis' test and Rank Sum method, it was verified that they were consistent for all results. As the Rank Sum method can be performed quickly and easily, it should be utilized in such cases.

6. LITERATURA CITADA

1. AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M. & ROESSLER, E.B. *Principles of sensory evaluation of food*. New York, Academic Press, 1965. 602 p.
2. ANDERSON, E.E. Scoring and ranking. In «LITTLE, A.D., *Flavor research and food acceptance*». New York, Reinhold, 1958. p. 251-273.
3. CAMPOS, H. *Estatística não-paramétrica*. Piracicaba, SP, Departamento de Matemática e Estatística, ESALQ. 1976. 332 p.
4. CHAVES, J.B.P. *Comparação de métodos estatísticos de análise dos resultados da avaliação sensorial de alimentos*. Viçosa, Univ. Federal de Viçosa, 1979. 115 p. (Tese M.S.).
5. GREENWOOD, M.L., POTGIETER, M. & GLISS, C.I. The effect of certain prefreezing treatments on the quality of eight varieties of cultivated highbush blueberries. *Food Research* 16(3):154-160, 1951.
6. KRAMER, A. A rapid method for determining significance of differences from rank sums. *Food Technology* 14(8):576-581. 1960.
7. KRAMER, A. Revised tables for determining significance of differences. *Food Technology* 17(12):1596-1597. 1963.
8. KRAMER, A. & TWIGG, B.A. *Quality control for the food industry* 3th Ed. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company, Inc., 1970 556 p.
9. KRUSKAL, W.H. & WALLIS, W.A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J. Amer. Statist. Ass.* 47, 583-621. 1952.
10. MARTINS, R.T. *Influência da formulação nas características organolépticas de linguiça seca*. Viçosa, Univ. Federal de Viçosa, 1978. 57 p. (Tese M.S.).

11. NAZARÉ, R.F.R. de. *Enriquecimento do suco de maracujá com proteína de soro de queijo em pó*. Viçosa, Univ. Federal de Viçosa, 1977. 66 p. (Tese de M.S.)
12. PERYAM, D.R. & PILGRIM, F.J. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology* 11(12):9-14. 1967.
13. PICCOLO, M.G. *Composição básica e avaliação sensorial da carne de suínos alimentados com rações contendo alho (*Allium sativum L.*) em substituição a antibióticos*. Viçosa, Univ. Federal de Viçosa, 1977. 48 p. (Tese M.S.)
14. SIDEL, J.L. & STONE, H. Experimental design and analysis of sensory tests. Understanding experimental design is the first step in obtaining accurate results. *Food Technology* 30(11):32-38. 1976.