

# ZEA1000 – Análise sensorial de alimentos

## Métodos discriminativos de Análise Sensorial

### Parte 2

**TABELAS E FÓRMULAS PARA  
UTILIZAÇÃO COM OS TESTES**

**ORDENAÇÃO,  
DIFERENÇA DO CONTROLE E  
COMPARAÇÃO MÚLTIPLA**

### **FONTE**

D975a Dutcosky, Sílvia Deboni  
Análise sensorial de alimentos / Sílvia Deboni Dutcosky.  
4. ed. rev. e ampl. – Curitiba : Champagnat, 2013.  
540 p. ; 23 cm. (Coleção Exatas ; 4)

Inclui Referências.  
ISBN 978-85-7292-244-9

1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Avaliação Sensorial.  
I. Título. II. Série.

CDD 664.07

# Teste de ordenação

## Análise dos dados para seleção de avaliadores:

Avalia-se o coeficiente de correlação de Spearman entre a ordem prevista e a ordem do avaliador

$$\rho = 1 - (6 \sum D^2) / N (N^2 - 1)$$

$\rho$  (rho) = medida da correlação

D = diferença entre as ordens

N = número de amostras

Quanto mais próxima de 1 for a correlação melhor é o avaliador. Verificar na Tabela 32 o valor crítico de acordo com o número de amostras testadas.

Tabela 32 - Valores críticos para o Coeficiente de Correlação de Spearman

Número de amostras	Nível de significância ( $\alpha$ )	
	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
6	0,896	—
7	0,786	0,929
8	0,738	0,881
9	0,700	0,833
10	0,648	0,794
11	0,618	0,755
12	0,587	0,727
13	0,566	0,703
14	0,538	0,675
15	0,521	0,654
16	0,503	0,635
17	0,485	0,615
18	0,472	0,600
19	0,460	0,584
20	0,447	0,570
21	0,435	0,556
22	0,425	0,544
23	0,415	0,532
24	0,406	0,521
25	0,398	0,511
26	0,390	0,501
27	0,382	0,491
28	0,375	0,483
29	0,368	0,475
30	0,362	0,467

Fonte: ISO 8587:2006.

# Teste de ordenação

## Teste de ordenação unilateral – sabe-se *a priori* qual a ordenação correta

1. Aplica-se Teste de Page para verificar se existe diferença significativa entre as amostras:

$$L = S_1 + 2 \times S_2 + 3 \times S_3 + \dots + t \times S_t$$

Onde:

L = coeficiente que será comparado a um valor crítico mínimo tabelado (Tabela 47, anexo K para estabelecer se existe diferença significativa entre as amostras.

S = soma das ordenações de um produto analisado

T = número de tratamentos

Se L for MENOR que valor crítico da Tabela 33, amostras NÃO diferem

Se L for MAIOR que valor crítico tabelado, amostras DIFEREM

**Tabela 33** - Valores críticos para o teste de Page aplicado ao teste de ordenação quando existe uma ordem prevista ou predeterminada

Número de avaliadores Av	Número de amostras (ou produtos) P											
	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8
	Nível de significância α = 0,05						Nível de significância α = 0,01					
7	91	139	338	590	835	1204	93	193	346	563	855	1233
8	104	214	384	625	950	1371	106	220	393	640	972	1401
9	116	240	431	701	1065	1537	119	246	441	717	1088	1569
10	128	266	477	777	1180	1703	131	272	487	793	1205	1736
11	141	292	523	852	1295	1868	144	298	534	869	1321	1905
12	153	317	570	928	1410	2035	156	324	584	946	1437	2072
13	165	343*	615*	1005*	1525*	2201*	169	350*	638*	1022*	1553*	2240*
14	178	368*	661*	1078*	1639*	2367*	181	376*	674*	1098*	1668*	2407*
15	190	394*	707*	1153*	1754*	2532*	194	402*	721*	1174*	1784*	2574*
16	202	420*	754*	1228*	1868*	2697*	206	427*	767*	1249*	1899*	2740*
17	215	445*	800*	1303*	1982*	2862*	218	453*	814*	1325*	2014*	2907*
18	227	471*	846*	1378*	2097*	3028*	231	479*	860*	1401*	2130*	3073*
19	239	496*	891*	1453*	2217*	3193*	243	505*	906*	1478*	2245*	3240*
20	251	522*	937*	1528*	2335*	3358*	256	531*	953*	1552*	2360*	3406*

Fonte: ISO 8587:2006.

**Nota:** Valores marcados com um asterisco (\*) são valores críticos por aproximação utilizando-se a distribuição normal.

Para mais que 20 avaliadores utiliza-se a fórmula para correção:

$$L' = \frac{12L - 3 \cdot Av \cdot t \cdot (t+1)^2}{t \cdot (t+1) \cdot \sqrt{Av \cdot (t-1)}} \quad (3.21)$$

H0 é rejeitada se  $L' \geq 1,64$  (alfa <0,05)

Quando H0 é rejeitada consulta-se na Tabela de Christensen (Tabela 35) a Diferença Mínima Significativa que deve haver entre os totais de ordenação para considerar que duas amostras são diferentes.

# Tabelas de Christensen

Tabela 35 - Teste de ordenação – Tabela de Christensen (Continua)

Número de avaliadores	Número de amostras									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	10	12	15	18	21	23	26	29	32	35
13	10	13	16	19	22	24	27	30	33	36
14	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37
15	11	14	17	20	23	26	29	32	36	39
16	11	14	17	21	24	27	30	33	37	40
17	11	15	18	21	25	28	31	34	38	41
18	12	15	19	22	25	29	32	35	39	42
19	12	16	19	23	26	29	33	36	40	44
20	12	16	20	23	27	30	34	37	41	45
21	13	16	20	24	27	31	35	38	42	46
22	13	17	21	24	28	32	35	39	43	47
23	13	17	21	25	29	33	36	40	44	48
24	13	18	21	25	29	33	37	41	45	49
25	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
26	14	18	22	26	30	34	39	43	47	51
27	14	19	23	27	31	35	39	43	48	52
28	15	19	23	28	32	36	40	44	49	53
29	15	19	24	28	32	36	41	45	49	54
30	15	19	24	28	33	37	42	46	50	54
31	15	20	24	29	33	38	42	47	51	56
32	16	20	25	29	34	38	43	47	52	57
33	16	21	25	30	34	39	44	48	53	57
34	16	21	25	30	35	39	44	49	53	58
35	16	21	26	31	36	40	45	50	54	59
36	17	22	26	31	36	41	46	50	55	60
37	17	22	27	31	36	41	46	51	56	61
38	17	22	27	32	37	42	47	51	57	62

Tabela 35 - Teste de ordenação – Tabela de Christensen

(Continua)

Número de avaliadores	Número de amostras									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62
40	17	23	28	33	38	43	48	53	58	63
41	18	23	28	33	38	43	49	54	59	64
42	18	23	28	33	39	44	49	54	59	65
43	18	23	29	34	39	44	50	55	60	66
44	18	24	29	34	40	45	50	56	61	66
45	19	24	29	35	40	46	51	56	61	67
46	19	24	30	35	40	46	51	57	62	67
47	19	24	30	35	41	46	52	57	63	68
48	19	25	30	36	41	47	52	58	64	69
49	19	25	30	36	42	48	53	59	64	70
50	19	25	31	37	42	48	54	59	65	70
51	20	26	31	37	43	48	54	60	66	72
52	20	26	31	37	43	49	55	60	66	72
53	20	26	32	38	44	49	55	61	67	73
54	20	26	32	38	44	50	56	61	67	73
55	21	27	32	39	44	50	56	62	68	74
56	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75
57	21	27	33	39	45	51	57	63	69	76
58	21	27	33	39	45	52	58	64	70	77
59	21	27	34	40	46	52	58	64	71	77
60	22	28	34	40	46	53	59	65	71	78
61	22	28	34	41	47	53	59	66	72	78
62	22	28	35	41	47	54	60	66	72	78
63	22	28	35	41	47	54	60	67	73	80
64	22	29	35	41	48	55	61	67	73	80
65	22	29	35	42	48	55	61	68	74	80
66	23	29	35	42	49	55	62	68	75	82
67	23	29	36	42	49	56	62	68	75	82
68	23	30	36	42	49	56	63	69	76	83
69	23	30	36	43	50	56	63	70	76	83
70	23	30	37	44	50	57	64	70	77	83
71	23	30	37	44	50	57	64	71	77	85
72	24	30	37	44	51	58	64	71	78	85

# Tabelas de Christensen

Tabela 35 - Teste de ordenação – Tabela de Christensen (Continua)

Número de avaliadores	Número de amostras									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
73	24	31	37	44	51	58	65	72	78	85
74	24	31	37	44	52	58	65	72	79	86
75	24	31	38	45	52	59	66	73	80	86
76	24	31	38	45	52	59	66	73	80	87
77	24	31	38	45	52	60	66	74	81	88
78	24	32	39	46	53	60	67	74	81	88
79	24	32	39	46	53	60	67	74	82	89
80	25	32	39	47	53	60	68	75	82	89
81	25	32	39	47	54	61	68	75	82	90
82	25	32	40	47	54	62	69	76	83	90
83	25	33	40	47	54	62	69	76	84	91
84	25	33	40	48	55	62	69	77	84	92
85	25	33	41	48	55	62	70	77	85	92
86	26	33	41	48	56	63	70	78	85	93
87	26	34	41	49	56	63	71	78	86	94
88	26	34	41	49	56	64	72	79	86	94
89	26	34	41	49	56	64	72	79	87	94
90	26	34	41	49	57	64	72	80	87	95
91	26	34	42	50	57	65	72	80	88	95
92	27	35	42	50	58	65	73	80	88	96
93	27	35	42	50	58	65	73	81	88	97
94	27	35	43	51	58	66	73	81	89	97
95	27	35	43	51	58	66	74	81	89	97
96	27	35	43	51	59	66	74	82	90	98
97	27	35	43	51	59	67	74	82	91	99
98	27	35	44	51	59	67	75	83	91	98
99	27	36	44	51	59	68	76	83	91	100
100	28	36	44	52	60	68	76	84	92	100
101	28	36	44	52	60	68	77	84	92	100
102	28	36	44	52	60	69	77	85	93	101
103	28	36	45	53	61	69	77	85	93	101
104	28	36	45	53	61	69	77	86	94	102
105	29	37	45	53	61	70	78	86	94	102
106	29	37	45	53	61	70	78	86	95	103

Tabela 35 - Teste de ordenação – Tabela de Christensen (Conclusão)

Número de avaliadores	Número de amostras									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
107	29	37	45	54	62	70	78	87	95	103
108	29	37	46	54	62	71	79	87	95	103
109	29	37	46	54	62	71	79	88	96	104
110	29	37	46	54	63	71	80	88	96	104
111	29	38	46	55	63	72	80	89	96	105
112	29	38	46	55	63	72	80	89	97	106
113	29	38	47	55	64	72	80	89	98	106
114	30	38	47	56	64	73	81	89	98	106
115	30	38	47	55	64	72	82	90	99	107
116	30	39	47	56	65	73	82	90	99	108
117	30	39	47	56	65	73	82	91	99	108
118	30	39	47	56	65	74	83	91	100	108
119	30	39	48	57	65	74	83	92	101	109
120	31	40	48	57	66	74	83	92	101	109

Fonte: CHRISTENSEN et al., 2006.

**Nota:** Diferenças críticas entre os totais de ordenação. Se a diferença entre os totais de ordenação for maior ou igual ao número tabelado, existe diferença significativa entre as amostras, em 5% de significância.

# Teste de ordenação

Teste de ordenação bicaudal  
– não sabe-se *a priori* qual a ordenação correta

1. Aplica-se Teste de Friedman para verificar se existe diferença significativa entre as amostras:

1. Teste de Friedman (duas notações):

$$F_{\text{teste}} = \frac{12}{Av \cdot t(t+1)} (S_1^2 + \dots + S_p^2) - 3Av(t+1)$$

F = Valor que deverá ser comparado a um valor crítico mínimo tabelado (Tabela 34) para estabelecer se existe diferença significativa entre as amostras.

Av = número de avaliadores

T = número de tratamentos (amostras)

S<sub>i</sub> = soma das ordens atribuídas ao tratamento i

Se o valor de S calculado for maior que o S tabelado conclui-se que há diferença sensorial significativa entre as amostras.

Posteriormente verifica-se qual a DMS (Diferença Mínima Significativa) entre os totais de ordenação em Tabela de Christensen para verificar quais amostras diferem.

**Tabela 34** - Valores críticos de F para o teste de Friedman (riscos de 0,05 e 0,01)

Número de avaliadores Av	Número de amostras (ou produtos) P									
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
	Nível de significância $\alpha = 0,05$					Nível de significância $\alpha = 0,01$				
7	7,143	7,8	9,11	10,62	12,07	8,857	10,371	11,97	13,69	15,35
8	6,250	7,65	9,19	10,68	12,14	9,000	10,35	12,14	13,87	15,53
9	6,222	7,66	9,22	10,73	12,19	9,667	10,44	12,27	14,01	15,68
10	6,200	7,67	9,25	10,76	12,23	9,600	10,53	12,38	14,12	15,79
11	6,545	7,68	9,27	10,79	12,27	9,455	10,60	12,46	14,21	15,89
12	6,167	7,70	9,29	10,81	12,29	9,500	10,68	12,53	14,28	15,96
13	6,000	7,70	9,30	10,83	12,37	9,385	10,72	12,58	14,34	16,03
14	6,143	7,71	9,31	10,85	12,34	9,000	10,76	12,64	14,40	16,09
15	6,400	7,72	9,33	10,87	12,35	8,933	10,80	12,68	14,44	16,14
16	5,99	7,73	9,34	10,88	12,37	8,79	10,84	12,72	14,48	16,18
17	5,99	7,73	9,34	10,89	12,38	8,81	10,87	12,74	14,52	16,22
18	5,99	7,73	9,36	10,90	12,39	8,84	10,90	12,78	14,56	16,25
19	5,99	7,74	9,36	10,91	12,40	8,86	10,92	12,81	14,58	16,27
20	5,99	7,74	9,37	10,92	12,41	8,87	10,94	12,83	14,60	16,30
$\infty$	5,99	7,81	9,49	11,07	12,59	9,21	11,34	13,28	15,09	16,81

Fonte: ISO 8587:2006.

## Tabela de Newell e MacFarlane

117

TABELA 9. TESTE DE ORDENAÇÃO.

Tabela de Newell e MacFarlane.  
Diferenças críticas entre os totais das somas de ordenação

Nº de respostas	Nível de significância 5%												Nível de significância 1%											
	Nº de amostras												Nº de amostras											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
3	6	8	11	13	15	18	20	23	25	28	3	--	9	12	14	17	19	22	24	27	30			
4	7	10	13	15	18	21	24	27	30	33	4	8	11	14	17	20	23	26	29	32	36			
5	8	11	14	17	21	24	27	30	34	37	5	9	13	16	19	23	26	30	33	37	41			
6	9	12	15	19	22	26	30	34	37	42	6	10	14	18	21	25	29	33	37	41	45			
7	10	13	17	20	24	28	32	36	40	44	7	11	15	19	23	28	32	36	40	45	49			
8	10	14	18	22	26	30	34	39	43	47	8	12	16	21	25	30	34	38	43	49	53			
9	10	15	19	23	27	32	36	41	46	50	9	13	17	22	27	32	36	41	46	51	56			
10	11	15	20	24	29	34	38	43	48	53	10	13	18	23	28	33	38	44	49	54	59			
11	11	16	21	26	30	35	40	45	51	56	11	14	19	24	30	35	40	46	51	57	63			
12	12	17	22	27	32	37	42	48	53	58	12	15	20	26	31	37	42	48	54	60	66			
13	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61	13	15	21	27	32	38	44	50	56	62	68			
14	13	18	24	29	34	40	46	52	57	63	14	16	22	28	34	40	46	52	58	65	71			
15	13	19	24	30	36	42	47	53	59	66	15	16	22	28	35	41	48	54	60	67	74			
16	13	19	25	31	37	42	49	55	61	67	16	17	23	30	36	43	49	56	63	70	77			
17	14	20	26	32	38	44	50	56	63	69	17	17	24	31	37	44	51	58	65	72	79			
18	15	20	26	32	39	45	51	58	65	71	18	18	25	31	38	45	52	60	67	74	81			
19	15	21	27	33	40	46	53	60	66	73	19	18	25	32	39	46	54	61	69	76	84			
20	15	21	28	34	41	47	54	61	68	75	20	19	26	33	40	48	55	63	70	78	86			
21	16	22	28	35	42	49	56	63	70	77	21	19	27	34	41	49	56	64	72	80	88			
22	16	22	29	36	43	50	57	64	71	79	22	20	27	35	42	50	58	66	74	82	90			
23	16	23	30	37	44	51	58	65	73	80	23	20	28	35	43	51	59	67	75	84	92			
24	17	23	30	37	45	52	59	67	74	82	24	21	28	36	44	52	60	69	77	85	94			
25	17	24	31	38	46	53	61	68	76	84	25	21	29	37	45	53	62	70	79	87	96			
26	17	24	32	39	46	54	62	70	77	85	26	22	29	38	46	54	63	71	80	89	98			
27	18	25	32	40	47	55	63	71	79	87	27	22	30	38	47	55	64	73	82	91	100			
28	18	25	33	40	48	56	64	72	80	88	28	22	31	39	48	56	65	74	83	92	101			
29	18	26	33	41	49	57	65	73	82	90	29	23	31	40	48	57	66	75	85	94	103			
30	19	26	34	42	50	58	66	75	83	92	30	23	32	40	49	58	67	77	86	95	105			
31	19	27	34	42	51	59	67	76	85	93	31	23	32	41	50	59	69	78	87	97	107			
32	19	27	35	43	51	60	68	77	86	95	32	24	33	42	51	60	70	79	89	99	108			
33	20	27	36	44	52	61	70	79	87	96	33	24	33	42	52	61	71	80	90	100	110			
34	20	28	36	44	53	62	71	79	89	98	34	25	34	43	52	62	72	82	92	102	112			
35	20	28	37	45	54	63	72	81	90	99	35	25	34	44	53	63	73	83	93	103	113			
36	20	29	37	46	55	63	73	82	91	100	36	25	35	44	54	64	74	84	94	105	115			
37	21	29	38	46	55	64	74	83	92	102	37	26	35	45	55	65	75	85	95	106	117			
38	21	29	38	47	56	65	75	84	94	103	38	26	36	45	55	66	76	86	97	107	118			
39	21	30	39	48	57	66	76	85	95	105	39	26	36	46	56	66	77	87	98	109	120			
40	21	30	39	48	57	67	76	86	96	106	40	27	36	47	57	67	78	88	99	110	121			
41	22	31	40	49	58	68	77	87	97	107	41	27	37	47	57	68	79	90	100	112	123			
42	22	31	40	49	59	69	78	88	98	109	42	27	37	48	58	69	80	91	102	113	124			
43	22	31	41	50	60	69	79	89	99	110	43	28	38	48	59	70	81	92	103	114	126			
44	22	32	41	51	60	70	80	90	101	111	44	28	38	49	60	70	82	93	104	115	127			
45	22	32	41	51	61	71	81	91	102	112	45	28	39	49	60	71	82	94	105	117	128			
46	23	32	42	52	62	72	82	92	103	114	46	28	39	50	61	72	83	95	106	118	130			
47	23	33	42	52	62	72	83	93	104	115	47	29	39	50	62	73	84	96	108	119	131			
48	23	33	43	53	63	73	84	94	105	116	48	29	40	51	62	74	85	97	109	121	133			
49	24	33	43	53	64	74	85	95	106	117	49	29	40	51	63	74	86	98	110	122	134			
50	24	34	44	54	64	75	85	96	107	118	50	30	41	52	63	75	87	99	111	123	135			
55	25	35	46	56	67	78	90	101	112	124	55	31	43	54	66	79	91	104	116	129	142			
60	26	37	48	59	70	82	94	105	117	130	60	32	45	57	69	82	95	108	121	135	148			
65	27	38	50	61	73	85	97	110	122	135	65	34	46	59	72	86	99	113	126	140	154			
70	28	40	52	64	76	88	101	114	127	140	70	35	48	61	75	89	103	117	131	146	160			
75	29	41	53	66	79	91	105	118	131	145	75	36	50	64	78	92	106	121	136	151	166			
80	30	42	55	68	81	94	108	122	136	150	80	37	51	66	80	95	110	125	140	156	171			
85	31	44	57	70	84	97	111	126	140	154	85	38	53	68	83	98	113	129	144	160	176			
90	32	45	58	72	86	100	114	129	144	159	90	40	54	70	85	101	116	132	149	165	181			
95	33	46	60	74	88	103	118	133	148	163	95	41	56	71	87	103	120	136	153	169	186			
100	34	47	61	76	91	105	121	136	151	167	100	42	57	73	89	106	123	140	157	174	191			

NEWELL E MAC FARLANE, (1987), citado por SILVA, (1997).

# Teste de ordenação

## ANÁLISE DOS RESULTADOS:

### Teste de Newell e MacFarlane

(considerado mais conservador, não é recomendada atualmente)

A Tabela de Newell e MacFarlane compila os valores de DMS - Diferença Mínima Significativa - para diversos números de avaliadores e amostras.

Se 2 amostras diferirem por um número maior ou igual ao número tabelado, conclui-se que há diferença significativa entre elas ao nível de significância testado.

# Teste de diferença do controle

## Exemplo de tabela de dados obtidos

Tabela de resultados do teste de diferença do controle entre molhos de tomate produzidos pela matriz da indústria e duas filiais

Avaliadores	Matriz	Filial A	Filial B	Total Proveedor
1	2	1	6	9
2	0	3	7	10
3	1	2	5	8
4	1	3	7	11
5	0	3	6	9
6	2	2	9	13
7	3	1	6	10
8	2	3	6	11
9	2	2	6	10
10	3	4	6	13
11	1	2	7	10
12	0	1	7	8
13	3	1	4	8
14	0	2	8	10
15	0	0	6	6
16	0	1	7	8
17	1	1	7	9
18	3	4	6	13
19	1	1	9	11
20	0	3	6	9
21	0	1	7	8
22	1	2	6	9
23	2	1	4	7
24	1	1	6	8
<b>Total amostra</b>	<b>29</b>	<b>45</b>	<b>154</b>	<b>228</b>
<b>Média amostra</b>	<b>1,208</b>	<b>1,875</b>	<b>6,417</b>	

# Teste de diferença do controle

ANOVA - Cálculo das variâncias de cada fonte de variação que irão compor a Tabela ANOVA

## 1) Cálculo de Fator de Correção C:

$$C = \frac{\text{total geral}^2}{\text{total julgamentos}} = \frac{228^2}{24 \times 3} = \frac{51984}{72} = 722$$

## 2) Variação devido às amostras = SQamostra

$$SQ_{amostra} = \frac{(\sum \text{amostra1})^2 + (\sum \text{amostra2})^2 + (\sum \text{amostra3})^2}{\text{número de provadores}} - C$$

$$SQ_{amostra} = \frac{29^2 + 45^2 + 154^2}{24} - 722 = 385,58$$

# Teste de diferença do controle

ANOVA - Cálculo das variâncias de cada fonte de variação que irão compor a Tabela ANOVA

**3) Variação devido aos provedores= SQprovedor**

$$SQ_{prov} = \frac{(\sum \text{prov1})^2 + (\sum \text{prov2})^2 + (\sum \text{prov3})^2 \dots \text{etc}}{\text{número de amostras}} - C$$

$$SQ_{prov} = \frac{(9)^2 + (10)^2 + (11)^2 \dots \text{etc}}{3} - 722 = 26,00$$

**4) Variação total do experimento = SQ total**

$$SQ_{total} = (2^2 + 1^2 + 6^2 + 0^2 + 3^2 + \text{etc.} + 6^2) - C$$

$$SQ_{total} = 474,00$$

# Teste de diferença do controle

ANOVA - Cálculo das variâncias de cada fonte de variação que irão compor a Tabela ANOVA

**5) Variação devido ao erro experimental = SQresíduo**

$$\text{SQresíduo} = \text{SQ total} - \text{SQamostra} - \text{SQprovedor}$$

$$\text{SQresíduo} = 474 - 385,58 - 26,00$$

$$\text{SQresíduo} = 62,42$$

# Teste de diferença do controle

ANOVA - Cálculo das variâncias de cada fonte de variação que irão compor a Tabela ANOVA

## 6) Cálculo do valor de *gl*, *MQ* e *F*

ANOVA				
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>
Provedores	26	(Nº Prov - 1)		
Amostras	385,58	(Nº amostras -1)		
Erro	62,42	{glTotal - (glAm + gl prov)}		
Total	474	{(Nº prov. X Nº amostras ) -1}		

# Teste de diferença do controle

ANOVA - Cálculo das variâncias de cada fonte de variação que irão compor a Tabela ANOVA

## 6) Cálculo do valor de *gl*, *MQ* e *F*

ANOVA				
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>
Provedores	26	(24- 1)		
Amostras	385,58	(3-1)		
Erro	62,42	{71 - (23 + 2)}		
Total	474	{{(72) -1}		

# Teste de diferença do controle

ANOVA - Cálculo das variâncias de cada fonte de variação que irão compor a Tabela ANOVA

## 6) Cálculo do valor de *gl*, *MQ* e *F*

ANOVA				
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>
Provedores	26	23	SQ prov/gl prov	MQ prov/MQ erro
Amostras	385,58	2	SQ amostra/gl amostra	MQ amostra/MQerro
Erro	62,42	46	SQ erro/gl erro	
Total	474	71		

# Teste de diferença do controle

ANOVA - Cálculo das variâncias de cada fonte de variação que irão compor a Tabela ANOVA

## 6) Cálculo do valor de *gl*, *MQ* e *F*

ANOVA				
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>
Provedores	26	23	1,13	0,833111
Amostras	385,58	2	192,79	142,0841
Erro	62,42	46	1,36	
Total	474	71		

# Teste de diferença do controle

7) Encontra-se o valor crítico de F, ou F tabelado

Verifica-se na Tabela de valores críticos de F se o valor tabelado é menor ou igual ao calculado.

Se o valor calculado for maior que o tabelado pelo menos 1 amostra difere do controle.

Faz-se então Teste de Dunnett para encontrar a DMS.

TABELA 11. Valores críticos de F.

Se F calculado for maior que F tabelado, existe diferença significativa ao nível de significância observado.

Graus de liberdade do resíduo	Graus de liberdade da causa de variação									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nível de significância 5%									
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	238,9	243,9	249,0	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,02	1,83	1,61	1,25
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,10	1,94	1,75	1,52	1,00

Fonte: O'MAHONY, (1986).

# Teste de diferença do controle

## 8) Cálculo da DMS pelo teste de Dunnett

Pela fórmula:

$$DMS = d_{\alpha} \times \sqrt{2QM_{res}/n}$$

onde:  $n$  = número de julgamentos

$d_{\alpha}$  = Tabela do teste Dunnett utilizando-se o grau de liberdade de amostras testadas e o grau de liberdade do resíduo.

**Tabela 39** - Valores de D para teste unilateral de Dunnett para  $\alpha$  (nível de erro) = 5%, segundo o número de graus de liberdade da amostra (GLA) e número de graus de liberdade do resíduo (GLR)

GLR	GLA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	2,02	2,44	2,68	2,85	2,98	3,08	3,16	3,24	3,30
6	1,94	2,34	2,56	2,71	2,83	2,92	3,00	3,07	3,12
7	1,89	2,27	2,48	2,62	2,73	2,82	2,89	2,95	3,01
8	1,86	2,22	2,42	2,55	2,66	2,74	2,81	2,87	2,92
9	1,83	2,18	2,37	2,50	2,60	2,68	2,75	2,81	2,86
10	1,81	2,15	2,34	2,47	2,56	2,64	2,70	2,76	2,81
11	1,80	2,13	2,31	2,44	2,53	2,60	2,67	2,72	2,77
12	1,78	2,11	2,29	2,41	2,50	2,58	2,64	2,69	2,74
13	1,77	2,09	2,27	2,39	2,48	2,55	2,61	2,66	2,71
14	1,76	2,08	2,25	2,37	2,46	2,53	2,59	2,64	2,69
15	1,75	2,07	2,24	2,36	2,44	2,51	2,57	2,62	2,67
16	1,75	2,06	2,23	2,34	2,43	2,50	2,56	2,61	2,65
17	1,74	2,05	2,22	2,33	2,42	2,49	2,54	2,59	2,64
18	1,73	2,04	2,21	2,32	2,41	2,48	2,53	2,58	2,62
19	1,73	2,03	2,20	2,31	2,40	2,47	2,52	2,57	2,61
20	1,72	2,03	2,19	2,30	2,39	2,46	2,51	2,56	2,60
24	1,71	2,01	2,17	2,28	2,36	2,43	2,48	2,53	2,57
30	1,70	1,99	2,15	2,25	2,33	2,40	2,45	2,50	2,54
40	1,68	1,97	2,13	2,23	2,31	2,37	2,42	2,47	2,51
60	1,67	1,95	2,10	2,21	2,28	2,35	2,39	2,44	2,48
120	1,66	1,93	2,08	2,18	2,26	2,32	2,37	2,41	2,45

Fonte: GACULA Jr.; SINGH, 1984.

# Teste de comparação múltipla

## Análise dos resultados:

- ✓ Análise de Variância (ANOVA) – igual ao conduzido para o Teste de diferença do controle
- ✓ Teste de média de **Tukey**, comparando-se todas as amostras entre si.

Fórmula:

$$\text{DMS Tukey} = q_{\alpha} \times \sqrt{QM_{\text{res}}/n}$$

onde:  $n$  = número de julgamentos

$q_{\alpha}$  = Tabela do teste Tukey utilizando-se o número de amostras testadas e os graus de liberdade do resíduo.

**Tabela 41** - Valores de amplitude total estudentizada (q), para uso no teste de Tukey (Continua)

n <sup>t</sup> \ n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	18,0	26,7	32,8	37,2	40,5	43,1	45,4	47,3	49,1	50,6
2	6,09	8,28	9,80	10,89	11,73	12,43	13,03	13,54	13,99	14,39
3	4,50	5,88	6,83	7,51	8,04	8,47	8,85	9,18	9,46	9,72
4	3,93	5,00	5,76	6,31	6,73	7,06	7,35	7,60	7,83	8,03
5	3,61	4,54	5,18	5,64	5,99	6,28	6,52	6,74	6,93	7,10
6	3,46	4,34	4,90	5,31	5,63	5,89	6,12	6,32	6,49	6,65
7	3,34	4,16	4,68	5,06	5,35	5,59	5,80	5,99	6,15	6,29
8	3,26	4,04	4,53	4,89	5,17	5,40	5,60	5,77	5,92	6,05
9	3,20	3,95	4,42	4,76	5,02	5,24	5,43	5,60	5,74	5,87
10	3,15	3,88	4,33	4,66	4,91	5,12	5,30	5,46	5,60	5,72
11	3,11	3,82	4,26	4,58	4,82	5,03	5,20	5,35	5,49	5,61
12	3,08	3,77	4,20	4,51	4,75	4,95	5,12	5,27	5,40	5,51
13	3,06	3,73	4,15	4,46	4,69	4,88	5,05	5,19	5,32	5,43
14	3,03	3,70	4,11	4,41	4,64	4,83	4,99	5,13	5,25	5,36
15	3,01	3,67	4,08	4,37	4,59	4,78	4,94	5,08	5,20	5,31
16	3,00	3,65	4,05	4,34	4,56	4,74	4,90	5,03	5,15	5,26
17	2,98	3,62	4,02	4,31	4,52	4,70	4,86	4,99	5,11	5,21
18	2,97	3,61	4,00	4,28	4,49	4,67	4,83	4,96	5,07	5,17
19	2,96	3,59	3,98	4,26	4,47	4,64	4,79	4,92	5,04	5,14
20	2,95	3,58	3,96	4,24	4,45	4,62	4,77	4,90	5,01	5,11
24	2,92	3,53	3,90	4,17	4,37	4,54	4,68	4,81	4,92	5,01
30	2,89	3,48	3,84	4,11	4,30	4,46	4,60	4,72	4,83	4,92
40	2,86	3,44	3,79	4,04	4,23	4,39	4,52	4,63	4,74	4,82
60	2,83	3,40	3,74	3,98	4,16	4,31	4,44	4,55	4,65	4,73
120	2,80	3,36	3,69	3,92	4,10	4,24	4,36	4,47	4,56	4,64
∞	2,77	3,32	3,63	3,86	4,03	4,17	4,29	4,39	4,47	4,55

**Tabela 41** - Valores de amplitude total estudentizada (q), para uso no teste de Tukey (Conclusão)

n <sup>t</sup> \ n	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	51,9	53,2	54,3	55,4	56,3	57,2	58,0	58,8	59,6
2	14,75	15,08	15,38	15,65	15,91	16,14	16,36	16,57	16,77
3	9,95	10,16	10,35	10,52	10,69	10,84	10,98	11,12	11,24
4	8,21	8,37	8,52	8,67	8,80	8,92	9,03	9,14	9,24
5	7,25	7,39	7,52	7,64	7,75	7,86	7,95	8,04	8,13
6	6,79	6,92	7,04	7,14	7,24	7,34	7,43	7,51	7,59
7	6,42	6,54	6,65	6,75	6,84	6,93	7,01	7,08	7,16
8	6,18	6,29	6,39	6,48	6,57	6,65	6,73	6,80	6,87
9	5,98	6,09	6,19	6,28	6,36	6,44	6,51	6,58	6,65
10	5,83	5,93	6,03	6,12	6,20	6,27	6,34	6,41	6,47
11	5,71	5,81	5,90	5,98	6,06	6,14	6,20	6,27	6,33
12	5,61	5,71	5,80	5,88	5,95	6,02	6,09	6,15	6,21
13	5,53	5,63	5,71	5,79	5,86	5,93	6,00	6,06	6,11
14	5,46	5,56	5,64	5,72	5,79	5,86	5,92	5,98	6,03
15	5,40	5,49	5,57	5,65	5,72	5,79	5,85	5,91	5,96
16	5,35	5,44	5,52	5,59	5,66	5,73	5,79	5,84	5,90
17	5,31	5,39	5,47	5,55	5,61	5,68	5,74	5,79	5,84
18	5,27	5,35	5,43	5,50	5,57	5,63	5,69	5,74	5,79
19	5,23	5,32	5,39	5,46	5,53	5,59	5,65	5,70	5,75
20	5,20	5,28	5,36	5,43	5,50	5,56	5,61	5,66	5,71
24	5,10	5,18	5,25	5,32	5,38	5,44	5,50	5,55	5,59
30	5,00	5,08	5,15	5,21	5,27	5,33	5,38	5,43	5,48
40	4,90	4,98	5,05	5,11	5,17	5,22	5,27	5,32	5,36
60	4,81	4,88	4,94	5,00	5,06	5,11	5,15	5,20	5,24
120	4,71	4,78	4,84	4,90	4,95	5,00	5,04	5,09	5,13
∞	4,62	4,68	4,74	4,80	4,84	4,89	4,93	4,97	5,01

Legenda: n – número de tratamentos; n<sup>t</sup> – número de graus de liberdade do resíduo.

Considerando-se alfa = 5%