

Revista de Agricultura

DIRETORES

Prof. Dr. F. Pimentel-Gomes
Prof. Dr. Evoneo Berti Filho
Prof.^a Dr.^a Marli de Bem Gomes
Prof. Dr. Frederico M. Wiendl
Prof. Dr. Valdemar A. Demétrio
Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro

Vol. 79

Junho/2004

Nº 1

COMPARAÇÃO DE BEBIDAS DE CAFÉ ARÁBICA AVALIADAS PELA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

João Carlos Peres Romero¹
José Peres Romero¹
F. Pimentel-Gomes²

RESUMO

O artigo compara, com base na condutividade elétrica a qualidade da bebida de amostras de café arábica brasileiro do comércio, colhidas em oito anos agrícolas. De cada um dos oito anos obtiveram-se 80 amostras, 20 para cada uma das quatro categorias adotadas: Rio, Riado, Duro, Mole. Em cada ano se estudaram, pela análise da variância, cada um dos seis contrastes, 2 a 2, das quatro categorias usadas. Em todos os 48 contrastes ($8 \times 6 = 48$) houve significação do nível de 0,01% de probabilidade, com apenas três exceções: A. O contraste Riado versus Duro

1. Engenheiros Agrônomos, cafeicultores em Minas Gerais.

2. Engenheiro Agrônomo, Professor Catedrático (aposentado), Esalq, USP

foi significativo ao nível de 0,02% em 1995 e ao nível de 0,05% em 1994; B. esse mesmo contraste, em 1998, não foi comprovado ($b=83,0\%$).

ABSTRACT

COMPARISON OF TASTES OF SAMPLES OF BRAZILIAN ARABIC COFFEE EVALUATED BY THE ELECTRIC CONDUCTIVITY

The paper compares tastes of 80 samples of Brazilian Arabic coffee per year, in 8 years (1993 up to 1999, plus 2002), having in view 4 classes: Rio, Riado, Duro and Mole. The 48 possible different contrasts between classes in each year, taken in pairs, were tested. The statistical analyses show significance, at the 0.02% and 0.05% level, and only one, between Riado and Duro, not significant at all ($p < 83,0\%$).

INTRODUÇÃO

Em artigo anterior (Romero *et al.*, 2003) os autores estudaram dados de café arábica de 18 cultivares fornecidos pelo Instituto Agronômico de Campinas, com bebida avaliada através da condutividade elétrica (Prette, 1992). Este segundo artigo se baseia em dados de bebida e condutividade elétrica colhidos e estudados, ao longo de dez anos, todos eles relativos a *Coffea arabica*.

MATERIAIS

Durante dez anos agrícolas (de 1993 a 2002) foram colhidas amostras de café arábica brasileiro, de vários Estados, principalmente Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo. Todas essas amostras, depois de terem suas bebidas avaliadas, tiveram sua condutividade elétrica medida, pelo método explicado por Romero *et al.* (2003). As bebidas usadas, como de praxe, foram: Rio, Riado, Duro, Apenas Mole, Mole e Estritamente Mole, que teriam as notas já usuais na literatura, respectivamente: zero, 1, 2, 3, 4 e 5 (Pimentel – Gomes *et al.*, 1967, por exemplo), mas se reuniram como Moles as categorias. Apenas Mole, Mole e Estritamente Mole, às quais corresponderia a nota média 4.

Lamentavelmente houve falhas nas coletas de dois anos (2000 e 2001), de sorte que restaram oito anos de dados completos. De cada um destes anos se tomaram, ao acaso, 20 amostras, para cada uma das 4 categorias de bebida consideradas, isto é 80 dados de bebida para cada um dos 8 anos e, igualmente, 80 dados de condutividade elétrica para cada um desses 8 anos.

MÉTODOS

Antes de mais nada, para cada um dos oito anos de estudo, foram estimadas a média aritmética e a variância, com 19 graus de liberdade, para cada bebida (Rio, Riado, Duro e Mole) em cada ano (Tabela 1). Também para cada ano e cada bebida calculou-se o F máximo isto é, o quociente entre a maior estimativa da variância e a menor. Por exemplo, no ano de 1993 temos:

$$F \text{ máximo} = \frac{5.306,56}{32,06} = 165,52$$

A intenção inicial dos autores era comparar as condutividades das bebidas por meio de análise da variância acrescida do teste de Tukey de comparação de médias. Mas tal método exige que as variâncias dos diversos tratamentos (bebidas) não sejam muito discrepantes. De acordo com Pimentel-Gomes (2000) pode-se aceitar que isto ocorre quando o máximo é menor que 7. Ora, pela Tabela 1 se vê que tal condição não é satisfeita nos anos de 1993 a 1997, mas se realiza nos anos mais recentes, de 1998, 1999 e 2002.

Por outro lado, se a análise de variância se referir apenas a 2 tratamentos de cada vez, isto é, se tivermos apenas 1 G.L. para tratamentos, o teste F, que neste caso é equivalente ao teste t , é exato, mesmo com variâncias diferentes. Por isso, resolveu-se finalmente fazer todas as comparações 2 a 2 de 4 tratamentos, que são $C_4^2 = 6$, para cada um dos oito anos estudados. Por exemplo, a comparação do café Mole de Nota = 4, com o Rio, de Nota = 0, no ano de 1993, no qual F máximo = 165,52 deu os resultados seguintes.

Causa de Variação	Q.M.	F	Prof>F
Rio versus Mole	280 594,32	105,12	0,0001
Resíduo	2 669,31		

Tal resultado, altamente significativo ($p < 0,01\%$), ocorreu para todos os 48 contrastes testados nos oito anos de pesquisa, com apenas duas exceção: o contraste Riado versus Duro, em 1995, significativo, mas com $p < 0,02\%$, e o mesmo contraste, em 1998, que não foi comprovado, com $p > 83\%$. Tais resultados constam da Tabela 2.

A explicação para as discrepâncias cada vez menores entre as variâncias da condutividade das bebidas de café é que inicialmente as amostras eram recebidas de um universo mais amplo e variado, que incluía diversos Estados produtores e, dentro destes, áreas de origem de cafés de baixa qualidade. Pouco a pouco, porém, as coletas se restringiram a regiões de origem de cafés de melhor qualidade.

CONCLUSÕES

Os resultados da comparação de bebidas avaliadas pela condutividade elétrica constam da Tabela 2, resumidamente. Por ela se vê que o método funcionou muito bem, pois discriminou muito bem as bebidas de café em 79 dos contraste testados. O único fracasso, ocorreu com o contraste Riado versus Duro no ano de 1998. Tudo indica que esse fracasso resultou de engano na identificação da bebida da amostra de café Duro, que deu resultado praticamente igual ao do café Riado: 66,60 em lugar de 66,19.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pimentel-Gomes, F., Aldir A. Teixeira, Vivaldo F. da Cruz, Luiz S. P. Pereira, Antonio de Castilho. 1967. A Influência de Grãos Pretos em Ligas com Cafés de Bebida Mole. *Anais da E. S. A. Luiz de Queiroz* 24: 71-81.
- Romero, João C. P., José P. Romero & F. Pimentel-Gomes. 2003. Condutividade Elétrica do Exsodato de Grãos de *Coffea arabica* em 18 cultivares no Período de grãos em 1993 a 2002. *Rev. de Agricultura*, 78: 293-303.

Prette, C. E. C., 1992. A Condutividade Elétrica do Exsudato de Grãos de Café (*Coffea arabica L.*) e sua Relação com a Qualidade da Bebida. Piracicaba, tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP.

Pimentel-Gomes, F. 2000. **Curso de Estatística Experimental**, 14ª ed. Piracicaba.

Tabela 1. Médias e variâncias estimadas, por bebida, para os oito anos de observação.

ANO	BEBIDA	NOTA	MÉDIA	VARIÂNCIA	F-Máximo
1993	Rio	0	197,69	5.306,56	165,52
	Riado	1	88,49	150,09	
	Duro	2	59,60	121,24	
	Mole	4	30,18	32,06	
1994	Rio	0	138,68	1.635,55	81,58
	Riado	1	80,59	104,21	
	Duro	2	68,24	107,83	
	Mole	4	41,25	20,05	
1995	Rio	0	209,76	3.602,48	47,91
	Riado	1	99,70	189,20	
	Duro	2	79,49	300,14	
	Mole	4	45,03	75,19	
1996	Rio	0	121,28	1.211,04	32,92
	Riado	1	82,13	214,40	
	Duro	2	59,56	133,49	
	Mole	4	30,27	36,79	
1997	Rio	0	134,26	605,13	11,78
	Riado	1	76,25	175,16	
	Duro	2	55,57	120,67	
	Mole	4	21,74	51,36	
1998	Rio	0	123,45	70,08	6,78
	Riado	1	66,19	27,38	
	Duro	2	66,60	46,08	
	Mole	4	17,25	10,34	
1999	Rio	0	137,67	122,03	4,4
	Riado	1	93,91	63,77	
	Duro	2	77,63	27,76	
	Mole	4	27,69	57,20	
2002	Rio	0	88,83	50,39	5,25
	Riado	1	78,07	37,40	
	Duro	2	46,68	18,61	
	Mole	4	28,22	9,61	

Tabela 2. Comparação pelo teste F entre as bebidas dos 48 pares diferentes de amostras de café avaliadas em oito anos de pesquisa, com dados completos

ANO = 1993					
PAR 0 1					
C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	119249.6760	119249.6760	43.71	0.0001
Resíduo	38	103676.3490	2728.3250		
Total	39	222926.0250			
				Média 143.0873	
PAR 0 2					
C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	190680.1957	190680.1957	70.26	0.0001
Resíduo	38	103128.1449	2713.8986		
Total	39	293808.3406			
				Média 128.6445	
PAR 0 4					
C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	280594.3259	280594.3259	105.12	0.0001
Resíduo	38	101433.7902	2669.3103		
Total	39	382028.1161			
				Média 113.9333	
PAR 1 2					
C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	8343.721103	8343.721103	61.50	0.0001
Resíduo	38	5155.379635	135.667885		
Total	39	13499.100738			
				Média 74.04375	

PAR 1 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	33998.22864	33998.22864	373.28	0.0001
Resíduo	38	3461.02491	91.07960		
Total	39	37459.25355			
				Média	
				59.33250	

PAR 2 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	8656.835062	8656.835062	112.94	0.0001
Resíduo	38	2912.820835	76.653180		
Total	39	11569.655897			
				Média	
				44.88975	

ANO = 1994

PAR 0 1

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	33748.54742	33748.54742	38.80	0.0001
Resíduo	38	33055.48372	869.88115		
Total	39	66804.03114			
				Média	
				109.6363	

PAR 0 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	49618.64040	49618.64040	56.92	0.0001
Resíduo	38	33124.19700	871.68939		
Total	39	82742.83740			
				Média	
				103.4628	

PAR 0 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	94925.07470	94925.07470	114.67	0.0001
Resíduo	38	31456.44108	827.80108		
Total	39	126381.51578			
				Média	
				89.96825	

PAR 1 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	1524.484090	1524.484090	14.38	0.0005
Resíduo	38	4028.635870	106.016733		
Total	39	5553.119960			

Média
74.41600

PAR 1 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	15473.20896	15473.20896	249.05	0.0001
Resíduo	38	2360.87995	62.12842		
Total	39	17834.08891			

Média
60.92150

PAR 2 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	7284.061210	7284.061210	113.93	0.0001
Resíduo	38	2429.593230	63.936664		
Total	39	9713.654440			

Média
54.74800

ANO = 1995

PAR 0 1

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	121136.4384	121136.4384	63.90	0.0001
Resíduo	38	72041.9488	1895.8408		
Total	39	193178.3872			

Média
154.7320

PAR 0 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	169722.2701	169722.2701	86.98	0.0001
Resíduo	38	74149.8313	1951.3114		
Total	39	243872.1014			

Média
144.6243

PAR 04

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	271363.0236	271363.0236	147.57	0.0001
Resíduo	38	69875.7373	1838.8352		
Total	39	341238.7609			
				Média	
				127.3975	

PAR 12

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	4086.664403	4086.664403	16.70	0.0002
Resíduo	38	9297.493675	244.670886		
Total	39	13384.158077			
				Média	
				89.59325	

PAR 14

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	29886.99561	29886.99561	226.08	0.0001
Resíduo	38	5023.39970	132.19473		
Total	39	34910.39531			
				Média	
				72.36650	

PAR 24

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	11870.43662	11870.43662	63.25	0.0001
Resíduo	38	7131.28222	187.66532		
Total	39	19001.71884			
				Média	
				62.25875	

ANO = 1996

PAR 01

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	15328.39952	15328.39952	21.51	0.0001
Resíduo	38	27083.38837	712.72075		
Total	39	42411.78790			
				Média	
				101.7023	

PAR 0 2

C.Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	38089.26372	38089.26372	56.66	0.0001
Resíduo	38	25546.02017	672.26369		
Total	39	63635.28390			
				Média	
				90.41975	

PAR 0 4

C.Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	82818.19020	82818.19020	132.74	0.0001
Resíduo	38	23708.76078	623.91476		
Total	39	106526.95098			
				Média	
				75.77575	

PAR 1 2

C.Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	5091.792250	5091.792250	29.27	0.0001
Resíduo	38	6609.941910	173.945840		
Total	39	11701.734160			
				Média	
				70.84400	

PAR 1 4

C.Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	26887.33609	26887.33609	214.08	0.0001
Resíduo	38	4772.68251	125.59691		
Total	39	31660.01860			
				Média	
				56.20000	

PAR 2 4

C.Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	8577.869440	8577.869440	100.75	0.0001
Resíduo	38	3235.314310	85.139850		
Total	39	11813.183750			
				Média	
				44.91750	

ANO = 1997

PAR 0 1

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	33654.50156	33654.50156	86.26	0.0001
Resíduo	38	14825.46212	390.14374		
Total	39	48479.96368			
				Média	
				105.2507	

PAR 0 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	61924.30864	61924.30864	170.64	0.0001
Resíduo	38	13790.14392	362.89852		
Total	39	75714.45256			
				Média	
				94.91100	

PAR 0 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	126601.8781	126601.8781	385.69	0.0001
Resíduo	38	12473.2579	328.2436		
Total	39	139075.1360			
				Média	
				77.99825	

PAR 1 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	4276.417203	4276.417203	28.91	0.0001
Resíduo	38	5620.630795	147.911337		
Total	39	9897.047997			
				Média	
				65.90475	

PAR 1 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	29707.95025	29707.95025	262.31	0.0001
Resíduo	38	4303.74479	113.25644		
Total	39	34011.69504			
				Média	
				48.99200	

PAR 2 4

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	11441.64450	11441.64450	133.03	0.0001
Resíduo	38	3268.42660	86.01123		
Total	39	14710.07110			

Média
38.65225

ANO = 1998

PAR 0 1

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	32789.36644	32789.36644	672.84	0.0001
Resíduo	38	1851.85652	48.73307		
Total	39	34641.22296			

Média
94.82100

PAR 0 2

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	32317.51952	32317.51952	556.42	0.0001
Resíduo	38	2207.08957	58.08130		
Total	39	34524.60910			

Média
95.02775

PAR 0 4

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	112782.2760	112782.2760	2804.84	0.0001
Resíduo	38	1527.9749	40.2099		
Total	39	114310.2510			

Média
70.35250

PAR 1 2

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	1.70982250	1.70982250	0.05	0.8303
Resíduo	38	1395.72665500	36.72964882		
Total	39	1397.43647750			

Média
66.39675

COMPARAÇÃO DE CAFÉ ATRAVÉS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA 13

PAR 1 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	23948.29969	23948.29969	1269.91	0.0001
Resíduo	38	716.61202	18.85821		
Total	39	24664.91171			
				Média	41.72150

PAR 2 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	24354.71850	24354.71850	863.45	0.0001
Resíduo	38	1071.84508	28.20645		
Total	39	25426.56358			
				Média	41.92825

ANO = 1999

PAR 0 1

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	19149.37600	19149.37600	206.13	0.0001
Resíduo	38	3530.11860	92.89786		
Total	39	22679.49460			
				Média	115.7850

PAR 0 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	36038.41024	36038.41024	481.18	0.0001
Resíduo	38	2846.07052	74.89659		
Total	39	38884.48076			
				Média	107.6490

PAR 0 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	120942.8068	120942.8068	1349.58	0.0001
Resíduo	38	3405.3777	89.6152		
Total	39	124348.1844			
				Média	82.67800

PAR 1 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	2647.779840	2647.779840	57.86	0.0001
Resíduo	38	1739.084920	45.765393		
Total	39	4386.864760			

Média
85.76900

PAR 1 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	43842.93796	43842.93796	724.87	0.0001
Resíduo	38	2298.39208	60.48400		
Total	39	46141.33004			

Média
60.79800

PAR 2 4

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	24942.03364	24942.03364	587.11	0.0001
Resíduo	38	1614.34400	42.48274		
Total	39	26556.37764			

Média
52.66200

ANO = 2002

PAR 0 1

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	1156.915360	1156.915360	26.36	0.0001
Resíduo	38	1668.019790	43.895258		
Total	39	2824.935150			

Média
83.44750

PAR 0 2

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	17763.27462	17763.27462	514.85	0.0001
Resíduo	38	1311.07647	34.50201		
Total	39	19074.35110			

Média
67.75225

PAR 04

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	36736.32710	36736.32710	1224.56	0.0001
Resíduo	38	1139.98199	29.99953		
Total	39	37876.30910			
				Média	
				58.52025	

PAR 12

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	9853.634902	9853.634902	351.85	0.0001
Resíduo	38	1064.199275	28.005244		
Total	39	10917.834177			
				Média	
				62.37425	

PAR 14

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	24854.71170	24854.71170	1057.52	0.0001
Resíduo	38	893.10479	23.50276		
Total	39	25747.81650			
				Média	
				53.14225	

PAR 24

C. Variação	GL.	S.Q.	Q.M.	F.	Pr > F
Regressão Linear	1	3409.192960	3409.192960	241.62	0.0001
Resíduo	38	536.161480	14.109513		
Total	39	3945.354440			
				Média	
				37.44700	