

OBTENÇÃO DE CICLOS DE TORRAÇÃO DE CAFÉS BRASILEIROS PARA GUIA PRÁTICO DE TORREFAÇÕES NACIONAIS – PARTE I

MOURA, S.C.S.R.; VITALI, A., A.; ANJOS, V.D.A.; MORI, E.E.M.; NASCIMENTO, F.H*.; SOLER, B.*

- Este trabalho é financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café -

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – Av. Brasil, 2880 – CEP 13073-001 - Campinas –SP, Brasil.

Fone: (19) 3743-1829 Fax: (19) 3242-3104, <smoura@ital.org.br>

* Estagiários de Iniciação Científica – Bolsistas FUNAPE

RESUMO: Com o objetivo de otimizar o processo de torração do café arábica puro, foi realizado um planejamento fatorial de 2^2 com cinco níveis, resultando em 11 amostras, tendo como variáveis independentes a temperatura interna do tambor do torrador, no início do processo, e o tempo de torração, cujos máximos e mínimos foram de 200 a 230°C e 10 a 25 minutos, respectivamente. As amostras foram analisadas quanto as características químicas (umidade e pH) e físicas (cor instrumental - $L^* a^* b^*$). Os resultados das análises de cor foram analisados pela metodologia de superfície de resposta (ESTATÍSTICA 6.0). Para esta propriedade os resultados foram significativos (ANOVA), indicando que o modelo representa consideravelmente as mudanças na cor do café com a variação do tempo e da temperatura de torração.

Palavras-chave: café arábica, torração.

OBTENTION OF ROASTING CYCLES OF BRAZILIAN COFFEE FOR A PRACTICAL GUIDE OF NATIONAL TOASTING INDUSTRY– PART I

ABSTRACT: With the objective of optimizing the roasting of arabic coffee, a 2^2 factorial design with five levels was used, resulting in 11 samples, the independent variables being the internal temperature of the drum at the beginning of the process and the roasting time, whose maximum and minimum values were from 200 to 230°C and from 10 to 25 minutes respectively. The samples were analysed regarding chemical characteristics (moisture and pH) and physical characteristics (instrumentally measured color - $L^* a^* b^*$). The results of color properties were analysed by the response surface method (STATISTIC 6.0). For these properties the results were significant (ANOVA), indicating that the model represents considerably the changes of color of coffee according to time and temperature roasting variation.

Key words: arabic coffee, roasting.

INTRODUÇÃO

O café tem sido uma das bebidas mais aceitas em diversas partes do mundo, pelo fato de possuir um aroma bem característico.

Durante o processo de torração, tempo e temperatura devem ser controlados de modo a serem suficientes para que as reações químicas ocorram sem que os grãos se queimem, comprometendo o sabor do café. Em média, para torração de café arábica, a temperatura é de 220°C por 12 a 15 min (RELVAS et al., 1997). Já para o café robusta, a temperatura ótima de processo é de 225 a 300°C por 22 a 28 min (MENDES, 1999). No entanto, estes valores podem variar muito, dependendo do grau de torração desejado (suave a forte), do torrador utilizado, bem como da variedade do café, idade, umidade, etc.

Os cafés brasileiros caracterizam-se por apresentar, em geral, torração excessiva com baixa qualidade de bebida.

Cafés mais nobres que surgiram no mercado por causa da abertura comercial e pela experiência de consumidores nacionais com produtos de altíssima qualidade no exterior têm levado ao questionamento desse padrão nacional de torração.

O grau de torração é caracterizado pela cor do grão, pela perda de massa, pelo aroma e sabor desenvolvidos e pelas mudanças químicas de determinados componentes. PIZZIRANI et al. (1996) estudaram o comportamento de algumas características químicas e físico-químicas (composição química, cor, umidade, perda de peso, pH, rendimento) do café em diferentes graus de torração, bem como da bebida extraída deste café. ORTOLÁ et al. (1998) estudaram a influência da temperatura de torração sobre as propriedades físico-químicas (perda de peso, umidade, densidade aparente, aumento do volume, sólidos solúveis e acidez do extrato de café) de diferentes cafés, tendo como parâmetro do grau de torração a coloração do grão torrado, medida através das coordenadas CIE $L^* a^* b^*$.

O processo de torração do café ainda é pouco conhecido cientificamente. A literatura em geral apresenta poucos artigos relacionados com o tema. Em sua maioria tratam de avaliação empírica da evolução da torração sob o aspecto de propriedades químicas (pH, cafeína, sólidos solúveis, ácido clorigênico, umidade, etc.) e físicas (densidade do grão) (ESPINOSA-SOLARES, et al., 1995; SEVERINE et al., 1992; PORTO et al., 1991; MASSINI et al., 1990).

O objetivo deste estudo foi a avaliação da evolução da torração do café arábica tendo como meta o estabelecimento dos pontos de torra, visando a otimização da qualidade organoléptica da bebida. Esta é apenas a parte I do projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

A matéria-prima consistiu de café arábica (*Coffea arabica*) classificado como: tipo 4-5; aspecto e seca boas; e peneira 18/17/16, fornecido pela cooperativa COOXUPÉ de São José do Rio Pardo - SP. Os testes foram realizados em um torrador piloto tipo TP – 2, marca Pinhalense.

Métodos

Delineamento experimental

As amostras de café torrado foram elaboradas segundo planejamento fatorial 2^2 , com cinco níveis ($-\alpha$, -1 , 0 , 1 , α) (BARROS NETO et al., 1996), resultando em 11 tratamentos, tendo como variáveis independentes a serem monitoradas o tempo de torração e a temperatura interna do torrador no início do processo de torração. Tempo e temperatura variaram de 10 a 25 minutos e 200 a 230°C. As variáveis dependentes foram as análises químicas e instrumentais. A análise dos resultados foi realizada utilizando a metodologia de Superfície de Resposta, com o auxílio do programa ESTATISTICA v. 6.0.

Preparação da bebida

Imediatamente antes das análises químicas e físico-químicas, cada amostra de café foi moída em moinho de amostras, marca Lacimbali. As amostras foram então peneiradas com peneiras com furos de 0, 42 mm de diâmetro. A bebida foi preparada usando-se 100 g de pó para cada 1 litro de bebida.

Análise de umidade

A umidade de cada amostra de café torrado e moído foi determinada pelo método A. O. A. C. ref. 7 15.010 - 15.011.

Análise de pH

Para cada amostra de café foi medido o pH da mistura de pó de café torrado com água destilada, a 25°C, em potenciômetro, segundo método 4.7.2. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Análise instrumental de cor

A cor do pó (grão moído) foi determinada empregando-se colorímetro Minolta Chroma Meter CR-300. A leitura será realizada em termos de L^* a^* b^* .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O planejamento fatorial desenvolvido para utilizar no delineamento do processo de torração do café encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis codificadas e decodificadas do planejamento experimental

Ensaio	Tempo	Temperatura	Tempo (min)	Temperatura (°C)
	Codificados		Decodificados	
1	-1	-1	12,15	204,3
2	1	-1	22,85	204,3
3	-1	1	12,15	225,7
4	1	1	22,85	225,7
5	0	0	17,50	215,0
6	0	0	17,50	215,0
7	0	0	17,50	215,0
8	-1,41	0	10,00	215,0
9	0	+1,41	17,50	230,0
10	+1,41	0	25,00	215,0
11	0	-1,41	17,50	200,0

Após o delineamento do experimento, torraram-se 11 amostras de 200 g de café arábica nos tempos e temperaturas estabelecidos. Posteriormente, foram analisadas algumas respostas para os ensaios, ou seja, foram verificados os efeitos do tempo e da temperatura na cor do produto.

Analisaram-se as respostas de cor instrumental (L^* a^* b^*), pH e umidade. Os valores obtidos estão na Tabela 2.

Para verificar se os dados são significativos estatisticamente, além de averiguar se o delineamento experimental forneceu uma superfície de resposta representativa, calculou-se ANOVA para as respostas de cor instrumental. A Tabela 3 apresenta os resultados do cálculo de ANOVA.

Tabela 2 - Valores médios obtidos para cada variável dependente em todos os ensaios

Ensaio	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Cor L*	Cor a*	Cor b*	PH	Umidade (%)
1	12.15	204.3	45.78	12.11	23.79	5.297	5.005034
2	22.85	204.3	25.08	3.27	0.85	6.743	5.005629
3	12.15	225.7	35.97	10.84	14.73	5.300	5.005775
4	22.85	225.7	23.90	2.52	-0.71	6.797	5.004257
5	17.50	215.0	30.57	5.55	1.71	6.367	5.003295
6	17.50	215.0	26.95	5.65	3.51	6.437	4.98438
7	17.50	215.0	27.80	5.81	3.54	6.477	5.004125
8	10.00	215.0	45.66	12.27	23.87	5.293	5.004815
9	17.50	230.0	27.72	6.33	4.07	6.247	5.004239
10	25.00	215.0	24.71	3.82	0.83	6.527	5.008636
11	17.50	200.0	29.15	7.34	5.91	5.973	5.00456

Tabela 3 - Cálculo de ANOVA para todas as variáveis dependentes

ANOVA				
Cor (coordenada L*)				
Fonte de variação	SQ (somadas quad.)	GC (graus de liberd.)	MQ (médias quad.)	F calculado
Regressão	603.8351	3	201.2783765	50.874455
Resíduo	19.78187	5	3.956374089	
Fajuste	12.61527	3	4.205090148	
erro puro	7.1666	2	3.5833	
Total	623.617	10	62.3617	
$R^2=0.968279$		F (0,95; 3; 5) = 5.41		
Fcal > 3Ftab (o delineamento foi bem ajustado)				
Cor (coordenada a*)				
Fonte de variação	SQ (somadas quad.)	GC (graus de liberd.)	MQ (médias quad.)	F calculado
Regressão	114.8759	3	38.29196667	53.868616
Resíduo	3.5542	5	0.71084	
Fajuste	3.5198	3	1.173266667	
erro puro	0.0344	2	0.0172	
Total	118.4301	10	11.84301	
$R^2=0.969989$		F (0,95; 3; 5)=5.41		
Fcal > 3Ftab (o delineamento foi bem ajustado)				
Cor (coordenada b*)				
Fonte de variação	SQ	GC	MQ	F calculado
Regressão	805.0586	3	268.3528667	83.468491
Resíduo	16.0751	5	3.21502	
Fajuste	13.8785	3	4.626166667	
erro puro	2.1966	2	1.0983	
Total	821.1337	10	82.11337	
$R^2=0.980423$		F (0,95; 3; 5)=5.41		
Fcal > 3Ftab (o delineamento foi bem ajustado)				

Uma vez verificado que estes dados fornecem respostas significativas foram construídas as Superfícies de Resposta, com auxílio do programa Estatística, para as variáveis L, a e b. Como ilustração é apresentada a Figura 1 – Cor instrumental (coordenada L*).

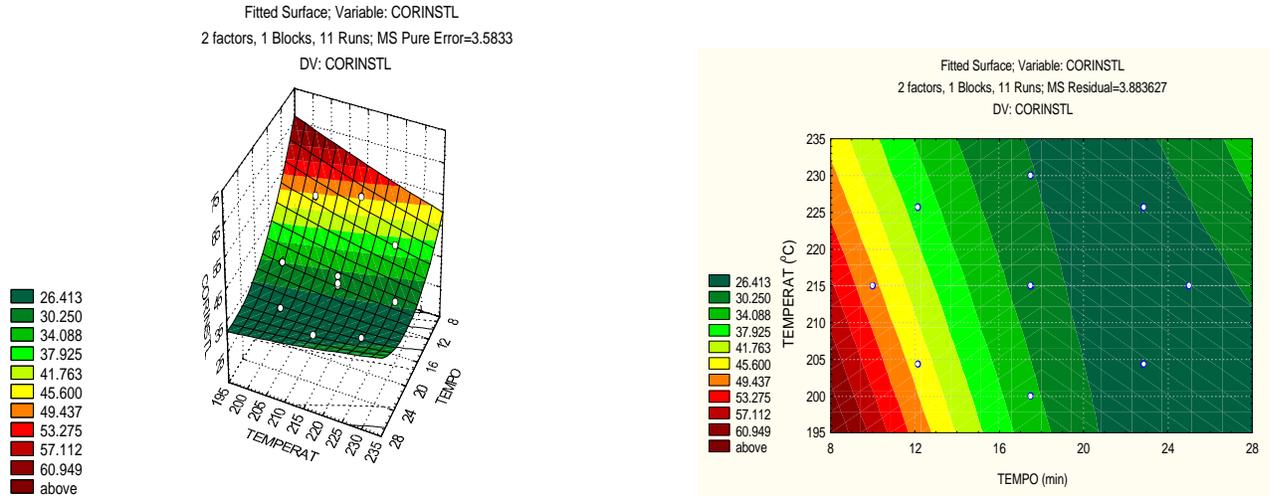


Figura 1 - Cor instrumental (coordenada L*).

A fim de observar a influência do tempo e temperatura em algumas das propriedades físico-químicas, verificaram-se as interações entre cada variável independente e a resposta. A Tabela 4 mostra os efeitos principais e suas interações.

Tabela 4 - Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões associados ao tempo e temperatura de torração

	Fator	Efeito	Coefficiente	Erro-padrão	P
C	Int. principal	28.4306	28.43058	1.092789	0.001474
	tempo (L)	-11.6567	-7.83549	0.672190	0.007279
	tempo (Q)	0.3514	3.64369	0.806008	0.045611
	Temperatura (L)	-9.0615	-1.6387	0.672190	0.135025
	Temperatura (Q)	-6.5180	0.20899	0.806008	0.819660
L*	t x T	-3.8298	2.15750	0.946480	0.150252
O	Int. principal	5.67332	5.67332	0.480619	0.000077
	tempo (L)	-7.31502	-3.65751	0.295636	0.000061
	tempo (Q)	2.26800	1.13400	0.354490	0.024023
	Temperatura (L)	-0.86650	-0.43325	0.295636	0.202684
	Temperatura (Q)	1.03660	0.51830	0.354490	0.203568
a*	t x T	0.2600	0.13000	0.416271	0.767419
R	Int. principal	2.9097	2.90965	1.014629	0.035089
	tempo (L)	-17.8247	-8.91234	0.624112	0.000030
	tempo (Q)	10.0617	5.03086	0.748359	0.001104
	Temperatura (L)	-3.3288	-1.66439	0.624112	0.044518
	Temperatura (Q)	2.5715	1.28576	0.748359	0.146418
b*	t x T	3.7500	1.87500	0.878785	0.086008

Estão destacados em negrito os valores significativos a $p \leq 0,05$

Como se pode verificar, a luminosidade (L^*) diminui com o aumento do grau de torração (combinação de tempo e temperatura). No entanto, quando a torração torna-se muito severa, a luminosidade começa a ter certo incremento, ou seja, o grão clareia levemente. Verificou-se que o tempo linear é o maior responsável pela perda da luminosidade, enquanto o tempo quadrático é responsável pelo seu aumento, confirmando o que foi visualizado na superfície.

Quanto à coordenada cromática a^* ($-a^*$ verde, $+a^*$ vermelho), verificou-se diminuição dos valores, tendendo assim a cor vermelha. Entretanto, para graus muito extremos de torração (impraticáveis), observa-se tendência ao retorno na direção positiva (verde).

Para a coordenada cromática b^* , verifica-se comportamento diferenciado. Até uma torração média percebe-se um declínio dos valores no decorrer da torração. Como os valores desta coordenada cromática vão de $-b^*$ (azul) a $+b^*$ (amarelo), esse declínio resulta numa tonalidade mais escura (azul). No entanto, para graus de torração mais fortes, começa-se a aumentar significativamente os valores de b^* , tendendo à coloração amarela. O que confirma esse comportamento é o fato de o efeito positivo do tempo quadrático ser substancialmente maior que o efeito negativo do tempo linear. É interessante verificar que a temperatura também apresenta efeito muito significativo no declínio da cor.

CONCLUSÃO

Por meio da metodologia de superfície de resposta, é possível construir um modelo preditivo para atributos físico-químicos, possibilitando assim controlar esses atributos com a variação do grau de torração.

Verificou-se que a ação conjunta do tempo e da temperatura diminui os valores das coordenadas cromáticas L^* , a^* e b^* . No entanto, graus de torração mais intensos, especialmente com o aumento do tempo da torra, acabam por proporcionar certo acréscimo nos valores de b^* .

Para o pH, verificou-se que o aumento do grau de torração até limites extremos resulta em acréscimo de pH. A umidade praticamente não se alterou com essa variação do grau de torração.

AGRADECIMENTOS

À COOXUPÉ de São José do Rio Pardo - SP, pelo fornecimento das amostras de café arábica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis of the **A.O.A.C.** , Washington D.C., USA, 13th ed., 1975.
- BARROS NETO, B. de; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. 2 ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 1996.
- ESPINOSA-SOLARES, T.; GUTIERREZ-LOPEZ, G.F.; ROBLES-DE-LA-TORRE, R.R. The convective drying of parchment coffee. **IFT Annual Meeting 1995**, p. 154, 1995.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Vol. 1. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo, 3^a ed., 1985
- MASSINI, R.; NICOLI, M.C.; CASSARA, A. ; LERICI, C.R. Study on physical and physico-chemical changes of coffee beans during roasting. **Italian Journal of Food Science**, v. 2, n. 2, p. 123-130, 1990.
- MENDES, L.C. **Otimização do processo de torração do café robusta (*Coffea canephora* Conillon) para formulação de blends com café arábica (*Coffea arabica*)**. Campinas, SP, 1999. 101p. Dissertação (mestrado) –Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- ORTOLÁ, M.D.; LONDOÑO, L.; GUTIERREZ, C.L.; CHIRALT, A. Influence of roasting temperature on physicochemical properties of different coffees. **Food Science and Technology International**, v. 4, 59-66, feb., 1998.
- PIZZIRANI, S.; ROMANI, S.; ANESE, M.; BARBANTI, D. Studio sulle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche del caffè torrefatto e della bevanda di estrazione. **Industrei Alimentari**, Pinerolo, v. 34, p. 658-663, giu 1996.
- PORTO, Cda; NICOLI, M.C.; SEVERINI, C.; SENSIDONI, A.; LERICI, C.R. Study on physical and physico-chemical changes in coffee beans during roasting. **Italian Journal of Food Science**, v. 3, n. 3, p. 197-207, 1991.
- RELVAS, E.; PINTO, M.da C.; MONTEIRO, C. da R. **Arte e segredos do bom café: café básico**. Brasília: Ed Sebrae. Rio de Janeiro: ABIC, 1997.
- SEVERINI, C.; NICOLI, M.C.; MASTROCOLA, D.; LERICI, C.R. Influence of heating rate on some physical and physico-chemical properties of coffee beans during roasting process. **14th Symposium of Association Scientifique Internationale du Cafe**, p. 641-648, 1992.