

INFLUÊNCIA DE CAFÉS DE GÔSTO RIO EM
LIGAS COM CAFÉS DE BEBIDA MOLE ¹

Antonio de Castilho³
Luiz Sérgio de Paiva Pereira⁴
Sidival Lourenço⁴

F. Pimentel Gomes²
Roberto S. Moraes²

RESUMO

Os autores estudam a influência do café Rio em ligas com cafés brasileiros de bebida Mole. Foram ensaiadas porcentagens crescentes de Café Rio: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 35,0; 40,0; 50,0. Realizaram-se dois experimentos em blocos incompletos equilibrados, com $t = 21$ tratamentos (os mencionados acima), $k = 3$ parcelas por bloco, $r = 10$ repetições, $b = 70$ blocos, $\lambda = 1$. Cada parcela era formada de 3 xícaras, de tipo padrão, sobre as quais cada degustador dava uma só opinião. Cada parcela era provada por 3 degustadores. Os dados coletados são, pois, 630 para cada ensaio (210 parcelas, 3 degustadores). Atribuiu-se a cada parcela, para fins de análise estatística, a média das opiniões dos 3 degustadores.

Os dois ensaios deram resultados bem concordantes, que levaram às seguintes conclusões:

a) Faz-se necessária a transformação dos dados, pois as variâncias relativas aos diversos tratamentos são muito discrepantes.

b) A transformação $T = \sqrt{Y}$ dá resultados satisfatórios.

c) O café Rio prejudica sensivelmente a bebida do café Mole, para teores a partir de 2,0%.

¹ Trabalho entregue para publicação em 14/9/67.

² Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

³ Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

⁴ Instituto Brasileiro do Café.

d) Para teores de 4,5% em diante a liga tem bebida Riada ou Rio.

e) A regressão obtida não é estritamente linear, mas a linha reta dá uma aproximação razoável.

f) Consideradas as porcentagens de 0,0 a 10,0%, a equação de regressão para os dados transformados pela transformação $T = \sqrt{Y}$ é:

$$T = 1,7045 - 0,127 X,$$

onde X é a porcentagem de café Rio e T dá a bebida, na escala numérica adotada, transformada pela raiz quadrada.

g) A equação de regressão para os tratamentos de 0,0 a 10,0% de café Rio é

$$Y = 3,0997 - 0,3281 X,$$

isto é, há uma queda de 0,3281 na escala numérica da bebida, para cada unidade de porcentagem de café Rio.

INTRODUÇÃO

Embora a mistura de cafés, para obtenção de ligas, seja prática corrente no comércio cafeeiro, muito pouco se sabe sobre as consequências da mistura de cafés de bebidas distintas. No presente trabalho se pesquisou a influência de porcentagens crescentes de café Rio sobre a prova de xícara relativa a café Mole brasileiro.

REVISÃO DA LITERATURA

A literatura sobre o assunto é extremamente escassa. No que se refere ao problema específico estudado (influência do café Rio em mistura com café Mole) não encontramos nenhum trabalho. Mas há alguns artigos que se relacionam indiretamente com o assunto. Assim, RAPOSO (1959) afirma que, nas zonas más, as condições de clima não favorecem a proliferação de microrganismos benéficos, de onde resultam fermentações que produzem cafés de bebida Dura e Rio, em lugar do sabor suave ou Mole característico do bom café. Por outro lado, GARRUTI e outros (1961) observam que é possível produzir café de tipo superior (Mole e Estritamente Mole) mesmo nas zonas tidas como produtoras de bebidas inferiores (Riada e Rio), desde que se observem boas nor-

mas de colheita, preparo e secagem. Lembremos ainda que TOSELLO (1962) observa, acertadamente, ser prática corrente, nos portos de exportação, a operação de "blending" ou mistura de cafés de bebidas diversas, para formar lotes de bebida uniforme.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram feitos dois ensaios (A e B) em blocos incompletos equilibrados, com $t = 21$ tratamentos, $k = 3$ parcelas por bloco, $r = 10$ repetições, $b = 70$ blocos, $\lambda = 1$. Cada experimento contou, pois, com 210 parcelas, cada uma das quais, constituída por 3 xícaras do tipo padrão de degustação, foi provada por 3 degustadores. Para cada parcela houve, pois, 3 resultados experimentais (um para cada degustador): a análise estatística foi feita com suas médias. Os tratamentos eram misturas de café Mole com porcentagens crescentes de café Rio, a saber: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 35,0; 40,0; 50,0.

Cada bloco correspondia a uma mesa de degustação com 3 amostras (parcelas) do ensaio e duas de rotina.

A torração foi feita pela mesma pessoa, até os grãos adquirirem cor achocolatada clara (torração americana). Após a torração, o café foi moído em moinhos especiais, com granulação apropriada (tamis de 14 fios por cm), denominada granulação média. Esta operação foi também realizada por uma única pessoa, para maior uniformidade de operação, com o cuidado, ainda, de fazer caprichosa limpeza do moinho após a passagem de cada amostra. Cada uma destas tinha exatamente 50 g e era moída totalmente, para garantir a porcentagem exata de café Rio.

Os degustadores ignoravam a procedência do café, e qualquer detalhe do ensaio. Não podiam também comunicar-se entre si durante a prova de degustação.

Foram usados 6 degustadores sorteados entre os 10 mais aptos da equipe da Seção de Café, da Divisão de Fiscalização e Classificação de Produtos Agrícolas, da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.

Os resultados da degustação foram reduzidos a valores numéricos, segundo a tabela de equivalência seguinte, proposta inicialmente por GARRUTI e CONAGIN (1961) e posteriormente adotada por FAIRBANKS BARBOSA e outros (1962):

Estritamente Mole	5
Mole	4
Apenas Mole	3
Duro	2
Riado	1
Rio	0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são os que constam dos Quadros nºs 1 e 2, respectivamente para os ensaios A e B.

Foi feita preliminarmente a análise da variância dos dois ensaios, sem transformação dos dados, com os resultados exibidos no Quadro nº 3.

Os resultados obtidos são, pois, similares. Por outro lado, não se evidenciam diferenças significativas entre repetições, o que é muito satisfatório, sugerindo que as diferenças entre blocos (não ajustados) se devam aos tratamentos. Fez-se, pois, uma análise auxiliar, para testar o Quadrado Médio para Blocos (ajustados), como se explica a seguir.

$$S Q \text{ Blocos d. Repetições(ajust.)} = S.Q.\text{Tratamentos(ajust.)} + \\ + S Q \text{ Blocos d. Repetições(não ajust.)} - S Q \text{ Tratamentos (não} \\ \text{ajust.)}$$

Para o caso dos dois ensaios, em conjunto, os resultados foram os apresentados no Quadro nº 4.

Quadro nº 1

Resultados experimentais do ensaio A.
As porcentagens de café Rio são dadas entre parênteses.

Ensaio A

Blocos	1ª Repetição	2ª Repetição	3ª Repetição	4ª Repetição
1	(0,5%)4,57	(2,5%)1,00	(0,5%)4,67	(10,0%)0,00
2	(2,0%)3,00	(12,5%)0,33	(7,5%)0,33	(1,0%)5,00
3	(3,5%)2,00	(5,0%)1,00	(2,5%)1,00	(50,0%)0,00
4	(35,0%)0,00	(1,5%)3,67	(12,5%)0,33	(15,0%)0,67
5	(30,0%)0,00	(10,0%)1,00	(3,5%)2,33	(3,0%)4,00
6	(50,0%)0,33	(25,0%)0,00	(0,0%)4,67	(25,0%)0,67
7	(3,0%)3,33	(4,5%)0,33	(35,0%)0,33	(4,5%)1,67
1	(0,5%)4,00	(4,0%)3,00	(0,5%)1,33	(5,0%)3,33
2	(7,5%)0,67	(20,0%)0,33	(7,5%)1,00	(50,0%)0,00
3	(2,5%)1,00	(1,0%)3,00	(2,5%)2,67	(4,5%)0,67
4	(12,5%)0,67	(3,0%)1,33	(2,0%)3,00	(3,0%)1,00
5	(0,0%)3,00	(15,0%)0,33	(40,0%)0,67	(30,0%)0,00
6	(5,0%)1,33	(1,5%)0,00	(1,0%)4,33	(15,0%)0,00
7	(1,5%)2,33	(1,5%)1,67	(1,5%)3,33	(25,0%)0,00

Quadro nº 2

Resultados experimentais do ensaio B.
As porcentagens de café Rio são dadas entre parênteses.

Ensaio B

Blocos	1ª Repetição	2ª Repetição	3ª Repetição	4ª Repetição
1	(0,5%)4,33	(2,5%)4,33	(7,5%)0,33	(2,0%)1,00
2	(2,0%)2,33	(12,5%)0,67	(40,0%)0,00	(40,0%)3,67
3	(3,5%)2,33	(5,0%)1,00	(0,0%)4,67	(5,0%)1,00
4	(35,0%)0,00	(1,5%)2,33	(1,0%)2,00	(4,0%)0,67
5	(30,0%)0,00	(10,0%)0,67	(20,0%)0,33	(1,5%)1,33
6	(50,0%)0,67	(25,0%)0,33	(4,0%)0,67	(30,0%)0,00
7	(3,0%)1,00	(4,5%)1,00	(15,0%)0,00	(20,0%)0,33
1	(0,5%)4,67	(4,0%)0,67	(4,0%)0,67	(5,0%)1,00
2	(7,5%)1,00	(20,0%)0,00	(2,0%)1,67	(3,5%)1,00
3	(2,5%)1,00	(1,0%)2,33	(3,5%)1,67	(0,0%)2,67
4	(12,5%)0,67	(3,0%)1,00	(35,0%)0,00	(4,0%)0,00
5	(0,0%)4,00	(15,0%)0,33	(50,0%)0,00	(35,0%)0,67
6	(5,0%)1,00	(1,5%)0,33	(10,0%)0,00	(10,0%)0,33
7	(1,5%)4,33	(4,5%)1,00	(30,0%)0,33	(20,0%)0,33

Quadro nº 2 - continuação

Blocos	5ª Repetição	6ª Repetição
1	(0,5%)2,33 (3,5%)1,00	(0,5%)4,00 (0,0%)3,67
2	(7,5%)1,00 (30,0%)0,00	(7,5%)1,33 (25,0%)0,33
3	(2,5%)1,00 (35,0%)0,33	(2,5%)1,00 (10,0%)0,33
4	(2,0%)0,33 (0,0%)2,33	(2,0%)1,00 (1,5%)3,33
5	(40,0%)0,33 (50,0%)0,00	(40,0%)0,00 (5,0%)1,00
6	(12,5%)0,00 (1,5%)1,67	(12,5%)0,33 (1,0%)2,00
7	(50,0%)1,00 (20,0%)0,33	(3,5%)1,00 (30,0%)0,00
7ª Repetição		
1	(0,5%)2,00 (1,0%)3,67	(0,5%)3,00 (1,5%)2,00
2	(7,5%)1,00 (35,0%)0,33	(7,5%)1,00 (12,5%)0,33
3	(2,5%)0,67 (40,0%)0,33	(2,5%)1,00 (20,0%)0,00
4	(2,0%)2,00 (5,0%)1,33	(2,0%)1,33 (25,0%)0,00
5	(12,5%)0,67 (50,0%)0,00	(40,0%)0,00 (3,5%)1,33
6	(3,5%)1,00 (20,0%)0,67	(5,0%)1,00 (35,0%)0,00
7	(0,0%)3,33 (10,0%)1,00	(1,0%)4,33 (30,0%)0,33
8ª Repetição		
1	(15,0%)0,33 (0,0%)4,00	(15,0%)0,33 (0,0%)4,00
2	(3,0%)4,33 (3,0%)4,33	(3,0%)4,33 (3,0%)4,33
3	(4,5%)0,33 (10,0%)1,00	(4,5%)0,33 (10,0%)1,00
4	(50,0%)0,67 (15,0%)0,67	(50,0%)0,67 (15,0%)0,67
5	(4,5%)0,67 (20,0%)0,33	(4,5%)0,67 (20,0%)0,33
6	(15,0%)0,67 (15,0%)0,67	(15,0%)0,67 (15,0%)0,67
9ª Repetição		
1	(0,5%)4,33 (30,0%)0,00	(0,5%)4,33 (20,0%)0,33
2	(7,5%)1,00 (5,0%)1,00	(7,5%)0,67 (10,0%)0,67
3	(2,5%)1,00 (2,0%)1,00	(2,5%)1,00 (12,5%)0,67
4	(40,0%)0,33 (0,0%)4,33	(2,0%)3,00 (3,5%)1,00
5	(12,5%)1,00 (3,5%)1,00	(40,0%)0,67 (25,0%)1,00
6	(35,0%)0,67 (10,0%)0,67	(0,0%)3,33 (1,5%)1,00
7	(1,0%)4,00 (4,0%)1,00	(5,0%)1,00 (1,0%)4,33
10ª Repetição		
1	(50,0%)0,00 (4,5%)0,67	(50,0%)0,00 (4,5%)0,67
2	(30,0%)0,67 (30,0%)0,67	(30,0%)0,67 (30,0%)0,67
3	(35,0%)0,33 (15,0%)0,33	(35,0%)0,33 (15,0%)0,33
4	(15,0%)1,00 (15,0%)1,00	(15,0%)1,00 (15,0%)1,00
5	(15,0%)1,00 (15,0%)1,00	(15,0%)1,00 (15,0%)1,00
6	(4,0%)0,67 (1,5%)1,00	(4,0%)0,67 (1,5%)1,00
7	(3,0%)1,00 (3,0%)1,00	(3,0%)1,00 (3,0%)1,00

Quadro nº 3

Análise de Variância dos Ensaio A e B sem transformação.

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	9	11,0972	1,2330	1,79
Blocos dentro de repetições	60	107,1063	1,7851	2,59**
Tratamentos (ajustados)	20	227,6455	11,3823	16,50**
Resíduo	120	82,7656	0,6897	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	9	3,6431	0,4048	0,969
Blocos dentro de repetições	60	77,8997	1,2983	3,11**
Tratamentos (ajustados)	20	204,6327	10,2316	24,49**
Resíduo	120	50,1345	0,4178	

Ensaio A e B juntos

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ensaio	1	2,6086	2,6086	4,71*
Repetições d. de Ensaio	18	14,7403	0,8189	1,47
Blocos d. de repetições	120	185,0061	1,5417	2,78**
Tratamentos (ajustados)	20	412,9917	20,6495	37,29**
Interação Trat.x Ensaio	20	19,2863	0,9643	1,74*
Resíduo	240	132,9001	0,5538	

Quadro nº 4

Ensaio A e B juntos

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos d. de rep. (ajust.)	120	67,6468	0,5637	1,02
Resíduo	240	132,9001	0,5538	

Tendo em vista este resultado, verifica-se que se podem abandonar os blocos, se necessário, pois não cabe ajuste para eles, na verdade.

A equação de regressão linear entre as porcentagens X_i de café Rio e os valores Y_i correspondentes à degustação pode ser obtida. A teoria indica que o coeficiente de regressão é dado pela fórmula:

$$\hat{b} = \frac{\sum x_i Q_i}{k r \sum x_i^2 - \sum X_j^2}$$

onde $x_i = X_i - \bar{X}$, $Q_i = k T_i - A_i$, na notação de PIMENTEL GOMES (1966)¹. Quanto a X_j , define-se assim: Seja n_{ij} uma variável que toma o valor 1 (um) quando o tratamento i ocorre no bloco j , e o valor 0 (zero), em caso contrário. Então $X_j = \sum_i n_{ij} x_i$, isto é, X_j é a soma dos valores de x_i referentes a tratamentos que ocorrem no bloco j .

Obtém-se, então, para o ensaio A

$$\hat{b} = - 0,0689$$

sendo a equação de regressão

$$Y = 2,256 - 0,0689 X.$$

Para o ensaio B obtivemos análogamente

$$Y = 1,9274 - 0,0557 X.$$

A análise de variância, levando em conta a regressão, para o ensaio A, é a do Quadro nº 5.

Quadro nº 5

Análise de variância levando em conta a Regressão, para o ensaio A.

Causa se Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	9	11,0972	1,2330	1,79
Blocos d.rep.(não ajust.)	60	107,1063	1,7851	2,59**
Regressão linear	1	144,2424	144,2424	209,14**
Desvios da Regressão	19	83,4031	4,3896	6,36**
Tratamentos (ajust.)	(20)	(227,6455)		
Resíduo	120	82,7656	0,6897	

A análise de variância, para o ensaio B, é a do Quadro nº 6.

Quadro nº 6

Análise de variância, levando em conta a Regressão, para o ensaio B.

Causa de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	9	3,6431	0,4048	0,97
Blocos d.rep.(não ajust.)	60	77,8997	1,2983	3,11**
Regressão linear	1	94,3861	94,3861	225,91**
Desvios da Regressão	19	110,2466	5,8024	13,89**
Tratamentos (ajust.)	(20)	(204,6327)		
Resíduo	120	50,1345	0,4178	

As médias ajustadas de tratamentos são as do Quadro nº 7.

Para os ensaios A e B conjuntamente obtivemos a equação de regressão

$$Y = 2,0914 - 0,0623 X$$

Quadro nº 7

Médias ajustadas e não ajustadas de tratamentos,
para os ensaios A e B.

Tratamentos (Porcentagem de Rio)	Médias Ajustadas (\hat{m}_i)		Médias não Ajustadas ($T_i/10$)		Valores Calculados (\hat{Y}_i)	
	Ens. A	Ens. B	Ens. A	Ens. B	Ens. A	Ens. B
0,0%	3,250	3,681	3,366	3,633	2,256	1,927
0,5%	3,553	3,616	3,401	3,599	2,221	1,900
1,0%	3,409	3,744	3,366	3,466	2,187	1,372
1,5%	2,584	2,616	2,734	2,332	2,153	1,844
2,0%	2,378	1,723	2,367	1,699	2,118	1,816
2,5%	2,060	1,210	2,068	1,300	2,083	1,788
3,0%	2,473	1,316	2,166	1,333	2,049	1,760
3,5%	2,315	1,299	2,267	1,233	2,015	1,732
4,0%	1,982	0,873	1,863	0,835	1,980	1,705
4,5%	1,204	0,903	1,101	0,800	1,946	1,677
5,0%	1,426	0,919	1,067	1,033	1,911	1,649
7,5%	0,712	0,569	0,668	0,900	1,739	1,510
10,0%	0,536	0,647	0,500	0,567	1,567	1,370
12,5%	0,155	0,633	0,366	0,467	1,394	1,231
15,0%	0,474	0,633	0,401	0,567	1,222	1,092
20,0%	0,346	0,314	0,233	0,365	0,878	0,813
25,0%	-0,034	0,442	0,200	0,366	0,533	0,535
30,0%	0,027	0,014	0,033	0,266	0,189	0,256
35,0%	-0,179	0,187	0,166	0,266	-0,155	-0,022
40,0%	-0,004	-0,035	0,232	0,199	-0,500	-0,301
50,0%	-0,067	-0,033	0,033	0,067	-1,189	-0,858

Quadro nº 8

Médias ajustadas e não ajustadas de tratamentos, para os ensaios A e B, conjuntamente, sem transformação dos dados.

Tratamentos (Porcentagem de Rio)	Médias Ajustadas (\bar{m}_i)	Médias não Ajustadas ($T_i/20$)	Valores Calculados
0,0%	3,465	3,499	2,092
0,5%	3,585	3,500	2,060
1,0%	3,530	3,416	2,029
1,5%	2,600	2,533	1,998
2,0%	2,055	2,033	1,967
2,5%	1,640	1,684	1,936
3,0%	1,895	1,749	1,905
3,5%	1,810	1,750	1,873
4,0%	1,430	1,352	1,842
4,5%	1,055	0,951	1,811
5,0%	1,175	1,050	1,780
7,5%	0,645	0,784	1,624
10,0%	0,595	0,534	1,469
12,5%	0,395	0,416	1,313
15,0%	0,555	0,484	1,157
20,0%	0,330	0,299	0,846
25,0%	0,205	0,283	0,534
30,0%	0,020	0,149	0,224
35,0%	0,005	0,216	-0,088
40,0%	-0,015	0,216	-0,399
50,0%	-0,050	0,050	-1,022

No entanto, os dados do quadro nº7 mostram claramente que a equação de regressão não deve ser linear, o que, aliás já se demonstrou pela análise de variância, onde os desvios da regressão linear se revelaram significativos. Tentamos usar a reta

$$Y = A + B Z ,$$

com

$$Z = \frac{1}{X + 1} ,$$

com resultado não muito satisfatório.

A inspeção do quadro nº7 mostra, porém, que de 20,0% de café Rio em diante a mistura obtida já tem gosto Rio para todos os efeitos, o que justificaria uma regressão calculada só para os tratamentos com 0 a 20% de Rio ou coisa semelhante.

No entanto, as análises feitas até o momento padecem de dois males:

- 1 - Trabalhos anteriores têm demonstrado que os cafês de bebida pior, especialmente Riado e Rio, acarretam erro experimental menor.
- 2 - O fato de se tratar de um ensaio em blocos incompletos dificulta o estudo da regressão para somente uma parte dos tratamentos.

Para contornar a situação e tendo em vista a ausência de efeito de blocos, comprovada pelo teste feito para o Quadro Médio para Blocos dentro de Repetições (ajustados), foram feitas análises de variância separadas, para diversos grupos de tratamentos, ignorando os blocos. Obtiveram-se, assim, para os ensaios A e B, os resultados dados nos Quadros nºs 9, 10, 11 e 12.

Quadro nº 9

Análise de variância do 1º Grupo: Tratamentos, de 0,0% a 2,5% de Rio.

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	1,5036	1,27
Tratamentos	5	3,3752	2,86 *
Resíduo	45	1,1804	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	1,0251	0,98
Tratamentos	5	10,7160	10,25**
Resíduo	45	1,0452	

Quadro nº 10

Análise de Variância do 2º Grupo: Tratamentos de 3,0% a 5,0% de Rio.

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	1,8206	1,52
Tratamentos	4	3,3154	2,78**
Resíduo	36	1,1931	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,3247	0,867
Tratamentos	4	0,5564	1,48
Resíduo	36	0,3764	

Quadro nº 11

Análise de variância do 3º Grupo: tratamentos de 7,5% a 20,0% de Rio.

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1206	1,10
Tratamentos	4	0,2631	2,40
Resíduo	36	0,1098	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1998	2,53
Tratamentos	4	0,4038	5,11**
Resíduo	36	0,0791	

Quadro nº 12

Análise de variância do 4º Grupo: tratamentos de 25,0% a 50,0% de Rio.

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,0791	1,26
Tratamentos	4	0,0885	1,41
Resíduo	36	0,0627	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	1,1450	2,29
Tratamentos	4	0,1212	1,92
Resíduo	36	0,0632	

Verifica-se por essas análises que:

- 1 - Os resultados para os dois ensaios são muito semelhantes.
- 2 - Que os tratamentos de 25 a 50% de Rio não diferem significativamente entre si, do ponto de vista da bebida.
- 3 - Que os quadrados médios residuais diminuem progressivamente, à medida que aumentam as porcentagens de café Rio, caindo de uma média de 1,1128 para o 1º grupo (0,0 a 2,5%), para 0,0630 para o 4º grupo (25 a 50%), isto é, na proporção aproximada de 18:1.

Em vista disto, resolvemos adotar a transformação $\sqrt{Y + 0,50}$, já antes utilizada com bons resultados por FAIRBANKS BARBOSA, PIMENTEL GOMES e outros (1962). Esta transformação melhora muito a situação, como vemos pelas análises seguintes.

Quadro nº 13

Análise de variância do 1º Grupo: Tratamentos de 0,0% a 2,5% de Rio, com dados transformados pela transformação

$$\sqrt{Y + 0,50}$$

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1231	1,22
Tratamentos	5	0,2772	2,74**
Resíduo	45	0,1011	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1064	1,00
Tratamentos	5	0,2305	11,59 **
Resíduo	45	0,1061	

Quadro nº 14

Análise de variância do 4º grupo: tratamento de 25,0% a 50,0% de Rio com dados transformados pela transformação

$$\sqrt{Y + 0,50}$$

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,0221	1,23
Tratamentos	4	0,0297	1,66
Resíduo	36	0,0179	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1450	2,29
Tratamentos	4	0,1212	1,92
Resíduo	36	0,0632	

Agora a relação entre os quadrados médios residuais é de 5,6:1 no caso do ensaio A, e 1,7:1 para o ensaio B. A primeira dessas relações é ainda excessiva pois, de uma maneira geral, não deve exceder 4:1. Resolvemos então, tentar a transformação \sqrt{Y} , que parecia mais promissora. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Quadro nº 15

Análise de variância do 1º grupo: tratamentos de 0,0% a 2,5% de Rio, com dados transformados pela transformação \sqrt{Y} .

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1518	1,21
Tratamentos	5	0,3424	2,73*
Resíduo	45	0,1254	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1064	1,00
Tratamentos	5	1,2305	11,59**
Resíduos	45	0,1061	

Quadro nº 16

Análise de variância do 2º grupo: tratamentos de 3,0% a 5,0% de Rio.

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,2035	1,15
Tratamentos	4	0,4995	2,81*
Resíduo	36	0,1777	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,0808	0,89
Tratamentos	4	0,1125	1,24
Resíduo	36	0,0904	

Quadro nº 17

Análise de variância do 3º grupo: tratamentos de 7,5% a 20,0% de Rio.

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1685	1,43
Tratamentos	4	0,3343	2,83 *
Resíduo	36	0,1181	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1573	1,99
Tratamentos	4	0,2413	3,05 *
Resíduo	36	0,0790	

Quadro nº 18

Análise de variância do 4º grupo: tratamentos de 25 a 50% de Rio

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,1017	1,14
Tratamentos	4	0,1880	2,10
Resíduo	36	0,0894	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	9	0,2001	2,03
Tratamentos	4	0,2327	2,36
Resíduo	36	0,0986	

A relação entre quadrados médios residuais, agora de cerca de 2:1 no máximo, é excelente.

Adotou-se pois, a transformação \sqrt{Y} , com os resultados exibidos a seguir.

Quadro nº 19

Ensaio A

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	9	1,6230	0,1803	1,37
Blocos d. repetições	60	20,3594	0,3393	2,59*
Tratamentos(ajustados)	20	64,2108	3,2105	24,53**
Resíduo	120	15,7034	0,1309	

Ensaio B

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	9	1,4848	0,1650	1,75
Blocos d. repetições	60	14,6782	0,2446	2,60**
Tratamentos(ajustados)	20	46,4751	2,3238	24,68**
Resíduo	120	11,2984	0,0942	

Quadro nº 20

Ensaio A e B, juntos

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Ensaio	1	0,0184	0,0184	0,16
Rep. d. de ensaios	18	3,1078	0,1727	1,53
Blocos d. repetições	120	35,0377	0,2920	2,59**
Tratamentos(ajustados)	20	106,7428	5,3371	47,39**
Interação Trat.x Ensaio	20	3,9431	0,1972	1,75*
Resíduo	240	27,0018	0,1126	

Os resultados obtidos para os dois ensaios são similares, o que justifica plenamente a análise conjunta. Não são significativas as diferenças entre repetições, o que é muito satisfatório e sugere que as diferenças entre blocos (não ajustados) se devam aos tratamentos. Fêz-se pois, uma análise auxiliar, com os resultados seguintes.

Quadro nº 21

Ensaio A e B, juntos

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos d. rep. (ajust.)	120	15,1121	0,1259	1,06
Resíduo	240	30,9449	0,1190	

Assim, confirma-se a ausência quase completa dos efeitos de blocos, já antes apontada.

Para o ensaio A a equação de regressão obtida foi:

$$T = 1,452 - 0,0398 X,$$

ao passo que para o ensaio B foi:

$$T = 1,353 - 0,0331 X.$$

Para os dois ensaios conjuntamente obteve-se:

$$T = 1,403 - 0,0364 X.$$

A decomposição dos graus de liberdade para tratamentos nos levou aos resultados seguintes.

Quadro nº 22

Ensaio A, dados transformados pela transformação \sqrt{Y} .

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	48,1055	48,1055	367,61**
Desvios da regressão	19	16,1053	0,8476	6,48**
Tratamentos (ajustados)	20	64,2108		

Ensaio B, dados transformados pela transformação \sqrt{Y} .

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	33,3450	33,3450	354,15**
Desvios da regressão	19	13,1301	0,6910	7,40**
Tratamentos (ajustados)	20	46,4751		

Ensaio A e B, dados transformados pela transformação \sqrt{Y} .

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	80,7762	80,7762	717,37**
Desvios da regressão	19	25,9666	1,3667	12,14**
Tratamentos (ajustados)	20	106,7428		

A equação de regressão linear, embora significativa, evidentemente não é muito conveniente, pois a queda dos valores não se dá linearmente. Resolvemos, pois, estudar separadamente os tratamentos de 0,0% a 10,0%. A equação de regressão para os ensaios A e B juntos, calculadas para os dados transformados pela transformação de \sqrt{Y} , foi:

$$T = 1,7045 - 0,1278 X$$

Com os dados não transformados e também para os dois ensaios simultâneos, obtém-se:

$$Y = 3,0997 - 0,3281 X.$$

Para um aumento de X igual a 1% cai, pois, o valor de Y de 0,3281, quando a porcentagem de café Rio varia de 0,0 a 10,0%.

As médias estimadas \hat{m}_i referentes aos dados transformados pela transformação $T = \sqrt{Y}$ nos permitem obter as médias estimadas \hat{M}_i referentes aos dados originais, pela fórmula

$$\hat{M}_i = (\hat{m}_i)^2$$

Mas o valor assim obtido tem vício, que se pode corrigir (NEYMAN e SCOTT, 1960) assim:

$$\hat{M}_i = (\hat{m}_i)^2 + s^2 - \hat{V}(\hat{m}_i)$$

Para cada um dos ensaios A e B temos $\hat{V}(\hat{t}_i) = \frac{k}{\lambda v} s^2$, mas na análise conjunta dos dois experimentos obtemos

$$\hat{V}(\hat{t}_i) = \frac{k}{2 \lambda v} s^2.$$

Temos, pois,

$$\begin{aligned} \hat{V}(\hat{m}_i) &= \hat{V}(\hat{m} + \hat{t}_i) \\ &= \frac{s^2}{2 v r} + \frac{k s^2}{2 \lambda v} \\ &= s^2 \left(\frac{1}{420} + \frac{1}{14} \right) \end{aligned}$$

O resultado final é portanto:

$$\begin{aligned}\hat{M}_i &= (\hat{m}_i)^2 + s^2 \left(1 - \frac{1}{420} - \frac{1}{14}\right) \\ &= (\hat{m}_i)^2 + 0,1126 \left(1 - \frac{1}{420} - \frac{1}{14}\right) \\ &= (\hat{m}_i)^2 + 0,1102.\end{aligned}$$

Com o auxílio desta fórmula é que se calcularam os valores de \hat{M}_i (valores correspondentes na escala original) que constam do Quadro nº 23.

DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise estatística dos dados fica comprovada de maneira indubitável a grave deterioração da bebida do café Mole quando misturado com grãos de café Rio. Isto já sabia há muito, mas só agora o fato foi estudado quantitativamente, em ensaio rigorosamente planejado segundo as normas da experimentação científica. Os dados dos quadros nºs 7, 8 e 23 são especialmente dignos de nota, pois demonstram uma queda progressiva da qualidade da bebida a partir de 1,5% de café Rio na mistura: com 4,5% ou mais, a bebida da mistura já é Riada, e com 12,5% ou mais, se torna Rio.

No intervalo de 0,0% a 10,0% de café Rio na mistura a equação de regressão para os dados não transformados é

$$Y = 3,0997 - 0,3281 X$$

o que indica uma queda de 0,3281 na escala de valores de bebida, para cada unidade de porcentagem de café Rio.

É interessante salientar que o café Mole utilizado no ensaio, na verdade se revelou como mais próximo de Apenas Mole do que de Mole, pois a média ajustada para os resultados correspondentes a 0,0% de Rio foi 3,250.

Quadro nº23

Médias ajustadas e não ajustadas de tratamento, para os ensaios A e B, com dados transformados pela transformação de \sqrt{Y} , assim como os valores correspondentes, na escala original, com correção do vício.

Ensaio A e B

Tratamentos (porcentagem de Rio)	Médias ajustadas (\hat{m}_i)	Valores Cor- respondentes na escala original (\hat{m}_i)	Médias não Ajustadas ($T_i/10$)	Valores Calculados
0,0%	1,830	3,459	1,853	1,402
0,5%	1,935	3,854	1,839	1,384
1,0%	1,922	3,804	1,824	1,366
1,5%	1,635	2,783	1,560	1,347
2,0%	1,402	2,076	1,377	1,330
2,5%	1,202	1,555	1,231	1,311
3,0%	1,326	1,868	1,227	1,293
3,5%	1,291	1,777	1,265	1,275
4,0%	1,139	1,408	1,072	1,257
4,5%	0,996	1,102	0,953	1,238
5,0%	1,037	1,186	0,979	1,220
7,5%	0,808	0,763	0,871	1,129
10,0%	0,690	0,586	0,639	1,038
12,5%	0,507	0,367	0,546	0,947
15,0%	0,618	0,492	0,592	0,856
20,0%	0,409	0,277	0,411	0,674
25,0%	0,324	0,215	0,386	0,492
30,0%	0,108	0,122	0,206	0,309
35,0%	0,147	0,132	0,283	0,127
40,0%	0,197	0,149	0,340	- 0,054
50,0%	- 0,0007	...	0,0696	- 0,419

RESUMO E CONCLUSÕES

a) O Café Rio, quando em liga com o Mole, prejudica sensivelmente a sua bebida.

b) Os prejuizos causados à bebida de café Mole pelo café Rio, na escala de valores adotada neste trabalho, não progredem linearmente, embora a regressão linear dê uma aproximação razoável.

c) Teores de café Rio de 1,5% para mais já tem influência nítida na bebida.

d) Teores de café Rio de 12,5% para mais já dão mistura com bebida Rio.

e) A transformação de \sqrt{Y} é, no caso presente, mais adequada do que a de $\sqrt{Y + 0,50}$ usada anteriormente por FAIR BANKS BARBOSA, PIMENTEL GOMES e outros (1962).

f) A equação de regressão, para os dados transformados pela transformação de \sqrt{Y} é

$$T = \sqrt{Y} = 1,4026 - 0,03643 X,$$

onde X é a porcentagem de café Rio.

g) A equação de regressão, para os tratamentos de 0,0 a 10,0% de café Rio é

$$Y = 3,0997 - 0,3281 X,$$

isto é, há uma queda de 0,3281 na escala numérica da bebida para cada unidade de porcentagem de café Rio.

SUMMARY

The authors study the influence of Rio coffee in mixture with Brazilian coffee of Soft taste. Increasing percentages of Rio coffee were tried: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 35,0; 40,0; 50,0. Two experiments were carried out, in a balanced incomplete block design, with t = 21 treatments (those just mentioned), k = 3 plots per block; r = 10 replications; b = 70 blocks, $\lambda = 1$. Each plot had 3 standard cups,

and was tasted by 3 tasters, who gave only one opinion for each plot. Data thus collected were, therefore, 630 for each experiment (210 plots x 3 tasters). But each trial had indeed only 210 plots, to every plot corresponding the average of 3 opinions.

The experiments gave results in good agreement, which led to the following conclusions:

a) Transformation of the data is necessary, since variances corresponding to different treatments are rather different.

b) The square root transformation gave satisfactory results.

c) Rio coffee injures a lot Soft coffee taste, for percentages from 2,0% upwards.

d) For percentages of 4,5% and over the mixture has taste Rioy or Rio.

e) The regression obtained is not strictly linear, but the straight line gives a reasonable approximation.

f) Taken in account only percentages 0,0 through 10,0%, the regression equation is:

$$T = 1,7045 - 0,1278 X,$$

where X is the percentage of Rio coffee, and T gives the square root of the score corresponding to tasting categories.

g) For treatments 0,0 through 10,0% the regression equation for the original data is:

$$Y = 3,0997 - 0,3281 X,$$

that is, there is a decrease of 0,3281 in the score corresponding to coffee taste for every unity of percentage of Rio coffee.

LITERATURA CITADA

FAIRBANKS BARBOSA, L., F. Pimentel Gomes, P. Parreira, H. Campos, A. de Castilho e A. A. Teixeira, 1962 - Estudos Preliminares sobre a Prova de Xícara de Café, 30 pp. Secretaria de Agricultura, Sao Paulo.

- GARRUTI, R.S. e A. Conagin, 1961 - Escala de Valores para a Avaliação da Qualidade da Bebida do Café, Bragantia 18: 557-562.
- NEYMAN J. e E. Scott, 1960 - Correction for Bias Introduced by a Transformation of Variables. Annals of Mathematical Statistics 31: 643-655.
- RAPOSO, H., 1959 - Café Fino e seu Preparo, 55 pp. Ministério de Agricultura, Rio de Janeiro.
- TOSELLO, A., 1962 - Preparo de Café - Curso de Economia Cafeeira, tomo I. Instituto Brasileiro do Café, Rio de Janeiro.