

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

2210

OBTENÇÃO DE ÓLEO DE ABACATE

Eng. Químico Oscar Bolívar Izurieta

T
36

Tese apresentada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia
de Alimentos.

ORIENTADOR : Prof. Dr. Ricardo Sadir

COMISSÃO EXAMINADORA : Prof. Dr. Ricardo Sadir

Prof. Dr. Paulo Bobbio

Prof. Dr. Leopold Hartman

Prof. Dr. Fumio Yokoya

Campinas, SP - Agosto de 1970

BIBLIOTECA CENTRAL
UNICAMP

AGRADECIMENTOS.

Um agradecimento muito especial para o Prof. Dr. Ricardo Sadir pela orientação do presente trabalho. Ao Prof. Dr. André Tosello, Coordenador Geral do Programa da O.E.A. e Diretor do Instituto de Tecnologia de Alimentos, nossos agradecimentos pelas facilidades prestadas para a realização deste trabalho.

Nossos agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

C O N T E Ú D O

I.	INTRODUÇÃO	1
II.	CONCEITOS GERAIS	2
	1.- Botânica	2
	2.- Produção	4
	3.- Colheita	7
	4.- Composição	9
	5.- A fruta e seu óleo	11
	6.- Extração de óleo	14
III.	TRABALHO EXPERIMENTAL	14
	1.- Materiais e métodos	14
	2.- Provas de conservação de fruta	15
	3.- Conteúdo de óleo com relação ao tempo de armazenamento	17
	4.- Provas de extração usando diferentes pré-tratamentos	18
	5.- Provas de extração da polpa com tratamento no moinho coloidal	20
IV.	RESULTADOS E CONCLUSÕES	24
V.	ALGUMAS SUGESTÕES PARA A INSTALAÇÃO DE UMA PLANTA INDUSTRIAL	26
VI.	BIBLIOGRAFIA	28

I. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de abacates destinados exclusivamente ao consumo "in natura". Devido a isto, explica-se a tendência dos agricultores a cultivarem variedades que dêem frutas preferidas pelo mercado consumidor, sendo geralmente de baixo teor de óleo; principalmente as chamadas "temporonas", cujas frutas são comercializadas nos seis primeiros meses do ano, tendo nesta época um máximo de produção e um mínimo em preços de venda.

Desde há uns anos existe a tendência de cultivar variedades chamadas "tardias", ou seja, que permitam comercializar a fruta nos seis últimos meses do ano e sendo essas variedades que em geral dão frutos com maior teor de óleo.

A diversidade de climas existentes no Brasil permite o cultivo das melhores variedades e de híbridos que dêem frutos com um alto teor de óleo permitindo manter uma sólida indústria extrativa.

Na atualidade é possível utilizar uma parte desta grande produção de abacates com fins industriais de extração de óleo; o qual pode ser utilizado como óleo comestível, na fabricação de sabões de qualidade especial e na indústria de cosméticos.

O objetivo deste trabalho tem sido o de obter bom rendimento

de extração de óleo, submetendo a pôlpa de abacates a tratamentos mecânicos com o fim de livrar o óleo, que posteriormente será extraído por solventes diretamente da pôlpa úmida, com as vantagens que isto traz com referência à economia e qualidade do óleo extraído.

ILCONCEITOS GERAIS

1. Botânica

Os abacateiros estão incluídos no gênero *Persea* da família das Lauraceas.

As espécies do gênero *Persea* e principalmente a *Persea Americana*, Miller e a *Persea Drymifolia*, Cham e Schlecht, englobam muitíssimas variedades que presentemente estão enquadradas em caráter hortícola pelos americanos do Norte, nas três raças seguintes : Antilhana, Guatemalteca e Mexicana.

É preciso que se considere que as variedades enquadradas nas duas primeiras raças, - Antilhana e Guatemalteca, - não passam de simples expressões ou modalidades mais ou menos definidas da mesma espécie *Persea Americana*, Miller, enquanto a raça Mexicana pode ser considerada como variedade da espécie *Persea Drymifolia* (6).

Ademais, deve-se considerar o grande número de culturas de variedades híbridas que são misturas das diferentes raças.

a) Raça Antilhana (ou Índias Ocidentais). É a raça que predomi-

na nas regiões baixas dos trópicos. Das três raças de abacates, ou Antilhanos são os mais susceptíveis ao frio. Os frutos produzem-se em pedúnculos curtos e alcançam pesos entre 130 e 1350 gramas; a superfície dos frutos é quase sempre lisa, verde amarelada ou castanha. A casca raramente tem a espessura maior de 1/16 de polegada; é flexível e coriacea ao tato. Variedades de importância comercial são : Trapp, Waldin, Pollock, Simmonds.

b) Raça Guatemalteca - É nativa das terras de altitudes elevadas da Guatemala e sul do México. É mais resistente ao frio que as Antilhanas. Os frutos se produzem por largos pedúnculos e alcançam pesos entre 112 e 1350 gramas, são de coloração verde-clara ou roxo-escura. Têm a superfície comumente áspera ou verrugosa especialmente na parte junto ao pedúnculo. As suas cascas são de espessura maior de 1/16 e às vezes 1/4 de polegada, em geral, a casca dos Guatemaltecas é mais dura e mais granulada que a dos Antilhanos. Variedades de importância comercial são: Wagner, Taylor, Eagle-Rock, Linda, Schmidt.

c) Raça Mexicana - É a raça mais resistente ao frio sendo os abacates da raça Mexicana, muito apropriados ao cultivo, nas regiões que seriam por demais frias para o cultivo dos abacateiros Antilhanos ou Guatemaltecas. São nativos dos terrenos elevados do centro e do norte do México. Os frutos são pequenos, pesando de 112 a 336 gramas, apresentando

somente raras vezes um peso maior; têm a casca fina, delicada e lustrosa à superfície e de cores que variam desde verdes a roxas.

d) Híbridos - Este grupo inclui variedades que se originaram por polinização cruzada entre variedades de raças diferentes. Híbridos de raças Guatemaltecas - Antilhanas de valor comercial são Collinson, Winslowson e de Guatemaltecas - Mexicanas, Lula e Fuerte (14).

As variedades Antilhanas foram as únicas originárias do Brasil e inicialmente se encontravam no norte, nos climas tropicais, os quais foram posteriormente introduzidos no Brasil Central.

Em 1925 foram importadas as primeiras plantas da raça Guatemalteca e plantadas em Viçosa; nestes mesmos anos chegaram também ao Brasil plantas de híbridos importantes como o Collinson, Winslowson, Fuerte e Lula (13).

Na atualidade os pomares comerciais de São Paulo são formados em sua maioria pelas seguintes variedades: Collinson, Wagner, Pollock - (chamado também Fuchs), Linda, Prince, Taylor, Princesa, Waldin, Barker, Simmonds (11). Se cultivam também variedades chamadas vulgarmente : Guatemala, Comm, Manteiga, Quintal, etc.

São variedades da raça Guatemalteca : Wagner, Linda, Taylor e possivelmente Princesa; são da raça Antilhana: Pollock (Fuchs), Waldin, Barker, Simmonds.

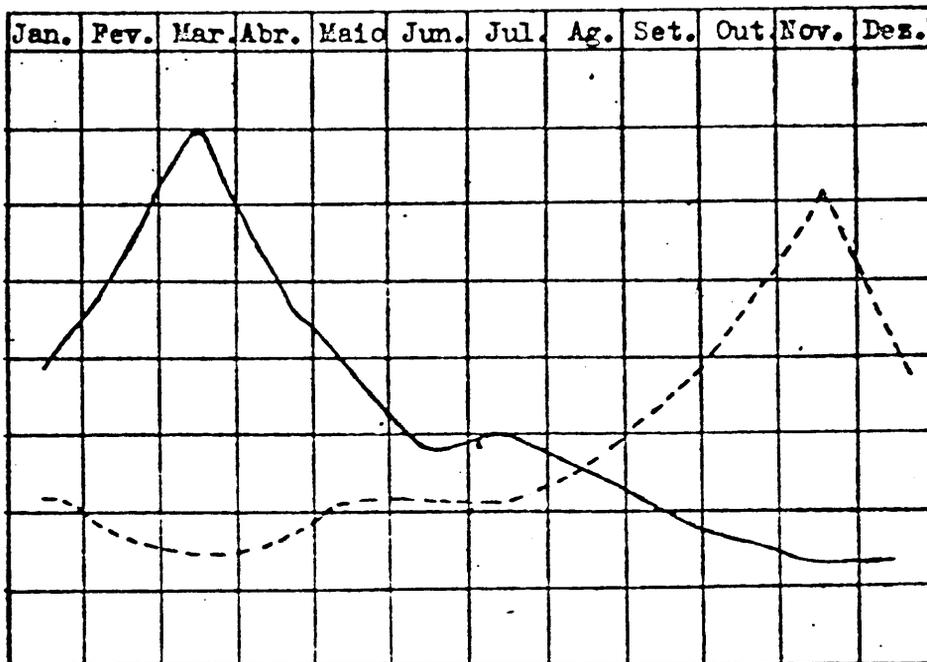
2. Produção -

Presentemente a produção se encontra somente encaminhada à ob-

tenção de frutas para serem consumidas como tais. O mercado consumidor indica a preferência por frutas de tamanho grande, forma oval, de casca verde e polpa de cor amarelo-clara (17). Sendo esta a razão pela qual se cultivam somente variedades Antilhanas, Guatemaltecas e Híbridos que dão frutos daquele tipo, sem ter interesses em variedades Mexicanas e Híbridos desta variedade cujos frutos são os mais ricos em teor de óleo, não obstante de menor tamanho.

A maior região produtora de abacates no Estado de São Paulo é aquela compreendida entre os Municípios de Limeira, Araras, Pirassumunga, São Carlos, Santa Cruz das Palmeiras, Campinas, Ribeirão Preto e Sorocaba (11). A época de produção varia no Estado de acordo com as diferentes zonas climáticas.

Continuando, apresenta-se um esquema da produção e preços de abacates no Estado de São Paulo, tirado do Quadro I, referência (11).



————— Produção (caixas)

- - - - - Preços

1953

Apesar dos resultados deste gráfico serem bastante antigos, podem nos dar uma idéia da produção e dos preços, pois, de acordo com pesquisas realizadas entre produtores e comerciantes, estas curvas, aproximadamente, se mantêm, não obstante os valores tenham mudado pelo aumento do cultivo de variedades Guatemaltecas e Híbridos (variedades tardias).

Em 1964 foram vendidas 75.000 mudas que correspondem às seguintes variedades: Simmonds 9%, Pollock 24%, Collinson 17%, Wagner 9%, Linda 15%, Prince 14% e outros 12%, aparte dos dois primeiros, os demais são variedades chamadas tardias que poderiam dar uma maior uniformidade às curvas anteriores (17).

A produção de abacates no Brasil nos últimos anos foi a seguinte : (3) (4) :

<u>Ano</u>	<u>Quantidade prod. expressa em 1000 frutos</u>	<u>Valor da pro- dução - NCr\$ -</u>
1966	469.836	10.413.522
1967	512.064	14.927.985
1968	560.996	20.117.969

A quantidade de frutas obtidas nos principais Estados produtores estão expressas na seguinte tabela : (3) (4)

<u>Estado</u>	<u>Ano</u>	<u>Quantidade produzida</u> <u>em 1000 frutas</u>	<u>Valor da pro-</u> <u>dução NCr\$ -</u>
Minas Gerais	1967	103.026	2.190.014
	1968	107.192	2.811.105
São Paulo	1967	95.047	1.653.719
	1968	121.588	2.690.996
Paraná	1967	66.628	958.199
	1968	72.559	1.402.659
Ceará	1967	30.565	1.738.114
	1968	33.141	2.209.303
Goiás	1967	30.632	827.444
	1968	30.574	1.144.092
Bahia	1967	22.422	665.120
	1968	30.977	1.313.070

Os demais estados produzem 20 milhões, ou menos, de frutas por ano. Os produtores vendem as frutas em caixas tipo querosene que contêm uma média de 72 frutos (11). O preço por caixa como se pode ver no gráfico, segue a conhecida lei da oferta e procura. Os preços mais altos são obtidos depois do mês de julho e o mais baixo entre fevereiro e abril.

3. Colheita- A colheita de abacates deverá efetuar-se em regra. Jamais deve-se colher abacates que não chegaram a um determinado grau de desenvolvimento, isto é, deverão ser colhidos aqueles que estiverem mais aproxima-

dos possíveis à maturidade, pois somente neste estado o conteúdo de óleo será o mais elevado.

Os frutos colhidos com cuidado são de maior conservação e conseqüentemente de mais alto valor. Deve-se fazer cortes razos nos pedúnculos em vez de arrancá-los, tendo por base três motivos importantes:

a) Evita-se uma porta aberta no ápice do fruto ao ataque de fungos e bactérias que podem causar sérios prejuízos.

b) Evita-se que o fruto totalmente sem pedúnculo amadureça mais rápido.

c) Evita-se os arranhões nos outros frutos, causados pelos pedúnculos compridos, que podem ser também fontes de contaminação.

Não é coisa fácil acertar o momento em que se pode ou se deve colher os abacates. Quando estão destinados ao processamento rápido, o melhor momento para efetuar a colheita é quando os frutos começam a amolecer ou, mais exatamente, quando a polpa cede um pouco sob a leve pressão dos dedos. Quanto aos abacates destinados à utilização tardia, a melhor época é quando os frutos tem alcançado seu pleno desenvolvimento, sem que, porém a polpa tenha perdido algo da sua firmeza.

Para as variedades Guatemaltecas a época oportuna é quando o colorido pardacento do pedúnculo empalidece, tomando um colorido mais claro e um tanto amarelado no ponto de sua inserção no fruto. O fruto colhido terá alcançado sua plena maturidade quando a fração do pedicelo conservada se desprende a ser tocada e quando a casca, mais ou menos brilhante, tornar-se sem brilho (2).

Com referência à conservação, os abacates da raça Antilhana são muito menos resistentes que os Californianos (Guatemaltecas e Híbridos). (2).

Muitos abacates que amadurecem em temperaturas tropicais, deterioram-se em consequência da atividade de certos fungos. Os frutos que são transportados em câmaras refrigeradas sofrem também, a ação de outros fungos, e muitas outras formas de podridão que devem ser atribuídas à *Botryodiplodia Theobromae* (Pat.). As partes lesadas são frequentemente infeccionadas pelos *Penicillium Expansum* (Linck), (2).

4. COMPOSIÇÃO -

A composição da polpa para seis variedades : Trapp, Guatemala, Pollock, Brackman, Fuerte e Lula dá-se nas seguintes tabelas : (1) *

<u>Variedade</u>	<u>Umidade</u>	<u>Cinzas</u>	<u>Gordura</u>	<u>Proteína</u>	<u>Açúcares</u>	<u>Celulosa</u>
Trapp	73,93	1,77	12,17	2,78	6,60	2,75
Guatemala	75,43	0,94	14,42	1,99	4,62	2,60
Pollock	75,15	1,24	18,22	1,35	2,16	1,88
Brackman	76,51	1,39	12,75	1,41	4,72	3,22
Fuerte	71,18	1,97	21,65	1,71	1,01	2,52
Lula	71,82	1,50	17,27	1,56	4,23	3,62

* Quantidades expressas em porcentagem de polpa úmida .

Dados sôbre 100 partes de pôlpa sêca -

<u>Variedade</u>	<u>Cinzas</u>	<u>Gordura</u>	<u>Proteina</u>	<u>Açúcares</u>	<u>Celulosa</u>
Trapp	6,80	46,69	10,66	25,30	10,55
Guatemala	3,83	58,70	8,10	18,78	10,59
Pollock	4,98	73,33	5,43	8,69	7,58
Brackman	5,92	54,31	6,00	20,07	13,70
Fuerte	6,83	74,98	5,93	3,50	8,74
Lula	5,33	61,29	5,53	15,02	12,83

Além do alto teor de gordura pode-se observar que o conteúdo de proteínas em abacates é alto, enquanto o conteúdo de açúcares é baixo em relação a outros frutos. A quantidade de cinzas contidas nas distintas variedades, nos indica a boa constituição mineral da pôlpa.

A seguir, sa dão outros dados da composição média da pôlpa de abacates de variedades de Califórnia em relação à composição de outros frutos : (7).

<u>Fruta</u>	<u>Umidade</u>	<u>Proteina</u>	<u>Óleo</u>	<u>Açúcares</u>	<u>Cinzas</u>	<u>Valor calorífico por 100 g.</u>
<u>Abacate</u>						
Promedio	70,56	2,10	20,60	5,95	1,32	207
Mínimo	58,71	1,14	9,78	2,59	0,54	
Máximo	82,31	4,39	31,60	10,00	1,94	

<u>Fruta</u>	<u>Umidade</u>	<u>Proteína</u>	<u>Óleo</u>	<u>Açúcares</u>	<u>Cinzas</u>	<u>Valor calorífico por 100 g.</u>
<u>Oliva</u>	75,00	0,70	15 a 25	8,9	0,4	200
<u>Banana</u>	72,46	1,16	0,3 a 0,8	20,2	0,86	90

5. A fruta e seu óleo - O óleo contido em frutas não maduras é baixo, porém aumenta conforme a fruta progride em maturidade, sendo assim, é muito importante conhecer para efetuar a colheita no tempo adequado para obter maior rendimento em óleo. Tem-se notado a esse respeito que o teor de óleo nos frutos é governado pela composição genética da árvore, seu modo de cultivo e meio ambiente (12). Em Califórnia, onde os frutos têm um prolongado período de maturação, os abacates rendem uma maior porcentagem de óleo que abacates cultivados na Flórida.

O teor de óleo varia segundo as diferentes raças a que pertence a fruta. Em geral pode-se dizer, que as frutas da raça Mexicana possuem os teores mais elevados, podendo chegar até 26% (Puebla), seguem os frutos da raça Guatemalteca que possuem um teor de 10 a 20% e finalmente os frutos da raça Antilhana ou Índias Ocidentais com um teor mais baixo, que varia entre 4-14% (5).

Os Híbridos cultivados para a indústria extrativa apresentam um alto teor em óleo, como demonstram os cultivados na Califórnia, que podem conter até 30% (Fuerte).

A fruta contém uma elevada porcentagem de vitaminas A e B, possui uma porcentagem moderada de vitaminas D e E, e um baixo conteúdo de

vitamina C, que como são vitaminas liposolúveis, poderão ser obtidas no óleo.

A seguir, dão-se composições de óleo de abacate como também os valores das constantes físicas, para abacates de Pôrto Rico e Califórnia (12), assim como também do óleo tirado neste trabalho e analisado pelo Departamento de Óleos do Instituto de Tecnologia de Alimentos.

	<u>São Paulo</u> (obtido neste trabalho)	<u>Pôrto Rico</u>	<u>Califórnia</u>
Ácido linolênico _____	0,91	Traços	-
" linoleico _____	13,73	6,0	10,8
" oleico _____	59,65	62,6	77,3
" mirístico _____	0,02	2,1	Traços
" palmítico _____	19,11	25,3	6,9
" esteárico _____	0,46	0,6	0,6
Insaponificáveis _____	1,8	1,1	1,6
Ácido araquítico _____	-	1,0	Traços

CONSTANTES -

Óleo originário de :

	<u>Pôrto Rico</u>	<u>Califórnia</u>
Gravidade específica 25°/25°C	0,9159	0,9132
Índice de refração 20°C	1,4692	1,4700
Índice de iodo (Hanus)	70,9	94,4

	<u>Pôrto Rico</u>	<u>Califórnia</u>
Índice de saponificação	197,4	192,6
" de acidez	7,4	2,8
" de acetila	7,7	9,2
" de Reichert-Messl	3,0	1,7
" de Polenske	0,3	0,2
Insaponificáveis (%)	1,1	1,6
Ácidos graxos solúveis (%)	3,4	-
" " insolúveis (%)	87,7	-
" " saturados (corr. %)	28,7	7,2
" " insaturados (corr. %)	65,6	84,3
Índice de iôdo de ácidos graxos insat.	97,9	101,2
Índice de saponificação de ácidos graxos insaturados	201,3	-

As constantes físicas para o óleo tirado neste trabalho e determinadas pela Seção de Óleos do Instituto de Tecnologia de Alimentos são :

Índice de iôdo	76,93
Índice de saponificação	170,77
Índice de acidez	0,245
Índice de peróxido	2,4
Insaponificáveis	1,88

6. EXTRAÇÃO DE ÓLEO

Pelo alto conteúdo de água na pólpa da fruta dificulta-se a extração do óleo, seja por métodos de pressão, ou métodos de extração por solventes. O óleo se encontra na fruta emulsionado com o suco celular no interior das células. O êxito na recuperação do óleo por qualquer método consiste em romper as células e a emulsão, para deixar o óleo no ponto de ser extraído.

Tem-se empregado vários métodos para a extração do óleo, a maioria dos quais utilizam calor para desidratação total ou parcial da pólpa e logo, efetuar a extração do óleo.

O fato de se esquentar a pólpa na presença de ar para desidratá-lo, implica uma deterioração do óleo por oxidação, assim como a destruição das vitaminas que contém.

III - TRABALHO EXPERIMENTAL

1. MATERIAIS E MÉTODOS

Abacates - Neste trabalho utilizaram-se lotes de frutas das variedades Collinson, Guatemala, Commu ou de "Pesçoço", procedentes do Estado de São Paulo. Foram classificados como "maduros" e "verdes" quando a pólpa cedesse ou não à leve pressão dos dedos. Tentou-se utilizar um medidor de maturação por pressão, mas não se conseguiu bons resultados com o aparelho disponível.

Extração do óleo - De cada lote do trabalho tomava-se uma amostra representativa da pólpa, a qual se homogenizava com um agitador elétrico, e se dessecava numa estufa a 70°C. A pólpa desidratada se desintegra em al₂O₃, sendo submetida a extração em soxlet por três horas empregando hexana como solvente, o óleo obtido dêste modo chamaremos óleo total, contra o qual serão valorizadas as extrações realizadas da pólpa úmida. Para as provas de extração do óleo da pólpa úmida com tratamentos prévios, utilizou-se um conjunto de quatro balões de três bôcas, tendo cada um seu respectivo agitador elétrico, termômetro e refrigerador para refluxo caso haja necessidade. Para cada extração empregava-se 50 g. de amostra da pólpa com o tratamento prévio adequado, à qual se agregava o solvente, permanecendo com agitação por tempo e temperatura determinadas nas respectivas provas de extração.

2. Provas de conservação da fruta

Tomam-se amostras da variedade Collinson e armazenam-se à temperatura de 16°C (+1°C). Com o decorrer do tempo observou-se que a casca ia adquirindo uma coloração escura, sendo que a pólpa se conservou em bom estado; depois de 15 dias de armazenagem nesta temperatura, quando a maioria das frutas já estão com a casca totalmente escurecida, notou-se que a pólpa também começou a apresentar o início de uma coloração parda e alguns frutos sem pedúnculo apresentaram o ataque de fungos, que indicou que o armazenamento não poderia ser mais longo. Portanto, há a possibilidade de armazenagem nesta temperatura no máximo por 15 dias. A pólpa

se apresenta macia como a fruta que alcançou a sua maturidade. As frutas foram armazenadas quatro dias depois de colhidas.

Outra amostra da variedade Collinson é armazenada a temperatura de 6°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$); observando-se que com o transcurso do tempo, conservou sua dureza ao tato, mas a casca adquiriu rugas depois de 15 dias de armazenamento; aos 19 dias a cor da casca permaneceu verde, mas posteriormente apresentou manchas escuras que se iam estendendo pela casca da fruta. Aos 30 dias de armazenamento nota-se que grande parte da casca tem a coloração escura, enquanto que a polpa se apresenta em bom estado; mas a polpa de alguns frutos já se apresenta com o início da coloração parda junto à semente. A consistência da polpa é dura, própria da fruta que não chegou à sua plena maturidade. Aos 39 dias observou-se que a casca adquiriu tonalidade completamente cinzenta; apresentando um aspecto lenhoso e quebradiço. Aproximadamente 50% da polpa se apresentou com bom aspecto e com a consistência própria da fruta não madura.

Pelas observações anteriores pode-se dizer que esta variedade armazenada a 6°C ($\pm 1^{\circ}$) pode ser mantida ao máximo pelo período de um mês para fins industriais.

Amostras de fruta da variedade Guatemala são armazenadas à temperatura de 6°C (± 1). Nota-se que com o transcurso do tempo a fruta se enrruga como no caso anterior e a coloração da casca se torna escura. Aos 44 dias de armazenamento a fruta se apresenta um tanto enrrugada e perde peso; parte da casca escurece. A polpa apresenta-se em perfeito es

tado e mantém a consistência da fruta não madura; a semente separa-se mas a película que a recobre, permanece junto à polpa (característica também da fruta não madura); a casca tem consistência lenhosa.

Aos 48 dias nota-se que a casca continua escurecendo, a polpa se apresenta em excelente estado; a fruta perde mais peso. Aos 57 dias de armazenamento se observa que a polpa tem já uma tonalidade parda junto à semente e se apresenta com consistência macia como fruta madura, mas em bom estado. A casca tem consistência lenhosa e coloração cinzenta. A perda total de peso neste tempo de armazenamento é de 22,2% dos quais a polpa perde aproximadamente 8%.

Pelo visto anteriormente, pode-se afirmar, que para fins industriais, deve-se armazenar ao máximo por 57 dias à temperatura de 6°C (± 1) os abacates da variedade Guatemala.

3. Conteúdo de óleo com relação ao tempo de armazenamento -

A fim de determinar variações no conteúdo de óleo conforme avança o estado de maturidade no armazenamento, amostras de abacates da variedade Collinson, foram armazenadas à temperatura ambiente (aproximadamente 27°C).

Em tempos diferentes, amostras representativas de polpa foram tomadas, das quais extraíram-se o óleo total (extração de polpa seca).

Os resultados obtidos se encontram na tabela 1.

TABELA I

Variação do teor de óleo com respeito ao tempo de armazenamento -

<u>Dias de armazenamento desde a</u> <u>colheita</u>	<u>Porcentagem de óleo em relação à</u> <u>pôlpa seca</u>
8	44,60
9	46,35
11	48,00
15	49,60

4. Provas de extração usando diferentes pré-tratamentos -

De um lote de abacates maduros de variedade Collinson, foram determinadas porcentagens de pôlpa, semente e casca obtendo-se os seguintes resultados para uma média de 20 frutas:

Pôlpa	-	71,6%
Semente	-	17,9%
Casca	-	10,5%

Determinou-se a umidade e óleo total obtendo-se em relação à pôlpa úmida : 82,7% de umidade e 9% de óleo.

A fim de livrar o óleo das cavidades celulares e facilitar a extração, experimentou-se neste trabalho, um "moinho coloidal" (MV-6-3 Micro Mill) que permite um ajuste do espaço de moagem até 0,001 de polegada. Utilizando-se este aparelho consegue-se romper as moléculas que contém o óleo em seu interior e desta forma se obtém um bom rendimento

de extração com solventes.

A porcentagem de extração após o tratamento mecânico da pólpa foi comparado com as porcentagens de extração de tratamentos prévios da pólpa com cal e com congelação.

Uma amostra de pólpa homogenizada por agitação permaneceu em congelação por 15 horas; depois deste tratamento amostras de pólpa descongeladas foram submetidas à extração em refluxo com hexana por 3 horas.

Amostras de pólpa homogenizadas por agitação são tratadas com cal virgem em quantidade de 2% e são mantidas em repouso por 30 minutos, sendo depois realizada a extração como no caso anterior.

Amostras de pólpa são passadas pelo moinho coloidal com abertura 10 (cada divisão na abertura equivale a 0,001 de polegada), e em seguida se efetua a extração com hexana como no primeiro caso.

Os resultados obtidos se encontram na Tabela 2.

TABELA 2

<u>Tratamento prévio</u>	<u>Porcentagem de extração em relação ao óleo total</u>
Congelação	65,0%
Cal virgem	72,50%
Moinho coloidal	91,25%

Como se pode observar o melhor rendimento se obtém tratando a pólpa no moinho coloidal.

5. Provas de extração da pólpa com tratamento no moinho coloidal

Amostras de pólpa de abacates da variedade Guatemala com umidade de 80,1% e conteúdo de óleo total de 13,67 % são passadas pelo moinho coloidal, utilizando diferentes aberturas de moagem, e em seguida se efetua a extração do óleo com hexana durante duas horas à temperatura de 40°C.

Pode-se ver os resultados na Tabela 3.

TABELA 3.

Influência da abertura de moagem na extração -

Abertura de moagem polg./1000	10	20	30	40	60
Porcentagem de óleo extraído	11,5	11,4	11,3	11,05	10,9
Porcentagem de extração	84,3	83,5	83,0	81,0	79,6

Para testar a influência do tempo na extração, amostras de pólpa da variedade Guatemala com umidade de 76,9% e conteúdo de óleo total de 13,35% são moídas à abertura de 10 do moinho coloidal e posteriormente são submetidas à extração a diferentes tempos mantendo a temperatura de 40°C.

Os resultados obtidos estão na tabela 4.

TABELA 4

TABELA 4

Influência do tempo na extração -

Tempo de extração - horas -	1	2	3
Porcentagem de óleo extraído	11,80	11,93	11,82
Porcentagem de extração	88,50	89,30	88,90

Amostras de pólpa de abacates do mesmo lote anterior, moídas à abertura 10 do moinho coloidal e submetidas à extração utilizando diferentes relações solvente:pólpa (volume de solvente/pêso de pólpa) para determinar a influência dessa relação sobre a extração que se realiza a 40°C pelo tempo de duas horas, apresenta os seguintes resultados que se podem observar na Tabela 5.

TABELA 5

Influência da relação solvente/pólpa na extração -

Relação solvente/pólpa	2 : 1	3 : 1	5 : 1
Porcentagem de óleo extraído	12,30	12,40	12,30
Porcentagem de extração	92,50	93,00	92,40

Para testar a influência da temperatura na extração, amostras de pólpa de abacates do mesmo lote anterior, depois de serem moídas à abertura 10 do moinho coloidal, são submetidas à extração a diferentes temperaturas por duas horas utilizando hexana como solvente.

Os resultados estão expressos na tabela 6.

TABELA 6

Influência da temperatura na extração -

Temperatura de extração - °C -	25-26°C	30	40	50
Porcentagem de óleo extraído	12,20	12,16	12,22	12,35
Porcentagem de extração	91,40	91,00	91,80	92,50

Amostras de pólpa de abacates da variedade Collinson com umidade de 85,20% e conteúdo de óleo total de 7,45% são passados por moinho coloidal com abertura 10, e em seguida se efetua a extração usando diferentes solventes para determinar a eficiência de extração dos mesmos. A extração se realiza a 40°C por duas horas. Os resultados estão expressos na Tabela 7.

TABELA 7

Influência dos vários solventes na extração -

Solvente	Hexana	Tolueno	Éter Etilico
Porcentagem de óleo extraído	5,05	5,70	7,10
Porcentagem de extração	70,50	74,50	92,00

Com a pólpa deste lote sem nenhum tratamento prévio demonstrou

-se que a porcentagem de extração com hexana é de apenas 48,7%.

Estudou-se a influência da umidade da pólpa com relação à porcentagem de extração. Os resultados estão na tabela 8.

TABELA 8

Influência da umidade na extração -

Porcentagem de umidade	87,0	85,2	80,1	76,9
Porcentagem de extração	63,0	70,5	84,2	90,9

IV - RESULTADOS E CONCLUSÕES

Com relação ao armazenamento podemos concluir, após as provas realizadas, que manter a fruta a 16°C não traz maiores vantagens de conservação, pois prolonga apenas por poucos dias o tempo de vida útil da fruta, quando comparada a frutos armazenados à temperatura ambiente, que podem durar de 10 a 12 dias.

A utilização de temperatura de armazenamento de 6°C para abacates permite prolongar a vida útil da fruta a um tempo que já pode ser de interesse industrial; tendo-se comprovado que frutas de variedade Guatemalteca são conservadas por maior tempo que híbridos de variedades Guatemaltecas-Antilhanas como é o Collinson, tendo isto maior significado industrial, já que as variedades Guatemaltecas e Híbridos destas com variedades mexicanas, são as que têm mais alto teor de óleo e que se podem conservar por mais tempo.

Em relação às provas de conteúdo de óleo, referindo-se ao tempo de armazenamento, pode-se notar no gráfico I, que existe uma tendência ao aumento do conteúdo de óleo conforme a fruta atinge um maior grau de maturidade, isto nos permite afirmar que para obter melhores rendimentos na extração do óleo devemos processar somente frutos que tenham chegado à sua perfeita maturidade.

Pôde-se provar neste trabalho que o método mecânico para romper as células e libertar o óleo é o mais efetivo tratamento prévio, por que dá um maior rendimento na extração. Este procedimento traz uma gran-

de vantagem de permitir uma fácil industrialização da pólpa pois sendo um processo mecânico é rápido e fácil de ser executado, influenciando na economia do processo.

Se observarmos o gráfico 2, podemos verificar que existe uma diminuição na porcentagem de extração quando aumenta a abertura do moinho, o qual nos sugere uma diminuição do óleo liberado. Por outro lado, deve-se observar que havendo menor abertura, diminui a velocidade do fluxo da pólpa através do moinho coloidal.

Considerando-se os diferentes fatores que podem influir na extração do óleo da pólpa úmida que sofreu o tratamento mecânico prévio, podemos afirmar:

Pelo gráfico 3, que relaciona a extração de óleo com a variação de tempo, encontramos que a porcentagem de extração aumenta muito pouco com o aumento de tempo, e isto nos indicaria que para fins industriais seria melhor a utilização de um tempo menor de extração.

Pelo gráfico 4, vemos que o aumento de temperatura não influencia decisivamente na porcentagem de extração, isto quer dizer, que para fins industriais, a extração à temperatura ambiente seria a mais adequada.

A relação solvente:pólpa não tem praticamente influência na extração, conforme podemos apreciar observando o gráfico 5, e industrialmente seria melhor utilizar uma relação baixa de solvente:pólpa.

Podemos observar no gráfico 6, que a porcentagem de umidade na pólpa é decisiva na porcentagem de extração, de modo que se deverá preferir para a industrialização, variedades de baixo teor de água que

são as que geralmente apresentam maior teor de óleo.

O melhor rendimento de extração se obtém utilizando éter etílico, mas este solvente não pode ser utilizado industrialmente por possuir um ponto de ebulição muito baixo (34,6°C) e por seu elevado custo. Com tolueno se obtém uma porcentagem de extração satisfatória, mas o ponto de ebulição elevado (110,6°C) dificulta a recuperação, sendo portanto inadequado para usos industriais. O solvente mais adequado para utilização industrial é a hexana que dá um bom rendimento de extração, é facilmente recuperável, sendo um hidrocarboneto, é de baixo custo e de fácil obtenção em quantidades industriais.

V - ALGUMAS SUGESTÕES PARA A INSTALAÇÃO DE UMA PLANTA INDUSTRIAL

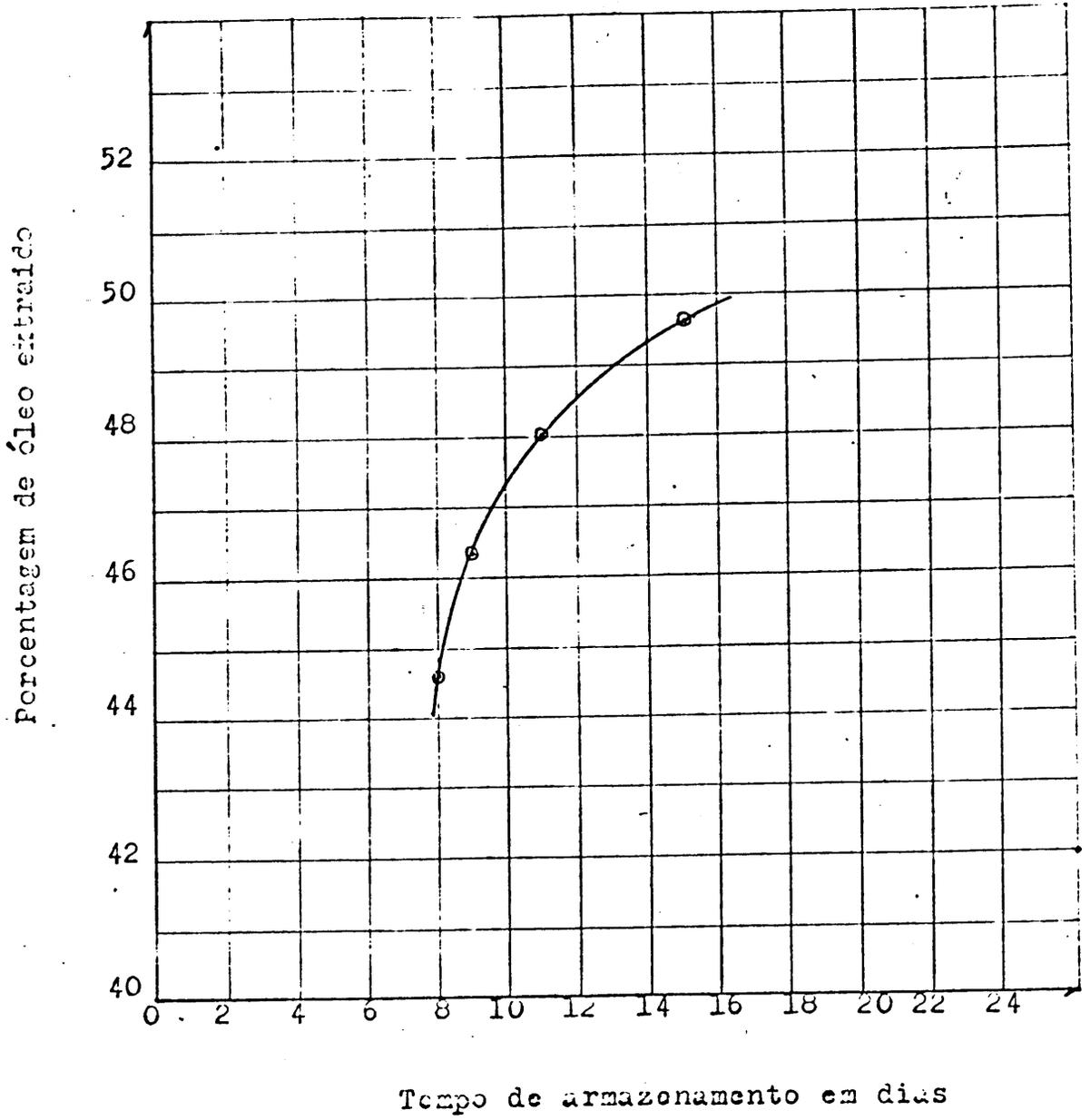
A localização da planta deveria ser no Estado de Minas Gerais ou no de São Paulo que são os maiores produtores de abacates no Brasil. Especialmente no Estado de São Paulo onde se tem facilidades de serviços (energia, transportes, etc.) e o maior mercado consumidor para o produto.

Pelas características da pólpa úmida de abacates, deve-se empregar para a extração, uma planta semi-contínua em contra corrente, que utilize extratores com agitação.

A recuperação do solvente da micela deverá ser feita ao vácuo, para evitar o tratamento do óleo a altas temperaturas, que pode prejudicar a qualidade, e ao mesmo tempo para conseguir um produto sem resíduos de solvente.

GRAFICO I

Porcentagem de óleo extraído em relação ao
tempo de armazenamento



A pólpa depois da extração fica com resíduos de micela, por - tanto deve-se recuperar também o solvente. Esta recuperação far-se-á nos mesmos extratores que terão aquecimento interno e se há vantagem na utilização do sub-produto, se deverá recuperar ao vácuo para preservar a proteína contida na pólpa.

Obter-se-á como sub-produto a pólpa úmida, livre de óleo e solvente, e esta, sêca, pode ser vendida como ração animal por seu alto conteúdo de açúcares e proteínas.

Utilizando-se a hexana como solvente, por ser inflamável, deve rão ser adquiridos os equipamentos, que possam produzir faíscas, com as respectivas blindagens, que eliminam todo o perigo; a planta tóda deverá ser aberta lateralmente para facilitar as correntes de ar que evitarão concentrações perigosas de vapores de solventes.

No gráfico 7 pode-se ver o fluxograma de uma planta industrial.

GRAFICO 2

Influência da abertura de moagem na porcentagem de extração

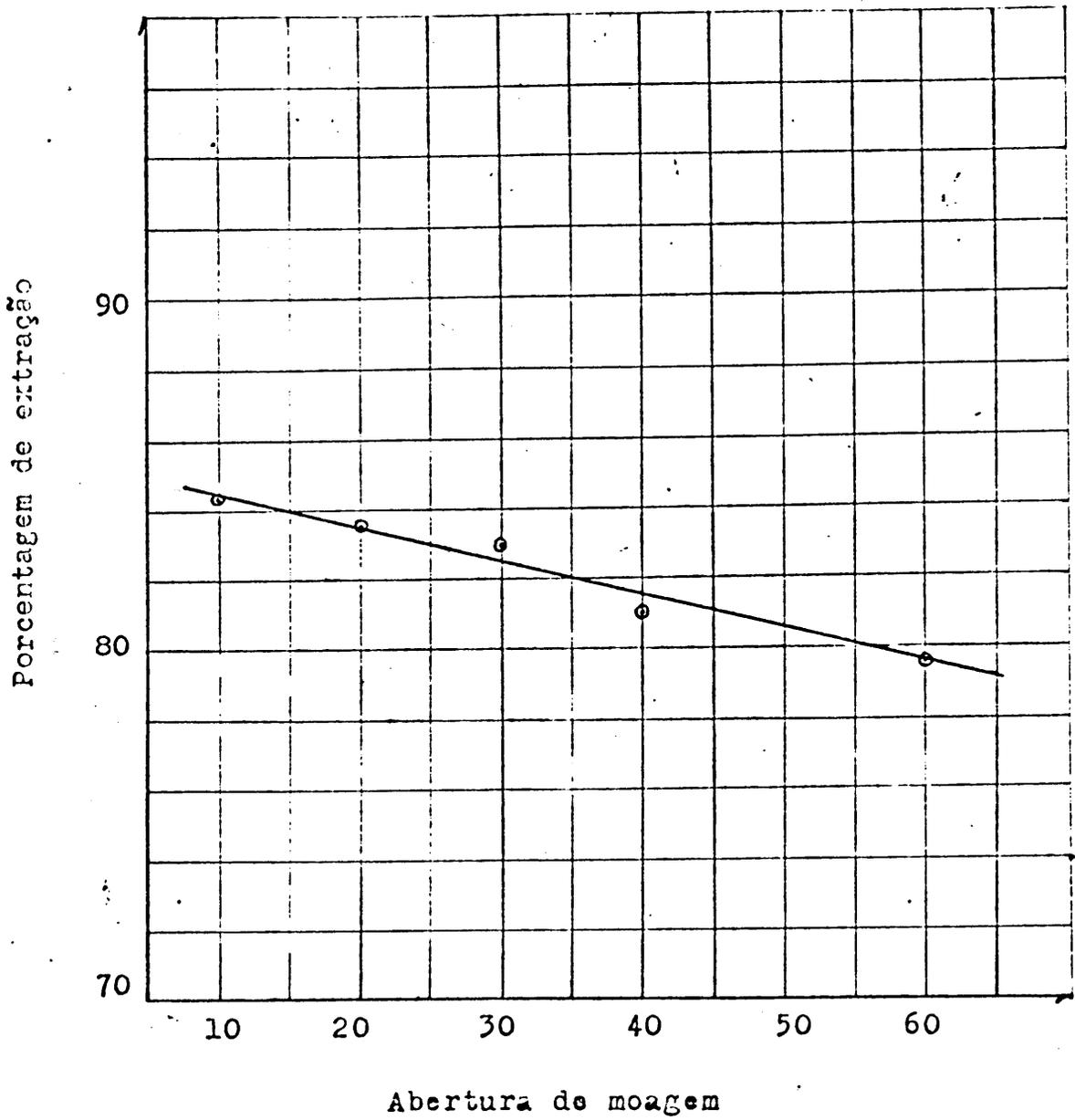


GRAFICO 3

Influência do tempo na extração

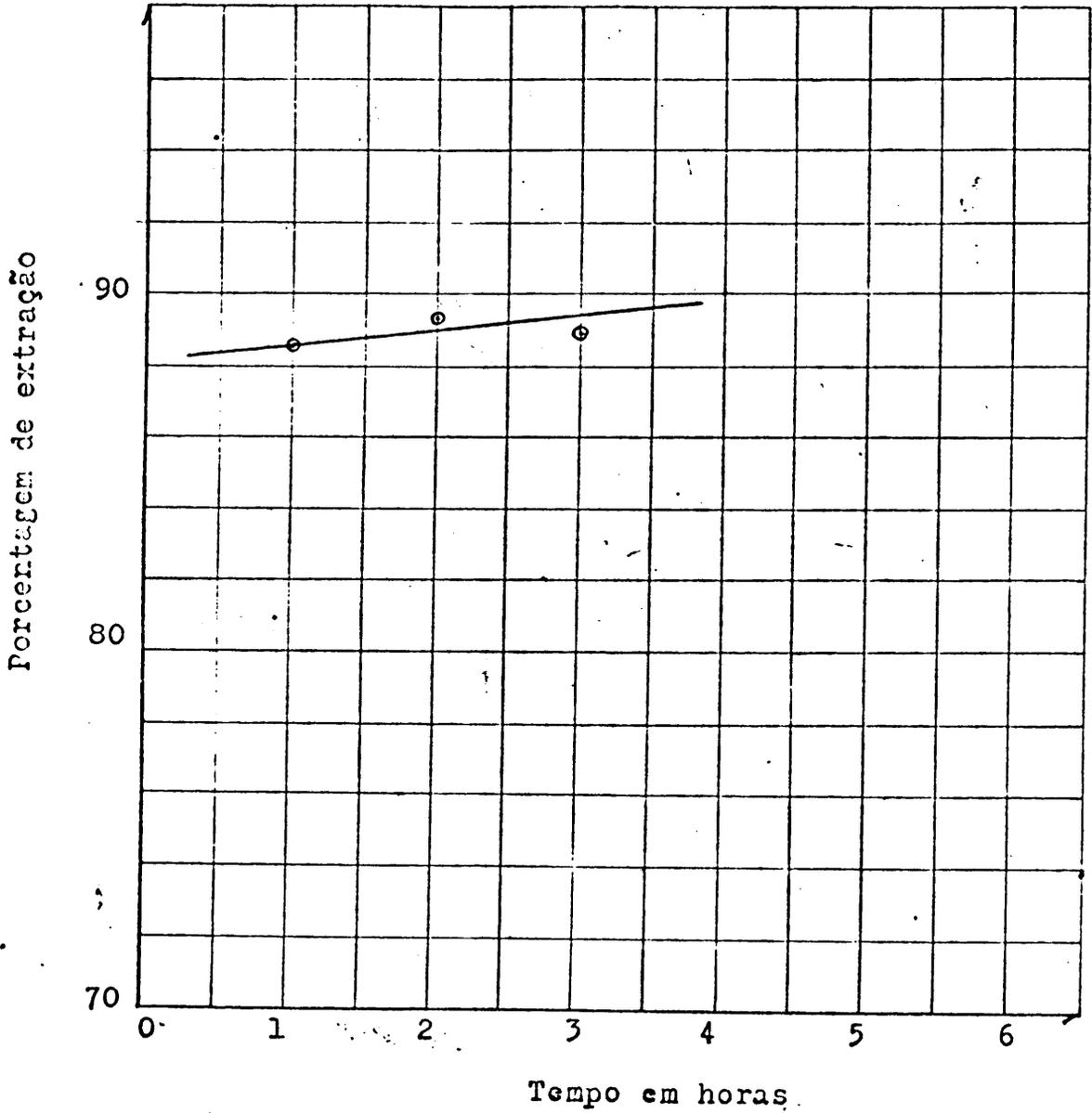


GRAFICO 4

Influência da temperatura na extração

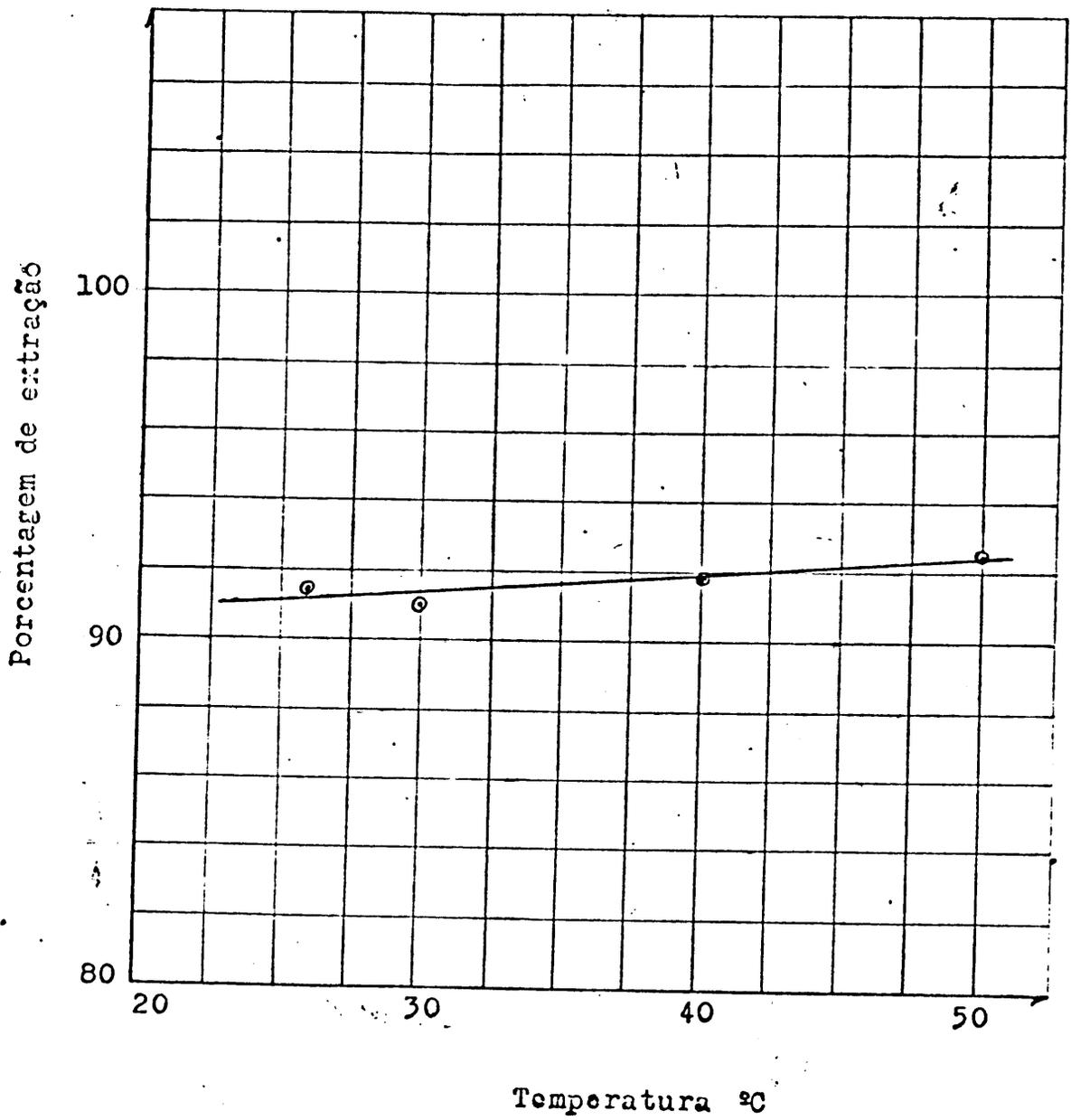


GRAFICO 5

Influência da relação solvente:pólpa na extração

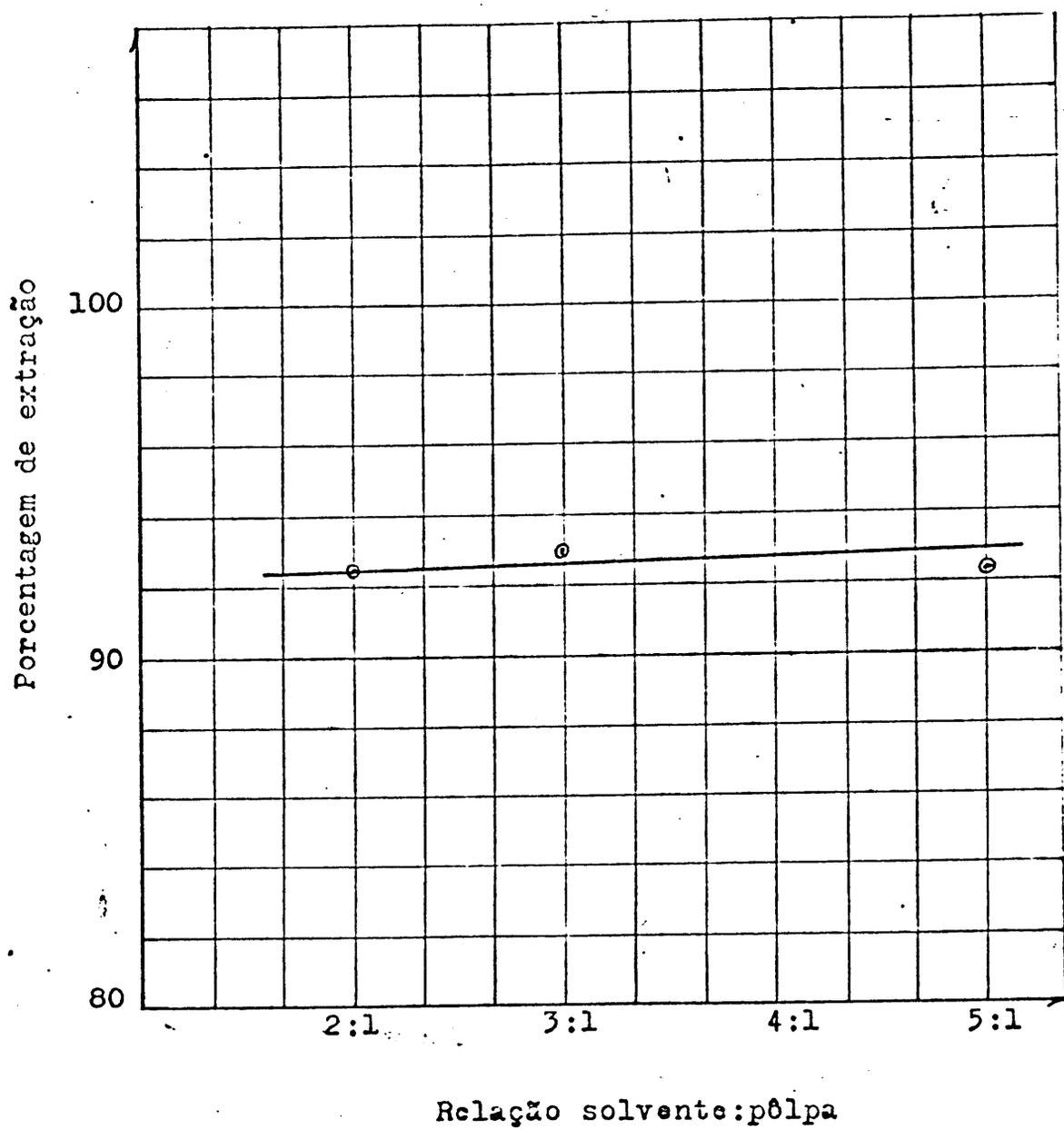


GRAFICO 6

Influência da unidade na extração

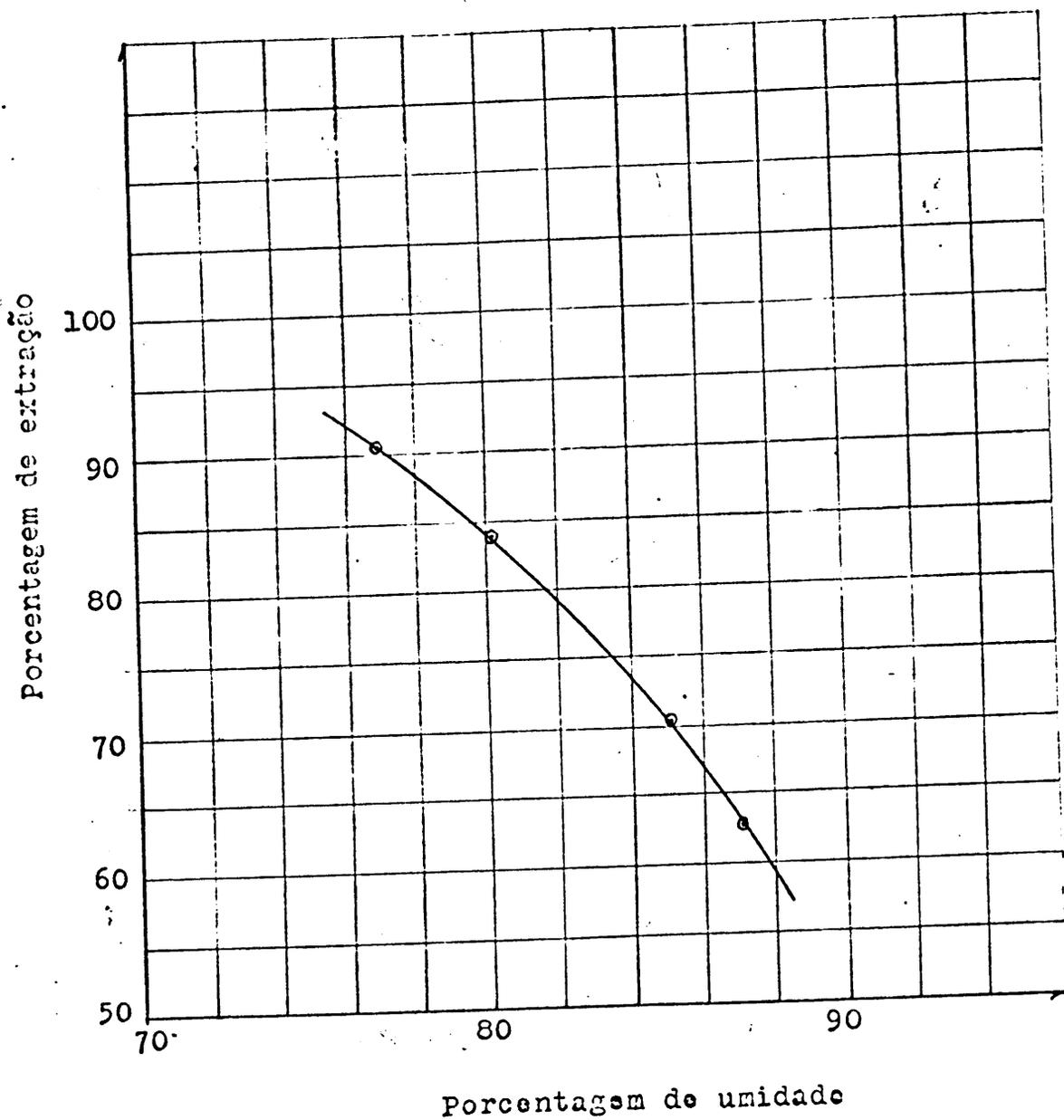
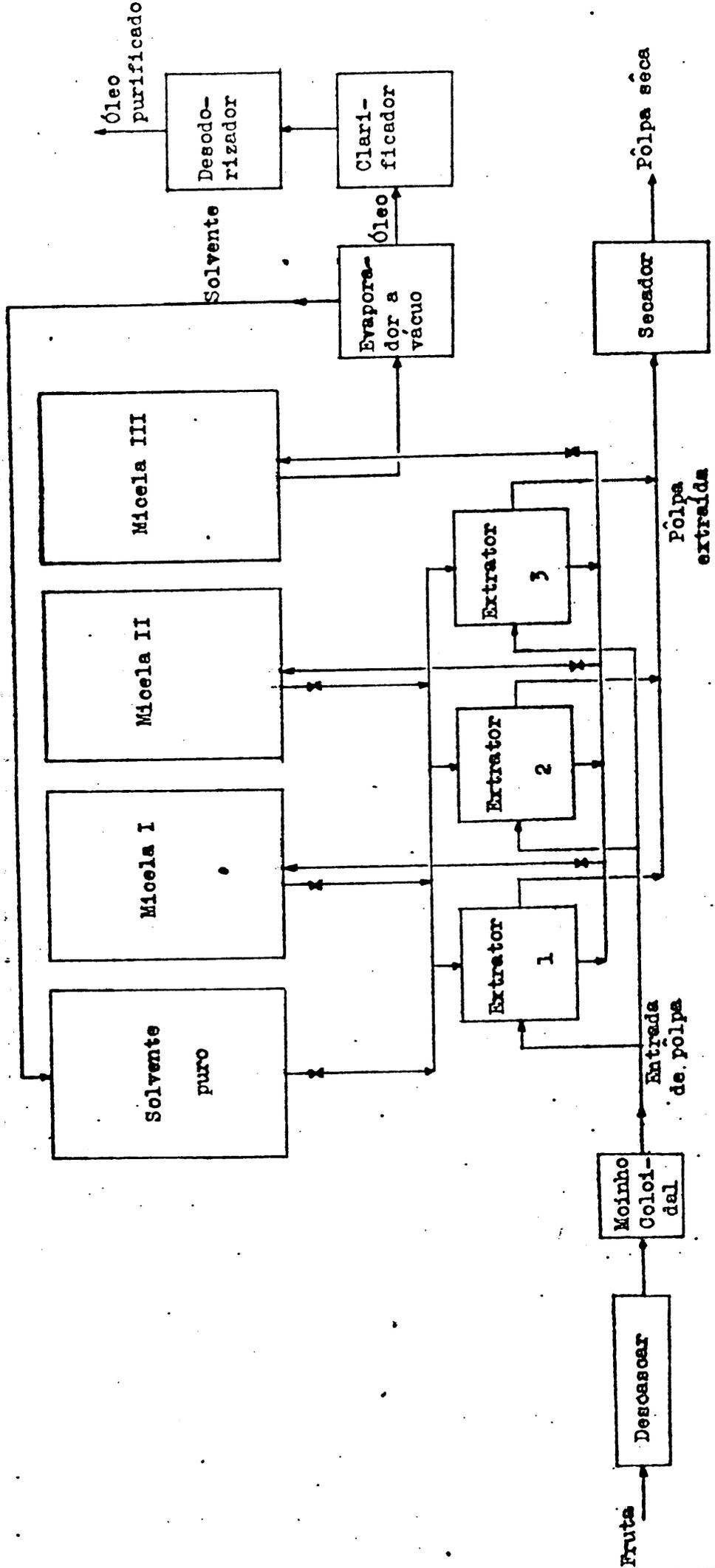


GRÁFICO 7



FLUXOGRAMA DE UMA PLANTA INDUSTRIAL

VI - B I B L I O G R A F I A

- 1.- Albizzati Carlos M. - La palta, avocado o aguacate composición química y su valor alimenticio. La Plata 1932.
- 2.- Agricultura Boletín de .- Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, série 36ª, 1935
- 3.- Agricultura Ministério da . - Produção Agrícola 1968
publicações nº18 - Setembro de 1969
- 4.- Agricultura Ministério da . - Produção Agrícola 1967
publicação nº 6 - Setembro de 1968
- 5.- Arteaga Eiriz F. y Orizola J. M. - Variedades comerciales de aguacates. Hojas divulgadoras Ministerio de Agricultura.
Nº 2 - 69 - H - Madrid 1969
- 6.- Carvalho Barbosa . - Do Abacateiro e do Abacate.
- 7.- Haendler L. - L' huile d'avocat et les produits dérivés du fruit.
Fruits vol. 20 Nº 11.
- 8.- Jimenez Otón. - El aceite de aguacate - Suelo Tico Nº 30.
San José - Costa Rica.
- 9.- Montañó G. H. ; Luh B. S. ; Smith L. K. - Extracting and Refining Avocado Oil - Food Technology - February 1962.

- 10.- Martinenghi, G. Baptista. - Ensaio de extração do Óleo de abacate.
Instituto de Óleos - Bolletim Nº17. Rio de Janeiro 1958
- 11.- Montenegro, W. S. Heitor. - A comercialização do Abacate e Possibi-
lidades de sua Exportação. São Paulo Agrícola Nº29 Maio de 1961
- 12.- Naarden News. - Avocado Oil - October 1958
- 13.- Rolfs P. H. e Rolfs C. - O Abacateiro - Chácaras e Quintas
1931 - 1932
- 14.- Stahl, Arthur L. - Changes in composition of Florida avocados in
relation to maturity. University of Florida Bolletim 259
- 15.- Torres, Olegário V. - Escolha de variedades de abacate
Notas CITROPICAIS - Ano I Nº3 Março 1961
- 16.- Tango, J. S. - Extração de Óleo de abacate. O Agrônomo Vol. 16
Nº1 e 2
- 17.- II Encontro de técnicos em Agricultura. - Resumo dos trabalhos
Campinas 1965 - Resumo Nº39.