

## TECNOLOGIA DO CAFÉ (I)

Maria Lucia Masson\*  
Carlos Ricardo Socool\*  
Eloize Vassão\*  
Itamir Ventura\*  
Luna Idália Pinheiro\*  
Jorge Gruhn Schulz\*  
Mara Eli de Matos\*  
Paulo S.G. Fontoura\*

### 1 - RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo determinar as condições ótimas para o processo de torrefação e moagem do café, de modo a obter o melhor rendimento de extração e um produto com maior aceitabilidade.

### ABSTRACT

This paper objective to determinate the conditions to the process of torrefaction and milling of coffee, way to get the best yield of extraction and a product with the best acceptability.

### 2 - Introdução

O café é uma planta proveniente da África e teve sua difusão a partir da Arábia. Foi introduzido no Brasil em 1727. Hoje, Brasil e Colômbia são os principais produtores de café, sendo que em nosso país os principais Estados produtores são: Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Espírito Santo.

Os maiores consumidores mundiais de café "per capita" são: Holanda, Estados Unidos, Suécia, Alemanha, França e Brasil.

O café, é um arbusto da família das Rubiáceas, gênero Coffea, cuja variedade Coffea arábica dá frutos de melhor qualidade, mais perfumados e saborosos. O fruto de forma quase esférica, verde durante a formação, tornando-se ver-

\* Alunos do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química, área de concentração - Alimentos - Nível Mestrado.

melho quando maduro, é constituído na parte externa por uma espécie de polpa adocicada que envolve geralmente duas sementes ou grãos cobertos por um tegumento pergamínáceo.

O cafeiro em regiões tropicais e equatoriais de clima úmido, solo fértil e bem drenado produz no terceiro ano já uma quantidade apreciável, porém o período de melhor rendimento inicia dos 7 - 8 anos e dura até 15 - 20 anos de idade.

A colheita é realizada manualmente, quando as bagas estão maduras, sem que estejam secas e são estendidas então, no solo, em camadas de 10 a 15 cm de espessura, são expostas ao sol durante 3 a 4 semanas, removidas continuamente por pás. Este procedimento deve ser controlado, para evitar as alterações ocasionadas pela putrefação da polpa.

O café em côco é submetido a uma separação por meio de cilindros, onde separam-se a baga do grão.

A composição química do grão de café varia segundo a variedade, o tempo de colheita, clima, solo e outros fatores. No quadro I apresentamos a composição química média do grão de café cru.

QUADRO I  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DO GRÃO DE CAFÉ CRU.

Celulose	30 - 57%
Cafeína	0,7 - 1,5%
Resina	20 - 25%
Óleos	12 - 21%
Ácido tênnico e cafetârico	
Ácido fosfórico	0,3 - 0,6%

### 3 - Materiais e Métodos

Foi realizado inicialmente trabalho em escala laboratorial para obter a temperatura de torrefação ideal e a granulometria ótima para obtenção de melhor rendimento industrial. Após a análise dos resultados, passamos à realização de trabalhos em escala piloto.

#### a - Materia prima:

25 kg de café em coco embalado em saco de fibra sintética.

Peso inicial do café em coco	-	25 kg.
Teor de umidade inicial		18%
Aspecto		próprio
Características		boas.

Como o teor de umidade era muito alto, o produto foi levado a secagem por 3 horas a 100°C em secador estático com circulação forçada de ar até um teor de umidade de 6%, plausível de descasque.

Peso de M.P. = 22 kg.

#### b - Descasque

O descasque do produto foi realizado em um moinho de discos, tipo 67 C-3, fabricado pelo Estabelecimento Mecânico Tupan, com potência de  $\frac{1}{2}$  HP e rotação de 1450' - 1950 Rpm.

#### c - Separação

A separação das cascas e impurezas foi feita usando-se inicialmente o peneiramento (para impurezas finas). Para a separação das cascas dos grãos foram usadas bandejas fechadas e injeção superficial de jato de ar proveniente de ventiladores.

Foram obtidos 9,350 Kg de grãos limpos.

#### d - Torrefação

Foi realizada em equipamento Rod-Bel, da Rodrigues & Bellotti, com cinco cilindros giratórios cujo combustível de aquecimento foi o álcool etílico.

O aparelho foi abastecido com álcool etílico, ligado (110 volts) e deixado funcionando, sem carga para aquecimento. Após o que era alimentado com 120 g, de amostra com a ajuda de espátula de coleta e alimentação. No decorrer da torrefação, as temperaturas foram verificadas com o auxílio de termômetros. Ao atingir a temperatura desejada, a amostra era retirada do cilindro torrador por descarga em bandeja de resfriamento perfurado. A extinção (resfriamento) foi feito por ar ou água. Quando a água era utilizada, a quantidade era de 7% o peso do grão e aplicada mediante borrifador.

Foram feitas torrefações em seis temperaturas diferentes, variando de 190°C a 230°C.

#### e - Moagem e Classificação

Na moagem, foi utilizado o moinho de discos tipo 67 C-3, fabricado por Estabelecimento Mecânico Tupan.

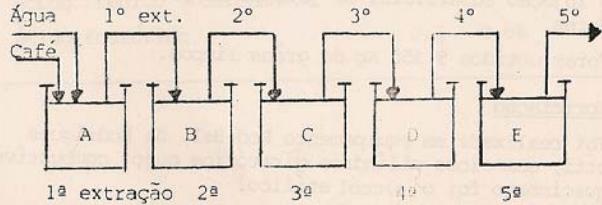
A classificação foi realizada usando-se peneiras de malhas 30, 40, 60, 80 e 120 mesh.

#### f - Extração

As amostras de café torrado e moido foram colocadas em Bequers de 500 ml de capacidade (20 gr de amostra em cada Bequer). Em seguida adicionou-se a água de absorção, que variou de 25 - 35 ml e 150 ml de água de extração à temperatura de 95°C.

A representação esquemática do método usado encontra-se na Figura 1.

Figura 1.  
Representação Esquemática do Processo de Extração



As viscosidades dos extratos foram determinadas no Viscosímetro de HUPPLER.

#### 4 - Resultados e Discussão

##### 3.1 - Torrefação

Na torrefação o café cru é exposto a um processo de aquecimento rápido, a temperaturas entre 180°C - 225°C; ocorrendo a pirólise. A pirólise é uma reação química provocada pela alta temperatura, sem a presença do oxigênio, modificando a composição química e aspecto exterior do grão de café, desenvolvendo o aroma, a cor e o sabor do produto. Ao ponto onde esta reação inicia, chamamos PONTO CRÍTICO.

A perda do peso do grão é de aproximadamente 17% entre café cru e torrado.

O grão de café cru apresenta células que após a torrefação ficam vazias, quando apresentam um aumento no seu volume. O aquecimento torna o grão de café mais plástico.

A cor marron do grão ocorre após o PONTO CRÍTICO, durante o período da perda de peso em que o volume dos grãos aumenta em dobro em relação ao volume original.

Nas torrefações em temperaturas menores obtém-se grãos claros e com maior acidez. A torrefação à temperaturas altas traz a desvantagem de tornar o grão mais quebradiço, o que resulta em maior quantidade de finos na moagem. Isto ocorre pela maior destruição nas paredes das células dos grãos torrados mais escuros enfraquecendo a sua resistência estrutural e por esse motivo, quebrando-se com mais facilidade e causando maior compactação na coluna entratora, podendo ocorrer entupimentos.

Na tabela I, podemos ver os dados obtidos dos experimentalmente em laboratório, para as diversas temperaturas de torrefação.

TABELA I RESULTADOS DA TORREFAÇÃO

	TEMP. (°C)	Mi(g)	Ma(g)	Me(g)	Mf(g)	Mar(g)	Ui(%)	Uf(%)
1	190	500	35	56,1	478,9	13,8	6	2,5
2	190	500	-	57,5	442,5	7,7	6	1,5
3	200	500	35	57,3	478,0	12,3	6	2,3
4	200	500	-	57,5	442,5	7,5	6	1,5
5	210	500	35	58,3	476,7	11,2	6	2,1
6	210	500	-	58,5	441,5	6,5	6	1,3
7	220	500	35	58,9	476,2	10,7	6	2,0
8	220	500	-	60,0	440,0	5,0	6	1,0
9	225	500	35	58,9	476,2	10,7	6	2,0
10	225	500	-	60,0	440,0	5,0	6	1,0
11	230	500	35	61,5	473,5	7,5	6	1,5
12	230	500	-	61,0	439,0	4,0	6	0,8

6.000 210 705,5 5504,5

Onde: Mi = Massa inicial de café em grão.

Ma = Massa de água de resfriamento(extração com água).

Me = Massa de água evaporada (extinção e torrefação).

Mf = Massa final de café torrado.

Mar= Massa de água retida.

Ui = Umidade inicial do grão.

Uf = Umidade final do grão após torrefação.

Após a torrefação, o teor de umidade de variou de 0,8 2,5% para as amostras. Pudemos analisar nesta etapa as diferenças de cor desenvolvidas nas diversas temperaturas de torrefação.

As reações que ocorrem durante a torrefação são várias: os açúcares são desidratados, polimerizados e transformados em voláteis orgânicos, água e gás ( $CO_2$ ). O desprendimento de  $CO_2$  varia entre 1 e 2% do grão de café; não há perda apreciável de cafeína na torrefação: há insolubilização pelo calor das proteínas: os amidos por ação do calor, desenvolvem a cor caramelo do grão.

A determinação do grau ideal de torrefação depende das características para a moagem, do rendimento a ser obtido durante a extração e dos fins a que se destina. O café para exportação ou para consumo interno obedece a padrões estabelecidos nos países a que se destinam.

### 3.2 - Moagem e Classificação

Para a classificação, estabelecemos o seguinte critério:

Granulação grossa	malha 30
Granulação padrão	malha 40 e 60
Granulação fina	malha 80 e 120

Do café torrado já se pode extrair a bebida, porém o material é moido para que a área superficial do café torrado aumente, facilitando a operação de extração.

A finalidade da granulação é principalmente de se obter um tamanho de partículas adequadas à subsequente extração.

Quanto ao tipo de granulometria temos que as características do café moido e classificado como de granulometria grossa foram:

- menor densidade;
- menor área superficial;
- maior distância entre o centro das partículas do café;
- maior espaço entre as partículas.

Para o café de granulometria fina as características apresentadas foram inversas.

Observamos a influência do grau de torrefação no tamanho

das partículas, na moagem. À temperatura acima de 225°C há produção de partículas finas principalmente enquanto à temperatura abaixo de 200°C, produz mais partículas grossas.

### 3.3 - Extração

Foram determinadas em laboratório curvas que representam graficamente a relação entre o peso de café a ser extraído e a concentração de sólidos do extrato. Estas curvas constam das figuras 2,3,4 e 5.

Verificamos que a partir da 2<sup>a</sup> extração, para o mesmo material, não existe vantagem em se realizar outras extrações.

A partir destes dados podemos analisar as relações entre temperatura de torrefação, granulometria e rendimento de extração.

As amostras classificadas como de granulometria grossa no gráfico 2 mostraram um comportamento diversificado quanto a temperatura de torrefação, durante a extração. A amostra submetida a temperatura de torrefação de... 190°C e extinção com água, foi a que teve a pior performance na extração, tendo atingido a concentração máxima de... 9,1% de sólidos na 3<sup>a</sup> extração e baixando a 4,2% no final. A amostra III (210°C, ar) apresentou comportamento melhor na extração.

Na amostra V (225°C, ar) a concentração do extrato chegou a 8,97% na 3<sup>a</sup> extração, caindo para 8,76% na 5<sup>a</sup> extração.

No gráfico B, as amostras classificadas como padrão, apresentaram excelentes resultados quanto à extração.

No gráfico 4, os resultados da extração correspondentes à granulometria fina são apresentados. A concentração de sólidos obtidos é bastante elevada, porém deve-se ressaltar aqui a passagem de certa quantidade de finos durante a filtração, influindo no resultado final.

No gráfico 5, os resultados correspondentes à extração;

- 1<sup>a</sup> pó
- 2<sup>a</sup> borra resultante da 1<sup>a</sup> extração
- 3<sup>a</sup> borra resultante da 2<sup>a</sup> extração

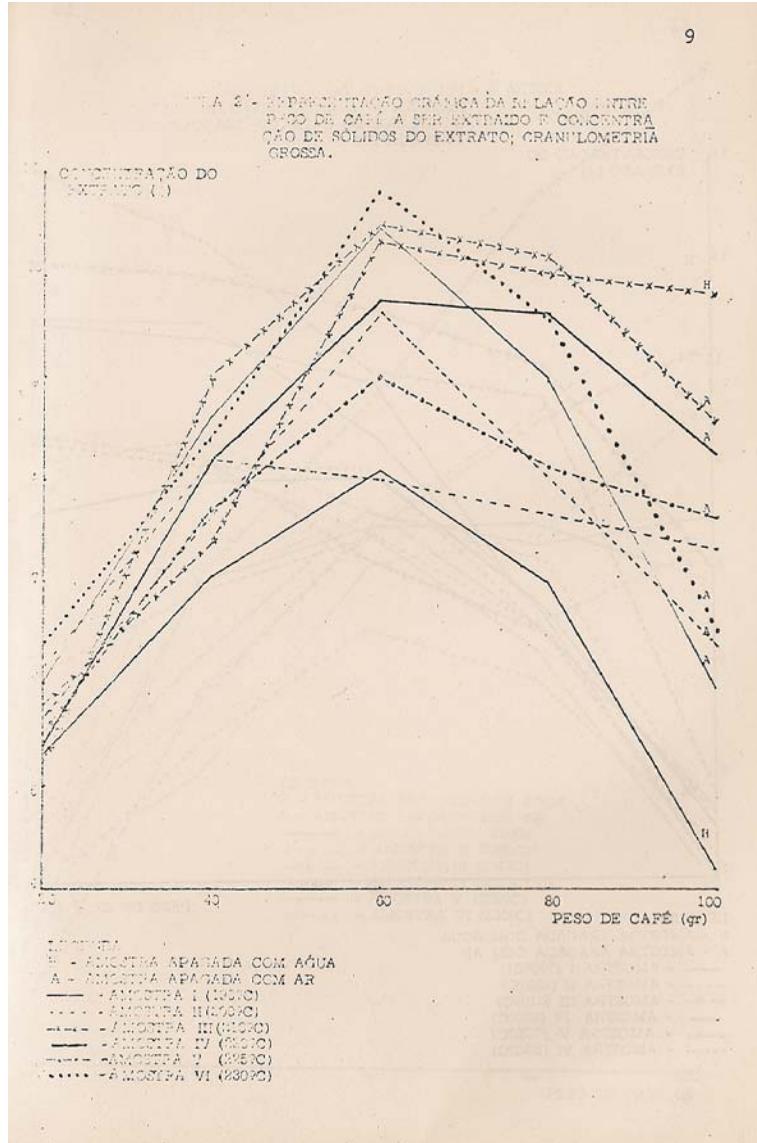
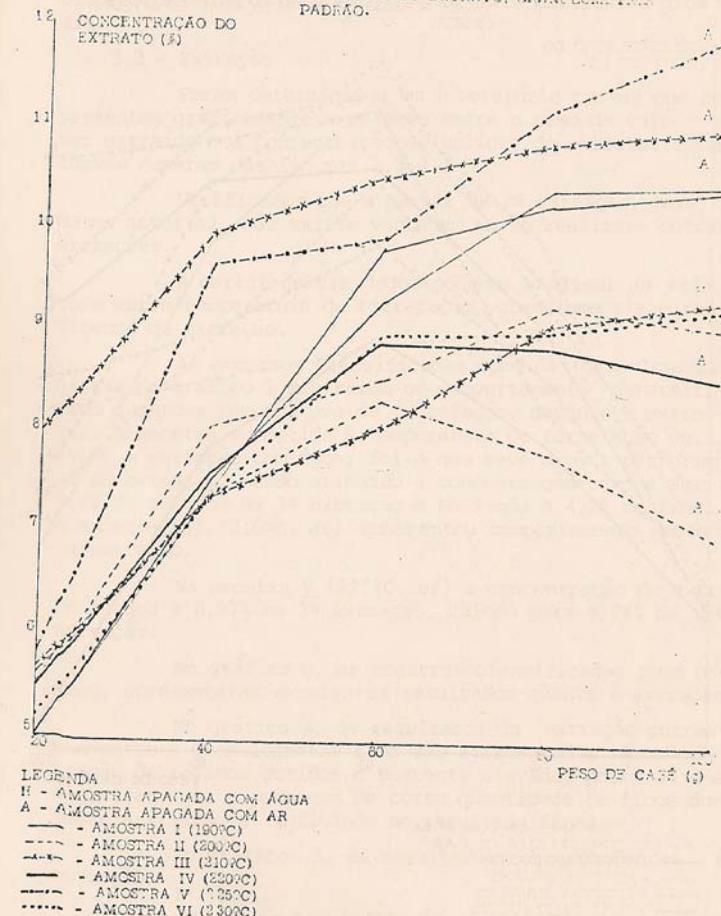


FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO (%) PESO DE CAFÉ A SEU EXTRATO E CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DO EXTRATO; GRANULOMETRIA PADRÃO.



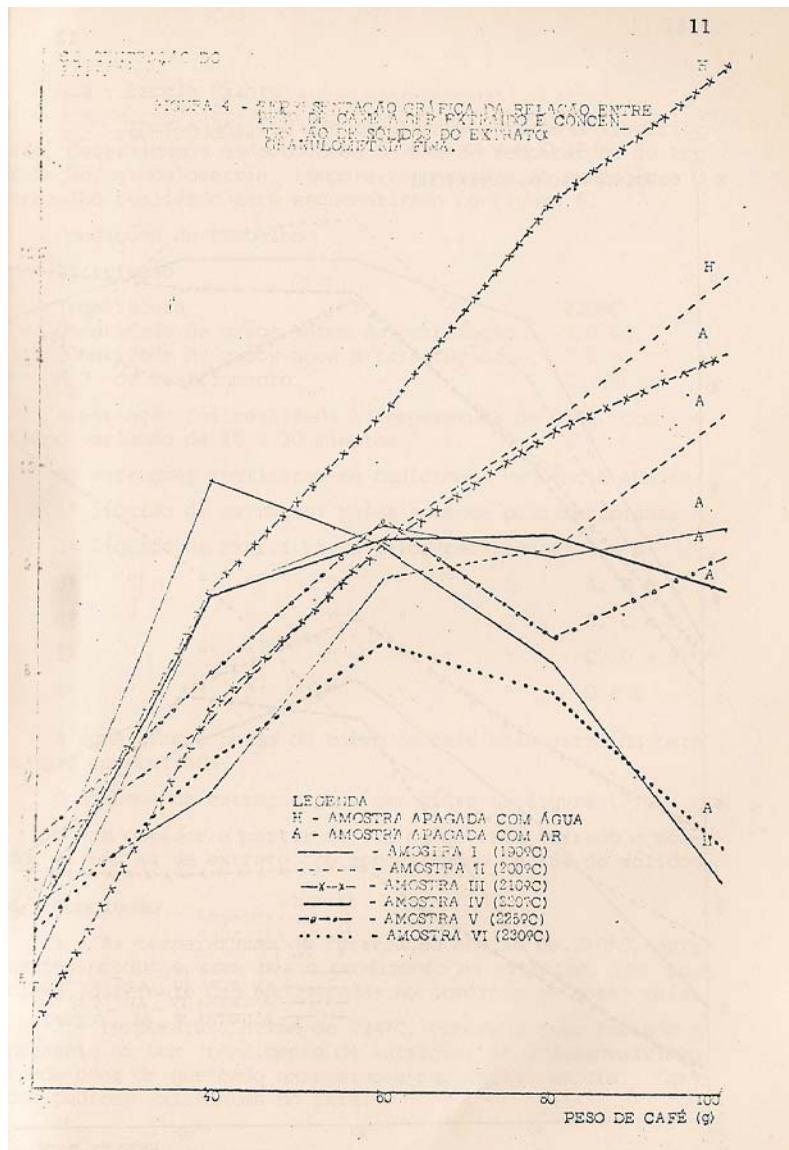
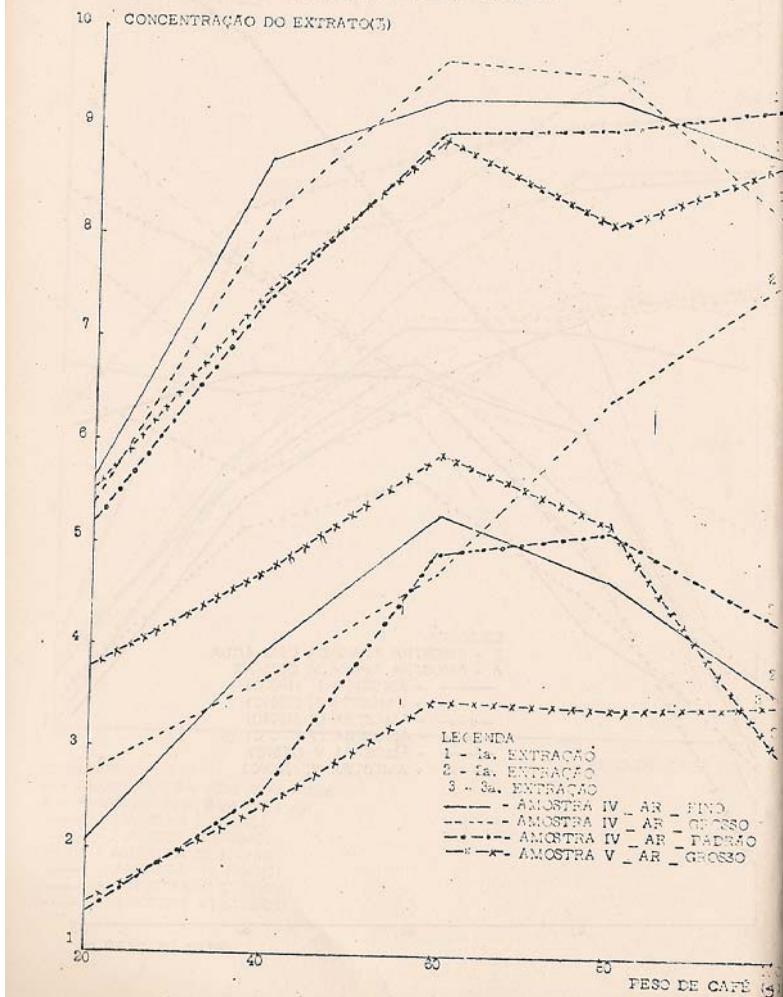


FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE O PESO DE CAFÉ A SER EXTRATO E A CONCENTRAÇÃO DO SÓLIDO DO EXTRATO; DIVERSAS EXTRACOES REALIZADAS COM O MÉTODO PÓ DE CAFÉ E DIVERSAS GRANULOMETRAS.



### 3.4 - Escala Piloto

Após a análise dos resultados obtidos em laboratório, determinamos as condições ótimas de temperatura de torrefação, granulometria, tempo e temperatura de extração. O trabalho realizado está esquematizado na Figura 6.

#### Condições de trabalho

##### Torrefação

Temperatura	220°C
Quantidade de grãos antes da torrefação	9,0 kg
Quantidade de grãos após a torrefação	7,5 kg
H <sub>2</sub> O de resfriamento	0,630 kg

A extração foi realizada à temperatura de 95°C, com o tempo variando de 10 a 30 minutos.

As extrações realizaram-se conforme a sequência abaixo:

1º líquido de extração: passe somente pelo recipiente A

2º líquido de extr.: passa pelos recipientes A e B

3º	"	"	"	"	"	"	A, B e C
----	---	---	---	---	---	---	----------

4º	"	"	"	"	"	"	B, C e D
----	---	---	---	---	---	---	----------

5º	"	"	"	"	"	"	C, D e E
----	---	---	---	---	---	---	----------

6º	"	"	"	"	"	"	D e E
----	---	---	---	---	---	---	-------

A água sempre passa de borra de café mais extraída para a mais concentrada.

O esquema da extração pode ser visto na figura (7)

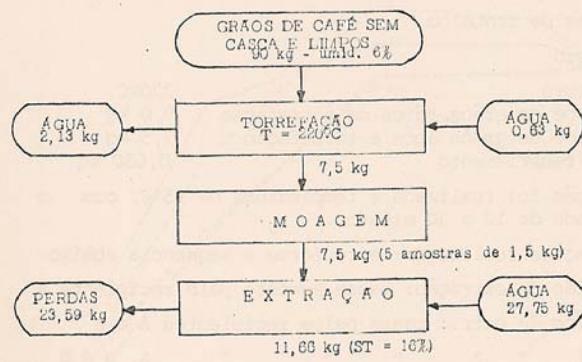
Foram obtidos a partir de 7,5 kg de café torrado e moído, 11,660 kg de extrato com concentração de 16% de sólidos.

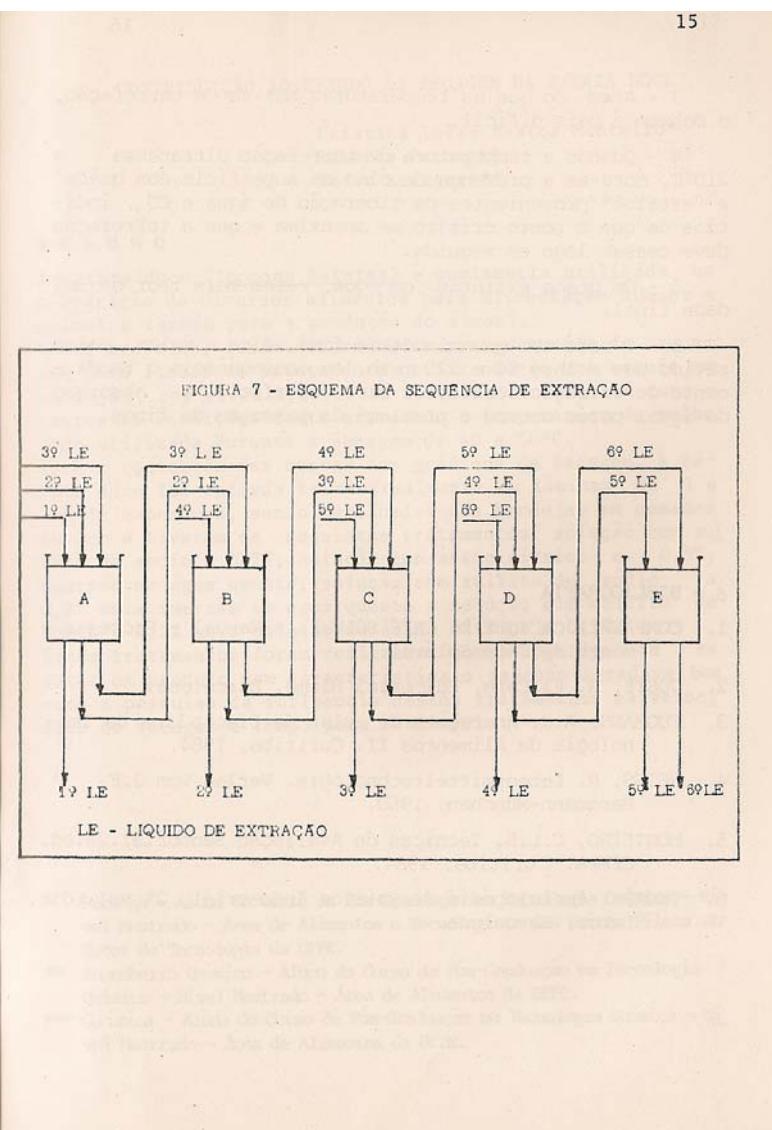
### 4 - Conclusão

1 - As temperaturas de torrefação abaixo de 210°C, apresentam produtos com baixo rendimento na extração, com cor clara, diferente das encontradas no comércio em nosso país.

2 - temperatura acima de 224°C, embora o grão torrado apresente um bom rendimento de extração, há o desenvolvimento de odor de queimado excessivo e cor muito escura, fora dos padrões existentes no país.

FIGURA 6 - PROCESSAMENTO DO CAFÉ EM ESCALA PILOTO





3 - Além do que as temperaturas baixas de torrefação, a moagem é mais difícil.

4 - Quando a temperatura de torrefação ultrapassa a 210°C, nota-se a presença de óleo na superfície dos grãos e "estalos" provenientes da liberação de água e CO<sub>2</sub>, indícios de que o ponto crítico se aproxima e que a torrefação deve cessar logo em seguida.

5 - Os grãos extintos com água, retém mais teor de umidade final.

6 - O café com granulometria fina, fica a maior parte retido nas malhas 80 e 120 mesh, em consequência o rendimento de extração será maior área superficial e absorção de água, porém ocorre o problema da passagem de finos.

#### 6 - BIBLIOGRAFIA

1. COMPANHIA CACIQUE DE CAFÉ SOLÚVEL - Manual - Processamento de Café Solúvel.
2. COSTE, R. El Cafe, Editorial Blume. Barcelona.
3. FUGMANN, A.J. Anotações de aulas da Disciplina de Tecnologia de Alimentos II. Curitiba, 1984.
4. HEISS, R. Lebensmitteltechnologie. Verlag Von J.F. Bergmann-München, 1950.
5. MONTEIRO, C.L.B. Técnicas de Avaliação Sensorial. 2a.ed. CEPPA. Curitiba, 1984.
6. THORPE. Encyclopédia de Química Industrial, 2<sup>a</sup> vol. Edit. Labor, Barcelona.