

## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA UNITIZADO DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO OTIMIZAÇÃO DA OPERAÇÃO DE PENSAGEM

ANJOS, V.D.A.<sup>1</sup>; FARINASSI, F.M.<sup>2</sup>; SALLES, M.A.<sup>3</sup> e MENEZES, S.G.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pesquisadora Científica do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Av. Brasil 2880.13073-001. Campinas –SP; <sup>2</sup> Estudante de Graduação de Engenharia de Alimentos – FEA – UNICAMP; <sup>3</sup> Estudante Técnico em Alimentos – SENAI – Campinas-SP; <sup>4</sup> Nutricionista – PUCCAMP.

**RESUMO:** Avaliou-se o processo de prensagem do café torrado e moído em três níveis: 3 toneladas (P3), 6 toneladas (P6) e 9 toneladas (P9), com três níveis de moagem fina, média e grossa. O café torrado e moído foi caracterizado quanto ao grau de moagem pela determinação granulométrica em peneiras padronizadas, densidade aparente e densidade absoluta. O café após a prensagem foi avaliado quanto à porcentagem de sólidos solúveis e quanto à cor instrumental pelo sistema CIELab, determinando-se a luminosidade, a cor vermelha e a amarela. Para verificar a resistência mecânica dos blocos prensados, utilizou-se o texturômetro TAX-T2, determinando-se a força de compressão. Determinou-se também o nível de porosidade, relacionando o volume do bloco após prensagem com o volume real (desconsiderando o espaço livre). A porcentagem de redução do bloco também foi calculada através da relação do volume de café sem prensar (aparente) com o volume de café após prensagem. Verificou-se que o teor de sólidos solúveis apresentou comportamento inversamente proporcional ao do nível de moagem, ou seja, aumentando-se o tamanho do grão (moagem mais grossa), resulta em menor teor de sólidos solúveis em solução para o nível de prensagem P3 (mais baixo nível de prensagem aplicado). Para o nível de prensagem P6, a moagem fina também apresentou mais teor de sólidos, com pouca diferença entre as amostras das moagens média e grossa. Quanto ao nível de prensagem P9, a maior porcentagem de sólidos foi obtida para a moagem média e a menor para a moagem grossa. Quanto à determinação da cor instrumental, observou-se que para cada nível de prensagem aplicado (P3, P6 e P9) os parâmetros luminosidade, cor vermelha e amarela aumentaram da moagem fina para a moagem grossa. Avaliando a força de compressão dos blocos, verificou-se que estes apresentaram valores entre 3500 gf a 8500 gf de carga vertical. A força de compressão para as amostras de moagem fina não foi influenciada pelo nível de prensagem. Observou-se tendência de aumento da força de compressão com o aumento do prensagem para as moagens médias e grossas. O nível de espaço livre (porosidade) determinado mostrou que as amostras da moagem fina apresentaram a menor porosidade, comparada às outras moagens. Quanto à redução de volume após prensagem, constatou-se aumento com o aumento do nível de prensagem, porém a amostra que permitiu maior redução de volume foi a da moagem média.

**Palavras-chave:** café torrado e moído, unitização, vida-de-prateleira.

**DEVELOPMENT OF A SINGLE SYSTEM FOR ROASTED AND GROUNDED COFFEE:  
OPTIMIZATION OF THE PRESSING OPERATION**

**ABSTRACT:** The process used for pressing ground roasted coffee was evaluated using 03 levels of applied pressure: 3 tons (P3), 6 tons (P6) and 9 tons (P9) and 03 levels of grinding: fine, medium and coarse. The degree of grinding was characterised by a granulometric determination using standard sieves, and by the values for apparent and absolute density. After pressing, the coffee was evaluated according to its percent soluble solids and its colour, instrumentally determined using the CIELab system, measuring luminosity, red and yellow colours. The mechanical resistance of the compressed units was determined by measuring the force of compression using a TAX-T2 texturometer. The level of porosity was determined relating the volume of the compressed unit to the real volume (ignoring the headspace). The percent reduction of the unit was also calculated from the ratio of the volume of the uncompressed coffee (apparent) to the volume of the compressed coffee. It was shown that for P3 (lowest value of compression), the soluble solids content was inversely proportional to the degree of grinding. For P6, the most finely ground coffee also presented a higher soluble solids content, but there was little difference between the medium and coarse ground samples. For P9, the greatest percent of soluble solids was found in the medium ground coffee, and the lowest in the coarsely ground coffee. With respect to the instrumental determination of colour, for each level of pressure used, the parameters of luminosity, red and yellow colour increased from the finely ground coffee to the coarsely ground coffee. The evaluation of the forces of compression produced values between 3500gf and 8500gf of vertical load. For the finely ground samples, the force of compression was not influenced by the level of applied pressure. However a tendency for the force of compression to increase with increase in applied pressure was observed for the medium and coarsely ground coffees. The values obtained for porosity showed that the finely ground samples showed lower porosity, as compared to the other samples. The reduction in volume after pressing was shown to increase with increasing applied pressure, but the sample which allowed for the greatest reduction in volume was the medium ground sample.

**Key words:** ground roasted coffee, shelf-life, pressing.

## INTRODUÇÃO

Este estudo visou o desenvolvimento de um sistema unitizado de café torrado e moído, enfocando os parâmetros de praticidade, qualidade e segurança. Nessa etapa, objetivou-se o levantamento de dados da operação de prensagem, após a confecção de um molde com seis cavidades, operando em uma prensa hidráulica. Procurou-se avaliar a influência da granulometria do pó de café e densidade na operação de prensagem. Determinou-se a eficiência da prensagem medida pela porcentagem de redução de volume e do espaço livre restante no bloco, o que tem relação direta com a estabilidade do café, principalmente na manutenção de aroma e sabor característico. Avaliou-se também a porcentagem de sólidos solúveis e a cor pelo sistema CIELab, para determinação dos parâmetros de luminosidade, cor vermelha e amarela.

Os resultados mostraram que a granulometria do café influenciou de modo significativo a formação dos blocos e que é um fator que deve ser rigidamente controlado, uma vez que se reflete na densidade e no teor de sólidos solúveis, na cor da bebida e na resistência mecânica dos blocos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi empregada amostra de café cru, classificado como tipo 3-15, peneira 16, aspecto bom e seca boa oriundo da Cooperativa do COOXUPÉ –Guaxupé –MG.

### **Torração do café**

A torração do café foi realizada em torrador de tambor, marca Tupã, capacidade de 18 kg, com temperatura de torração variando de 208°C a 213°C e perda de peso de 16,7% ( torração média).

### **Moagem do café**

Foram realizados três níveis de moagem em moinho de disco La Cimbali, em três posições, consideradas como moagem fina, média e grossa.

### **Granulometria**

Três níveis de moagem de café foram avaliados segundo a distribuição granulométrica, utilizando agitador de peneira Produtest na posição 9 por 10 minutos de agitação, com peneiras granulométricas nº 16 (1,18 mm), nº 20 ( 850 µm), nº 30 (600 µm ), nº 40 (425 µm ), nº 50 (300 µm ) e fundo.

### **Densidade aparente e densidade absoluta**

A densidade aparente foi determinada utilizando-se uma proveta de 100 ml, onde foi colocado o café até a marca superior da escala. Determinou-se o peso do café em grão e, dividindo por 100 ml, obteve-se a

densidade aparente. A densidade absoluta foi obtida pela relação entre a massa e o volume deslocado de óleo de soja.

### **Prensagem**

Foram realizados três níveis de prensagem em prensa hidráulica, utilizando um molde pré-fabricado com seis cavidades, com as seguintes dimensões: altura de 49,5 mm, comprimento de 80 mm e largura de 40 mm. Foram aplicadas 3 toneladas, 6 toneladas e 9 toneladas, obtidas diretamente em prensa hidráulica. Considerando o peso do punção do molde de 19 kg e a área de cada cavidade do molde, deve-se considerar que as pressões reais aplicadas nos blocos foram, respectivamente, para 3 toneladas (77,05 Kpa), 6 toneladas (153,6 Kpa) e 9 toneladas (230,17 kPa).

Para isso foram prensados 50 gramas de amostra por cavidade para obtenção dos blocos. Após a determinação dos blocos, foram obtidas as dimensões destes.

### **Determinação da porcentagem de espaço-livre ( porosidade)**

A porcentagem de porosidade foi calculada com base no valor do volume do bloco prensado (V1) – o volume teórico (V2) do bloco, a partir da densidade absoluta, em que:

$$\frac{V1 - V2}{V2} \times 100. \quad \text{Equação 1}$$

### **Determinação da porcentagem de redução do volume**

Com base no volume do café sem prensar (V3) e no volume do café prensado (V1), calculou-se a porcentagem de redução de volume, sendo:

$$\frac{V3 - V1}{V3} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

### **Determinação da força de compressão**

Utilizou-se um texturômetro TAXT-2, marca Stable Micro System, operando com velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s, velocidade de teste de 0,3 mm/s e velocidade de pós-teste de 2,0 mm/s, usando um probe P.0,25s ¼” de aço inox. O nível de compressão utilizado foi de 5%, necessário para comprimir o bloco, provocando ou não uma trinca mínima no sentido longitudinal, sem perda de integridade dos blocos.

### **Determinação de sólidos solúveis**

A porcentagem de solúveis na bebida foi determinada de acordo com AOAC (2000) .

### **Determinação de cor instrumental**

Foi determinada a cor pelo sistema CIELab em cápsula de quartzo, contra um anteparo branco, em 40 ml da bebida, em colorímetro COLOR EYE 2020, configuração DREOL, com ângulo de observação de 10°C.

## RESULTADOS

### 3.1 Granulometria do café e densidade aparente e real

A Tabela 1 mostra os resultados da distribuição granulométrica para cada tipo de moagem.

**Tabela 1** - Avaliação granulométrica do café torrado e moído para a moagem fina, média e grossa <sup>(1)</sup>

Peneira	Retenção Moagem Fina (%)	Retenção Moagem Média (%)	Retenção Moagem Grossa (%)
16	1,32 ± 0,27	3,44 ± 0,18	1,29 ± 0,09
20	4,05 ± 1,40	12,71 ± 1,65	4,80 ± 1,97
30	1,44 ± 0,70	1,88 ± 0,23	12,09 ± 0,07
40	17,63 ± 7,29	69,84 ± 3,42	56,24 ± 2,40
50	49,40 ± 2,13	6,40 ± 3,41	13,45 ± 1,99
Fundo	25,95 ± 7,15	5,41 ± 0,85	12,44 ± 2,71

(1) resultado médio de seis determinações ± erro-padrão.

### Densidade aparente, densidade absoluta e volume aparente

A Tabela 2 mostra os resultados para a densidade aparente, densidade absoluta e o volume de café sem prensar para 50 g de amostra.

**Tabela 2** - Densidade aparente do café torrado e moído para a moagem fina, média e grossa

Moagem	Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade absoluta (g/cm <sup>3</sup> )	Volume Café Solto (V3) (cm <sup>3</sup> )
Fina	0,31 ± 0,01	1,00 ± 0,00	161,3 ± 2,7
Média	0,29 ± 0,00	1,00 ± 0,00	172,4 ± 1,1
Grossa	0,28 ± 0,01	1,00 ± 0,00	178,1 ± 1,74

### Prensagem

A Tabela 3 mostra a altura final dos blocos após prensagem para os diferentes níveis (P3, P6 e P9), para cada tipo de moagem.

**Tabela 3** - Altura dos blocos obtidos após prensagem nos níveis P3, P6 e P9, para as moagens fina, média e grossa

Prensagem (ton)	Moagem Fina	Moagem Média	Moagem Grossa
	Altura (mm)	Altura (mm)	Altura (mm)
P3	21,2 ± 0,2	25,6 ± 0,2	27,5 ± 0,2
P6	20,3 ± 0,2	24,9 ± 0,4	26,6 ± 0,2
P9	20,4 ± 0,2	24,0 ± 0,2	25,3 ± 0,3

(1) resultado médio de seis determinações ± erro-padrão.

Verifica-se, pela Tabela 3, que a altura do bloco diminui com a aplicação da força de prensagem, para cada nível de moagem.

### Determinação da porcentagem de espaço livre ( porosidade)

**Tabela 4** - Volume do bloco de café após prensagem e % de espaço-livre (porosidade)

Nível de Prensagem	Moagem Fina		Moagem Média		Moagem Grossa	
	V1 (ml)	Porosidade (%)	V1 (ml)	Porosidade (%)	V1 (ml)	Porosidade (%)
P3	67,9 ± 0,5	41,2 ± 0,4	81,8 ± 0,7	51,0 ± 0,4	88,1 ± 0,7	54,6 ± 0,3
P6	64,8 ± 0,60	38,3 ± 0,5	79,7 ± 1,3	50,0 ± 0,7	85,3 ± 0,6	53,1 ± 0,3
P9	65,1 ± 0,6	38,6 ± 0,6	76,2 ± 0,6	48,0 ± 0,4	80,9 ± 0,9	50,0 ± 0,6

A Tabela 4 mostra que, com o aumento do nível de prensagem, há redução na porosidade do bloco, ou seja, menos quantidade de ar fica ocluso, o que pode ser um fator positivo para o café, uma vez que a presença de oxigênio no interior do produto causa oxidação, o que contribui para a degradação de sabor e aroma do café. Verifica-se, dessa forma, que a menor porosidade foi obtida para o produto da moagem fina e submetido à prensagem P6. Esse fato pode ser explicado pelo tamanho do grão do pó de café, que permite melhor acomodação do produto na operação de prensagem. Observa-se que o produto prensado, obtido da moagem grossa, permitiu maior espaço livre entre os grãos.

### Determinação da porcentagem de redução do volume

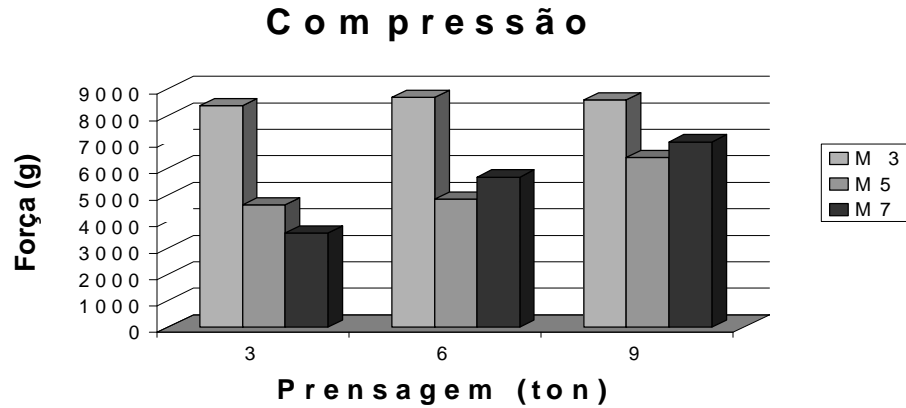
A Tabela 5 mostra a influência da prensagem na redução do volume do bloco. Verifica-se que, com o aumento do tamanho do grão, existe menor redução no volume do bloco. Os resultados mostram a grande influência da granulometria e densidade no processo de prensagem, o que deverá ser considerado na escolha dos parâmetros das condições ótimas desse processo.

**Tabela 5** - Redução de volume dos blocos de café após prensagem

Nível de prensagem	Redução de volume (%)		
	Moagem fina	Moagem média	Moagem grossa
P3	59,2 ± 0,4	53,3 ± 0,4	51,1 ± 0,4
P6	61,1 ± 0,3	54,5 ± 0,8	52,7 ± 0,3
P9	60,9 ± 0,4	56,12 ± 0,3	55,9 ± 0,5

### Determinação da força de compressão

A Figura 1 mostra o resultado comparativo da força de compressão dos blocos para os diferentes níveis de pressão aplicado.

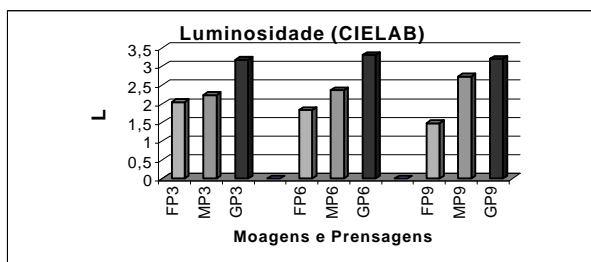


**Figura 1** - Avaliação comparativa da força de compressão dos blocos de café nos níveis P3, P6 e P9 para as moagens fina, média e grossa.

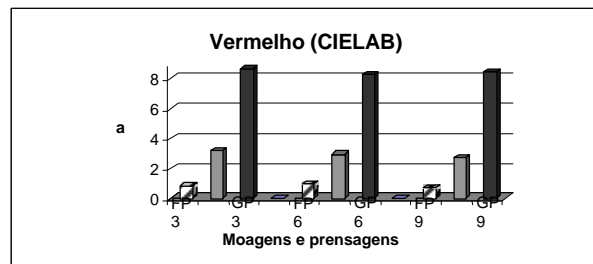
A moagem fina apresentou desempenho diferenciado das moagens médias e grossas para os três níveis de prensagem. A resistência mecânica do bloco nesta moagem não é influenciada pelos níveis de prensagem. Verificou-se, entretanto, que, à medida que aumenta o nível de prensagem, aumenta também a resistência à compressão do bloco para as moagens fina e grossa. A moagem grossa apresentou maior força de compressão comparada à moagem média, absorvendo mais a solicitação mecânica, devido provavelmente ao maior tamanho de grão, que garante maior carga vertical (Figura 1).

### Determinação da cor instrumental

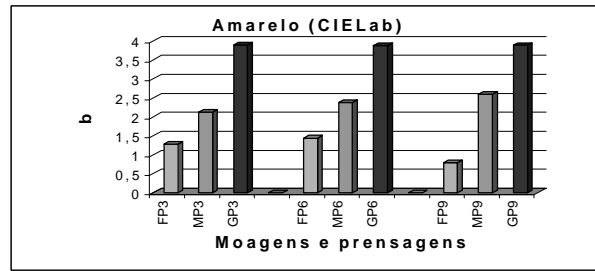
A Figura 2a a c mostra os valores comparativos para os parâmetros de luminosidade, cor vermelha, amarela para os três tipos de prensagem, em cada nível de moagem.



(a)



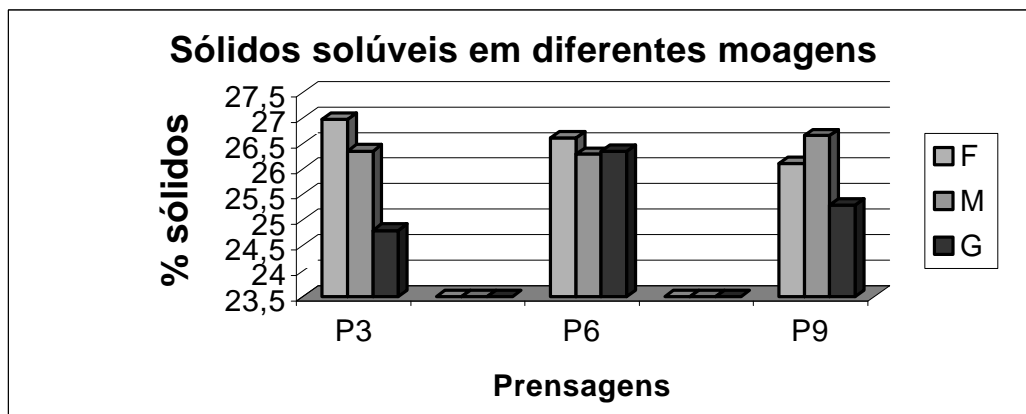
(b)



(c)

**Figura 2** - Avaliação instrumental de cor CIELab.

Observa-se, pela Figura 2a, b e c, que os parâmetros de luminosidade, cor vermelha e amarela aumentaram da moagem fina para a moagem grossa, nos níveis de prensagem aplicados. Esse fato mostra também a influência da granulometria do pó na cor da bebida. Constata-se que a moagem mais fina provoca maior extração de sólidos, o que torna a bebida mais escura.

**Figura 3** - Sólidos solúveis na bebida.

### 3.5 Determinação de sólidos solúveis

A Figura 3 mostra os valores comparativos para os parâmetros de sólidos solúveis para os três tipos de prensagem em cada nível de moagem. No nível de prensagem P3, o café obtido da moagem fina proporcionou maior extração de sólidos. No nível P6, verificou-se ligeira diferença entre a porcentagem de sólidos para os três tipos de moagem, com maior valor para a moagem fina. Para o nível P9, a moagem média possibilitou maior extração de sólidos, devido à maior compressão desta moagem.



## CONCLUSÃO

Este estudo permitiu verificar a influência de características físicas do café torrado e moído, como granulometria e densidade, na prensagem para obtenção de blocos unitizados de café com 50 g.

Através da determinação da porosidade e da % de redução de volume, verificou-se o limite de prensagem obtido nos três níveis de pressão estudados. Constatou-se também que a cor da bebida e o teor de sólidos são influenciados pelo nível de moagem e pela prensagem. Avaliando a carga vertical dos blocos, verificou-se que é possível prever o desempenho deste produto quando comercializado evitando danos mecânicos ao longo da comercialização.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, pelo apoio financeiro, à COOXUPÉ, pelo fornecimento de matéria-prima, e à Empresa Lilla, pelo desenvolvimento do molde de prensagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of analysis. Coffee and tea. Solids (Soluble) in roast coffee – 301.21 AOAC. 2000. Cap. 5. p.5.
- FERREIRA,V.L.P. Princípios e aplicação da colorimetria em alimentos. Instrução Técnica nº19, Campinas, 1981.85p
- GUTIERRAEZ,M.D.; ORTOLÁ, A.; CHIRALD, P.F. Analises por meb de la porosidad del café tostado. ASIC, 15, Montpellier, 1993.
- SEVERINI,M.C.NICOLI,D.MASTROCOLA,C, LERICI,C.R. Influence of heating rate on some physical and physico-chemical properties of coffee beans during the roasting process. ASIC, 14, San Francisco, 1991.
- TEIXEIRA, A.A. Noções gerais sobre a cultura, o preparo e a classificação do café. ASSICAFÉ. 1999. 40p.